

Г.Н.ГОЛУБЕВ

ГЕОЭКОЛОГИЯ

*Рекомендовано Министерством
общего и профессионального образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению “Экология и природопользование”
и специальностям “Геоэкология”, “Экология” и “Природопользование”*

**ГЕОС
Москва
1999**

УДК 574.9

ББК 26.82

Г 35

Голубев Г. Н.

Геоэкология. Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.

ISBN 5-89118-059-6

Учебник составлен в соответствии с типовой вузовской программой дисциплины “Геоэкология”. Изложены основы геоэкологии – междисциплинарного научного направления, изучающего экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом. Рассмотрены природные и социально-экономические факторы экосферы, проблемы глобальных изменений, геоэкологические проблемы атмосферы, гидросферы, педосферы, литосферы, биосферы. Даны геоэкологические аспекты природно-техногенных систем. В свете проблемы выживания человечества рассматриваются взаимосвязанные глобальные проблемы кризисного характера (геоэкологическая, демографическая, водная, энергетическая, продовольственная, минерально-ресурсная).

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра геоэкологии и природопользования СПбГУ;

доктор географических наук И. С. Зонн

Genady N. Golubev

Geoecology (Problems of Global Environment). – Moscow: GEOS, 1999. – 338 p.

This text-book is prepared in accordance with the standard curricula for the university course on Geoecology (Global Environment). The fundamentals of Geoecology are discussed. It is an interdisciplinary

scientific area dealing with the Ecosphere as an interrelated system of the Earth's Geospheres in the process of their integration with the Society. The natural and socio-economic factors of the Ecosphere are reviewed. The global environmental change is discussed, as well as the geoecological problems of the Atmosphere, Hydrosphere, Pedosphere, Lithosphere and Biosphere. The geoecological aspects of the natural and technological systems are considered as well. The world-wide critical problems such as the geoecological, demographic, water, energy, food, mineral resources crises are discussed in light of the mankind's survival.

ISBN 5-89118-059-6

© Г.Н.Голубев

© Географический ф-т МГУ

© ГЕОС

Содержание

Предисловие	
Часть I. Экосфера	
I. Геоэкология: система наук об интеграции геосфер и общества	
I.1. Основные понятия	
I.2. Взаимозависимость экосферы и общества.	
I.3. Системный характер проблем геоэкологии.	
I.4. Краткая история геоэкологических взглядов	
II. Природные факторы экосферы	
II.1. Геосферы и экосфера	
II.2. Земля как планета. Геоэкологические следствия	
II.3. Энергетические и вещественные особенности экосферы	
II.3.1. Тепловой баланс экосферы	
II.3.2. Глобальные циклы вещества	
II.4. Роль биоты в функционировании экосферы	
II.5. Географическая зональность ландшафтов мира и ее эволюция	
III. Социально-экономические факторы экосферы	
III.1. Основные группы факторов состояния экосферы	

· · · · ·	III.2. Население мира как геоэкологический фактор . .
· · · · ·	III.3. Потребление природных ресурсов и геоэкологиче- ских “услуг”
· · · · ·	III.3.1. Рост потребления
· · · · ·	III.3.2. Природные ресурсы
· · · · ·	III.3.3. Различия в уровнях потребления
· · · · ·	III.4. Геоэкологическая роль технического прогресса .
· · · · ·	III.5. Геоэкологические аспекты внешнего долга госу- дарств и “свободной торговли”
· · · · ·	III.6. Виды капитала и богатство стран
· · · · ·	III.7. Рост и развитие. Необходимость изменения стратегии .
· · · · ·	Часть II. Глобальные изменения
· · · · ·	IV. Глобальные изменения и стратегии человечества . . .
· · · · ·	IV.1. Переходный период и его особенности
· · · · ·	IV.2. Несущая способность (потенциальная емкость) территории
· · · · ·	IV.3. Элементы стратегии выживания человечества .
· · · · ·	IV.4. Понятие устойчивого развития
· · · · ·	IV.5. Индикаторы геоэкологического состояния и ус- тойчивого развития
· · · · ·	IV.6. Понятие об экологической экономике

IV.7. Управление состоянием окружающей среды на
локальном уровне

Часть III. Геосферы Земли и деятельность человека . . .

V. Атмосфера. Влияние деятельности человека на атмо-
сферу и климат

V.1. Основные особенности атмосферы и климата
Земли

V.2. Антропогенное изменение климата и его последст-
вия

V.2.1. Парниковый эффект

V.2.2. Газы с парниковым эффектом

V.2.3. Воздействие тропосферных аэрозолей на пар-
никовый эффект

V.2.4. Гидроклиматические последствия антропо-
генного парникового эффекта

V.2.5. Природные и социально-экономические послед-
ствия изменения климата

V.2.6. Стратегии, связанные с проблемой изменения
климата

V.3. Деградация озонового слоя

V.4. Асидификация экосферы и кислотные осадки

V.5. Локальное загрязнение воздуха

VI. Гидросфера. Влияние деятельности человека

VI.1. Основные особенности гидросферы	
VI.2. Воды суши и деятельность человека	
VI.2.1. Основные функции вод суши в экосфере	
VI.2.2. Геоэкологические аспекты водного хозяйства	
VI.2.2.1. Водные ресурсы и водообеспеченность	
VI.2.2.2. Регулирование речного стока	
VI.2.2.3. Переброски речного стока	
VI.2.2.4. Управление водопотреблением и водохозяйственный баланс	
VI.2.3. Геоэкологические особенности бессточных областей мира	
VI.2.4. Вопросы качества вод суши	
VI.2.5. Дефицит и деградация вод суши	
VI. 3. Мировой океан. Влияние деятельности человека	
VI.3.1. Основные геоэкологические особенности океанов и морей	
VI.3.2. Деятельность человека, влияющая на состояние океанов и морей	
VI.3.3. Геоэкологические проблемы морских побережий и внутренних морей	
VII. Геоэкологические проблемы использования почвен-	

ных и земельных ресурсов

.
VII.1. Основные функции сферы почв (педосферы)

.
VII.2. Антропогенная деградация почв

.
VII.3. Земельные ресурсы мира и их использование

.
VII.4. Геоэкологические проблемы земледелия

.
VII.4.1. Водная и ветровая эрозия почв

.
VII.4.2. Геоэкологические последствия применения
удобрений .

VII.4.3. Геоэкологические последствия применения
пестицидов

VII.4.4. Уплотнение почвы

.
VII.4.5. Геоэкологические проблемы орошения

.
VII.4.6. Геоэкологическая устойчивость сельского
хозяйства .

VIII. Литосфера. Влияние деятельности человека

.
VIII.1. Строение Земли и литосфера

.
VIII.2. Большой круговорот вещества и роль в нем чело-
века

VIII.3. Антропогенные воздействия на неблагоприят-
ные экзогенные процессы

.

IX. Биосфера и ландшафты Земли. Влияние деятельности
человека

.
IX.1. Основные особенности биосферы и ее роль в эко-
сфере. .

IX.2. Биотическое управление экосферой и роль деятельности человека	
IX.3. Современные ландшафты мира	
IX.4. Проблемы обезлесения	
IX.5. Проблемы опустынивания	
IX.6. Проблемы сохранения биологического разнообразия Земли	
Часть IV. Геоэкологические аспекты природно-техногенных систем	
X.1. Природно-техногенные системы	
X.2. Геоэкологические аспекты урбанизации	
X.3. Геоэкологические аспекты энергетики	
X.4. Геоэкологические аспекты промышленности	
X.5. Геоэкологические аспекты транспорта	
X.6. Геоэкологические аспекты сельского хозяйства	
Часть V. Заключение. Выживание человечества?	
Рекомендуемая литература	

Предисловие

Рост численности населения мира, опережающее возрастание его потребностей, неуклонное расширение использования ресурсов Земли, внедрение новых технологий и расширение производства в энергетике, промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, антропогенное преобразование ландшафтов мира, усложнение и расширение межнациональных хозяйственных связей, – эти и многие другие факторы привели к возрастающей антропогенной нагрузке на окружающую человека среду, с усилением взаимодействия между средой и обществом. В XX веке, и в особенности во второй его половине, антропогенная нагрузка экспоненциально усиливалась, став одним из важнейших факторов существования общества.

Возник новый круг задач междисциплинарного характера, для которых не существовало предшествующего опыта и не была разработана методология. В частности, возникли задачи взаимодействия между геосферами Земли на различных иерархических уровнях, от планетарного до локального, при неуклонно увеличивающемся антропогенном давлении. Возрастающая потребность в решении этих задач привела к возникновению нового научного междисциплинарного направления, стихийно получившему в русской литературе и практике название “геоэкология”. В англоязычной литературе наиболее близкий его эквивалент – “global environmental change”.

Объективное возникновение нового междисциплинарного направления привело к необходимости открытия новой специальности в университетском образовании. В рамках Учебно-методического объединения (УМО) университетов России, ответственность за вопросы геоэкологии принял на себя Совет УМО по экологии. Был разработан и утвержден как учебный план по специальности “Геоэкология”, так и программы курсов. В том числе Совет по экологии УМО России утвердил программу курса по

геоэкологии, подготовленную проф. Г.Н.Голубевым и проф. В.Т.Трофимовым. Данный учебник составлен в соответствии с программой, утвержденной УМО.

Учебник предназначен для студентов старших курсов университетов, обучающихся по направлению “Экология и природопользование” и по специальностям “Геоэкология”, “Экология”, “Природо-пользование”. Он может быть также полезен студентам других специальностей факультетов наук о Земле (географическом, геоэкологическом, геологическом, биологическом, почвенном и др.). Студентам, изучающим геоэкологию на физических, химических, юридических, экономических и других факультетах, потребуется предварительное ознакомление с науками о Земле. Книга может быть также полезна широкому кругу лиц, интересующихся глобальными вопросами геоэкологии и природопользования.

При работе над учебником автор ставил задачу, сохраняя краткость изложения, максимально полно использовать накопившийся к настоящему времени мировой опыт как практической деятельности, так и научных исследований в области, относящейся к проблемам геоэкологии. В этой связи автор использовал основные публикации, известные к 1998 г., по этому кругу вопросов, выпущенные почти исключительно на английском и русском языках, но в учебнике ссылки даются только на основные публикации. Определенное внимание в тексте уделяется вопросам соответствия терминов на английском и русском языках.

Помимо публикаций данный учебник опирается также на многолетний опыт работы автора в Программе ООН по окружающей среде (UNEP), Всемирном Союзе охраны природы (IUCN) и Университете ООН (UNU), а также на опыт общественной деятельности автора, в основном, в рамках Международного Совета научных союзов (ICSU), в таких механизмах и программах как Система анализа, исследований и подготовки кадров для Глобальных изменений (START), Международная геосферно-биосферная программа (IGBP), Международная Ассоциация гидрологических наук (IAHS) и др.

Книга подготовлена на географическом факультете Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Автор благодарен руководству факультета за благоприятную рабочую обстановку и поддержку.

В особенности автор ценит поддержку и помощь сотрудников кафедры физической географии мира и геоэкологии МГУ.

Автор выражает также глубокую благодарность следующим организациям и лицам, оказавшим решающее содействие на различных этапах работы:

Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП), и в особенности проекту ЮНЕП “Глобальная экологическая перспектива” (GEO);

Центру международных проектов Госкомэкологии России;

Институту гидросферно-атмосферных наук Университета г. Нагоя (Япония) в лице проф. Й. Фукушима;

Центру исследований и конференций Фонда Рокфеллера в Белладжио (Италия).

Особая благодарность за ценные замечания выражается рецензентам книги:

Кафедре геоэкологии и природопользования факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского Государственного Университета (заведующий кафедрой профессор, д.б.н. В.Н.Мовчан);

Доктору географических наук И.С.Зонну (Российский Национальный Комитет содействия Программе ООН по окружающей среде – ЮНЕПКОМ).

Взгляды и положения, представленные в этой книге, не обязательно отражают позицию выше упомянутых организаций и лиц.

Часть I. Экосфера

I. Геоэкология: система наук об интеграции геосфер и общества

I.1. Основные понятия

Три корня греческого происхождения связываются воедино в слове “геоэкология”: ГЕО/ЭКО/ЛОГ/ия. Корень слова можно рассматривать как иероглиф, обозначающий понятие. В середине находится корень, происходящий от греческого “ойкос”, т.е. “дом”. Это дом для живых существ разных уровней: видов, их комбинаций, складывающихся в экосистемы, биомов как крупных пространственных биологических систем, и всей совокупности живого вещества Земли, составляющего биосферу. В данном случае имеются в виду взаимоотношения и взаимосвязи как внутри “дома”, так и между “домом” и окружающим его миром. Отсюда основа геоэкологии: исследование Земли как системы, с особым интересом к глобальным (общемировым) вопросам, неизбежно находящимся в пересекающихся сферах как естественных, так и общественных наук.

Это “дом” и для человеческого общества с самого начала его возникновения. Однако в последнее время, в особенности в последние десятилетия, человечество превратилось в столь мощную, стихийную, общемировую силу, что оно не просто живет в своем доме, но и своими действиями преобразует его, вплоть до разрушения отдельных его компонентов. Важность понятий, стоящих за корнем “ойкос” и связанных с человечеством, в историческом масштабе времени экспоненциально возрастает. Антропогенные воздействия все в большей степени приобретают необратимый, и даже катастрофический характер. Слово “экология” стало преимущественно отражать комплекс взаимоотношений человека и природы. Другое значение этого слова, используемое

еще с 1866 г. Э. Геккелем, обозначает раздел биологии, исследующий взаимозависимости между живыми существами и их окружением.

Корень “гео” в слове “геоэкология” восходит к греческой богине Земли Гее. Он традиционно охватывает науки о Земле, подчеркивая их единство и взаимозависимость. Корень “гео” ставит на первое место Землю в целом, подчеркивая необходимость понимания, прежде всего, общеземных, глобальных процессов, а затем уже, на этой базе, явлений более низкого иерархического уровня, относящихся к отдельным регионам и местностям, или же процессам.

В простейшем случае, корень “гео” как бы представляет неживую природу, в то время как корень “эко” обозначает ее живую часть. В этом смысле комбинация “геоэко” фактически отражает единство неживой и живой природы. Комбинация “геоэко” напоминает также о зависимости состояния нашего “дома”, то есть Земли, от деятельности человека.

Корень “логос” обозначает науку, или изучение чего-либо, и в естественных, и в общественных науках, и в таком смысле чрезвычайно широко употребляется.

Геоэкология имеет дело не с Землей в целом, а лишь с относительно тонкой поверхностной оболочкой, где пересекаются геосферы (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера), и где живет и действует человек. Из имеющихся нескольких названий этой комплексной оболочки, термин *экосфера* наиболее точно отражает ее суть, и потому является наиболее подходящим, хотя пока не общепринятым.

Экосфера представляет собой всемирную область интеграции геосфер и общества. *Экосфера есть объект геоэкологии. Геоэкология – это междисциплинарное научное направление, изучающее экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом.* Геоэкология появилась, когда деятельность человека стала существенным фактором преобразования Земли. Она основывается на глобальном, общемировом подходе, но на этой основе не меньшее значение имеют проблемы регионального и локального характера.

В рамках широкого понятия “геоэкология” находятся многие, весьма разнообразные, мультидисциплинарные научные направления и практические проблемы. Неудивительно, что термин “гео-экология” не получил еще общепринятого определения. Потребуется еще некоторое, может быть, значительное время на то, чтобы геоэкология выкристаллизовалась как область научного познания.

В настоящее время складываются два междисциплинарных научных направления, переплетенных друг с другом и пока еще слабо дифференцированных. Это геоэкология и природопользование.

Природопользование это междисциплинарное научное направление, исследующее общие принципы использования обществом природных ресурсов и геоэкологических “услуг”. При этом в понятие экологических “услуг” входят разнообразные явления, такие как процессы поддержания устойчивости экологических и других природных систем, как механизмы естественной самоочистки природных и природно-техногенных систем от загрязнения, как комплексная роль биологических систем в качестве источника возобновимых ресурсов, резервуара биологического разнообразия, механизма поддержания качества воды и воздуха, объекта наслаждения природой и пр.

Геоэкология и природопользование тесно взаимосвязаны: без понимания процессов (как естественных, так и антропогенных) на глобальном уровне невозможно устойчивое использование природных ресурсов, тогда как без понимания проблем использования ресурсов геоэкология оказывается недостаточной. Основное различие между геоэкологией и природопользованием в том, что первое в большей степени направлено на понимание сверхсложной системы, называемой экосфера, в то время как второе больше ориентировано на рациональное использование ее ресурсов. Можно сказать, что геоэкология в большей степени основана на естественных науках о Земле, в то время как природопользование в такой же степени базируется на экономических науках, но в том и другом случае это междисциплинарные направления, относящиеся и к естественным, и к общественным наукам.

Наряду с понятием “экосфера” существует еще несколько подобных понятий, употребляемых в литературе. Как правило, они плохо определены, и границы между ними нечетки. Это такие понятия как окружающая среда, природная среда, географическая оболочка, биосфера и др. Поскольку экосфера это общемировая область интеграции природы и общества, она отличается от понятия “географическая оболочка”, в котором на первое место ставится взаимосвязь и взаимодействие различных природных сфер, или геосфер (атмосферы, гидросферы, биосферы и литосферы).

Выражение “окружающая среда” употребляется чаще всех других подобных понятий. Оно возникло в русском языке для обозначения понятий, отражающих новые для науки междисциплинарные области знания, касающиеся взаимоотношений человека с окружающей его средой. Ему соответствуют: “environment” по-английски и по-французски, “umwelt” по-немецки, “medio ambiente” по-испански, “ambiente” по-итальянски. Часто возникает необходимость образовать прилагательное от словосочетания “окружающая среда”. В русском языке термину “окружающая среда” и термину “экология” соответствует прилагательное “экологический”. Это создает определенную путаницу в понятиях. В английском языке ситуация проще: слову “environment” соответствует прилагательное “environmental”, отличающееся по смыслу от слова “ecological”, происходящего от “ecology”.

Как и экосфера, термин “окружающая среда” подчеркивает взаимоотношения общества с окружающей его природой. В отличие от экосферы, где основа – глобальная, а на ее базе возникают локальные задачи, экологические проблемы в понятии “окружающая среда” носят скорее локальный характер, а из них уже выстраиваются глобальные проблемы. Кроме того, в названии “окружающая среда” просвечивают интересы, ориентированные на человека. Часто даже говорят и пишут “окружающая человека среда”. Таким образом, понятие “окружающая среда” антропоцентрично, то есть оно ставит в центр нашего мира человека, забывая

о том, что человек это часть природы. Термин “экосфера” более нейтрален или даже биоцентричен.

Если представить окружающую среду в виде двух основных компонентов, естественного и общественного, то термин “природная среда” относится к первому.

Иногда экосферу Земли представляют в виде трех основных компонентов: геосферы, техносферы и социосферы, отражающих, соответственно, природную, техногенную и общественную части единой системы Земля. Такое деление представляется несколько искусственным, механистичным.

Термин “геологическая среда”, чаще употребляемый в геологии, отражает интерес и вовлеченность этой науки в геоэкологические проблемы, особенно в проблемы взаимодействия верхних горизонтов литосферы и деятельности человека. Отсюда более корректный термин “экологическая геология”.

В литературе, в особенности публицистической и научно-популярной, часто используется понятие “биосфера” в применении ко всей совокупности природных явлений и процессов, взаимодействующих с обществом. Термин “биосфера” ближе всего соответствует понятию “природная среда”. Он получил широкое распространение благодаря В.И.Вернадскому, который, используя его, справедливо подчеркивал таким образом исключительную роль живого вещества в формировании и функционировании Земли как системы. Однако роль человека в этом термине в явном виде не определена. Кроме того, понятие “биосфера” часто обозначает также сферу живого вещества как одну из геосфер Земли, наряду с литосферой, атмосферой и гидросферой, а путаница в основных понятиях нежелательна. В этой книге, как и во многих других публикациях, слово “биосфера” обозначает одну из геосфер Земли.

1.2. Взаимозависимость экосферы и общества

В основе существования общества лежит использование ресурсов экосферы. Они включают как собственно природные ре-

сурсы, так и геоэкологические “услуги”. К первым относятся полезные ископаемые (нефть, уголь, руды различных металлов, другие минеральные ресурсы), ресурсы биосферы (урожай сельскохозяйственных культур, древесные ресурсы, рыбные, другие растительные и животные ресурсы), почвы, вода, воздух и пр. В результате приложенного труда, природа предоставляет человеку основные категории товаров. К их числу прежде всего относятся: продовольствие, одежда, строительные материалы, используемые в медицине растения, дикие прародители домашних растений и животных и пр.

К категории геоэкологических “услуг” можно отнести многочисленные природные механизмы и процессы, объединяемые понятием “системы жизнеобеспечения”. Это, например, механизмы естественной самоочистки природных и природно-технических систем от загрязнения, и процессы, поддерживающие качество воды и воздуха. К этой же категории относятся естественные экологические системы, отличающиеся разнообразным набором услуг. Например, лесные экосистемы это резервуар биологического разнообразия, это богатейший источник биологических ресурсов, это мощнейший фактор поддержания качества воды и воздуха.

Опыт последнего времени показывает, что относительная важность и приоритетность объектов природопользования постепенно смещается от природных ресурсов к геоэкологическим “услугам”. В дальнейшем мы будем понимать под словом “ресурсы” как собственно ресурсы, так и геоэкологические “услуги”.

К категориям услуг можно отнести процессы синтеза и деструкции органического вещества, поддержание круговорота воды (гидрологического цикла), относительно устойчивый для данного места климат, сохранение химического состава атмосферы, очистку воды и воздуха от загрязнений, формирование почв и сохранение их устойчивости, опыление диких и культурных растений, поглощение и детоксикацию загрязнителей, накопление и циркуляцию питательных для растений веществ (биогенов). Сюда же относится и наслаждение природой, использование ее в качестве рекреационного ресурса.

На первых этапах своего существования человек собирал плоды экосистем суши (леса, степи, саванны и пр.), съедобные водоросли, моллюсков, ракообразных и др., ловил рыбу и охотился. Это был период собирательства и охоты, когда человек зависел от ресурсов биосферы и для поддержания своего устойчивого состояния инстинктивно должен был действовать, не нарушая эти ресурсы, а существуя за счет ежегодного прироста биомассы. Охотничье-собирательские, так же как и примитивные скотоводческие и земледельческие типы хозяйства, не выходили за пределы устойчивого использования ресурсов биосферы и практически не влияли на другие геосферы Земли. Для пропитания каждому человеку нужна была большая территория. Первобытные охотники и скотоводы использовали не менее 100 км^2 /чел. При этом человек ежедневно должен был проходить расстояние, наибольшее по сравнению со всеми другими живыми существами, что предопределило его эволюцию в направлении развития его умственных способностей.

По мере роста численности населения, хотя и весьма неинтенсивного, при таком типе хозяйства неизбежно возникали локальные экологические кризисы, когда на определенной территории (или прибрежной акватории) удовлетворяемые потребности человека устойчиво превышали ежегодно возобновляемую часть биологических ресурсов. Кризисы разрешались или через снижение потребления привычного продукта (гибель части населения от голода, миграции населения, полное или частичное переключение на другую пищу и пр.) или же человек начинал потреблять больше, чем данная экосистема могла устойчиво производить, трансформируя или даже полностью преобразуя экосистему. Это оттягивало наступление кризиса, но делало его в конечном итоге более сильным и более катастрофическим. Примером экологического кризиса такого типа были, возможно, события на перигляциальных равнинах умеренного пояса Евразии, когда человек, способствуя исчезновению мамонтов, лишал себя тем самым источника белковой, высококалорийной пищи.

Дальнейший рост населения и его потребностей не мог быть обеспечен посредством охоты, рыбной ловли и собирательства:

этих ресурсов стало недостаточно. Это привело часть человеческого общества к одомашниванию диких животных с постепенной селекцией их пород и, следовательно, к пастбищному скотоводству, а другую часть – вначале к примитивному, но затем ко все более усложняющемуся земледелию. Тем самым человек перешел от относительно устойчивого использования экосферы, мало ее изменяющего, к ее преобразованию.

Открытые ландшафты (степи, саванны, прерии, пустыни и пр.) в основном относятся к аридным областям разной степени засушливости. В их пределах начали возникать расширяющиеся очаги скотоводства, в сильной степени преобразующего исходные природные ландшафты (изменение состава и состояния растительного покрова и состояния почвы вследствие выпаса скота, запланированных или естественных пожаров травы, и пр.).

Земледельческий тип хозяйства требует большего увлажнения, и потому очаги земледелия появились на границе лесных и открытых ландшафтов, внутри лесных территорий или же в интразональных ландшафтах (например, речных долинах), способствовавших возникновению орошения. Превращение природных экосистем в пашню – основная линия трансформации ландшафтов при неорошаемом земледелии. При этом происходят очень глубокие преобразования, затрагивающие все компоненты ландшафтов.

Появление скотоводства и земледелия стало важнейшим событием, без которого дальнейшее развитие человеческого общества было бы попросту невозможно. В среднем на одного человека при пастбищном типе хозяйства необходимо приблизительно 10–100 га кормовой территории. При подсечно-огневом земледелии площадь, достаточная для прокорма одного человека, не превышает 10 га. Плотность использования земли при традиционном “обычном” земледелии порядка 1 га/чел, а при современном высокоинтенсивном земледелии эта величина достигает 0,2 га/чел. Таким образом, число людей на единице обрабатываемой площади, или, иными словами, потенциальная емкость территории может быть увеличена.

Возникшие скотоводство и земледелие позволили временно разрешить геоэкологический кризис, связанный с дефицитом зе-

мельных ресурсов при уровне технологии прошлого. В то же время увеличение потребления человеком ресурсов биосферы и начавшееся преобразование естественных ландшафтов Земли стали первым, очень серьезным шагом в сторону антропогенного преобразования экосферы.

Следующим серьезным шагом в развитии человечества, а также и в антропогенном преобразовании экосферы, стало обращение к ресурсам литосферы, а именно добыча полезных ископаемых. Сначала это были металлические руды, в основном для изготовления орудий труда, а затем во все большей степени и другие полезные ископаемые. Роль полезных ископаемых для человеческого общества все более усиливалась, дойдя до такой степени, что добыча и использование горючих ископаемых (нефть, газ, уголь) стали одним из краеугольных камней современной экономики, но в то же время и одним из важнейших неблагоприятных факторов состояния экосферы.

Развитие промышленности стало следующим важнейшим фактором в антропогенной эволюции экосферы. Промышленность использует продукты литосферы и биосферы, обязательно нуждается в ресурсах гидросферы, и при отсутствии специальных мероприятий неизбежно влияет на загрязнение атмосферы и гидросферы. Таким образом, все геосферы Земли становятся подвержены антропогенному влиянию и преобразованию. Для периода развития промышленности бассейнов.

Локальные и региональные промышленные революции чаще всего сопровождались чрезвычайно тяжелыми экологическими последствиями. К ним относятся, например, лондонские туманы, загрязнение Рейна и озера Эри, тяжелая экологическая ситуация в старопромышленных районах России и др. Художественная литература XIX и начала XX века, содержит много примеров таких ситуаций. Локальные геоэкологические кризисы возникают и сейчас. За период между 1953 и 1973 гг. объем промышленной продукции мира увеличился более чем втрое, или на 6% в год. Столь бурный рост был возможен частично за счет истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды, в особенности в развивающихся странах.

Развитие сельского хозяйства шло двумя пересекающимися путями, экстенсивным и интенсивным. С одной стороны, расширялись площади, используемые под пашню и выпас скота, с соответствующим глубоким преобразованием ландшафтов. Более половины суши Земли находится под серьезным воздействием человека в виде пашни, пастбищ и лесов, включенных в хозяйственное использование. С другой стороны, при интенсивном развитии сельского хозяйства росла площадь орошаемых и осушаемых земель, увеличивалось использование сельскохозяйственных машин, применение химических веществ, стойловое содержание скота и пр.). Состояние используемых земель во многих случаях ухудшалось вследствие эрозии почв, изменения их химических и физических свойств, заболачивания и пр. Эти факторы и процессы привели к значительному преобразованию ландшафтов Земли, и к изменению биосферы, гидросферы и атмосферы.

Города и сопутствующие им инженерные сооружения, такие как промышленные зоны, склады, дороги, аэродромы, порты, очистные сооружения, свалки и пр. постепенно увеличивались в размерах и интенсивности своего воздействия на экосферу, практически полностью преобразуя на своей территории первичные ландшафты в антропогенные.

Роль деятельности человека в преобразовании экосферы увеличивалась в течение последних 250 лет. Это отразилось в росте численности населения мира и валового производства (рис. 1).

Человечество в процессе своего развития, при использовании природных ресурсов, накопило значительный капитал в виде инженерных сооружений (городов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, дорог, портов и пр.), в виде образованных, здоровых и умелых членов общества, в виде умения управлять обществом демократическими методами. Весь имеющийся в мире капитал можно условно разделить на четыре основные категории: природный капитал, человеческий капитал, производственно-финансовый капитал, социальный (общественный) капитал. Позднее мы будем обсуждать этот вопрос более подробно.

Увеличивающееся использование человеком богатств экосферы сформировало противоречие между постоянно растущим

воздействием общества на экосферу и ограниченными размерами Земли и ее ресурсов. Это важнейшее обстоятельство ставит на повестку дня проблему выживания человечества. Отсюда на данном этапе вытекает неизбежность глобального экологического кризиса. Часть специалистов считает, что кризис уже наступил, потому что возникает дефицит природных ресурсов (в широком смысле этого слова) и имеются многочисленные свидетельства нарушения устойчивости (гомеостазиса) экосферы. Имеется также много примеров глубоких

Рис. 1. Рост промышленного производства и численности населения мира. Показатели за 1900 г. приняты за 100 %

изменений геосфер Земли и ландшафтов планеты. Таким образом, можно полагать, что кризис уже наступил. На этот счет нет единой точки зрения. Другие специалисты возражают, полагая, что человечество найдет пути не допустить кризиса, хотя и согласны, что причины кризиса объективно существуют.

Человек значительно, и по большей части бессознательно, преобразовал Землю в результате своей хозяйственной деятельности. В особенности большие изменения произошли и происходят в последние десятилетия, причем они охватывают как природную, так и общественную сферы. К наиболее существенным, общепланетарным изменениям следует отнести:

* ландшафтов Земли;	Трансформацию ландшафтов Земли;
* биогеохимических циклов вещества;	Изменения глобальных биогеохимических циклов вещества;
* стей и режима геосфер;	Изменения особенностей и режима геосфер;
* сокращения биологического разнообразия.	Сокращение биологического разнообразия.

Эти изменения столь значительны, что для их обозначения в научной и политической литературе на английском языке возник и стал общепринятым и общепонятным специальный термин *Global Change*, что может быть переведено как *глобальные изменения*. Более детальный анализ этих процессов выполнен в соответствующих главах учебника.

Итак, основные особенности взаимодействия человека и природы заключаются в следующем:

– Существование и развитие человечества основано на постоянном использовании природных ресурсов экосферы (биологиче-

ских, почвенных, земельных, водных, минеральных) и ее пространства, а также ее систем жизнеобеспечения (геоэкологических “услуг”).

– В процессе своей деятельности человечество во все большей степени влияет на системы жизнеобеспечения Земли, такие как глобальный круговорот воды вместе с природной самоочищающей способностью водоемов, атмосферу с ее постоянным химическим составом и способностью поглощать загрязнения, механизм образования первичной биологической продукции посредством фотосинтеза как основы питания всех живых существ, включая человека, и др.

– В процессе развития человечества взаимодействие человека и природы началось в пределах биосферы, пришло в гидросферу, продолжилось в литосфере, и, наконец, в атмосфере, охватив тем самым всю экосферу. Интенсивность и глубина взаимодействия постоянно усиливаются. В особенности резко это взаимодействие увеличивалось в последние десятилетия XX века.

– Использование природных ресурсов и систем жизнеобеспечения приводило к геоэкологическим кризисам, когда потребности человека превышали имеющиеся в данный момент ресурсы или когда выбросы продуктов деятельности человека в окружающую среду превышали ее самоочищающую способность. Такие частные, или локальные геоэкологические кризисы – неизбежная особенность системы взаимоотношений природы и человеческого общества. Разрешение кризисов приводит к частичному преобразованию геосфер Земли и, следовательно, экосферы. При этом по мере развития общества и возникновения геоэкологических кризисов происходит постепенное и, по-видимому, необратимое накопление антропогенных преобразований. Ресурсы, размеры экосферы, как и мощность систем ее жизнеобеспечения, ограничены. В то же время, потребности человечества пока непрерывно нарастают. Отсюда вытекает очевидная неизбежность глобального геоэкологического кризиса, связанного с противоречием между ограниченными ресурсами и размерами Земли и возрастающими потребностями человека. Пока нет общепринятого мнения по поводу того, наступил этот кризис, или еще нет. Однако ясно, что глобальный

еще нет. Однако ясно, что глобальный геоэкологический кризис, когда бы он ни наступил, – одна из самых серьезных, а возможно, и наисерьезнейшая проблема из стоящих перед человечеством.

1.3. Системный характер проблем геоэкологии

Система – вещественно-энергетическая совокупность взаимосвязанных компонентов, объединенных прямыми и обратными связями в некоторое единство. *Геоэкологические проблемы* носят, как правило, системный характер. Прежде всего, это вытекает из того обстоятельства, что они сами – результат взаимодействия сложных систем, – как геосфер между собой, так и между геосферами и обществом, то есть они суть сплав естественных, социальных, экономических и политических проблем. Геоэкологические системы это, как правило, сложные саморегулируемые и самоорганизующиеся системы. Существуют *системы закрытые*, когда не происходит обмен веществом, энергией, информацией через их внешние границы, и, наоборот, *системы открытые*. Естественные природно-территориальные системы (экосистемы, ландшафты) – как правило, закрытые, с высокой степенью сбалансированности их компонентов. По мере усиления антропогенного воздействия их сбалансированность снижается, а степень открытости увеличивается.

В природе, а тем более во взаимодействии общества и природы, существует бесчисленное множество прямых и обратных связей между компонентами, далеко не всегда хорошо изученных. Приведем примеры прямой и обратной связи. Неравномерное нагревание Земли на различных широтах вследствие наклона земной оси к плоскости движения Земли вокруг Солнца вызывает меридиональную циркуляцию атмосферы. При этом чем больше наклон оси, тем неравномернее нагревание и, следовательно, интенсивнее циркуляция. Это прямая связь. А вот пример отрицательной обратной связи. Известно, что чем температура воздуха выше, тем интенсивнее фотосинтез. Это приводит к увеличению поглощения растительностью содержащегося в атмосфере угле-

кислого газа, а значит, к уменьшению парникового эффекта, и, следовательно, в конечном итоге, к понижению температуры воздуха.

Отличительная особенность экосферы – наличие гомеостазиса, то-есть состояния внутреннего динамического равновесия системы, поддерживаемого регулярным возобновлением ее структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов.

Современный английский философ Д. Лавлок приводит следующие примеры гомеостазиса. Соленость воды Мирового Океана составляет 35 г/л, а при солености 60 г/л основная часть клеток существовать не может. Вынос солей реками в океан удваивал бы концентрацию солей каждые 80 млн. лет, если бы не природные процессы, выводящие соли из океанской воды. При этих условиях относительная стабильность солености океана поддерживается уже несколько сотен миллионов лет.

Содержание кислорода в атмосфере около 21%. При 16% дыхание останавливается, а древесина не горит. При повышении содержания кислорода до 25% даже влажные леса способны гореть. И в этих пределах кислородная атмосфера Земли существует два миллиарда лет!

За последние 3,5 млрд. лет излучение Солнца увеличилось на 30 %. При этом вследствие гомеостазиса экосферы, ее тепловой и водный балансы остались в пределах, способствовавших не только поддержанию жизни, но и ее развитию, то есть ее удивительной эволюции.

Еще одним примером гомеостазиса экосферы является поддержание глобального баланса углерода с точностью до 10^{-8} при геологических масштабах времени и с точностью до 10^{-4} при масштабах времени порядка нескольких тысяч лет.

Наряду со свойством гомеостазиса, существуют и другие свойства геоэкологических систем: *стабильность* (отсутствие или быстрое затухание колебаний в системе), *устойчивость* (способность восстановления прежнего состояния системы после ее возмущения), *упругость* (согласно канадскому экологу Б.Холлингу, это способность системы переходить из одного устойчивого со-

стояния в другое). В более общем случае можно сказать, что геоэкологические системы подчиняются *принципу Ле-Шателье*: внешнее воздействие, выводящее систему из равновесия, вызывает в ней процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия. Этот принцип, хорошо известный химикам и физикам, распространил в 1925 г. на геоэкологические системы американский биофизик и демограф А. Лотка.

Многие процессы в геоэкологических системах *нелинейны*, то есть малое приращение фактора может приводить к непропорционально большому (или непропорционально малому) изменению результата. Во многих случаях в природно-общественных системах существуют *пороги*, когда происходит резкое, непропорциональное воздействию в данный момент времени изменение свойств системы, в то время как до и после порога остается линейная связь. Например, в озерах Фенноскандии постепенный рост кислой реакции среды вызывает плавные изменения состояния озера в сторону большего подкисления. Затем при определенной величине рН (обычно 5,5) происходит выделение свободного алюминия, чрезвычайно токсичного для рыбы и некоторых других представителей водной фауны, и состояние озерной системы преобразуется. При дальнейшем снижении величины рН снова устанавливается плавная реакция системы на внешние воздействия.

В геоэкологии часто встречается такой тип связи между воздействием и результатом, когда постепенные, относительно плавные воздействия на систему или ее часть приводят к столь же постепенному накоплению изменений состояния системы. Каждый шаг воздействий, хотя и неблагоприятен для системы, но незначителен; столь же плавно накапливаются неблагоприятные изменения. В таком случае невозможно в точности указать момент, когда состояние системы было еще приемлемым, а когда стало уже неприемлемым. Такие изменения американский социолог М.Гланц называет *ползучими*. Типичный пример такого явления – состояние почвы: деградация почв вследствие эрозии в большинстве случаев постепенна, каждый день (или год) приносит незначительные и потому малозаметные изменения, но через несколько

десятилетий после начала сельскохозяйственного освоения какой-либо территории природное плодородие почвы оказывается уже намного меньше первоначального или даже катастрофически низким. Примеров таких плавных воздействий, приводящих к неблагоприятным результатам, чрезвычайно много.

Разновидностью ползучих геоэкологических изменений является так называемая *“химическая бомба замедленного действия”*. Благодаря способности почв и рыхлых отложений удерживать в стабильном или малоподвижном состоянии токсичные химические вещества непосредственные результаты загрязнения, поступающего в почву, могут быть не видны. Однако относительно небольшие, но продолжительные изменения химического состояния экосистемы могут вызвать процессы, приводящие в конечном итоге к внезапным вредным воздействиям. При этом время между поступлением химических веществ в геоэкосистему и их внезапным воздействием может быть весьма продолжительным, то есть бомба замедленного действия налицо.

Типичным примером *“химической бомбы замедленного действия”*, а также и *“ползучей геоэкологической деградации”*, является поведение иона алюминия (Al^{+++}) в почве. Алюминий в почвенном профиле неподвижен, если показатель кислотной реакции почвы (рН) превышает определенную величину. В случае уменьшения величины рН подвижность алюминия увеличивается. Антропогенные кислотные осадки, выпадающие из атмосферы, начинают влиять на кислотность почвы, содержащей ион алюминия, но показатель кислотной реакции остается неизменным, пока почвы еще содержат запас катионов, играющих роль буфера против увеличивающейся кислотности. Так продолжается до той поры, пока не израсходуется буферная способность почвы, после чего рН резко уменьшается, и ион алюминия становится подвижным, вызывая гибель рыбы в озерах, ухудшение состояния лесов и другие неблагоприятные геоэкологические эффекты.

Очень часто изменения состояния сложной системы во времени под влиянием внешнего воздействия описываются (лучше сказать, аппроксимируются) так называемой логистической кривой, имеющей форму близкую к S-образной и отражающей переход от

одного устойчивого состояния системы к другому (рис. 2). Самым типичным примером является кривая изменения численности населения мира: слабый и неустойчивый рост числа людей на Земле, характер-

Рис. 2. Типичная переходная (логистическая) кривая

ный для истории человечества до начала XX века, сменился в середине XX века его резким ростом, замедляющимся в настоящее время, с ожидаемым прекращением роста и выходом на очень слабое, асимптотическое приращение к середине следующего века. Переход от одного состояния системы к другому, описываемый логистической кривой, – чрезвычайно типичный процесс для многих геоэкологических систем.

Поведение систем значительно различается в зависимости от продолжительности воздействия на них (по Х.Бёсселю, Германия):

Продолжительность воздействия	Реакция системы на воздействие	Поведение системы
Очень большая	Изменение направленности процесса	Эволюция
Большая	Изменения структуры системы	Самоорганизация
Промежуточная	Изменения параметров системы	Адаптация
Краткая	Реакция обратной связи	Обратная связь
Очень краткая	Реакция прямой связи	Прямая связь

В геоэкологии мы можем наблюдать все приведенные выше типы поведения природно-общественных систем.

Рассматривая геоэкологические проблемы как сложные логические системы, можно сказать, что для понимания и решения проблемы исследование взаимодействия между элементами (то есть *исследование структуры системы*) важнее, чем исследование самих компонентов. Такой подход фактически традиционен для географии, и такой же подход характерен для геоэкологии.

Геоэкологические проблемы по большей части междисциплинальны. Проблема возникает часто как общественная, но корни ее лежат в вопросах естественного характера. Для ее решения необходимо предпринять определенные действия в социальной сфере, изменяя тем самым природные условия, к которым, в свою очередь, должно приспосабливаться общество.

Например, катастрофическое снижение уровня Аральского моря привело к существенным экономическим потерям (прекращение рыболовства, засоление почв вследствие разноса солей с обнажившегося дна ветром и др.) и имело очень большой общественный резонанс. Падение уровня произошло в результате изменения составляющих его водного баланса: вследствие развития орошения резко уменьшился приток в море воды Амударьи и Сырдарьи. Для восстановления более высокого, чем сейчас, уров-

ня Арала необходимо такое коренное изменение социальных условий в бассейне, которое бы в конечном итоге способствовало снижению водопотребления (снижение доли сельского населения, изменение структуры посевов, пересмотр стратегии развития сельского хозяйства и пр.). Таким образом, проблема Арала, внешне видимая как естественная, в основном по происхождению гидрометеорологическая, а фактически социальная. Она уходит своими корнями в советский период развития Центральной Азии и связана с очень сложной жизнью современного общества новых государств. Разделить такую проблему на отдельные, привычные науки практически невозможно, и решение ее может быть только на основе системного подхода.

Все общемировые геоэкологические проблемы можно разделить на две большие категории: *проблемы глобальные и проблемы универсальные*. Глобальные проблемы охватывают всю экосферу в целом, но могут проявляться по-разному в различных районах мира. Универсальные проблемы многократно повторяются, в определенных модификациях, складываясь в общемировую проблему. Разрушение озонового слоя Земли – характерный пример глобальной проблемы, в то время как деградация почв – типичный пример универсальной проблемы. Такое деление удобно, потому что стратегии решения глобальных и универсальных геоэкологических проблем различаются. В частности, в первом случае действенным методом решения проблемы может быть международное соглашение, выполняемое затем на национальном уровне, а во втором случае зачастую достаточно концентрировать действия по решению проблемы на локальном уровне, имея в виду решение общенациональной или всемирной задачи. Основная трудность в решении геоэкологических проблем заключается в том, что природные ресурсы и процессы чрезвычайно затруднительно, а то и невозможно выразить в денежной форме, а без этого нельзя оценить истинную стоимость затрат и потерь. Возможно, например, оценить стоимость древесины в лесу, но эта оценка будет намного ниже истинной стоимости леса, которая должна бы включать величину и интенсивность его биологической продукции, его видовое и ландшафтное биоло-

гическое разнообразие, его климатические и гидрологические свойства, красоту и привлекательность лесного ландшафта, роль данного конкретного леса в традиционной местной хозяйственной деятельности и многие другие показатели. Без решения таких системных задач невозможна полная оценка результативности хозяйственных мероприятий, затрагивающих окружающую среду.

На национальном уровне, чтобы знать истинное состояние страны, необходимо, наряду с традиционно выполняемыми ежегодными расчетами макроэкономических показателей, таких как валовой национальный продукт (ВНП), учитывать также геоэкологическое состояние страны, его приращения и потери. Оценка “истинного состояния прогресса” США, выполненная одной из исследовательских групп, включала (весьма приблизительно) такие факторы как стоимость загрязнения окружающей среды, потерю пахотных земель, расходование невозобновимых ресурсов, долгосрочный ущерб окружающей среде, потери первичных лесов и пр. Расчеты показали, что в 1950–1973 гг. происходил рост “истинного” экономического состояния США, а с тех пор и до недавнего времени происходит его неуклонное снижение. Подобные попытки расчетов делали и для других стран (Нидерланды, Франция, Австралия, Канада), и были получены похожие результаты (см. также раздел IV.6.).

Другая трудность в решении геоэкологических проблем в том, что многие ценные свойства и процессы в экосфере принадлежат всем, а значит, никому. К этой категории относятся, например, атмосфера, глобальный круговорот воды и его отдельные звенья, леса и почвы, если они коллективного или общенационального пользования, и пр.

Гаррет Хардин (США) назвал эту ситуацию “трагедией всеобщего достояния”. Он приводит следующий пример. На общественном лугу пасется N групп коров, каждая из которых состоит из n голов, принадлежащих N хозяевам. Пока все коровы на лугу потребляют траву в пределах ее годового прироста, ситуация устойчива. Затем один из хозяев решает увеличить свое стадо, состоящее из n коров, на одну корову. Для него это означает заметное

увеличение богатства (на $1/n$ -ую часть), а для луга в целом приращение антропогенного давления составит всего лишь $1/(n+1)$. Видя такую выгодную для отдельного лица ситуацию, другой хозяин принимает подобное решение, затем третий, четвертый, и так все N хозяев. Суммарное приращение антропогенного давления становится уже $N/(n+1)$.

Рост численности скота продолжается, даже если хозяева понимают, что их действия ведут к избыточному количеству коров, превышающему потенциальную емкость луга, то есть к перевыпасу и, в конечном итоге, к снижению продуктивности луга. Персональная алчность оказывается сильнее, чем коллективный интерес. Договориться о совместных действиях до наступления критического состояния обычно не удастся, и продуктивность луга начинает снижаться, зачастую катастрофически. Иногда, но не всегда, удается, наконец, договориться о совместных действиях, но уже не по оптимальной эксплуатации луга, а по выходу из критической ситуации.

Приведенный выше пример чрезвычайно типичен для многих геоэкологических ситуаций. Если не удастся найти стратегию совместных действий нескольких хозяев на одном лугу, то насколько сложнее выработать согласованную стратегию решения совместных задач для Земли в целом!

Итак, в геоэкологии возникает много задач системного характера, отличающихся следующими чертами:

- * Взаимодействие естественных и общественных процессов и закономерностей.
- * Междисциплинарность задач, требующая интеграции различных наук.
- * Обычно существует не один пользователь ресурса или системы, а несколько, причем зачастую с различными интересами.
- * Многие критерии носят качественный характер и тем более не могут исчисляться в денежном выражении.

* Одновременно встречаются явления, хорошо описываемые количественно и плохо описываемые количественно.

* Состояние системы или проблемы не может быть описано одним показателем, и необходимо разработать систему геоэкологических индикаторов.

Краткая история развития геоэкологических взглядов

Уже в древности философы интересовались фактически отдельными вопросами геоэкологии. Например, мер, Платона (IV в. до н.э.) размышляя о взаимоотношениях природы, общества, государства, о ее границах, о влиянии природных условий на развитие общества, о роли человека в природе, о балансе сил, о населении, о климате, о земле, о том, что есть также подход, к разработке ее в настоящее время понятная несущая способность, а потенциал, альфонемность,)

Меркантизм, с XVIII-XIX вв. в Европе, о том, что следует опасаться сломки большого числа граждан, потому что богатство, а следовательно, и богатство людей

Промышленная революция в Европе, ее развитие, ее капитал, земля, человек, объект, в ней необходимост, ее развитие, ее экономик, а также наук, в которой существенным разделом является, использованная, природные ресурсы. Значительный вклад внесли англичане, ее экономик, а также включив А.С. Милля, а Д. Р. Кардо, А. Дамаски, а также своемятудей "О богатстве"

народов" я (1776я г)я говор, л,я чтоя людейя связываетя вя обществоя разделен, ея труда,яявляющесяяважнейш, мя - акторомя ростая про, звод, тельност, я трудая какя первейшегоя, сточн, каябогатстваяДруг, мя- акторомя ростая про, звод, тельност, я трудая являетсяя накоплен, ея кап, тала,я тоя естья превышен, ея про, зводствая надя потреблен, емя Пр, роднымя ресурсамя какя , сточн, куя богатствая обществая уделялосьянемногоявн, ман, яяОднакояосновное,яважное дляя пон, ман, яя разв, т, яя геоэколог, , я положен, ея заключалосьявя пр, знан, , я того,я чтоя Земляя богатая ресурсам, ,янаякоторыхяосновываетсяяпро, зводство,я, я чтоя всегда возможно,явя случаяя недостаткакакого- л, бояресурса,язамеи, тьяегоянаядругойяДев, дяР, кардоя (1817я г)я полагал,я чтоя человеческая , зобредательностья , я научныйя прогресся надолгоя отсрочатя тоя время,я когдая потребность, я населен, яя превзойдутя, меющ, есяяпр, родныяресурсыяя

Ткая началась л, н, яя м, ропон, ман, я,я основанная - акт, ческ, янаяконцепц, , янеогран, ченногоябогатствая хос- ерыяя

Междуятемяс, туац, яявяАнгл, , яконцаXVIXявя былаякр, т, ческой:яч, сленностьянаселен, яястраны,явя особенност, я городского,я быстрая росла,я спрося ная продовольств, еявозрасталабыстрееяегояпро, зводства,я реальнаязарплатаяпадала,я, импортяпродовольств, яя вынжденная Звел, ч, валсяя Вя 1798я гя 32-ле2н, йя пров, ни, альныйя священн, кя Томася Ря Маль2Зся анон, мноя опЗбл, коваля кн, г3я "Эссея оя пр, ни, пахя народонаселен, я",я вя ко2оройя он,я основываясья ная 2экзцемея опы2ея Англ, , ,я говор, л,я ч2о я населен, ея рас2е2я быс2рее,я чемя про, зводс2во я прод3к2о я

п, 2 ан, я,я , я дальнейш, йя хкспоненц, альныйя рос2 я егоя
ч, сленнос2 , я , я следова2 ельно,я егоя по2 ребнос2 ей,я
не, збежнаяпр, д32 якяпро2 , вореч, юясяогран, ченным, я
пр, родным, я ресЗрсам, яПакавозн, клаядрЗгаяя л, н, яя
м, ропон, ман, я,я основанная ная концепц, , я
огран, ченнос2 , фресЗрсовяжкос- ерыжа

Продолжаяяx2 Зял, н, ю,яДжМ, лляп, саля(1848ягжяоя
2 ом,яи2 ояпр, родЗянадоязаш, ща2 ьяо2 янеогран, ченногоя
рос2 ая хконом, к, я есл, я мыя хо2 , мя сохран, 2 ья
благосос2 оян, ея людейя , я предо2 вра2 , 2 ья , хя
обн, щан, ежа

Разв, 2 , ея , я взя, модейс2 в, ея х2 , хя двЗхя крайн, хя
концепц, йя , я яв, лосья основойя 2 огоя направлен, я,я
ко2 ороея орм, рЗе2 сяжейчасьяв, дежеохколог, , я

Амер, канск, йягеогра- яДжорджаПерк, нсяМаршявя
прошломявекеясыгралябольшЗюяроль,явяособеннос2 , явя
англюязычномя м, ре,я вя , следован, , я дея2 ельнос2 , я
человекавяегоявоздейс2 в, , янаяпр, родЗяВя1864ягжяоя
опЗбл, коваля моногра- , юя "Человека, я пр, рода"(Man
and NatureЧя п ная былая 2 акжея , зданая ная рЗсскомя
языкеявяПле2 ербЗргеявяв, дея2 омаявя58бяс2 ран, цяпода
назван, емя"Человека, япр, рода,я л, яявл, ян, , ячеловека
ная , зменен, ея - , з, ко-геогра- , чesk, хя Зслов, йя
пр, роды"я Последнее,я посмер2 нося , здан, ея вышлоя вя
СШАвя1885ягжяпода назван, емя"Земля,я, зменяемая
дейс2 в, ям, я человека"я d ЯММаршя быля основа2 елемя
сЗщес2 вЗющейя доя сегоя времен, я школыя геогра- ов,я
- ак2 , чesk, яор, ен2 , рованнойянаявопросыгеохколог, , я
вя Зн, верс, 2 е2 ея Кларкая вя ш2 а2 ея МассачЗзе2 ся
(СШАЧя

ПхожЗюя ролья воя - ранкоязычномя м, рея сыграля
- ранцЗзск, йя геогра- я Эл, зяя Реклю,я выпЗс2 , вш, йя вя

"Б, ос- ера", я ная ко2 ор3юя ссылаю2 сся доя с, хя поря западныеяав2 орыяВяпослед3ющ, еядеся2 , ле2 , я,якогдая кон2 ак2 овямежд3ясове2 скойя, язападнойяна3койяпоч2 , я неябыло,я2 р3дыяВМЖернадскогоясыграл, яважнейш3юя рольясвяз3ющегоязвеныямежд3ях2 , м, ядв3мяяве2 вям, я м, ровойяна3к, яЧаях2 омя- Зндамен2 еявяСове2 скомя Союзеявя2 ечен, ея2 рех-че2 ырехядеся2 , ле2 , йяпослея В2 оройя м, ровойя войныя разв, вал, сся межд, сц, пл, нарныя , сследован, яя геогра- , ческойя оболочк, я , я ея в3а, моо2 ношен, йя ся дея2 ельнос2 ьюя человекая

Вя2 еягодыявяСове2 скомяСоюзеяялож, лосья, яЗспешноя разв, валосьясамобы2 ноенянаправлен, е,я, сследовавшиея 2 еоре2 , чesк, ея вопросыя геогра- , ческойя оболочк, я (ЛСЖБерг,яСВЖалесн, к,яКЖЖМарков,яАЖАЖГр, горьев,яММЖЗдыкоя, ядрЖЗнач, 2 ельнояявн, ман, еяЗделялось 2 акжея вопросамя в3а, моо2 ношен, йя человекая , я пр, родыя(ИЖПЖе-рас, мов,яВЖАЖовдая, ядрЖВед3ц3юя рольявх2 омянаправлен, , я грал, ягеогра- ыхСове2 ск, ея Зченыеябыл, яная м, ровомяЗровнея , явяопределеннойя с2 епен, ,я вед3ц, м, я в3а облас2 , я , сследован, яя геогра- , ческойяоболочк, яяцеломя, я2 дельныхяеос- еря Земл, яя

Вя2 оя жея времяя вопросы,я находящ, есяяная с2 ыкея ес2 ес2 венныхя , я общес2 венныхя на3к,я нея могл, я нея попас2 ья в3а СССРя в3а зон3я жес2 когоя , деолог, чesкогоя кон2 роляя Чяпр, мер,я оя Маль2 Зсея можноя былоя говор, 2 ья 2 олькоя кака оя крайнемя реакц, онере,я мракобесея Ч2 оя касает3ся , сследован, яя в3а, моо2 ношен, йячеловекая, яокр3жающейяегоясреды,я 2 оя вследс2 в, ея , деолог, чesкогоя пресс, нгая в3а СССР,я очев, дныйя пр, ор, 2 е2 я в3а х2 ойя облас2 , я ос2 алсяя зая

назкой,разв, вавшейсянаяЗападежВяособеннос2 , ж2 о2 я
разрываначала3с, л, ва2 ьсяявя1970–1980-ыеяггхякогдаяя
2 омЗяжеярезкояобознач, лосья2 с2 аван, еяВос2 окаю2 я
Западая вя , спользован, , я компью2 еровя для сбора я , я
обрабо2 к, я данных , я ма2 ема2 , ческогоя
модел, рован, яя

БЗрноеяконом, ческоеяразв, 2 , еям, ряпослеВ2 оройя
м, ровойя войныя пр, велоя кя с2 оляя жея быс2 ромЗя
ЗхЗшен, юя сос2 оян, яя окрЗжающейя среды,я вя
особеннос2 , я вя , ндЗс2 р, альноя разв, 2 ыхя с2 ранахя
пбъек2 , вноя возн, клая необход, мос2 ья какя решен, яя
локальныхяхколог, чesк, хявопросов,я2 ака, я пон, ман, яя
глобальныхяпроблемяеохколог, , жВ1970жя, 2 альянск, йя
промышленн, кя АЗрел, оя Печче, я собрала грЗппЗя
выдающ, хсяя Зченых,я - , лосо- ов,я общес2 венныхя
дея2 елейя дляя обсЗжден, яя глобальныхя проблема
современнос2 , ,жо2 ораяябылаяназваная"Р, мск, йяклЗб"я
(TheяСлсЪофяRomeЧя

о ервоея , следован, ея дляя Р, мскогоя клЗбая былоя
выСолненоя молодым, я амер, канск, м, я Зченым, я
денн, сомя, яд онеллойял едоЗзявя1972жяСодяназван, емя
"о ределыярос2 а" жп нояосновывалосьянаяСр, ни, С, альноя
новомявя2 оявремяяме2 оде,яназываемояглобальнымя
модел, рован, емж л едоЗзя ся коллегам, я Сос2 ро, л, я
ма2 ема2 , чesкЗюя моделья м, ра,я о2 ражающЗюя
основныея - ак2 орыя , я Сроцессыя - Знки, он, рован, яя
общес2 ва,я ,Сроанал, з, ровал, жяСомощьюямодел, ярядя
сценар, евя глобальногоя разв, 2 , яяп сновнойявывода, хя
рабо2 ыя заключался вя 2 ом,яч2 оя бесконечныйя рос2 я
2 ак, хяосновныхяСоказа2 елейясос2 оян, яяобщес2 ваякака
ч, сленнос2 ьянаселен, яям, ра,яобъемаСромышленногоя, я
сельскохозяйс2 венногоя Сро, зводс2 ва,я , сСользован, яя

Ср, родных ресЗрсовя , я Срх невозможен,я 2 ака какя она
вс2 ЗСас2 я вьа Срo2 , вореч, ея ся огран, ченным, я
возможнос2 ям, я Земл, я вьа Соглощен, , я загрязнен, йя, я
обесСечен, , я человекес2 вая Ср, родным, я ресЗрсам, я
н ным, я словам, ,якол, чес2 венныйярос2 ячеловеческогоя
общес2 вая , мее2 я Сределы,я , я человекес2 воя должная
, змен, 2 ьх2 ра2 ег, юхвоегохЗщес2 вован, яхя

Кн, гая я "о ределыя рос2 а"я я былая Сереведеная ная
деся2 к, хязыковхп нахя
оказалая большоея вл, ян, ея ная м, ровоззрен, ея мног, хя
людейя , ,я вьа конечноя , 2 оге,я ная - орм, рован, ея
хколог, ческойяСол, 2 , к, ярядаяхосЗдарс2 вххяСССРяоная
былаявыСщенаывя1970-хяггх2 , ражомывсегоял, шья2000я
хкземСлярова Сoдья гр, - омя "д ляя слЗжебногоя
Сользован, я",я , я Со2 омЗя нея былая 2 огдая дос2 ЗСная
массовомЗх, 2 а2 елюх

бья1992ягх2 еяжеяав2 оры,явосСользовавш, сьа2 ойяжея
ма2 ема2 , ческойя моделью,я ноя добав, вьа данныея зая
Соследн, ея20яле2 ,яРоанал, з, ровал, я2 еяжеяценар, , ,я
ч2 оя, явя1972ягхп бнарЗж, лось,яч2 ояосновныеявыводыя
кн, г, я 1972я гх нея , змен, л, сь,я ноя рабо2 ая 1992я гх
Сродемонс2 р, ровала,яч2 ояхколог, ческаяяс, 2 Зац, яяная
Землея с2 алая ещея бл, жея кя кр, 2 , ческой,я есл, я нея
ка2 ас2 ро- , ческойхКн, гая1992ягхбылаявесьмая2 очная
названая"ЗаяСределам, ярос2 а"хп беякн, г, яСереведеныя
наярЗссск, йяязыкя, я, зданыявяРосс, , явя, зда2 ельс2 вея
л осковскогохосЗдарс2 венногохЗн, верс, 2 е2 ахвяначалея
1990-хяггх

п сновнойя недос2 а2 окая обе, хя кн, гх –я обобщенныйя
(агрег, рован-ныйхх общем, ровойя Сoдход,я нея
Зн, 2 ывающ, йя рег, ональныея разл, ч, яя вьа явлен, яхя , я
Сроцессахххбояв2 оромядокладаеяР, мскомЗяклЗбЗя(1975я

гжл е есаров, чя , я Эх ес2 елья о2 раз, л, я вя своейя
ма2 ема2 , ческойя модел, я м, рая делен, ея егоя ная
о2 дельныярег, оныяh хяосновойявыводязаключае2 саявя
2 ом,я ч2 оя есл, я ос2 ав, 2 ья м, ровыея хконом, ческ, ея
о2 ношен, яя 2 ак, м, ,я как, ея он, я сейчася ес2 ья, 2 оя
сзщес2 в3ющеея разл, ч, ея межд3я разв, 2 ым, я , я
разв, вающ, м, саяс2 ранам, яб3де2 я3с, л, ва2 ьсяяЭ2 оя
Ср, веде2 жяогран, чен, юярыноквябы2 ая, ,вярез3ль2 а2 ея
обра2 нойя связ, ,я кя 3х3дшен, юя хконом, ческогоя
сос2 оян, яя 2 акжея , я разв, 2 ыхя с2 раня о ох2 ом3я
Со.мощьяразв, вающ, мсяяс2 ранамя-явя, н2 ересахявсехя
гос3дарс2 вя м, ражя Э2 ая с2 ра2 ег, яя нея 2 олькоя
хконом, ческая,я ноя вя нея меньшейя с2 еСен, я , я
геохколог, ческая,я Со2 ом3я ч2 оя оная вл, яе2 я ная
, сСользован, ея Ср, родныхя рес3рсовя , я загрязнен, ея
окр3жающейяредыяя

Глобальноямодел, рован, еясыгралоябольш3юярольявя
разв, 2 , , я геохколог, ческ, хя взглядов,я 2 акя какя оная
Соказалоя в3а, мозав, с, мос2 ья мног, хя Ср, родныхя , я
соц, ально-хконом, ческ, хя Сроцессов,я ая Сол3ченныяся
егояСо.мощьявыводыя- ак2 , ческ, яяв, л, сьяосновойядляя
разрабо2 к, яхколог, ческойяСол, 2 , к, ,вяособеннос2 , яная
глобальноя Зровнея п ноя Сродемонс2 р, ровало,я ч2 оя
дальнейшееяхконом, ческоеяразв, 2 , еявя2 омьяв, де,якакая
оноя сзщес2 в3е2 я сейчас,я наход, 2 сая вя гл3бокомя
Сро2 , вореч, , я ся сос2 оян, емя хкос- еры,я , я Со2 ом3я
необход, моя, зменен, еяс2 ра2 ег, , ячеловечес2 вахяПакая
вмес2 ежяСр, ходомяглобальногоямышлен, яягеохколог, яя
, зя ч, с2 оя на3ногоя наСравлен, яя с2 алая 2 акжея , я
облас2 ьюяобщес2 венно-Сол, 2 , ческойядея2 ельнос2 , я

бя 1984я гжя Генеральная Ассамблеяя п рган, зац, , я
п б3ед, ненныхя тац, йя Ср, нялая решен, ея оя создан, , я

международной ком, сс, , я Соя окр3жающей средея , я
разв, 2 , ю,я ко2 ораяя должна былая Содго2 ов, 2 ья
соо2 ве2 с2 взюш, йядокладядяяп п тхКом, сс, яязченыхя
, я общес2 венныхя дея2 елейя , зя разныхя с2 раня Сода
Средседа2 ельс2 вомяг-ж, яТхХБр3н2 -ландя(торвег, яЧ
Содго2 ов, лаядоклада"ташеяобщееяб3д3щее"я(1987ягМя
Сереведенныйянаямног, еяязык, ям, ра,явя2 омяч, слеяная
рзсск, йя п сновнойя выводя доклада:я выж, ван, ея
человечес2 ваявозможно,яесл, яонояЗжеясейчасявс2 ане2 я
ная С32 ья осзщес2 влен, яя с2 ра2 ег, , я Зс2 ойч, вогоя
разв, 2 , яя

Ся2 ехяСорясловосоче2 ан, ея"Зс2 ойч, воеяразв, 2 , е"я
с2 ало,я вероя2 но,я самыя час2 оя вс2 речающ, мсяя
выражен, емявягеохколог, , ял ьяб3демянеоднокра2 ноя
возвраща2 ьсяя кя воСросамя Зс2 ойч, вогоя разв, 2 , яя вя
СоследЗюш, хялавахя

Больш3юярольявяСон, ман, , яСроблемягеохколог, , я, я
 разрабо2 кея с2 ра2 ег, , я , хя решен, яя сыграл, я
Кон- ерени, , яп п т,яСосвященныяключевымявоСросамя
современнос2 , яб3я1972яг3яС2 окгольмеясос2 оялася
Кон- ерени, яя п п т3я Соя окр3жающейя человекая средея
СССР3я в3я нейя не3я Знас2 вовала Со3я с, юм, н32 нымя
Сол, 2 , ческ, мяСр, ч, нам,янея, мевш, мян, чегояобщего3я
хколог, ей3я Кон- ерени, яя наме2 , лая с2 ра2 ег, юя
решен, яя хколог, ческ, хя Сроблемя ная глобальномя , я
нац, ональномяЗровнях3яп на3ясыграла3яогромн3юяроль3я
Ср, знан, , я важнос2 , я , я Ср, ор, 2 е2 нос2 , я воСросов3я
окр3жающейя средыя как3я для3я разв, 2 ых,я 2 а3я , я для3я
разв, вающ, х3яяс2 ран3е еярекомендац, ямявяоблас2 , я
окр3жающейя средыя - ак2 , ческ, я следовал, я с2 ранья
м, ра3я в3я СоследЗюш, е3я два3ца2 ья ле2 3я в3я рез3ль2 а2 е3я
С2 окгольмской Кон- ерени, , я былая созданая

о рограмма п п т я Со я окрЗжающейя средея (Юте о Чя
(United Nations Environment Programme)

Ровномерезя20ме2 ,вя юнея1992явяР, о-де-Жанейроя
сос2 ояласьяКон- ерени, яя п т яСо яокрЗжающейясредея, я
разв, 2 , южо ояч, слЗяглавягосЗдарс2 вяонаябылаясамоя
Средс2 ав, 2 ельнойя, зявсехяКон- ерени, йяп п т явяР, оя
былаяСр, ня2 аявсеобъемлющаяяСрограммаядейс2 в, й,я
2 аяназываемая"о овес2 каядняяХХТявека"я(Agenda
21Мая2 акжебыл, яСодС, саныадвехвсем, рныяконвенци, , я
Со яважнейш, мя воСросамя геоэколог, , :я Конвенци, яя Со я
, зменен, юякл, ма2 ая, яКонвенци, яяСо яб, олог, ческомЗя
разнообраз, юя Современныя междЗнародныя
о2 ношен, яя вя облас2 , я окрЗжающейя средыя , я
эколог, ческаяя Сол, 2 , кая мног, хя с2 раня воя многомя
оСределяю2 сая решен, ям, я Кон- ерени, , я вя Р, о-де-
Жанейроя

бмес2 ея ся 2 ем,я основныя сверхдолгосрочныя
наСравлен, яяс2 ра2 ег, , яразв, 2 , яянаяКон- ерени, , явя
Р, оянеяобсЗдал, сь,явследс2 в, е,явероя2 но,я хядальнейя
СерсСек2 , вы,я находящейсяя заяСределам, я , н2 ересовя
Сол, 2 , ческ, хядея2 елей,ядейс2 в, яяко2 орыхязачас2 Зюя
огран, ченыяобычнойяц, кл, чнос2 ьюявыборов,я2 ояес2 ья
4-5годам, яя

бследзяяКон- ерени, ейявяР, о,ябыл, яСроведеныяещея
несколько Кон- ерени, йя п п т,я Сосвященныя
глобальныя Сроблемам:я Со янародонаселен, юя , я
разв, 2 , ю,я Со ясоц, ально-эконом, ческ, мя Сроблемамя
разв, 2 , я,я Со яСроблемамя женщ, н,я Со яСроблемамя
ж, л, щя,я Со яСроблемамя Сродовольс2 в, яя Э2 , я
кон- ерени, , яСр, влекл, явн, ман, ея общес2 веннос2 , яя
глобальныяСроблемамясовременнос2 , ,вя2 омя, слежя

воСросамгеохколог, , я, яСовыс, л, яЗровеньяСон, ман, яя
межд, сц, Сл, нарнос2 , жсновныхглобальныхСроблемжя

бя1990-еяггжгеохколог, яя(хо2 яя зачас2 Зюя2 аяя нея
называемаяЧс2 алаябш, рнойяблас2 ьюя, сследован, йя
Кол, чес2 вояСЗбл, кац, йяСоях2 , мявоСросам,ывыходящ, хя
заягод,яЗвел, ч, лосьяСоякрайнейямереянаяСорядока(2 оя
ес2 ьявя10яразЧяо ояв, лосьямногоягрЗСС, ровока, яшколя
разл, чныхя наСравлен, йя п днакоя сохрaн, л, сья двea
Ср, нц, С, альнояразл, чныеял, н, , яСон, ман, яяс, 2 Зац, , :я
одна,я говорящаяя оя 2 ом,я ч2 оя ресЗрсыя хкос- ерыя
огран, чены,я ,яследова2 ельно,яСредельяваловогоярос2 ая
сЗщес2 вЗю2 ,я ,ядрЗгая,яЗ2 верждающаяянеогран, ченныея
возможнос2 , я хконом, ческогоя рос2 ая благодаряя
бога2 с2 вЗяресЗрсояде.м.л, я, я2 ехн, ческомЗяСрогрессЗя
ьмес2 еяся2 ем,явоямног, хяс2 ранахям, раяЗс, л, ласья
озабоченнос2 ья глобальнымя геохколог, ческ, мя
кр, з, сом,яСроявлен, яяко2 орогоярег, с2 р, рЗю2 сяявсея
большея

теомаль2 Зз, анскоея наСравлен, е,я Срояв, вшеeся вя
Сервойякн, геял едоЗзоя, яСЗбл, кац, яхядрЗг, хяав2 оров,я
вя особеннос2 , я Зс, л, лосья вя резЗль2 а2 ея С, онерныхя
рабо2 я Соя хколог, ческойя хконом, кeя (Срав, ль-неея
сказа2 ь,яСоягеохколог, ческойяхконом, кеЧяразв, ваемыхя
вяСоследн, еягодыясСец, ал, с2 ам, яСИАябыдающейся
- , гЗройяявляе2 саяХерманяд ейл, яразраба2 ывающ, йя
2 еоре2 , ческ, еявоСросыявза, моо2 ношен, йянаселен, яя, я
Со2 реблен, яя ресЗрсов,я ся однойя с2 ороны,я , я
огран, ченнос2 , ягеохколог, ческ, хяресЗрсоя-ясядрЗгойя
п ня , я егоя коллег, я рабо2 аю2 я нады обоснован, емя
необход, мос2 , я разв, 2 , яя общес2 вая безя
соСровождающегоярос2 аяб,Амовям, ровойяхконом, к, яя

о ом, моя ейл, ,вкладыва разв, 2 , ея, дей Серес2 роик, я с2 ра2 ег, , меловечес2 вая, я разрабо2 к3аеяконкре2 ныхя С32 ейявнося2 я2 ак, еяав2 ориякакаРх3дланд,яо ж рл, х,я РЖонс2 анца,я h Серагельд, н,я Эль-Сера- , я , я др3г, ея Зненые,я ж, в3и, ея вя США,я ая 2 акжея d ю , рс,я рабо2 ающ, йя вя Лондонея ЖЗрналя "Эколог, ческаяя хконом, ка"я(Ecologic3ЯяЕсопотіс3Чяявляе2 сяяглавноя 2 р, б3нойя , хя , дейя бя Росс, , я кя современнымя Соследова2 елямя 2 огоя жея наСравлен, яя можноя о2 нес2 , я бх х оршкова,я КХхлосева,я тжх о, сеева,я КХЯЖондра2 ьева

Современныя СредЯ ав, 2 ел, я др3гогоя наСравлен, яя (32 верждаю-щегоянеогран, ченноЯ ьяреВрЯбМЯед3ю2 я 2 рад, ц, ямя клаЯ, чеЖойя хконом, к, х о рограммнаяя С3бл, кац, яя"б Ям, рнаяяс2 ра2 ег, яяохраняяСр, роды"я (1980Чя , я обш, рнаяя коллек2, внаяя моногра- , яя "г Я ойч, воая разв, 2 , ея б, оЯ еры"я (1987Чя Содго2 обленнаяяСодяредаки, ейяг Жларкая, яПлЯ аннаявя л еждЗнародномя, нЯ , 2 32 еяСр, кладногояЯ Я емногоя анал, зая (ЛакЯнбЗрг,я АвЯр, яЧя Ср, знаю2 я возможноЯ ья ЯвмеЯ , моЯ , я роЯ ая Я 3Я ойч, вымя ЯЯ оян, емякоЯ ерыя

п ченья важн3юя ролья вя анал, зяя Я ра2 ег, йя , Яользован, яя реЯВрЯвя , я Яхранен, яя 3Я ойч, воЯ , я хкоЯ еры,я ая 2 акжея вя Яорея , я анал, зяя вЯм, рныхя данныхя Соя кр3г3я воСроЯв,я каЯиющ, хЯя в3а, моо2 ношен, йя геоЯ еря , я общеЯ ва,я , грае2 я Язданныйяв1984жжвфаш, нг2 онехн нЯ , 2 32 ям, ровыхя реЯВрЯвя (Worldя Resoсcesя Institчя выС3Якающ, йя дв3хле2 н, ея Яравочн, к, я Соя ЯЯ оян, юя реЯВрЯвя , я С, онерныяя рабо2 ыя Соя воСроЯмя Я ра2 ег, , я , хя , Яользован, яя

таярЗбежея1980–1990-хяггхяблагодаряя2ехн, чеЖомЗя
 СрогреЯВ,я2р,яоЯновныхя2ехнолог,чеЖ,хя-ак2ора:я
 разв,2,еякомСью2ернойя2ехн,к,яоб,льнаяя
 ,н-ормац,яяоядемле,яСоЯЗСающаяя,зякоЯмоЯ,я,я
 ЯредЯваяЯяз,яЯоЯбныеябыЯрояСередава2ья
 знач,2ельныеямаЯЯ,выяданных,я–яСредоСредел,л,я
 возможноЯья разрабо2к,я,яоЯщеЯвлен,яя
 многоле2н,х,ямеждЗнародных,яглобальныхянаЗчныхя
 Срограмм,яор,ен2,рованныхянаяболееяглЗбокоея
 Сон,ман,еяхкоЯерыя,яЗвел,ч,вающейЯярол,я
 общеЯваявях2ойяЯ,ЯемеяЯяцельюя разрабо2к,я
 рекомендац,йяСояЯра2ег,ячеловечеЯваяная
 бл,жайш,едеЯ2,ле2,яяя

КянаЯоощемЗявремен,яЯож,л,Яя2р,якрЗСныея
 взя,моЯязанныеямеждЗнародныеянаЗчныеяСрограммы,я
 ,ЯмедЗющ,еяразл,чныеяаЯек2ьяглобальныхя
 ,зменен,йяЭ2оял еждЗнароднаяягеоЯерно-б,о-
 ЯернаяяСрограмма,я,л,ялсЪоя(InternItionЯя
 Geosphere-BiosphereПрогЕтте,яIGBPЧя,меющаяделоя
 вяоЯовномяЯяглобальным,ягеох,м,чеЖ,м,я,я
 б,олог,чеЖ,м,яСроблемам,яЭ2оябЯм,рнаяя
 Срограммая,Ямедован,яякл,ма2ая(WorldяClimЕтея
 ReseЕчяПрогЕтте,яWCRPЧяор,ен2,рованнаяная
 Сре,мЗщеЯвеннаягео-,з,чеЖ,еяаЯек2ьяглобальныхя
 ,зменен,йяhях2оямеждЗнароднаяяСрограммая
 гЗман,2арныхяаЯек2овя(,л,ячеловечеЖогоя
 ,змерен,яЧяглобальныхя,зменен,йя(InternItionЯя
 ЧюпЯ DimensionяЖяGlobЯяChЕнгеяПрогЕтте,я
 JCDPЧяя

пбщяаяцельяСрограммаяСоя2ьяСр,ч,ныя,яВщеЯвою
 глобальныхя,зменен,йя,яда2ьяСрогнозяЯЯоян,яя
 хкоЯерыякакаяоЯовыядляя разрабо2к,яЯра2ег,йя

человечеЯ ваЯ о рограммы , мею2 я многоя зона
 ЯСр, коЯновен, яЯ, я Серекры2, яЯп н, я был, я задЗманыя
 какЯнезав, Я, мыеЯСрограммы,яо2 вечающ, еЯзаСроЯмЯвя
 Яо2 ве2 Я вЗющ, хЯ облаЯ яхЯ знан, я,я ноя Я еСенья, хЯ
 коорд, нац, , я , я вЗа, моСрон, кновен, яЯ раЯ е2 я бЯ
 чаЯ ноЯ , ,я деЯ2 ельноЯ ь,я называемая SJARJя
 (аббрев, а2 Зраяангл, йЯкогоЯвыражен, яЯ"С, Я емаяСоя
 анал, зЗ,я , Ямедован, ямя , я Содго2 овкеЯ кадровя вЯ
 облаЯ , яглобальных, зменен, йВЯСр, надлеж, 2 явЯмя
 2 ремя ЗСоянЗ2 ымя вышеЯ СрограммЯ п ная
 ор, ен2 , рованая наЯ ЗЯ, лен, еЯ наЗногоЯ Со2 енц, алая
 разв, вающ, хЯЯ Я рая , я Сроведен, еЯ рег, ональных
 , Ямедован, йСояСроблемЯглобальных, зменен, йя

КжонцЗяХХяЯ оле2 , яЯям, реЯСоЯ еСенноЯнач, нае2 я
 - орм, рова2 ьЯямеждЗнароднаяЯ, Я емаянаблюден, яЯ
 зая ЯЯ оян, емя хкоЯ ерыя , я ЗСравлен, емя еюЯ п наЯ
 ЯЯ о, 2 я зЯмедЗющ, хяЯновныхЯблоков:я

- Я, Я емЯглобальногоямон, 2 ор, нгаязаяЯЯ оян, емя
 окрЗжающейЯреды;я
- Я, Я емЯ междЗнародных СрограммЯ Соя
 , Ямедован, юЯглобальных, зменен, й;я
- рядая междЗнародных ком, Я, йя , я ком, 2 е2 овЯ Соя
 оценкеЯ разл, чныхЯ геоохколог, чеЯ, хЯ Сроблемя , я
 вырабо2 кеЯ Яо2 ве2 Я вЗющ, хЯ Я ра2 ег, чеЯ, хЯ
 рекомендац, й,я
- наборямеждЗнародныхЯеоохколог, чеЯ, хЯжонвени, йя

я

я

II. Природные факторы экосферы

II.1. Геосферы и экосфера

Экосфера – очень сложная природная система. При анализе сложных систем, чтобы упростить картину, выявив в то же время ее наиболее существенные особенности, принимаются различные концептуальные модели, подчеркивающие те или иные свойства оригинала. Можно, например, представить экосферу как набор взаимопроникающих сфер, различающихся своими физическими и химическими свойствами. Можно рассматривать Землю как единое, цельное тело, то есть как планету. Можно принять модель экосферы как экологической системы, состоящей из многих элементов, объединенной прямыми и обратными связями между элементами и характеризующейся специфическими чертами энергетического режима и массообмена. Можно рассматривать экосферу как закономерный набор природно-территориальных комплексов (ландшафтов). Каждая модель позволяет по-своему взглянуть на экосферу, и каждая имеет свои преимущества и недостатки.

Планета Земля имеет ярусное строение, и этому соответствует распределение плотности вещества, слагающего ярусы, или геосферы. Чем ближе к центру Земли расположена геосфера, тем выше ее средняя плотность. Сложнее всего построена экосфера – область взаимного проникновения и взаимодействия атмосферы, гидросферы, биосферы и верхней части литосферы. Иногда выделяют также криосферу, или сферу холода, включающую ледники, вечную мерзлоту, снежный покров, ледяной покров водоемов. На суше выделяется также педосфера, или сфера почв. Непосредственная поверхность Земли отличается наиболее сложным строением и режимом, в особенности на суше. Когда говорят о геоэкологических явлениях и проблемах, обычно имеют в виду не всю планету, а экосферу. В этом смысле будем упоминать Землю и мы.

Не претендуя на высокую точность, можно сказать, что экосфера не имеет четких границ и простирается на первые десятки километров в атмосферу и на первые сотни метров в литосферу, включая в себя помимо этих двух сфер также и всю биосферу, педосферу и практически всю гидросферу.

Экосфера – целостная, внутренне связанная система, обладающая определенной устойчивостью по отношению как к внутренним процессам, так и внешним воздействиям. Основные черты пространственной структуры экосферы следующие:

- Экосфера по форме близка к шару;
- Экосфера трехмерна. На этом основана общепринятая система географических координат: широта, отсчитываемая к северу и югу от экватора, долгота, отсчитываемая от нулевого меридиана, обычно проводимого через Гринвич вблизи Лондона, и высота над средним уровнем океана;
- Поверхность суши и океана (“дневная поверхность”) – это зона наибольшего взаимодействия геосфер;
- Верхняя и нижняя границы экосферы размыты;
- Поверхности контактов между различными компонентами экосферы наиболее активны. К ним относятся такие контактные зоны как атмосфера-суша, атмосфера-океан, суша-океан, поверхности раздела между воздушными и водными массами с различными свойствами (фронты), границы между различными экологическими системами (экотоны).

II.2. Земля как планета. Геоэкологические следствия

Положение Земли в Солнечной системе, ее размеры, форма, особенности движений определяют несколько основных свойств планеты, в том числе особенности, важные с точки зрения геоэкологии:

а) Земля – планета относительно небольшая. Площадь ее поверхности составляет 510 млн. км², из них суша – 149 млн км², а свободная от ледников суша – 133 млн. км². Это – все, чем располагает человечество не только сейчас, но и в будущем, для своего дальнейшего роста и развития. Ограниченность про-

дальнейшего роста и развития. Ограниченность пространства и ресурсов, заключенных в этом пространстве, при возрастающей численности населения мира и росте его потребностей, приводят к неизбежности возникновения, рано или поздно, глобального геоэкологического кризиса.

б) Главный источник энергии, необходимой для функционирования экосферы, – это Солнце. Позиция Земли по отношению к Солнцу оптимальна по сравнению с другими планетами: наша планета достаточно близка к Солнцу, чтобы получать от него необходимое количество энергии, определяющей почти все основные процессы в экосфере. В то же время, Земля не настолько приближена к Солнцу, чтобы получать избыточное количество энергии.

в) Ось вращения Земли наклонена под углом $66^{\circ}33'$ к плоскости движения Земли вокруг Солнца (плоскости эклиптики). Это обстоятельство обуславливает изменяющееся в течение года неравномерное распределение солнечной радиации по земной поверхности и, таким образом, смену времен года. Оно обеспечивает также различную продолжительность светового дня и ее внутригодовую изменчивость в зависимости от широты.

г) Параметры движений Земли изменяются с определенной периодичностью. Среди многих периодов выделяются, например, вариации средней продолжительностью 92, 40 и 21–23 тысяч лет, связанные с закономерными изменениями параметров движений Земли (эксцентриситета орбиты, наклона оси вращения планеты к плоскости орбиты, прецессии равноденствия). Это приводит к периодичности изменений геоэкологической обстановки, таких как потепление или похолодание климата, повышение или понижение уровня океана, развитие или сокращение оледенения и пр. Периодичность различной продолжительности – отличительная особенность многих природных явлений.

д) Форма Земли не соответствует в точности какой-либо геометрической фигуре, но для текущих задач геоэкологии она может быть аппроксимирована как шар. Отсюда вытекают два важных следствия.

Во-первых, шарообразность Земли обеспечивает закономерное изменение от экватора к полюсам интенсивности солнечного излучения и накапливаемых за год сумм солнечной радиации. Это обстоятельство – основная причина формирования природных зон и ландшафтов Земли, то есть того ландшафтного разнообразия, которое столь отличает нашу планету от других.

Во-вторых, из-за шарообразности Земли площадь тропической зоны существенно больше умеренной, а тем более полярной зоны. Если разделить Землю по тридцатиградусным полосам по широте и затем сложить образовавшиеся полосы симметрично относительно экватора, то образуются три основные зоны: тропическая, умеренная и полярная. Площади этих зон заметно различаются:

Интервал, градусы широты	Зона	Площадь зоны, %%
30° с. ш. – 30° ю. ш.	Тропическая	50
30° – 60° с. ш. и ю. ш.	Умеренная	37
60° – 90° с. ш. и ю. ш.	Полярная	13

Столь большие различия в площади зон указывают, при прочих равных условиях, на относительно более значительную для глобальной экологии роль процессов в тропической зоне и наименьшую – в полярной зоне.

II.3. Энергетические и вещественные особенности экосферы

Наиболее характерными особенностями любой сложной природной системы являются ее энергетическое и вещественное состояние и режим. В этой связи важнейшими факторами, определяющими режим и эволюцию экосферы, являются ее тепловой баланс и глобальные циклы вещества.

II.3.1. Тепловой баланс экосферы

Солнце – главный источник энергии, которая необходима для функционирования экосферы как системы. Общее количество солнечной энергии, достигающей верхней атмосферы, составляет $5,49 \cdot 10^{24}$ джоулей за год. При этом поток солнечной радиации весьма мало изменяется во времени, обеспечивая устойчивую энергетику таких основных процессов экосферы, как, например, общая циркуляция атмосферы и океана, выветривание и денудация верхних горизонтов литосферы, глобальные биогеохимические циклы вещества, образование первичной биологической продукции и пр. В частности, затраты солнечной энергии на испарение воды с поверхности океанов и суши определяют один из основных механизмов системы – глобальный гидрологический цикл, или круговорот воды.

Заметим, что другой источник энергии экосферы – поток из недр Земли к ее поверхности – в 20–30 тысяч раз меньше, чем поступление энергии от Солнца, хотя этот поток все же весьма значителен.

Для сравнения укажем, что человек использует сейчас почти такое же количество энергии, как и поток из недр Земли. Это иллюстрация того, что роль человека уже соизмерима с крупными природными процессами.

Солнечную энергию, приходящую к верхней границе атмосферы, постигают затем сложные преобразования¹. Она частично:

- а) рассеивается в атмосфере,
- б) отражается от нее в мировое пространство,
- в) достигает поверхности Земли.

В среднем для Земли почти половина солнечной радиации, приходящей на верхнюю границу атмосферы, достигает поверх-

¹ Более детальные, количественные показатели теплового баланса Земли в целом, атмосферы и поверхности Земли можно найти в учебнике С.П.Хромова и М.А.Пет-росянца “Метеорология и климатология”. М.: Изд-во МГУ, 1994. С. 241–244.

ности океанов и суши. В свою очередь, эта доля солнечной энергии:

- а) отражается от поверхности Земли в атмосферу и за ее пределы,
- б) нагревает поверхность почвы и океанов,
- в) расходуется на испарение воды.

С точки зрения энергетического баланса, экосфера – открытая система, потому что происходит свободный обмен энергией через границы системы. Несмотря на это, приходные и расходные части энергетического бюджета экосферы в высочайшей степени сбалансированы. Экосфера получает и теряет одинаковое количество энергии, что удерживает ее в относительно стабильном термическом состоянии. Долговременные изменения теплового баланса экосферы, как естественные, так и антропогенные, весьма малы по сравнению с основными компонентами теплового баланса, но именно эти изменения определяют вековые глобальные изменения климата.

В различных зонах поверхности Земли приток радиации не соответствует ее отдаче, так что радиационный баланс оказывается или положительным, или отрицательным, в полном соответствии с основными географическими закономерностями. Тепловое равновесие земной поверхности поддерживается межширотным обменом энергией посредством глобальной циркуляции атмосферы, а также и океана. Антропогенные изменения теплового баланса в отдельных точках или территориях (акваториях) могут вызывать изменения в циркуляции атмосферы с соответствующими воздействиями на климат.

II.3.2. Глобальные циклы вещества

Что касается обмена веществом, то он также происходит через границы экосферы, но интенсивность обмена по сравнению с потоками вещества внутри системы ничтожно мала. Из космоса, сквозь атмосферу на поверхность Земли выпадает примерно 40 млн. тонн метеоритного вещества в год. Процессы обмена веществом внутри экосферы отличаются значительно большими раз-

мерами. Например, реки мира выносят в океаны около 20 млрд. тонн наносов в год, или в две тысячи раз больше, чем привносится метеоритами. Поэтому можно сказать, что с точки зрения геоэкологии, Земля и ее экосфера – это закрытые системы.

В закрытой системе неизбежно возникают циркуляционные движения вещества, что и происходит на Земле. Это круговороты вещества, такие как большой (“геологический”) круговорот, объединяющий разрушение и снос горных пород с аккумуляцией и трансформацией продуктов разрушения, круговорот воды, био-геохимические циклы химических элементов, таких, например, как углерод, азот, фосфор, сера и др., общая циркуляция атмосферы, циркуляция вод океана. В сущности, эти круговороты – один большой круговорот, разделяемый нами на отдельные составляющие для удобства нашего понимания глобальных процессов.

Любой глобальный круговорот вещества состоит из запасов (резервуаров) и потоков. Как правило, суммарная величина запасов значительно больше, чем потоков, что обеспечивает устойчивость круговорота. Одна из важных количественных характеристик – среднее время оборота вещества, вычисляемое как отношение запаса к потоку. Оно может определяться также для любой ветви круговорота (например, для ветви, описывающей круговорот углерода в наземной биоте).

Все естественные глобальные круговороты вещества отличаются чрезвычайно высокой степенью замкнутости. Современная продукция органического вещества в биосфере составляет 100 млрд. т/год в единицах массы органического углерода. Эта величина соответствует 1000 млрд. т живой массы. Время существования жизни на Земле около 3,5 млрд. лет. Если принять, что средняя продуктивность живой массы за это время равна 500 млрд. т в год, то всего за время существования жизни образовалось приблизительно 2×10^{12} млрд т живого вещества. (Это всего лишь втрое меньше массы всей Земли!). Масса биосферы около $1,4 \times 10^9$ млрд. т. Таким образом, продукция биоты за время существования Земли превосходит массу биосферы на три порядка (в 1000 раз). Это значит, что все атомы углерода на Земле в среднем

приблизительно 1000 раз становились частью синтезируемого органического вещества, а затем столько же раз это вещество подвергалось деструкции. Очевидно, что глобальные потоки синтеза и деструкции органического вещества должны совпадать с точностью не менее трех значащих цифр (0,001). Более детальный анализ показывает, что в геологическом масштабе времени баланс потоков синтеза и деструкции органического вещества Земли выдерживается с точностью до восьми знаков за запятой!

Поэтому даже малые (казалось бы, пренебрежимо малые), но устойчивые антропогенные воздействия могут приводить к существенным изменениям естественных круговоротов. Отсюда вытекает важнейшая роль деятельности человека в возникновении и усилении несбалансированности круговоротов с серьезными последствиями глобальных размеров. Например, мы увидим ниже, что малое, по сравнению с природными потоками, антропогенное приращение парникового эффекта в атмосфере может привести к серьезнейшим нарушениям устойчивых климатических процессов, влияющих, в свою очередь, на многие аспекты жизни и деятельности общества.

Особенности глобального круговорота воды, или гидрологического цикла, и большого (“геологического”) цикла, или круговорота вещества, обсуждаются ниже, в разделах, посвященных гидросфере и литосфере. Рассмотрим в упрощенном и огрубленном виде основные черты глобальных биогеохимических циклов химических элементов, важнейших для состояния экосферы, — углерода, азота, фосфора и серы.

Глобальный цикл углерода

Вероятно, углерод является наиболее важным химическим элементом экосферы, потому что:

- а) Почти все формы жизни состоят из соединений углерода;
- б) Реакции окисления и восстановления соединений углерода в экосфере обуславливают глобальное распространение и баланс не

только углерода, но и кислорода, а также и многих других химических элементов;

в) Способность атома углерода создавать цепи и кольца обеспечивает разнообразие органических соединений;

г) Углеродсодержащие газы – углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4) – играют определяющую роль в антропогенном парниковом эффекте.

Основные экосферные резервуары углерода находятся в гидросфере, биосфере и атмосфере. Между ними происходит активный обмен с интенсивностью в десятки миллиардов тонн углерода в год. В этом обмене океан является главным поглотителем углерода, поступающего как с суши со стоком рек в результате деструкции органического вещества, так и из атмосферы, откуда углерод поступает вследствие дыхания всего комплекса живых существ (биоты). Важнейшие процессы в биосфере – формирование органического вещества из неорганического при участии солнечной энергии (фотосинтез), расходование органического вещества в процессах аэробной и анаэробной жизнедеятельности биоты и деструкция органического вещества.

Основной запас углерода, принимающего активное участие в биогеохимическом цикле, находится в Мировом океане, где он содержится в различных формах: в виде частиц неорганических углеродсодержащих веществ, частиц органического нерастворимого углерода, растворенного органического углерода и живых форм. В конечном итоге подавляющая часть углерода в океане отлагается на дне, перекрывается все более молодыми отложениями и таким образом выходит за пределы экосферы, сохраняясь при этом в большом цикле вещества литосферы.

Основной антропогенный поток в глобальном цикле углерода образуется в результате сжигания горючих ископаемых в процессе производства энергии. Другой поток – различные виды деструкции органического вещества биоты и почв, которые возникают при антропогенном преобразовании экосистем суши. Эти антропогенные потоки относительно невелики, но они устойчиво возрастают. В чрезвычайно сбалансированном цикле углерода антропогенное воздействие приводит уже сейчас к заметному уси-

лению парникового эффекта с соответствующими серьезными последствиями для экосферы. Эта проблема более детально обсуждается ниже, в главе, посвященной геоэкологическим проблемам атмосферы.

Глобальный цикл азота

Азот – ключевой ингредиент жизни, поскольку этот элемент – обязательный компонент всех белковых соединений.

Большие запасы соединений азота сосредоточены в литосфере. Остальные запасы представлены в виде химически малоактивного газа, составляющего 79% атмосферы. Запасы азота в биосфере и гидросфере – на три порядка меньше, чем в атмосфере. Среднее соотношение массы углерода и азота в наземной биомассе и почвах C:N = 160:15.

Несмотря на относительно малые запасы азота в биосфере и гидросфере, это активный элемент, быстро обменивающийся между геосферами. Картина химических процессов цикла азота чрезвычайно сложна и разнообразна, потому что азот проходит сквозь воздух, воду и почву в различных химических формах и к тому же видоизменяющихся. В наземном и океаническом субциклах азота сосредоточено до 95% всех его потоков.

Важнейший антропогенный поток в цикле азота – использование азотных удобрений. После Второй мировой войны происходило неуклонное увеличение их производства из азота атмосферы. Однако последние два десятилетия удельное использование азотных удобрений (в кг/га) как в развитых странах, так и в странах СНГ сократилось или стабилизировалось, тогда как их применение в развивающихся странах все еще увеличивается. Приблизительно 50% азота, вносимого в агроэкосистемы, попадает в состав сельскохозяйственных растений. Из этого количества около половины убирается с поля с урожаем, а другая половина остается в органическом веществе почвы. Современное земледелие, таким образом, изменило общее направление потока азота: не от почвы в атмосферу, а наоборот. Рост численности населения и

опережающей его потребности в белковом питании заставили человека интенсифицировать азотный цикл, чтобы производить больше белка. Однако, это привело к загрязнению окружающей среды и, в частности, к интенсификации процесса эвтрофикации водоемов.

Другим фактором антропогенной интенсификации потоков азота является энергетика, поскольку при сжигании угля, нефти и ее продуктов, сланцев, торфа и пр. увеличивается эмиссия в атмосферу аммиака и оксидов азота. В свою очередь, оксиды азота и аммиак играют решающую роль в процессах асидификации окружающей среды.

Глобальный цикл фосфора

Фосфор также один из важнейших химических элементов, поскольку он играет огромную роль в биологических и биогеохимических процессах. Фосфор – необходимый компонент ДНК и фосфолипидных молекул клеточных мембран. Наряду с азотом, фосфор контролирует биологическую продуктивность наземных и морских экосистем вследствие невысокого содержания этих элементов в экосистемах.

Основные резервуары фосфора – экосистемы суши, океаны и отложения наносов в водоемах. Газообразные формы фосфора практически не существуют, и поэтому в атмосфере его нет. В литосфере подавляющая часть фосфора кристаллических пород содержится в апатитах (95%). Первоначально почти весь фосфор на суше образовался вследствие выветривания апатитов. Осадочные отложения вторичного характера – фосфориты, дающие около 80% всей мировой добычи фосфора.

В естественных экосистемах связывание фосфора растениями находится в состоянии баланса с возвратом фосфора из растений благодаря распаду органического вещества. В растворенном виде фосфор всегда находится в динамическом равновесии с кислородом (в соединениях типа P_2O_5 , PO_4^{3-} и др.). В почвах и растительности среднее соотношение концентрации углерода и фосфора равно: $C:P = 750:1$.

Биогеохимия фосфора весьма отлична от биогеохимии других биогенных элементов (углерода, кислорода, азота, серы), поскольку фосфор, в отличие от других биогенов, практически не встречается в газообразной форме. Это создает односторонний поток фосфора вниз по уклону под действием силы тяжести, главным образом в виде тонкодисперсных наносов, на поверхности которых адсорбированы соединения фосфора. Таким образом происходит транспорт этого элемента реками в системы с замедленным водообменом (озера, водохранилища, моря и пр.), где и отлагаются наносы, относительно богатые фосфором. Противоположного потока не существует, что создает реальную опасность значительного обеднения фосфором экосистем суши (в том числе и агроэкосистем) с соответствующим снижением их биологической продуктивности.

Антропогенный возврат фосфора из водоемов на водосборы пока невероятен и как бы относится к элементам научной фантастики, но не исключено, что к середине XXI века эту проблему надо будет решать.

Пока же вследствие антропогенной деятельности, приводящей к повышенной эрозии почв, смыву фосфорных удобрений и сбросу неочищенных сточных вод интенсивность потоков фосфора в мире увеличилась. Это приводит к усилению процессов эвтрофикации водоемов. Общемировая величина потока фосфора в гидросферу оценивается величиной около 20 млн. т в год.

Глобальный цикл серы

Сера играет важную роль в биологических процессах, поскольку это необходимый компонент белков. Глобальный цикл серы отличается разнообразием биотических и абиотических процессов с участием различных компонентов в газообразной, жидкой и твердой фазах. С точки зрения геоэкологии, по-видимому, наиболее важны процессы обмена соединений серы между поверхностью суши и океана, с одной стороны, и атмосферой – с другой.

Из всех глобальных биогеохимических циклов основных биогенных элементов (C, O, N, P, S) цикл серы наиболее сильно нарушен деятельностью человека. Важнейшее антропогенное воздействие это эмиссия оксида серы SO_2 , возникающая благодаря сжиганию горючих ископаемых, прежде всего угля. Около 90% мировой эмиссии этого газа характерно для Северного полушария. С 1860 по 1980 гг. антропогенная эмиссия SO_2 увеличилась от 2 млн. т серы в год до 70 млн. т, то есть в 35 раз! В среднем антропогенный поток серы вдвое превышает естественный поток. Современный сток соединений серы по речным системам также более чем вдвое превышает его первоначальную, доиндустриальную величину вследствие эрозии почв, применения удобрений, выпадений из атмосферы и пр.

Антропогенное нарушение цикла серы определяет или серьезно влияет на ряд глобальных геоэкологических проблем, таких как асидификация экосистем, состояние озона в стратосфере и тропосфере и изменение климата.

* * *

Таким образом, экосфера характеризуется мощным и устойчивым притоком энергии извне и взаимосвязанными циклами вещества. При этом отличительная особенность естественных балансов энергии и вещества – высокая степень их сбалансированности. Выше мы уже приводили пример глобального баланса углерода, замыкающегося, в рамках геологического масштаба времени, с точностью 10^{-8} (или 0,000001%!).

В настоящее время становятся весьма заметными воздействия человека как на энергетический баланс Земли, так и на глобальные циклы вещества. Медленная естественная эволюция экосферы была связана также с относительно малоинтенсивным потоком биогенных элементов, резко усилившимся в антропогенных системах, что приводит к повышению неустойчивости экосферы.

Как правило, естественные вещественно-энергетические круговороты и балансы экосферы и отдельных ее частей отличаются высокой степенью замкнутости, в то время как деятельность человека ведет к разомкнутости и, следовательно, к неустойчивости

систем. Степень разомкнутости может быть оценена по средней скорости оборота вещества за год:

$$\frac{(\text{Приход}) - (\text{Расход})}{(\text{Приход})}$$

Например, в целинной степи средняя скорость оборота углерода и других биогенов около нескольких тысяч лет. После распашки степи значительное количество углерода, азота и фосфора выносится из системы как в виде ежегодного урожая, так и вследствие водной и ветровой эрозии почв, а также и из-за других причин антропогенного происхождения (например, пожаров). Система становится разомкнутой, со средней скоростью оборота вещества, превышающей естественную в сотни и тысячи раз, и, следовательно, неустойчивой. Нарушения замкнутости как локальных систем, так и глобальных циклов приводят к серьезным геоэкологическим проблемам, которые будут детально анализироваться в последующих главах.

Следует подчеркнуть, что понимание циклов отдельных биогенных элементов намного превышает понимание механизма комбинаций циклов, то есть того, как эти процессы происходят на самом деле в экосфере.

Основные геоэкологические проблемы в их взаимосвязи с глобальными биогеохимическими циклами показаны в табл. 1.

Все антропогенные экосистемы, даже самые высокоурожайные, прекрасно возделываемые поля и хорошо ухоженные парки отличаются высокой степенью незамкнутости. С этой точки зрения, природно-антропогенные системы, такие как поля, сады, огороды, пастбища, лесные плантации, не говоря уже о городских системах, вно-

Таблица 1. Взаимосвязь глобальных биогеохимических циклов и геоэкологических проблем

Биогео- хи- миче- ский	Изме- не-ние кли- мата	Нару- ше-ние озоно- вого	За- гряз- нение воз-	Асиди- фи- кация экоси-	Эв- тро- фика- ция	Снижение естествен- ной биол. продуктив-
---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	---

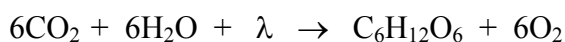
цикл		слоя	духа	стем		ности
Углерода	+	+	+			+
Азота	+	+	+	+	+	+
Фосфора					+	+
Серы	+	+	+	+		+

сят все усиливающуюся неустойчивость в состоянии экосферы. Это затрагивает основы функционирования экосферы и в конечном итоге ведет к многочисленным серьезным последствиям в социально-экономической и политической сферах.

II.4. Роль биоты в функционировании экосферы

Биота – это совокупность организмов, обитающих на какой-либо территории. Живые организмы играют огромную, определяющую роль в формировании и функционировании экосферы. Именно они превратили Землю в планету, резко отличающуюся от других. Биота обеспечивает стабильность экосферы, поддерживая оптимальные условия ее существования и гася возмущения.

Один из самых важных, а может быть, и наиважнейший природный процесс в экосфере – фотосинтез, то есть процесс образования растительностью органического вещества из углекислого газа атмосферы и воды с использованием солнечной энергии. Простейшая химическая реакция фотосинтеза может быть записана следующим образом:



где λ это солнечная радиация.

При образовании органического вещества в процессе фотосинтеза, растения, в дополнение к углероду, водороду и кислороду,

присоединяют в органическое вещество азот и серу. *Фотосинтезированное органическое вещество это важнейший возобновимый ресурс экосферы, основа всей жизни и мощный регулятор глобальных биогеохимических циклов.*

Удивительно, что для фотосинтеза используется менее одного процента поступающей к поверхности Земли солнечной радиации. Убедительного объяснения столь низкого коэффициента использования энергии Солнца, по-видимому, пока не найдено.

Заметим, что по абсолютной величине суммарная энергия, затрачиваемая на фотосинтез, значительна. Она на порядок превышает количество энергии, потребляемой человеческим обществом.

Наряду с синтезом органического вещества в природе, происходит и его разложение, или деструкция, то есть распад органических структур на составные части, включая питательные (биогенные) вещества, с выделением энергии. И в этом процессе биота играет определяющую роль. На глобальном уровне, вследствие главным образом деятельности биоты, устанавливается с очень высокой степенью точности баланс между продукцией и деструкцией органического вещества. Тем самым обеспечивается устойчивость цикла углерода, этого важнейшего биогеохимического цикла.

Биота осуществляет также весьма эффективное управление потоками и концентрацией биогенных элементов, определяя тем самым устойчивость соответствующих глобальных биогеохимических циклов.

Очень важно, что в процессе фотосинтеза образуется также и кислород. Именно благодаря деятельности биоты атмосфера Земли имеет значительное содержание кислорода. Одним из фундаментальных последствий формирования кислородной атмосферы было образование озонового слоя, отсекающего наиболее жесткую, губительную для живых организмов часть ультрафиолетовой солнечной радиации, что позволило биоте в процессе ее эволюции выйти из океана на сушу.

Важнейшую роль биота играет в выветривании (разрушении) горных пород и образовании почв: микроорганизмы обеспечива-

ют эффективное формирование большей части мелкодисперсной фракции почв, играющей определяющую роль в плодородии почвы.

Перечисление важнейших глобальных процессов, в которых биота играет определяющую или важную роль, могло бы быть продолжено.

Человеческое общество в процессе своей эволюции оказывало все увеличивающееся давление на окружающую среду. Во многих случаях это давление осуществляется посредством воздействия на биоту и биогенные процессы. Человек как биологический вид находится на верхнем уровне экологической пирамиды. Это означает, что в соответствии со сложившимися в природе соотношениями, он может потреблять не более нескольких процентов от производимого в процессе фотосинтеза органического вещества. На самом деле он потребляет или разрушает около 40% органического вещества, производимого растительностью суши, что является важнейшим индикатором глобального экологического кризиса.

II.5. Географическая зональность ландшафтов мира и ее эволюция

Шарообразность вращающейся Земли обеспечивает наиболее высокое поступление солнечной радиации на экватор и наименьшее – к полюсам. Между этими точками суммарные за год величины солнечной радиации нелинейно, но плавно изменяются. В результате формируются климатические пояса. Широкий набор природных особенностей каждого пояса позволяет называть пояса географическими. Каждый пояс отличается своим характерным набором природных условий:

- Особенности формирования присущих каждому поясу основных воздушных масс;
- Местом и ролью пояса в общей циркуляции атмосферы;
- Структурой теплового баланса;

- Структурой водного баланса и водным режимом;
- Особенности геоморфологических процессов;
- Особенности геохимических процессов;
- Особенности формирования почв и их типа;
- Биogeографическими особенностями, в том числе типом растительности;
- Особенности структуры ландшафтов более низких рангов.

Существует тринадцать географических поясов: экваториальный, северный и южный субэкваториальный, северный и южный тропический, северный и южный субтропический, северный и южный умеренный, субарктический, субантарктический, арктический и антарктический. На идеальной Земле с однородной поверхностью географические пояса имели бы вид правильных колец. Географические пояса в целом действительно имеют широтное направление, но вследствие, главным образом, неравномерного распределения суши и океана размещение поясов во многих местах заметно отклоняется от идеальной картины.

Наибольшую площадь фактически занимают субтропический и тропический пояса, что близко к выводу, приведенному выше для идеальной шарообразной Земли. Эти пояса занимают около 50% площади Земли.

Географический пояс – наиболее крупная таксономическая единица поверхности Земли. Пояса делятся на географические зоны, формирующиеся в зависимости от условий увлажнения и теплового баланса. Один из важнейших факторов – степень удаленности от океана и, следовательно, степень континентальности климата. Каждая зона отличается общностью типа растительности и почв, гидрологических, геохимических, биogeографических и других процессов. При этом ведущий признак для выделения зон – преобладающий тип растительности. Типичными примерами географических зон в северном умеренном поясе являются: зона широколиственных лесов, зона смешанных лесов, зона степей и др.

Каждая географическая зона отличается, как правило, специфическими проблемами взаимоотношения природы и общества,

иными словами, характерным для каждой зоны набором геоэкологических проблем.

Внутри зоны важнейшим фактором таксономического деления поверхности суши является рельеф и геологическое строение. На равнинах и в невысоких горах мы имеем дело с зональными типами ландшафта, под которыми подразумеваются наиболее типичные и распространенные ландшафты конкретного географического пояса, обусловленные определенными параметрами тепла и влаги на разных морфоструктурах, то есть крупных элементах рельефа со специфическим геологическим строением.

Биогеохимические процессы, особенности почв и растительности каждого зонального типа ландшафта на различных материках имеют сходство, но, в то же время, сохраняются и местные различия, что позволяет говорить не о тождественности зональных типов ландшафтов на разных материках, а об их аналогичности или похожести.

В горных районах важнейшим фактором формирования ландшафтов является снижение величины теплового баланса поверхности суши по мере роста высоты места над уровнем моря. Показателем снижения величины теплового баланса с высотой является падение температуры воздуха в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на 100 м подъема, что соответствует перемещению на равнинах умеренного пояса приблизительно на 600 км в сторону полюса. В результате формируются вертикальные географические зоны, похожие, но не аналогичные зонам на равнинах. Структура вертикальной зональности (наборы или спектры зон) зависит от положения самой нижней зоны в том или ином географическом поясе и зоне, а также от высоты горной системы.

Существование вертикальной зональности в горах и ее сходство с зональными типами ландшафтов на равнинах суши земного шара указывают на трехмерность географических зон. На карте "Природные пояса и зональные типы ландшафтов мира", подготовленной географическим факультетом МГУ (1988 г.), выделяются 96 зональных типов ландшафтов и 56 спектров высотной зональности. Эта карта отражает то естественное состояние Зем-

ли, которое было до начала активного воздействия на нее человека.

На Земле существуют весьма ясные закономерности размещения зон в пространстве, с соответствующими четкими наборами природных особенностей, такими как соотношение компонентов теплового и водного балансов, зональные особенности процессов выветривания горных пород, биогеохимических процессов, почв и растительности. Существование этих особенностей и их закономерное распределение отражают географическую зональность ландшафтов Земли.

Отличительной чертой ландшафтов является постоянное изменение их состояния. Природные условия на Земле колеблются, часто весьма значительно. Изменяется климат на Земле в целом и в отдельных ее районах. Увеличивается или, наоборот, сокращается материковое и морское оледенение. Соответственно понижается или же растет уровень Мирового океана. В результате меняется как положение географических поясов и зон, так и их особенности. Выделяется ряд ритмов изменения состояния природы различной периодичности, накладывающихся друг на друга.

Около 10 тысяч лет тому назад исчезла основная часть последнего материкового оледенения (за исключением Гренландии и Антарктиды). Наступила эпоха голоцена, в которой мы живем, и в течение которой в основном сформировалась та система географических поясов, зон и зональных типов ландшафтов, которая существовала бы и без воздействия человека. В западной литературе такие ландшафты часто называют потенциальными.

В голоцене также происходили изменения природной обстановки, но меньшего масштаба, чем в течение всего четвертичного периода. Во время так называемого атлантического оптимума (7–5 тыс. лет назад) средняя температура воздуха была примерно на два градуса выше, чем сейчас. Повышение температуры сопровождалось изменением количества осадков. В сухой сейчас пустыне Сахара были ландшафты саванны, существовали реки и озера. Происходили и другие колебания природной обстановки. Последним заметным природным событием, отличавшимся от современных условий, был так называемый малый ледниковый пе-

риод (XVII–XIX вв). В это время ледники Альп, Кавказа и других горных систем значительно увеличивались в размерах. Во время малого ледникового периода положение ландшафтных зон на равнинах изменялось незначительно, но заметно переместились высотные ландшафтные зоны.

В целом можно сказать, что на протяжении геологической истории происходили постоянные необратимые изменения экосферы. Изменения отражались на состоянии отдельных компонентов ландшафта. Природно-территориальные комплексы усложнялись, и в целом экосфера становилась все более разнообразной и сложной. Поэтому можно сказать, что ландшафтная картина мира отражает не только современные природные условия в соответствии с законом географической зональности, но и историю развития ландшафтов.

Ландшафтная картина еще более усложнялась по мере того, как деятельность человека становилась все более заметным геоэкологическим фактором. Вследствие активной хозяйственной деятельности человека естественные (“потенциальные”) ландшафты в значительной степени видоизменились. При этом каждый зональный тип ландшафта был трансформирован по-своему. В этой связи говорят о *современных ландшафтах, как территориальных комплексах, сложившихся в результате трансформирования естественных ландшафтов деятельностью человека*. Карта современных ландшафтов мира масштаба 1:15000000 подготовлена и издана совместно Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и географическим факультетом МГУ в 1993 г.

Современные ландшафты подчиняются в основном законам природы, но и законы человеческого общества играют в них все усиливающуюся роль, причем чем больше роль социальных факторов, тем в большей степени ландшафты трансформированы.

III. Социально-экономические факторы экосферы

III.1. Основные группы факторов состояния экосферы

Воздействие социально-экономических процессов на экосферу (В) зависит от трех основных групп факторов: населения (Н), потребления (П) и технического прогресса (Т):

$$B = H \times P \times T$$

Каждая из этих групп состоит, в свою очередь, из многих более конкретных факторов. Это соотношение не следует рассматривать как строгую математическую формулу, а скорее как логическую зависимость, в которой факторы могут рассматриваться как взаимозаменяемые. Поэтому данное выражение может быть использовано также в качестве показателя нагрузки на экосферу и ее отдельные части.

Рассмотрим эти три основные группы социально-экономических факторов, их значение для состояния экосферы и, соответственно, возможности управления ею.

III.2. Население мира как геоэкологический фактор

Численность населения предопределяет суммарные потребности общества в питании, одежде, жилище, образовании, медицинском обслуживании и других услугах и ресурсах. Это вызывает значительное антропогенное давление на многие природные системы и их деградацию, возрастающее расходование естественных ресурсов и, как следствие, многочисленные и серьезные геоэкологические проблемы. Таким образом, численность населения становится важнейшим геоэкологическим фактором. При этом, вследствие естественного желания жить лучше, потребности людей обгоняют рост их численности.

Начало голоцена (около 10 тыс. лет тому назад) – отправная точка для оценки современного состояния экосферы. Тогда население Земли составляло 5–10 млн. чел. С того момента происходил в целом рост населения, сначала медленный, и с колебаниями, а затем все более ускоряющийся. Количество людей на Земле изменялось следующим образом:

Год	0	1000	1800	1925	1960	1974	1987	1999
								*
млрд. чел.	0,25	0,28	1	2	3	4	5	6

* Ожидаемая дата

В особенности значительный рост численности населения происходил и происходит во второй половине XX века, в течение которой население более чем удвоилось. Наибольший относительный прирост населения увеличивался, достигнув в конце 60-х гг. максимума, равного 2,06% в год. С тех пор относительный прирост сокращается, но абсолютный прирост продолжает увеличиваться, от 65 млн в год в 1965 г. до 80 млн. в 1985 г., и примерно 90 млн. чел. в 1995 г. Ожидается, что вскоре абсолютный прирост численности населения мира за год пойдет на убыль. Согласно прогнозам, стабилизация численности населения мира произойдет в середине следующего столетия на уровне 10 ± 2 млрд. чел.

Почему должна произойти стабилизация численности населения? В соответствии с теорией выдающегося демографа Френка Ноутштайна (США), экономический и социальный прогресс влияет на рост населения, обеспечивая процесс так называемого *демографического перехода*. Каждая из стран мира находится на одной из трех стадий перехода.

На первой стадии и рождаемость, и смертность высоки, а численность населения увеличивается медленно или вовсе не увеличивается. На второй стадии, вследствие улучшения условий жизни, в частности, распространения медицинского обслуживания (пусть даже такого элементарного, как, например,

(пусть даже такого элементарного, как, например, иммунизация населения), смертность сокращается, а рождаемость остается высокой, и численность населения быстро возрастает. На третьей стадии, завершающей процесс демографического перехода, благодаря социальным и экономическим достижениям, в том числе из-за сократившейся детской смертности, размер семей уменьшается. Как и на первой стадии, рождаемость и смертность приходят в равновесие, но на гораздо более низком уровне их численности.

Всемирный процесс демографического перехода в целом развивается в соответствии с теорией Ноутштайна. К началу 1990-х гг., в 24 странах Европы, включая Россию, а также и в Японии, демографический переход практически завершился. В этих странах ежегодный прирост населения не превышает 0,3%, так что численность населения практически стабилизировалась.

Другие страны в основном находятся на различных этапах второй стадии, что и объясняет быстрый прирост населения. Рост численности населения происходит в основном за счет развивающихся стран, доля которых, составляющая сейчас 75%, к 2030 г. достигнет 85–87% населения мира. Первую стадию прошли почти все страны мира. Всего лишь сто лет тому назад почти все страны Западной Европы находились на первой стадии демографического перехода.

Приводимая на рис. 3 карта-схема показывает количество детей в семье по странам. При показателе фертильности равном 2,1–2,2 численность населения стабилизируется.

Если мы посмотрим на *распределение численности населения по возрастам*, то обнаружим, что в развитых странах доля населения для каждой возрастной группы (например, 0–10 лет, 11–20 лет, ..., 60–70 лет и т.д.) остается приблизительно одинаковой. В то же время, для развивающихся стран эта доля существенно неодинакова, и численность молодых людей заметно преобладает, что является основой для дальнейшего роста численности населения этой части мира, с вытекающим отсюда возрастанием антропогенной нагрузки.

Тем не менее, *стабилизация численности населения мира*, то есть переход стран на третью стадию, не за горами. Так завер-

шится чрезвычайно важный для состояния экосферы, возможно, важнейший процесс перехода от численности населения мира, не превышавшей 2 млрд чел., к численности порядка 10 млрд всего лишь за столетие или чуть дольше. Вследствие системных особенностей экосферы этот процесс влечет за собой целый ряд других переходных процессов, о которых речь пойдет далее.

Вместе с тем становится ясно, что теория демографического перехода не учитывает все основные факторы. Если население какой-либо страны возрастает до такого уровня, что его потребности уже превышают природный потенциал, обеспечивающий как возобновимость некоторых ресурсов (например, местных лесов, пастбищ, почвы, воды, рыбы и пр.), так и потенциал поглощения и деструкции загрязнений, то оно начинает, прямо или косвенно, разрушать свою ресурсную базу. Эта ситуация называется *демографической ловушкой (demographic trap)*. По-видимому, ряд развивающихся стран находит-

Рис. 3

ся в ситуации, близкой к вышеописанной. Вследствие ухудшающегося уровня жизни населения этих стран смертность может начать увеличиваться, и такие страны могут вернуться к состоянию первой стадии демографического перехода, но при гораздо более высокой численности жителей. Последствия такого регрессивного перехода пока трудно предсказуемы, но несомненно весьма неблагоприятны.

Наиболее населенным районом мира является юго-восточная часть Азии (Китай, Индия, Пакистан, Бангладеш, Индонезия и др.), где проживает около половины всех людей на Земле, причем столь высокая доля оставалась примерно такой же по крайней мере в течение двух последних тысяч лет. Эта огромная территория подверглась, по-видимому, и наибольшей антропогенной трансформации.

Численность населения мира увеличилась за последние 250 лет приблизительно в пять-семь раз. За тот же период население Северной Америки увеличилось в сто раз, а в Южной Америке примерно в 20 раз, в основном за счет иммиграции из Восточного по-

лушария. Эти цифры дают представление о степени возрастания антропогенной нагрузки в различных районах экосферы, а также о важной геоэкологической роли процессов *миграции населения*.

В особенности увеличивается и будет продолжать расти относительная и абсолютная численность *городского населения*, преимущественно в развивающихся странах. Городские системы (см. Раздел X.2) представляют собой пример почти полной антропогенной трансформации территории. Значительную роль в антропогенной трансформации играют также связи между городами и окружающей их территорией.

Немалую роль в характере антропогенной нагрузки, в особенностях взаимоотношений людей с природой, в потребностях в естественных ресурсах и пр. играют национальные традиции, опыт и привычки. Вот как об этом пишет, с долей иронии и юмора, Л.Туроу (США):

“Если бы население мира имело производительность труда швейцарцев, уровень потребления китайцев, стремление к равенству, присущее шведам, и общественную дисциплину японцев, то наша планета могла бы многократно обеспечить потребности всего современного населения мира. С другой стороны, если бы население мира имело производительность жителей Чада, уровень потребления американцев, традиционное неравенство, характерное для индийцев, и общественную дисциплину аргентинцев, то наша планета не смогла бы обеспечить потребности даже современного населения Земли.”

Итак, мы можем сделать следующие выводы:

а) Численность населения мира будет продолжать расти, но в конце концов стабилизируется на уровне 10 ± 2 млрд. чел. приблизительно в середине следующего века.

б) Доля развивающихся стран в общем количестве населения мира еще более увеличится, достигнув 85-87%.

в) Существует опасность того, что в некоторых странах потребности населения превзойдут имеющиеся ресурсы, что может привести к геоэкологическому кризису с плохо предсказуемыми последствиями.

г) Миграции населения играют важную роль в формировании геоэкологической нагрузки.

д) Как доля, так и абсолютная величина городского населения, в особенности в развивающихся странах, в ближайшие десятилетия будут возрастать.

е) Во всех районах мира население станет старше, что приведет к изменению стиля жизни и модификации потребностей населения.

Каждый из этих пунктов ведет к серьезнейшим последствиям геоэкологического характера. При росте населения до приблизительно 6 млрд. чел. в экосфере произошли глубокие и неблагоприятные изменения кризисного характера, что и дает право оценить современную ситуацию как глобальные изменения (global change). Каких же последствий можно ожидать при росте населения от 6 до 10 миллиардов? Выдержит ли экосфера столь большую нагрузку или же многие ее компоненты начнут деградировать, вызывая жесточайший кризис всей глобальной природно-социальной системы?

Чрезвычайно важно также, остановится ли рост населения на нижнем или верхнем уровне прогноза численности, то есть на 8 или 12 миллиардах. При этом увеличение населения мира до 8 млрд практически неизбежно, так как молодые люди, которые будут создавать свои семьи и таким образом увеличивать численность населения мира, уже родились, а доля их в развивающихся странах, как мы уже знаем, высока.

Возникает необходимость неотложной разработки *демографической стратегии* как на национальном, так и, желательно, на общемировом уровне. Для каждой страны демографическая стратегия должна учитывать национальные особенности в области экономики, природных и других ресурсов, истории, религии, культуры и пр. Многие страны приняли такую стратегию или обсуждают ее.

Понимая, что потенциальная емкость национальной территории ограничена, правительство Китая в течение уже более десяти лет проводит жесткую демографическую политику, направленную на сокращение роста населения. Городским семьям разрешается

иметь только одного ребенка, а сельским – двух детей. Для обеспечения этой политики разработана система поощрений и наказаний. Это позволяет затормозить рост населения самой многочисленной страны мира, но не на том уровне, как планировалось, а на более высоком – 1,2 млрд. чел. В сельских районах Китая среднее количество детей в семье все же превышает двух. Одна из основных причин неполного успеха заключается в том, что в сельских районах Китая отсутствует пенсионное обеспечение, и фактически действует традиционная система, когда старость тем лучше обеспечена, чем больше в семье детей, в особенности мальчиков, как будущих кормильцев престарелых родителей.

В 1970 г. правительство Индии пыталось ввести силовую политику контроля за рождаемостью, но потерпело неудачу. Численность жителей Индии выросло с 850 млн. человек в 1991 году до 930 млн. в 1996 году. При сохранении таких темпов прироста население страны перешагнет рубеж в 1 миллиард человек уже в 2000 г. На юге Индии (штаты Керала и Тамилнаду) сумели установить контроль за рождаемостью, тогда как северные штаты отличаются крайне высоким приростом населения, отрицательно влияющим на показатели всей страны. Уже сейчас уровень безработицы достигает 30% населения. Ожидается, что в недалеком будущем численность населения Индии превысит численность населения Китая.

На общемировом уровне Конференция ООН по народонаселению, состоявшаяся в Каире в 1994 г., приняла, после тяжелых дискуссий, рекомендацию о необходимости стабилизировать население на уровне 7,8 млрд. чел. Хотя эта цифра и не подкреплена необходимыми согласованными действиями, принятие ее имеет очень важное политическое значение, потому что она отражает желание государств мира повлиять на рост численности населения.

О росте населения и его регулировании как важнейшем факторе существования человечества, пишет Пол Эрлих (США): “Взрыв, вызванный ростом численности населения, не за горами. Необходимо только понять, будет ли рост остановлен цивилизованно, посредством контроля рождаемости, или же природа сме-

тет излишки населения... Сегодня любой человек, выступающий против контроля рождаемости, неосознанно голосует за управление численностью населения посредством массового увеличения случаев неоправданно ранней смертности”.

Существуют гипотезы, говорящие о том, что экосфера может быть в устойчивом состоянии при уровне численности населения мира, не превышающем 2 млрд. чел. При превышении этого уровня численность населения регулируется стихийно, посредством голода, болезней, межнациональных конфликтов, гражданских войн и пр. Межплеменные кровопролитные конфликты в Руанде или Сомали выглядят как борьба за политическую власть; на самом деле в основе столкновений – перенаселенность стран и, следовательно, борьба за ресурсы.

Можно говорить о том, что имеются два предельных состояния: или при численности населения мира, не превышающей потенциальную емкость экосферы, то есть около 2 млрд. чел., что обеспечивало бы ее устойчивость и относительно благополучную жизнь для всего населения Земли, или же при численности населения 10 млрд. и более, ведущей к природным и общественным кризисам и катастрофам и к существованию в условиях дефицита продовольствия, энергии, природных ресурсов и пр.

В первом сценарии потребуется продолжительное время, порядка нескольких поколений, чтобы придти к искомому уровню населения относительно мирным путем, сознательно и целенаправленно, хотя и не без трудностей. Вопрос в том, успеет ли человечество встать на путь перехода к немногочисленному населению и осуществить его. Если не успеет, то развитие будет происходить по второму сценарию.

Во втором сценарии численность населения уже регулируется произвольно вследствие таких, например, событий как межплеменные столкновения в Руанде и Бурунди, гражданская война в Сомали или Анголе, голод в регионе Сахеля, или массовая гибель людей в Бангладеш от наводнений.

Ш.3. Потребление природных ресурсов и геоэкологических “услуг”

Ш.3.1. Рост потребления

С точки зрения геоэкологии под потреблением понимается использование обществом ресурсов экосферы: а) физических ресурсов (минеральное сырье, продукты функционирования биосферы, вода, воздух и пр.), б) “услуг” ее систем жизнеобеспечения (поглощение и переработка отходов), в) “услуг” по обеспечению основных механизмов биосферы (глобальные биогеохимические циклы). Потребление направлено на удовлетворение материальных и, косвенно, некоторых духовных потребностей. Другие употребляемые понятия для обозначения степени использования ресурсов и систем экосферы – богатство, или достаток, или уровень жизни.

Весь этот сложный комплекс вопросов обозначается буквой “П” в выражении, определяющем основные группы социально-экономических факторов, влияющих на состояние экосферы.

Потребности людей растут быстрее, чем численность населения. Не будет ошибкой сказать, что если рост населения изменяется в арифметической прогрессии, то соответствующий рост потребления – в геометрической, и потому потребление является очень важным геоэкологическим фактором.

Одним из важнейших показателей экологической нагрузки является произведение численности населения мира на величину потребления природных ресурсов и систем жизнеобеспечения на душу населения. Следовательно, регулирование антропогенного давления на экосферу может проводиться посредством управления численностью населения, или величиной потребления, или обоими путями сразу.

Потребление также и весьма инерционный фактор, потому что оно основывается на многовековых традициях, и его невозможно изменить в одночасье.

Индикатором всемирного потребления и его изменений может быть объем промышленного производства. Вот как он изменялся в мире за последние 230 лет:

Год	1750	1830	1900	1938	1953	1980
Промышл. производство (1900 = 100)	24	34	100	311	568	2042
Население, млн.	780	1120	1640	2220	2640	4410

Промышленное производство неуклонно росло, а следовательно, и воздействие его на экосферу. Всего за 230 лет его объем вырос в 85 раз, причем в особенности резким был рост во вторую половину XX века. Самым быстрым был прирост промышленного производства за двадцатилетие 1953–1973 гг., когда оно выросло примерно на столько же, насколько оно увеличилось за 150 лет, с 1800 г. по 1950 г. Именно в это двадцатилетие воздействие человека на экосферу впервые принесло серьезные проблемы глобального характера.

Вследствие роста численности населения, промышленное производство на душу населения возросло за 230 лет в 15 раз. За тот же период мировое сельскохозяйственное производство на душу населения увеличилось более чем в три раза или, по объему, примерно в 20 раз, что также указывает на серьезнейшие воздействия на экосферу.

Объем мировой экономики, выраженный в стоимости валового продукта за год (в долларах США), удваивался в XX веке каждые 20 лет. В ближайшие десятилетия ожидается дальнейшее увеличение валового продукта с соответствующим возрастанием нагрузки на экосферу:

Год	1900	1950	1986	2050
Валовый мировой продукт,	600	3000	13000	65000

млрд. долл. США/год				
---------------------	--	--	--	--

III.3.2. Природные ресурсы

Природные ресурсы экосферы обычно подразделяются на невозобновимые (полезные ископаемые), возобновимые (в основном биологические) и “неисчерпаемые” (энергия Солнца, вода, воздух, тепло недр и др.) (рис. 4). К этой же последней категории могут быть отнесены и такие системы жизнеобеспечения как глобальные биогеохимические циклы основных элементов, глобальный гидрологический цикл, циркуляция атмосферы и океана, процессы синтеза-деструкции органического вещества и пр. Это весьма условное деление. Границы между категориями ресурсов размыты. Эти границы относительно с точки зрения времени. Например, минеральные ресурсы и почвы продолжают создаваться и эволюционировать и в наше время, но скорость их формирования несравнимо меньше скорости их потребления. Вода, в целом возобновимый ресурс, может быть при определенных обстоятельствах невозобновимым ресурсом.

Рис. 4. Основные виды природных ресурсов

Современная промышленность и энергетика основывается в основном на использовании невозобновимых ресурсов, а именно полезных ископаемых, подразделяемых на три основные группы: горючие ископаемые (нефть, газ, уголь и др.), металлы (железо, алюминий, медь и пр.) и неметаллическое минеральное сырье (соединения серы, фосфора, поваренная и другие соли и пр.). Первая группа относится также к категории уничтожаемых ресурсов, а две другие группы – к категории рассеиваемых ресурсов.

Индустриализация резко увеличила добычу и использование полезных ископаемых. Производство стали в мире с начала XX века увеличилось более чем в 70 раз, нефти в 130 раз, алюминия более чем в 1700 раз. Этот интенсивный рост связан главным образом с увеличением доходов на душу населения и повышением уровня потребления в богатых странах, и только во вторую очередь с ростом численности населения и потреблением в менее развитых странах, потому что в последних более двух третей семейных доходов идет на питание.

Рост добычи полезных ископаемых в мире приводит к возникновению геоэкологических проблем, связанных: а) с возможным глобальным кризисом вследствие нехватки тех или иных минеральных ресурсов, и б) с включением новых, антропогенных потоков в глобальные циклы вещества и энергии, что значительно изменяет системы жизнеобеспечения экосферы.

Суммарная добыча большинства полезных ископаемых за текущие десятилетия намного превысила разведанные запасы к началу этого периода. Тем не менее запасы почти всех полезных ископаемых за это время выросли благодаря геологической разведке, которая обеспечивает перевод полезных ископаемых из категории ресурсов (то есть материалов, имеющих в земной коре) в категорию резервов, по западной терминологии, или запасов, по

русской терминологии. Резервы (запасы) – это часть минеральных ресурсов, технологически доступных и экономически целесообразных для добычи. Например, производство железа в мире за 1950-1980 гг. составило 11 млрд. тонн, но запасы железа выросли за это время с 19 млрд. т до 93 млрд. т.

Похоже, что скорость прироста разведанных запасов полезных ископаемых растет быстрее, чем их добыча. За последние 20-30 лет как запасы, так и отношение запасов к ресурсам в мире увеличились. Лишь очень немногие ископаемые обнаруживают уменьшение запасов, то есть превышение скорости их добычи над скоростью прироста запасов. Цены на мировом рынке на минеральное сырье в основном снижаются, что также указывает на изобилие этих товаров, хотя это и не единственный фактор, определяющий цену сырьевых ресурсов.

При современном уровне добычи разведанных запасов цинка, свинца, ртути хватит на 20 лет, нефти будет достаточно на 40 лет, железа, угля, алюминия – более чем на 100 лет, причем эти цифры имеют тенденцию к возрастанию. Последнее обстоятельство позволяет надеяться, что в целом дефицит минеральных ресурсов не станет в ближайшие десятилетия основной причиной глобального геоэкологического кризиса.

Важнейшим вопросом потребления является *эффективность использования ресурсов*. Мы будем обсуждать этот вопрос в следующем разделе, посвященном технологии. Здесь отметим лишь, что потребление различных полезных ископаемых как на душу населения, так и на единицу производимого продукта в последние десятилетия в мире сокращается.

Еще сравнительно недавно, 10–20 лет тому назад, популярной темой в литературе был ожидаемый кризис, вызванный грозящей нехваткой тех или иных минеральных ресурсов. Опасность этого кризиса, по-видимому, отодвинулась, но вопрос не снят полностью с повестки дня, потому что прогнозирование спроса на полезные ископаемые содержит много неопределенностей, а запасы минерального сырья не дают оснований для спокойствия.

В особенности этот вопрос важен для энергетики. Посредством сжигания горючих ископаемых в мире производится около 80%

энергии, и нехватка их без соответствующего изменения источников энергии означала бы не кризис, а катастрофу. Тем не менее, к середине 90-х гг. стало ясно, что главным в изменении типа энергетики, то есть в переходе к возобновимым источникам энергии, будет все же не недостаток горючих ископаемых, а угроза системам жизнеобеспечения Земли вследствие неконтролируемого парникового эффекта. Асидификация территорий (см. раздел V.4), также возникающая преимущественно вследствие тепловой энергетики, – еще один серьезный фактор необходимости перехода к возобновимым источникам энергии. Если иметь в виду столь серьезные глобальные геоэкологические последствия, то в первую очередь возникает не проблема дефицита горючих ископаемых, а вопрос, будут ли все доступные ресурсы горючих ископаемых когда-нибудь сожжены, или экологические ограничения заставят остановить тепловую энергетику, прежде чем будут израсходованы все запасы горючих ископаемых.

Еще более сложны проблемы использования возобновимых ресурсов. В целом в мире их количество и качество сократилось под воздействием деятельности человека. Поскольку важнейший источник возобновимых ресурсов это фотосинтез, создающий первичное органическое вещество, мы будем обсуждать геоэкологические проблемы, связанные этими ресурсами, главным образом в главе IX, посвященной биосфере. С общесистемной, экосферной точки зрения, потребление человеком биологической продукции превысило пределы, обуславливающие устойчивость экосферы, в частности, вызвало нарушение глобальных и локальных биогеохимических циклов и снижение биологического разнообразия на генетическом, видовом и экосистемном уровнях.

“Неисчерпаемые” природные ресурсы, потребляемые обществом, это в значительной степени ресурсы атмосферы и гидросферы. Потребление этих ресурсов человеком приводит к изменению химического состава атмосферы с соответствующими серьезными последствиями, к ухудшению качества природных вод и трансформации как локальных, так и глобального круговоротов воды. Мы будем обсуждать эти вопросы в последующих главах.

III.3.3. Различия в уровнях потребления

Обсуждая принципиальные вопросы потребления природных ресурсов и экосферных “услуг”, нельзя не сказать о различии в уровнях потребления как внутри стран, так и между странами.

Разница в уровнях потребления различных стран очень велика. Например, в развивающихся странах потребление нефти, газа, угля и стали на душу населения на порядок меньше, чем в развитых странах.

Величина валового национального продукта (ВНП) дает определенное представление о разнице в уровнях потребления различных стран. ВНП – это стоимость всей конечной продукции и услуг (за год), произведенных на территории данной страны. В 1993 г. ВНП всех стран мира составил 29 триллионов 135 миллиардов долларов. Из них на долю США приходится 21%, Китая – 10%, Японии – 9%, Германии – 5%, Индии – 4%, Франции – 3%. ВНП России был 725 млрд. долларов, или 2,5% от общемирового. ВНП развитых и развивающихся стран различаются на порядок величины: в 1991 г. разница на душу населения США и Индии, например, была приблизительно в 20 раз.

Использование ресурсов жителями развитых стран превышает разумные потребности. Подсчитано, что обобщенный уровень потребления среднего жителя Швейцарии приблизительно в 40 раз больше уровня потребления жителя Сомали. Достаточно посмотреть также на огромные, забитые товарами магазины западных стран, чтобы понять, что преобладающая часть товаров не может быть раскуплена, и, таким образом, ресурсы, использованные для производства этих товаров расходуются впустую. В США только затраты на содержание очень приятных на вид лужаек у каждого дома равны примерно 7,5 млрд. долларов в год. В то же время все виды иностранной помощи США составляют около 10 млрд. долларов в год. Для сравнения укажем также, что расходы на лужайки на жителя США составляют менее 50 долларов, тогда как весь ВНП на душу населения самой бедной страны мира, Эфиопии, составляет 100 долларов в год.

По всей видимости, эту разницу одолеть не удастся. Развитые страны, входящие в Организацию Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР или OECD) пришли к выводу, что страны с низким средним доходом (развивающиеся страны) не смогут сравняться с уровнем стран ОЭСР ни за 40, ни даже за 100 лет (цит. по Р.Гудланду, 1995). Эта цель недостижима. Напротив, различия в имущественном состоянии стран увеличиваются. Было бы очень желательно, чтобы развивающиеся страны хотя бы приблизились к имущественному уровню развитых стран. Возможный путь к этому – в снижении разницы в доходах. Средний годовой доход в странах ОЭСР составляет 21000 долл./чел. Существуют исследования, показывающие, что страны с низким доходом могут достичь уровня дохода в 1500–2000 долларов на человека в год. При таком уровне дохода можно обеспечить около 80% тех показателей качества жизни, которые имеют жители стран с доходом 20000 долларов (продолжительность жизни, уровень питания, образования, особенности отдыха и пр.).

Развитые страны не только потребляют больше природных ресурсов, но они также в большей степени используют системы жизнеобеспечения Земли, сбрасывая в воду и воздух на душу населения значительно больше загрязнителей, чем развивающиеся страны. Неравномерность уровней потребления является отражением как внутринационального, так и международного неравенства и зачастую служит причиной общественной и политической напряженности и конфликтов, т.е. фактором глобальной экологической безопасности.

III.4. Геоэкологическая роль технического прогресса

Уже было сказано, что вся сумма воздействий человека на экосферу состоит из трех основных групп факторов: населения, потребления и технического прогресса. В предшествующих двух разделах обсуждались две первых группы факторов, тесно взаимосвязанных. В этой книге под выражением “технический прогресс” понимается весь комплекс процессов переработки ресур-

сов и использования систем жизнеобеспечения Земли, то есть комплекс процессов в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, строительстве и на транспорте. Техника, в этом понимании, оказывает серьезное воздействие на экосферу и отдельные ее компоненты и процессы.

Человечество перерабатывает примерно 100 гигатонн ($100 \cdot 10^9$ т) сырья в год, при этом перемещая в процессе его добычи 1000 гигатонн горной породы. При добыче и переработке сырья используется до 1000 гигатонн воды и энергия мощностью до 10 тераватт ($10 \cdot 10^{12}$ Вт). Все эти процессы не характерны для природы, они антропогенны: сырье извлекается из невозобновимых ресурсов, не используемых природой; энергия производится благодаря сжиганию горючих ископаемых, не вовлеченных в современные естественные круговороты вещества; вода расходуется на индустриальные процессы, не имеющие аналогов в природе; процессы переработки сырья вызывают загрязнение окружающей среды; продукты технологии, произведенные человеком, выбрасываются на свалки через относительно короткое время после их производства, внося свой вклад в загрязнение экосферы. Человек использует всего лишь 2% от массы извлекаемого им сырья (и то на относительно короткое время), а остальное идет в отвалы. По сути дела, человечество производит главным образом отходы, и во все увеличивающейся степени, в соответствии с обсуждавшимся ранее ростом промышленного производства.

Именно технический прогресс является тем механизмом, который вызывает процессы деградации экосферы. Если объем совокупного мирового продукта вырос в XX столетии более чем в 20 раз, то и масса и объем загрязнений возросли не в меньшей степени. Технический прогресс XX века основан на сжигании горючих ископаемых (угля, нефти, газа), что приводит к катастрофическому загрязнению атмосферы Земли с многочисленными и серьезными последствиями, включая глобальное изменение климата.

Именно технический прогресс привел к синтезу сотен тысяч ранее не существовавших в природе химических веществ, десятки тысяч которых широко используются в различных областях эко-

номики без надлежащего испытания их токсикологических свойств. Многие из этих веществ высокотоксичны как для человека, так и для природных экосистем.

Именно технический прогресс вызвал к жизни ядерное оружие и атомную энергию без сколько-нибудь достаточного умения контролировать использование радиоактивных материалов, избегать атомных катастроф и управлять радиоактивным режимом территорий.

Очевидно, что человечеству необходимо в ближайшие десятилетия обеспечить плавный, но быстрый процесс перехода к новым, менее вредным и более управляемым технологиям, обеспечивающим если не хорошее, то хотя бы сносное существование всех людей на Земле.

Вместе с тем технический прогресс часто рассматривается как надежда, благодаря которой можно решить основные геоэкологические проблемы. Многие ожидают от техники чуда. Действительно, техника играла и будет продолжать играть ведущую роль в увеличивающемся обеспечении товарами и услугами все большего количества людей. В самом деле техника может решить (или помочь решить) многие экологические проблемы.

При этом проблемы экономии сырья, воды, энергии, материалов на единицу выпускаемой продукции чрезвычайно важны. В этом отношении достигнуты значительные успехи в странах Западной Европы, Японии и стран Юго-Восточной Азии. Меньше достижений в этой области у США, и еще меньше – у России. Весьма значительны перспективы в области дальнейшей экономии сырья и энергии, вплоть до десятикратной по сравнению с нынешней.

Продолжают разрабатываться и внедряться новые технологические приемы, существенно сокращающие промышленные отходы. За малоотходными технологиями большое будущее. Не следует все же ожидать чуда и в этой области: чем меньше объем отходов, тем, во-первых, обычно выше их токсичность и, во-вторых, тем выше экономические затраты на единицу сбрасываемых отходов.

Имеется много примеров значительных достижений в промышленности и сельском хозяйстве вследствие разработки и внедрения новых технологий. Построены автомобили, потребляющие вдвое меньше горючего, чем основная масса современных машин. Достигнуты заметные успехи в использовании солнечной энергии и энергии ветра. Разработаны и успешно внедряются новые, более экономичные и менее экологически вредные приемы орошения сельскохозяйственных культур. Значительны успехи в развитии биотехнологии для борьбы с загрязнением, в сельском хозяйстве и других областях. Развиваются новые отрасли природоохранной промышленности, решающие специфические проблемы загрязнения. Информационные технологии проникают во все области деятельности, включая вопросы, касающиеся лучшего понимания экосферы и управления ею.

Из трех групп антропогенных факторов (население, потребление и технический прогресс), влияющих на состояние экосферы, последняя наиболее эластична. Через нее можно добиться относительно быстрых результатов в управлении состоянием экосферы. Вместе с тем, чисто инженерные решения проблем геоэкологии могут лишь облегчить экологический кризис, оттянуть катастрофическое развитие его отдельных проявлений, но они не в состоянии разрешить его. Главное направление находится все же не в сфере технологии, а в области сочетания факторов “население-потребление”, т.е. в социальной сфере. Удачно сказал об этом один из современных американских исследователей: “Если единственный механизм для управления ростом населения это голод и нищета, то конечным результатом любого инженерного достижения будет увеличение числа людей, живущих в нищете”.

III.5. Геоэкологические аспекты внешнего долга государств и “свободной торговли”

Серьезнейшие геоэкологические проблемы вытекают из глобальной ситуации с внешней задолженностью стран. В 1991 г. общая сумма долгов стран мира составила 1,5 триллиона долла-

ров США. В том числе Бразилия, Мексика и Аргентина имели задолженность, соответственно равную 109, 98 и 56 миллиардов долларов. Это огромные суммы, в особенности если их сравнить с экономической помощью развивающимся странам, составлявшей в то время 55 млрд. долларов в год. Даже с учетом капиталовложений частного сектора, общая сумма потока капитала в развивающиеся страны была около 130 млрд. в год, или менее 9% от задолженности. В Латинской Америке и Африке (без Средиземноморья) долги стран превышают половину их ВВП, и даже уплата процентов по долгам составляет 20-30% экспорта этих стран. Для многих стран уплата по долгам начала превышать приток средств, так что больше средств уходило в развитые страны, чем поступало в виде экономической помощи в развивающиеся. В конце 1980-х гг. результирующая денежного потока была направлена в развитые страны и была равна примерно 50 млрд. долларов.

Уплата внешнего долга и процентов по нему для большинства развивающихся стран осуществляется во многом за счет распродажи природных ресурсов и, соответственно, посредством потери их природного капитала как вследствие снижения природных ресурсов, так и из-за ухудшения состояния окружающей среды в районах их добычи, транспортировки и переработки. К великому сожалению, основной источник валютных доходов нашей страны, в том числе и для уплаты процентов по внешним долгам, это также продажа минерального и биологического сырья за границу. Таким путем теряется наш природный капитал с сопутствующим ухудшением состояния природной среды.

В последние годы отмечается процесс либерализации мировой торговли, основанный на установлении свободного рынка товаров. Это очень сложный процесс, требующий внимательного изучения его глобальных геоэкологических последствий. Можно сказать, однако, что он неизбежно вызывает ускоренную торговлю природными ресурсами по низким ценам, то есть способствует ухудшению состояния экосферы.

III.6. Виды капитала и богатство стран

Природные ресурсы это только часть капитала, аккумулированного в каждой стране. В соответствии с разработками Всемирного Банка, существуют четыре вида капитала: производственный, или материально-финансовый (обычно рассматриваемый в экономических отчетах стран); природный (естественные богатства страны, обеспечивающие приток необходимого сырья и экологических услуг); человеческий (не только рабочая сила, но и вложения в образование, здравоохранение, питание и пр. каждого жителя); общественный (со-циальная структура, общественные организации, этика и мораль, обеспечивающие устойчивость и развитие страны).

Очевидно, что устойчивое развитие любой страны предполагает, в качестве цели, сохранение (или приумножение) суммарного капитала, как в общем объеме, так и, предпочтительнее, капитала на душу населения.

Всемирным Банком была сделана попытка оценить в сравнимых денежных показателях богатство каждой страны мира как в целом, так и по трем видам капитала – производственного, природного и человеческого. Несмотря на приблизительность оценок, результаты наводят на размышления. Основным богатством в большинстве стран мира оказался человеческий капитал, и только в странах-экспортерах сырья природный капитал оказался больше, чем человеческий и производственный (табл. 2).

Таблица 2. Структура богатства мира (по И.Серагельдину, 1995)

Тип страны	Доля мирового капитала, %	Производственный капитал, %	Природный капитал, %	Человеческий капитал, %	Итого в странах данного типа, %
Страны-экспортеры	5	20	44	36	100

сырья					
Другие развивающиеся страны	16	16	28	56	100
Развитые страны	79	16	17	67	100
Всего	100	---	---	---	---

Один из выводов этого исследования заключается в том, что для сохранения природных богатств любой страны необходимы также вложения в другие виды капитала, в особенности в людские ресурсы, то есть в образование, здравоохранение, повышение качества жизни и пр.

Несмотря на приблизительность и спорность методики этих расчетов, они дают представление о том, из чего складывается богатство стран и какую роль в этой композиции играет природный капитал. Мы должны также помнить, что наряду с трудовыми затратами, природные ресурсы были важнейшим источником накапливаемого богатства стран, в том числе за счет зависимых или находившихся в зависимости стран. В табл. 3 содержатся соответствующие данные (на душу населения) для 13 стран: самой бедной (Эфиопия), десяти избранных нами крупных стран, включая Россию, и двух самых богатых (Канада и Австралия).

Самыми богатыми странами (на душу населения) оказываются Австралия и Канада вследствие их огромных природных богатств при относительно немногочисленном населении. В десятке самых богатых стран мира, вслед за Австралией и Канадой, также располагаются (в убывающем порядке по степени богатства) Люксембург, Швейцария, Япония, Швеция, Исландия, Катар, Объединенные Арабские Эмираты и Дания. В этой группе разместились страны, богатые человеческим капиталом, природным капиталом, или комбинацией всех трех видов капитала.

Эфиопия – самая бедная страна, но сразу следом за ней располагаются еще около десяти беднейших, в основном африканских стран: Непал, Бурунди, Малави, Уганда, Танзания, Вьетнам, Мозамбик, Сьерра-Леоне, Гвинея-Биссау, Руанда (в

замбик, Сьерра-Леоне, Гвинея-Биссау, Руанда (в порядке возрастания величины суммарного капитала).

Таблица 3. Уровень богатства (бедности) и структура капитала некоторых стран мира (по И.Серагельдину, Всемирный Банк, 1995)

Страна и ее место по уровню бедности	Оценка богатства, в долларах США/чел.	Челове-че-ский капитал, %	Производ-ственный капитал, %	При-род-ный капи-тал, %
1. Эфиопия	1400	40	21	39
12. Бангладеш	3100	79	14	7
20. Индия	4300	64	25	11
31. Китай	6600	77	15	8
52. Индонезия	12000	55	17	28
89. Украина	30000	77	17	6
112. Бразилия	47000	37	19	45
138. Россия	98000	15	15	70
162. Ботсвана	188000	17	2	81
171. Англия	324000	83	14	3
181. США	421000	59	16	25
191. Канада	704000	22	9	69
192. Австралия	835000	21	7	71
СРЕДНЕЕ ДЛЯ МИРА	86000	64	16	20

Россия оказалась на скромном месте по всем основным показателям. Относительное богатство России природным капиталом указывает также на весьма низкие показатели по другим видам капитала. Данные, приведенные в табл. 3, указывают на ошибоч-

ность широко распространенного в нашей стране убеждения, что у нас много всего, в особенности природных ресурсов, и указывают на необходимость их более эффективного использования. Они говорят также об очень высокой приоритетности серьезных вложений в человеческий капитал.

Интересно также посмотреть на суммарную величину накопленного капитала (человеческого, производственного и природного) для различных стран мира, рассчитанного как произведение величины капитала на душу населения на численность населения страны (табл. 4).

Как видно из табл. 4, самая богатая страна мира (США) в 1400 раз богаче беднейшей страны (Эфиопия). При этом разница между богатыми и бедными странами возрастает. Как уже отмечалось, цель ликвидировать такие различия недостижима. Развивающиеся страны вынуждены существовать за счет ускоренной распродажи своих природных ресурсов, в то время как доля богатых стран в потреблении природных ресурсов и “услуг” экосферы, и так непропорционально большая, продолжает увеличиваться.

Таблица 4. Приблизительная оценка богатства наций

Страна	Капитал на душу населения, дол. США	Население, млн. чел.	Суммарный национальный капитал, млрд. долларов США
США	421000	263	110700
Япония	565000	125	70600
Германия	399000	81	32300
Канада	704000	28	19700
Австралия	835000	18	15000
Россия	98000	150	14700
Китай	6600	1240	8180
Бразилия	47000	161	7570
Индия	4300	931	4000
Индонезия	12000	201	2410

зия			
Нигерия	4100	127	520
Эфиопия	1400	58	80

III.7. Рост и развитие. Необходимость изменения стратегии

Система “Население – Потребление” – важнейший фактор геоэкологического состояния мира и отдельных стран. Проблемы населения и потребления взаимно связаны, а основные факторы зачастую взаимозаменяемы. Например, одинаковая степень воздействия на экосферу может быть при многочисленном населении и невысоком потреблении, и наоборот, при небольшой численности населения, но высоком уровне потребления. Поэтому часто возникающие споры о том, что важнее контролировать: население или потребление – имеют единственный здравый ответ: оба фактора, отдавая приоритет более значимому для данной страны. В развивающихся странах главный приоритет должен быть отдан регулированию численности населения, в развитых – снижению потребления ресурсов экосферы. И все же численность населения остается первичной проблемой, вызывающей потребности общества (удовлетворение ~~Несомненно,~~ что уровень потребления жителей развитых стран мог бы быть снижен без серьезного ущерба для качества их жизни, но это означало бы изменение системы жизненных ценностей людей. Уменьшить геоэкологическое влияние системы “Население – Потребление” посредством снижения уровня потребления жителями богатых стран без снижения качества их жизни – чрезвычайно сложная задача, и стратегия ее решения пока совершенно не ясна. Подобные перемены очень трудно достижимы, и в любом случае требуют значительного времени (масштаба нескольких поколений) для сознательного изменения философии жизни, то есть системы жизненных ценностей. Повидимому, успешное решение проблемы потребления в развитых странах требует другого уровня экологической этики, и, следовательно, упорной и продолжительной работы по

упорной и продолжительной работы по всестороннему воспитанию людей.

Повысить уровень потребления в развивающихся странах до современного уровня богатых стран невозможно, так как ресурсов и возможностей Земли для этого оказывается недостаточно. Около полувека тому назад Махатму Ганди, лидера Индии, становящейся в то время независимой от Англии, спросили, хотел ли бы он, чтобы Индия достигла уровня жизни Англии. Он ответил: “Чтобы достичь процветания, Британия забрала себе половину ресурсов нашей планеты. Сколько же планет потребуется для Индии?” В то же время, очевидно, что жители развивающихся стран объективно нуждаются в повышении среднего душевого уровня потребления (что близко к повышению среднего уровня жизни).

Рост численности населения мира и сопутствующий ему опережающий количественный рост экономики (объемов промышленного производства, сельского хозяйства, транспорта и пр.) за последние 2-3 столетия, и в особенности за последние полвека, привели к серьезнейшим неблагоприятным нарушениям состояния экосферы. Возникает вопрос, возможно ли разрешение конфликта между дальнейшим ростом экономики, что необходимо для обеспечения растущего населения Земли (по крайней мере, на ближайшие полвека), и сохранением основных механизмов экосферы в пределах, которые обеспечивали бы ее гомеостазис, а если это возможно, то каким образом? Ясно, что абсолютно бесконфликтного решения с точки зрения и экономики, и экологии найти невозможно; необходимо искать компромиссные стратегии.

Вследствие крайне высокой сложности и неопределенности задачи, в поисках компромиссных решений необходимо единство науки, экономики, этики и политики. Задача не под силу какой-либо одной стране и требует объединенных усилий всех наций.

Основной экономической стратегией человечества было и пока остается обеспечение роста экономики. При этом под ростом понимается увеличение объема производства, основанного на расширяющемся использовании систем и ресурсов экосферы. Очевидно, что рост экономики необходим для улучшения жизни населения развивающихся стран, но столь же очевидна избыточ-

селения развивающихся стран, но столь же очевидна избыточность потребления ресурсов экосферы развитыми странами.

Существует глубокое принципиальное различие между понятиями рост (growth) и развитие (development). Понятие “рост” означает увеличение размера системы вследствие внутреннего ее увеличения или ассимиляции нового вещества. Возрастающий валовой объем производимых металлов, машин, химических веществ, продуктов сельского хозяйства, перевозимых транспортом людей и грузов, выбрасываемых в окружающую среду отходов деятельности людей и пр. – это все показатели роста. Традиционная экономика полагает, что чем такие показатели больше, тем состояние экономики лучше. Лишь по мере того, как ресурсы экосферы становятся дефицитными, возникает осознание того, что валовой экономический рост будет неизбежно ограничен или сознательно, или стихийно. Пределы валового роста существуют, и с этой реальностью необходимо признать. Понятие “развитие” означает движение к лучшему, чем сейчас, состоянию системы. Развитие совсем не означает увеличения размеров системы, оно означает все более полную реализацию заложенных в системе возможностей. Развитие возможно и без количественного роста. Наша планета Земля развивалась по мере ее эволюции, но это не приводило к ее росту. Имея в виду существование пределов валового роста, человечество должно изменить свою главную стратегию, ставя своей целью качественное и устойчивое развитие, а не валовой рост. Изменение стратегии неизбежно, или же Земля в конечном итоге станет непригодной для жизни ее же населения. Понятие устойчивого развития возникло как попытка найти выход из глобального геоэкологического кризиса.

Ча~~Я~~ь~~А~~Т~~Ж~~ лобальные изменен, яя

я

IV. с лобальные изменен, яя

, ~~Я~~ра2ег, , ~~я~~еловече~~Я~~вая

я

Т~~У~~А~~Ж~~ ереходный~~С~~ер, одя ~~я~~его~~Я~~бенно~~Я~~, я

я

Эконом, кая~~Я~~раня, ям, ~~ра~~я~~я~~целом~~я~~ор, ен2, рованаяная
ро~~Я~~яоб~~А~~мая~~С~~ро, звод~~Я~~ва~~я~~п~~Я~~новной~~я~~обще~~С~~р, ня2ыйя
Соказа2елья 3~~Я~~сехая любойя ~~Я~~раныя м, рая –я ро~~Я~~я
валовогоянац, ональногоя~~С~~род3к2ая (в то ~~Ч~~ао р, ях2омя
в то ~~я~~не~~я~~включае2 я2 ак, ~~ея~~еохколог, че~~Я~~к, ~~ея~~Соказа2ел, я
какаязагрязнен, ~~ея~~Яреды, ~~я~~деградац, ~~яя~~Ср, родныхя~~Я~~ ~~Я~~емя
ж, ~~з~~необе~~Я~~ечен, я,я , л, я 3х3дшен, ~~ея~~ ~~Я~~о~~Я~~оан, яя
Ср, родныхя ~~ре~~Вр~~Я~~в~~я~~ Болеея 2ого,я хконом, че~~Я~~к, ~~ея~~
дей~~Я~~в, я,я на~~С~~равленныея ная Со2реблен, ~~ея~~ ~~ре~~Вр~~Я~~в~~я~~,
2 ак, ~~ея~~какаядобычаяСолезныхя, ~~Я~~ко~~С~~аемых, ~~я~~выловярыбыя
, л, я заго2овкая ле~~Я~~ма2ер, алов,я ~~С~~ревышающ, ~~ея~~ , хя
годовойя ~~С~~р, ро~~Я~~я о2ражаю2~~Я~~я ~~я~~ва в то я ~~ка~~я
хконом, че~~Я~~к, ~~йя~~ро~~Я~~я, ~~я~~нея~~Я~~ гнал, з, ~~р~~зя~~я~~ва2о~~я~~же~~я~~вре~~я~~мя~~я~~
~~Я~~н, жен, , я ~~С~~р, родногоя ка~~С~~, 2ала~~я~~ ~~Т~~ла~~я~~ ~~С~~арад, ~~г~~мая
хконом, че~~Я~~когоя ро~~Я~~яая - ак2, че~~Я~~к, я Соощрае2я
деградац, юя ~~С~~р, родныхя ~~ре~~Вр~~Я~~в~~я~~ е~~Я~~и, я ~~Я~~гла~~Я~~ноя
демогра- , че~~Я~~к, ~~м~~я~~С~~рогнозам, ~~я~~и, ~~Я~~иенно~~Я~~ь~~я~~на~~Я~~елен, ~~яя~~я
конц3я ~~Я~~мед3юш, хя 50я ле2я ~~Я~~новая здво, 2~~Я~~я 2о~~я~~
хконом, ка,я ~~я~~ва ~~Я~~о2ве2~~Я~~в, , я ~~Я~~я ~~Я~~вре~~я~~меннойя
~~Я~~ра2ег, ~~ея~~яведен, ~~яя~~хозяй~~Я~~ва, ~~я~~должная~~я~~звел, ч, 2ь~~Я~~я~~я~~ва
5–7фраз~~я~~

о о-в, д, мом3я х2о~~я~~я невозможная в~~Я~~мед~~Я~~в, ~~ея~~
огран, ченно~~Я~~ , я ~~ре~~Вр~~Я~~в~~я~~ , я ~~Я~~ ~~Я~~емя хко~~Я~~ерыя , я

конечных размеров дм, а не за Сро, впрочем, я между
Со, оянная ра, зш, мя воздей, в, емя обще, вая ная
хко, ерзя, я огран, ченным, я размерам, а дм, я, я ее
ре, в, в, выекае, я не, збежно, в, глобального
геохколог, че, жого, кр, з, Я, Ч, в, Я, ал, Я, о, в, а
Я, 2 ае, я ч, о, кр, з, Я, 3, же, на, ЗС, л, я Со, ом, з, ч, о, я
, мею, Я, много, ч, Я, енные, Я, де, ель, в, а, на, з, шен, я
гомео, аз, Я, хко, еры, С, з, в, в, з, я, 2, ак, же, много, я
Ср, мерова, гл, з, бок, х, я, з, менен, й, а, гео, е, я, дм, я, я, ее
ландша- 2, о, в, а, d, р, з, г, е, я, Я, ал, Я, в, а, Со, лагаю, я, ч, о, я
челове, в, а, найде, я, С, З, 2, я, не, я, до, С, З, 2, 2, в, а, кр, з, Я, я
хо, 2, я, я, Я, гла, Я, н, я, 2, о, я, Ср, ч, н, я, для, я, кр, з, Я, я, об, а, к, 2, в, н, о, я
Я, в, з, в, з, ю, 2, х, я

Человека знач, 2, ельно, я, я, Со, я, большей, ч, а, Я, я
бе, Я, зна, 2, ельно, я, С, рео, б, р, а, з, о, в, а, я, д, м, л, ю, в, а, р, е, з, з, л, 2, а, 2, е, я
Я, о, е, я, х, о, з, а, й, в, е, н, н, о, я, д, е, я, 2, ельно, Я, я, в, а, о, Я, б, е, н, н, о, Я, я
больш, е, я, з, менен, я, я, Ср, о, з, о, ш, л, я, в, а, Со, Я, м, е, д, н, е, я
де, Я, 2, л, е, 2, я, я, я, С, р, о, д, о, л, ж, а, ю, 2, Я, я, Я, ч, а, Я, Я, 2, 2, я, з, менен, я, я
в, з, а, м, о, Я, в, а, з, а, н, я, я, о, х, в, а, 2, ы, в, а, ю, 2, я, к, а, к, а, Ср, р, о, д, н, з, ю, я, 2, а, к, я, я
о, б, щ, е, Я, в, e, n, n, з, ю, я, е, р, ы, я

таблюдаемые глобальные, з, менен, я, я, е, Я, в, а
о, 2, р, а, ж, e, n, e, я, С, e, р, e, х, о, д, а, я, з, а, я, о, ч, e, н, ь, а, к, о, р, о, 2, к, й, а, С, e, р, o, д, а, я
С, р, o, d, o, л, ж, 2, e, л, н, o, Я, в, o, я, o, k, o, л, o, я, 100–200, я, л, e, 2, я, o, 2, я
Я, в, n, 2, e, л, n, o, я, м, a, л, o, я, н, a, Я, e, л, e, n, n, o, я, я, Я, a, б, o, я, з, м, e, n, e, n, n, o, я
ч, e, л, o, в, e, k, o, м, a, д, m, я, к, a, С, e, р, e, n, a, Я, e, л, e, n, n, o, я, а, n, 2, p, o, c, o, g, e, n, n, o, я
2, p, a, n, Я, o, r, m, p, o, в, a, n, n, o, я, х, k, o, Я, e, p, e, ж, М, e, л, o, в, e, ч, e, Я, в, o, я, 3, ж, e, я, н, e, я
м, o, ж, e, 2, я, С, p, o, d, o, л, ж, a, 2, в, a, 2, 3, я, ж, e, я, Я, p, a, 2, e, g, y, a
б, e, Я, o, n, 2, p, o, л, ь, n, o, g, o, я, я, б, e, з, d, 3, m, n, o, g, o, я, Я, o, л, ь, з, o, в, a, n, я, я
х, k, o, Я, e, p, ы, я, С, o, Я, o, л, ь, k, 3, я, Я, в, z, e, Я, v, z, ю, 2, я, С, p, e, d, e, л, ь, a, e, e, я
З, Я, o, и, ч, в, o, Я, я, в, a, 2, e, ч, e, n, e, я, С, e, р, e, х, o, d, n, o, g, o, я, С, e, р, o, d, a, я, p, e, ч, ь, a
, д, e, 2, я, o, я, в, ы, ж, v, a, n, я, я, ч, e, л, o, в, e, ч, e, Я, o, g, o, я, o, б, щ, e, Я, v, a, : я, л, б, o, я, o, n, o, я
н, a, з, и, 2, Я, я, ж, 2, в, a, С, o, - н, o, в, o, m, 3, я, 2, ж, a, в, a, С, p, e, d, e, л, a, х, a

Справедл, выея цены,я включающ, ея , Яи, Яяемыея , я не, Яи, Яяемыея хколог, чеЖ, еяценноЯ , ;яналог, яная загрязнен, ея окрЗжающейя Яредыя , я , Яользован, ея Ср, родныхя реЯрЯвя , я Я, Яема ж, знеобеЯсечен, я;я , Яользован, ея 2 олькоя Ср, роЯ ая возобнов, мыхя Ср, родныхяреЯрЯвя, ядряh ным, яЯовам, ,якореннойя задачейя хконом, к, я должна Яа2 ья ЗлЗишен, ея качеЯ вая ж, зн, я людей,я доЯ, гаемоея безя дальнейшего роЯ ая обАмая хконом, к, я дая Сереходныйя Сер, одя главная Яра2 ег, яя хконом, к, я должна змен, 2 ьЯяо2 фроЯ аяфразв, 2 , юя

- Технолог, чеЖ, йяСереходяо2 яреЯрЯ-Соглощающ, хя , я загрязняющ, хя 2 ехнолог, йя кя хколог, чеЖ, я благоСр, я2 нымя п бАмя , ЯольЗемыхя реЯрЯвя , я ЯроЯвяо2 ходовявяокрЗжающ,ЗюяЯредЗя2 еЯюяЯвязаня Яи, ЯенноЯ ьюянаЯелен, яя, яегояСо2 реблен, ем,я2 ака ч2 оя Яра2 ег, яя Сереходая должна бы2 ья межд, Яи, Си, нарнойя
- Э2, чеЖ, йя Сереходя кя болеея выЯкомЗя Зровнюя Язна2 ельноЯ , я хколог, чеЯкойя2 , к, я
- Соц, альныйя Сереходя кя болеея Справедл, вомЗя раЯрделен, юяхколог, чеЯ, хя, хконом, чеЯ, хявыгода внЗ2 р, я, ямеждЗянац, ям, я
- h нЯ, 2 Зи, ональныйя Сереходя кя дрЗг, мя - ормамя Зсравлен, яя ная нац, ональномя , я междЗнародномя Зровне,я обеЯсеч, вающ, мя хколог, чеЯЗюя **безоСаЯноЯ ья**

я

Э2 , жомСонен2 ьяЯра2 ег, , яСереходногояСер, одаянея 2 олькоя вза, моЯвязаны,я ноя , я , хя оЯщеЯ влен, ея являе2 Яя необход, мымя ЗЯмов, емя дляя Среодолен, яя глобальногояеохколог, чеЯкогоякр, з, Яяя

теобход, моЮ ья общем, ровых,я глобальных
Сереходныхя СроцеЮбвя бзде2 я ЗЯ л, ва2 ьЯя Соя мерея
Звел, чен, яаян2 роСогеннойя2 ранЯ ормац, , якоЯ ерыя
Пакжея ЗЯ л, 2 Яя , я взя, мозав, Я моЮ ья междЗя
Ю ранам, я таблюдаемаяя вя наЮ оящеея времяя
глобал, зац, яя хконом, к, я 2 акжея Ср, веде2 я кя ещея
большейглобал, зац, , Сроблемяеохколог, , жа

Анал, з, рзяя оЮбенноЮ , я Сереходногоя Сер, ода,я
можная выдел, 2 ья ЯедЗюш, ея оЮовныея Сроблемы,я
вызывающ, ея хколог, чеЮЗю,я Юц, альнЗюя , я
Сол, 2 , чеЮЗюя наСряженноЮ ья , я Ян, жающ, ея Зровенья
хколог, чеЮкойбесоСаЮноЮ , :я

- т Я лен, еаяан2 роСогеннойяянагрЗзк, яаянаяоЮовныея
Я Ю емыхкоЯ еры;я
- дальнейшеея Ян, жен, ея доЮ ЗноЮ , я Ср, родныхя
реЮврЮбвя, яЗЮожнен, еяСроблемя, хя Юользован, я;я
- роЮ я наЮлен, яя разв, вающ, хЯя Ю раня , я егоя
Со2 ребноЮ ей,я Сро, Юодяш, йя ная - онея
Звел, ч, вающейЯя разн, цыя кая вя Зровнея ж, зн, я
разв, 2 ыхя , я разв, вающ, хЯя Ю ран,я 2 ака , я вя
- ак2 , чеЮкомя Со2 реблен, , я , м, я "ЗЯиЗгВя
СредоЮ авляемым, я Я, Ю емам, я ж, знеобеЮсечен, яя
хкоЯ ерыя
- п Сережающ, йя роЮ я наЮлен, яя городов,я нея
ЮСровождающ, йЯяЮо2 ве2 Ю взюш, мяЗвел, чен, емя
ч, Яаяработч, хямеЮ, яСр, яЗхЗдшающемЯяЮЮ оян, , я
качеЮ ваяж, зн, яюдейявюородахя
я

тарядЗяЯглобальнымЗровнемСроблемяеохколог, , ,я
много, ея Юожные,я межд, Ян, Сл, нарныея Сроблемыя
возн, каю2 я ная рег, ональномя Зровнея Кя н, мя можная
о2 неЮ , янаСр, мер,ярад, оак2 , вноеязагрязнен, еязонья

Чернобыля,я деградац,юя АральЖогоя моряя ,я егоя
баЯейна,яЗхЗдшен,еяЯбЯ оян,яялеЯвяюго-воЯ очнойя
Аз, ,я СродолжающееЯя оСЗЯ ын,ван,ея Сахеля,я
хколог,чеЯкоея ЯбЯ оян,ея 2ерр,2ор, ,я добыч,я ,я
2ранЯор2 ,ровк,яне- 2 ,я,ягазаядаСаднойяС,б,р,я,я
СрЯСС,Якя2 ак,хярег,ональныхяСроблемячрезвычайная
вел,кя,аСоЯ оянноЯЯм,рЯе2 Яяя

С2 ра2 ег,яявыходая,зЯглобальноягеохколог,чеЯкогоя
кр,з,Яя,яегоярег,ональныхяСроявлен,йя2 ребЗе2 яея
немедленнойя разрабо2 к,я ,я оЯщеЯ влен,я,я Яя 2 ем,я
ч2 обыя можная былая ЗЯе2 бя вЯ оСределеннойя мерея
Совл,я2 ьянаяСро,Яходящ,еяСереходныеяСроцеЯы,яаянея
бы2 бя,хяСаЯЯ,внымЯВ,де2 елемя

я

я

*IV.ХтеЯцаяяСоЯбноЯ ьяСо2 енци,альнаяемкоЯ ьЧ
2ерр,2ор, ,я*

я

л ожная л,я оСредел,2 ья,каковая Со2 енци,альная
емкоЯ ьям,рая,л,я о2 дельныхя егоя чаЯ ей?я ным,я
Яовам,я Яолькоя людейя Ср,я доЯ а2 очная
Здовле2 вор,2 ельномяЗровнея,хяж,зн,я може2 ябы2 бя
разме? енофям,ре?я

бЯСоя2 , ,яСо2 енци,альнаяемкоЯ ья2ерр,2ор, ,я л,я
ч2 оя 2 оя же,я ея неЯВ? аяя ЯСоЯбноЯ ья (СЯтуиная
СЯрЯcity)можнаяЗЯмо2 ре2 ьяаналог,юяЯва2 ерл,н,ейя
корабляяг ровенья водыянея може2 ябы2 бявышеях2 ояя
л,н, ,я нар,Яваннойя вдолья боковя Ядная бя 2 акомя
ЯЗнаеякорабляяСерегрЗжен,я,ядажеяеЯм,ягрЗзяСоложена
Срав,льно,яВднояСо2 оне2 яя

теЯВ? аяя ЯСоЯбноЯ ья (Со2 енци,альная емкоЯ ьЧ
любойяхколог,чеЯкойя,л,яСр,родно-реЯВрЯнойяЯ,Я емья

-я2 окол, че2 воя2убейярган, змовякакого-л, бояв, да,я
 ко2 орыея мог32 я 32 ойч, воя 2В? е2 вова2 ья
 неоСределенная долгоея времяя Э2 о2 я Соказа2 елья
 може2 ябы2 ьявыражен,янаСр, мер,яч, Яомяо2убейяная
 квадра2 ныйяк, ломе2 ржбяначалеякн, г, ямыяСр, вод, л, я
 Ср, мерял3гая Я коровам, яе гоя не2В? аая 2Со2убно2 ья
 х2 оя 2 акоея макЯ, мальноея кол, че2 воя коров,я Ср, я
 ко2 оромяСрод3к2, вно2 ьял3гая2 ане2 2яСо2 оянной
 неоСределенная долгоея времяя л ья Сол3и, л, я
 однозначныйя2 ве2 яна2 ноЯ, 2 ельнояСро2 ойвоСро2 2я
 воСро2 ья каЯю? , е2 2я людейя , я , хя 2уб? е2 2я
 не2равненная 2можнее,я ноя , я 2я х2 омя 2и3чаея ная
 о2 дельныея воСро2 2я можная Сол3и, 2 ья однозначныея
 о2 ве2 2я таСр, мер,я Ср, я оСределен, , я оС2, мальнойя
 Сло2 но2, я колон, 2 ов,я вновья Ср, бываю? , хя 2я
 2раз, льЯ3юяАмазон, юя, зяболеяна2еленныхярайоноя
 2раз, л, , 2быля32 ановленяСрож, 2 очныйям, н, л3мяная
 человека,2выраженныйявзронеям, н, мальногояме2ячногоя
 С, 2 ан, 2яв, деяуб? егоякол, че2 ваякалор, йя, 2белковогоя
 С, 2 ан, 2я, ая2 акжеянеко2 орогоякол, че2 вая 2вободныхя
 денегя 2 за х2 огоя ра2ме2 а,я , я , 2одяя , зя 2еСен, я
 Слотород, 2яСочвы,яоСределял2яоС2, мальныйяразмеря
 земельногоя2какая2и3и3яна2елен, 2я(Ф)Ферн2идМа
 е2и, я- ак2, че2, 2Сло2 но2 2яколон, 2 овяоказывае2 2я
 2и, шкомявы2убкой,я2 аяч2 оя 2и2ока неявя 2уб оян, , я
 Срокорм, 2 2уба, ваю? 2юе гоя2емью,2 ояра2и, 2 анная
 Со2 енци, альная емко2 2я 2 ерр, 2 ор, , я оказывае2 2я
 завышеннойя

о р, яСод2ичнойяЯ, 2емяземледел, 2ягр3Саялюдейя
 выж, гае2 2и2а2окале2я, я, 2ольззе2 2егоякакаСолеядоя
 2 ехя Сор,я Сокая оноя 2я 2уб оян, , я Срокорм, 2 2я х2 2я
 гр3С3ю о2и2ах2 огояон, 2Сереме? аю2 2яная2ид3ю? , йя

Знаю ок, я где-то в Ян о Серая, я в Со-2 оряе-2 Ян Через
о-Сределенное-я, Яно-ле-2 я(Соря-дкая-20-50-я-ле-2 Чигр-30-Сая
возв-ра? ае-2 Яя-ная, Я-одно-е-я-ме-Я о, я-где-я-зая-х-2 о-я-вре-мя-я
во-Я-анов, л-Я-я-в-зро-Я-ий-я-ле-Я, , я ц, к-ля-Со-2 оряе-2 Ян
о-о-ка-2-е-ле-мя-Со-2 е-н-ц, аль-ной-я-ем-ко-Я, , я 2 е-р-р, 2 о-р, , я
я-в-ляе-2 Яя-ва-х-2 о-мя-Я-и-Зна-е-я-до-Я а-2 оч-ная-3-Я ой-ч, в-ая-я
С-ро-до-л-ж, 2 е-ль-но-Я-ь-я-ц, к-ля-я-ва-го-да-х-я о-р, я-З-в-ел, ч-ен, , я
а-н-2 ро-Со-ген-ной-я на-гр-З-к, я-лю-д, я-вы-н-З-ж-де-ны-я-3-Я-ж-о-р-я-2-ь-я
Я-во-е-я-С-е-ре-ме-? е-н, е-я-Я-ме-Я а-я-на-я-ме-Я о, я-ве-Я-я-ц, к-ля-я
Я-анов, 2 Я-я-в-Я-я-ко-ро-че, я-ая-а-н-2 ро-Со-ген-ная-я на-гр-З-ка-я-в-Я-я
бо-ле-е-я-С-ре-вы-ша-е-2-я-не-Я? З-ю-я-Со-Я-б-но-Я-ь-я-2 е-р-р, 2 о-р, , я
ь-я бо-ле-е-я-Я-о-ж-ных-я-Я-ц, аль-ных-я-Я-2-З-а-ц, я-х-я
Со-2 е-н-ц, аль-ная-я-ем-ко-Я-ь-я-мо-же-2-я-бы-2-ь-я-о-С-ре-де-ле-на-я-ка-ка-я
не-ко-2 о-ро-е, я-зна-ч, 2 е-ль-но-я, з-ме-ня-ю? е-е-Я-я-ч, Я-о-я-лю-де-й, я
на-Я-е-ля-ю? , х-я-дан-н-З-ю-я-2 е-р-р, 2 о-р, ю, я-ко-2 о-ры-е-я-мо-г-3-2, я-ная
о-бо-з-р, мо-е-я-б-З-д-З? е-е, я-Я-х-ра-ня-2-ь-я-дан-ный-я-З-ро-в-ень-я-ж, зн, , я
, Я-о-ль-з-З-я-я, ме-ю? , е-Я-я-С-р, ро-д-ные-я-ре-Я-в-р-Я-ы, я-Я-о, я
2-р-З-до-вы-е-я-на-в-ы-к, , я-б? е-Я-в-ен-ные-я, н-Я, 2-3-2-ь-я, я-обы-ча, я
о-о-ка-2-е-ль-я-Со-2 е-н-ц, аль-ной-я-ем-ко-Я, , я мо-же-2-я
зна-ч, 2 е-ль-но-я ме-ня-2-ь-Я-я-ва-ка-ж-до-й-я-Я-ра-не-я-ва-зав,
Я-мо-Я, , я о-2-я-м-но-г, х-я-С-р, ч, н, я на-С-р, ме-р, я о-2-я
Со-вы-ше-н, я-я-З-ро-ж-ай-но-Я, я-бе-за-Я-и, же-н, я-Со-2 е-н-ц, аль-но-го-я
С-ло-до-ро-д, я-я-С-оч-в, я о-2-я-раз-л, ч, й-я-ва-2-ре-бо-ван, я-х-я-ка
ка-че-Я-в-з-я-ж, зн, я(в-Я-о-м-н, м, я-ч-2 о-я-З-ро-в-ень-я-Со-2 ре-б-лен,
я-я-од-но-го-я-ж, 2 е-ля-я-Ш-вей-ц-ар, , я-Я-о-2-ве-2-Я-в-зе-2-я-З-ро-в-ню-я
Со-2 ре-б-лен, я-я-Я-ро-ка-я-ж, 2 е-ле-й-я-Со-м-ал, Ч-я о-2-я
Я-о-2-но-ше-н, я-я-ры-но-ч-ной-я-х-ко-ном, к, я, , я-х-ко-ном, к, я
на-2-З-ро-об-ме-на, я о-2-я, з-ме-не-н, й-я-го-Я-в-дар-Я-в-ен-ной-я
Со-л, 2, к, , я-о-2-я-в-не-д-ря-е-мы-х-я-2-е-х-но-лог, че-Я-ж, х-я-о-2-к-ры-2, й-я
, я-м-но-г, х-я-др-З-г, х-я-З-Я-ов, й-я-Со-о-2-но-ше-н, е-я-ме-ж-д-З-я
а-н-2 ро-Со-ген-ны-я-да-в-ле-н, е-мя, , я-е-Я-е-Я-в-ен-ной-я
Со-2 е-н-ц, аль-ной-я-ем-ко-Я-ь-я-Я-ра-ны-я-Со-д-в, ж-но; я-о-но-я

може2 я меня2 ьЯя вя зав, Я моЯ , я о2 я , зменен, йя , я
2 ого,я дрзгогоя ак2 ораа

с олланд, я,я наСр, мер,я, мСор2 , рзе2 я знач, 2 ельноея
кол, чеЯ вожорнеСлодовьякаЯва,яамЯн, зя2 роС, чеЯк, хя
Я ранядляякормаяЯко2 ахьяреззль2 а2 ея- ак2 , чеЯкаяя
Со2 енци, альная емкоЯ ья с олланд, , я заме2 ноя
Сревышае2 яеяеЯ еЯ веннЗюянеЯ? ЗюяЯоЯбноЯ ьязая
Яе2 я кака быя ввозая Со2 енци, альнойя емкоЯ , я
2 ерр, 2 ор, , я , зя Я ран-хкЯор2 еровя корнеСлодовья
п браззю? , йЯя вя , збы2 кея навозя Сревышае2 я
Со2 ребноЯ , я ЯельЯкогоя хозяйЯ вая Я раныя вя
орган, чеЯк, хя Здобрен, яхя п ня чаЯ , чная вывоз, 2 Яя вя
ЯбЯдн, ея Я раны,я 2 оя еЯ ья - ак2 , чеЯк, я неЯ? аяя
ЯоЯбноЯ ьяс олланд, , яе? еяболеяЗвел, ч, вае2 ЯяСоя
Яравнен, юя Я ея - ак2 , чеЯкойя Сло? адьюя о ом, моя
кормая дляя Яко2 ая с олланд, яя , мСор2 , рзе2 я 2 акжея
СродовольЯ в, ея, ядревеЯ нЗяе Яи, яЗчеЯ ьяЯммарныйя
обЯмя , мСор2 а,я 2 оя окаже2 Яя,я ч2 оя - ак2 , чеЯк, я
, ЯольЗземаяя зарЗбежнаяя 2 ерр, 2 ор, яя вя 5,6я разая
Сревышае2 я Сло? адья Яи, хя т, дерландовья еЯи, ,я Я
дрзгойя Я ороны,я вычеЯ ья Сло? адь,я , ЯольЗземЗюя вя
т, дерландахя дляя Сро, зводЯ вая хкЯор2 , рЗемыхя
2 оваровяб, олог, чеЯкогояСро, Якожден, я,я2 оя, явах2 омя
ЯиЗчаея оказывае2 Яя,я ч2 оя Я раная , ЯольЗзе2 я зая
Яво, м, яСределаа, я2 ерр, 2 ор, ю,яСревышаю? Зюявя2,2я
разаяб? ЗюяСло? адьят, дерландовья

е ног, еяЯ раныам, разнач, 2 ельноСеренаЯелены,я2 оя
еЯ ьяч, ЯенноЯ ьянаЯелен, яяСревышае2 я , мею? , еЯя
реЯрЯхя н ным, я Яовам, ,я ан2 роСогенноея давлен, ея
Сревышае2 я еЯ еЯ веннЗюя неЯ? Зюя ЯоЯбноЯ ья
2 ерр, 2 ор, , хя Кен, яя вя началея ХХя векая , мелая
наЯелен, еяоколоя2ямлнхачелЯКяначалЗянезав, Я моЯ , я

(1963г) на Ялен, ея 2 раняя 2 аблялоя 9 млн челя
да 2 ема Ср, р%2 я, Яенн%2 , яд%2 , гала3,5%яв%2 2 %
е2 ья ч, Яенн%2 ья 3два, вала 2я зая 20я ле2 2я 2ак, мя
%браз%м,я кя к%нц3я 2х2я века ч, Яенн%2 ья на Ялен, яя
Сревы2 лая 30я м, лл, %н%ва о р, я х2 %мя %н%вныя
Ср, р%дныяре2в2я2 раняя в%н%н%мяземельныя 2зая
2%ме2 , ея Срак2 , че2ж, я нея 3вел, ч, л, 2,я , я не2 я
2мнен, я,я2 %на Ялен, ея 2ен, , ямн%2%Сревышае2 2ея
не2в? 3юя 2%н%н%2 ья С%2 ве2 2 венн%а
3вел, ч, ваю2 2яхк%м%2, че2ж, ея, я2а, альныя Ср%блемыя
(на Ср, мер,я 2кра? ен, ея ле2в,я 3х3дшен, ея Са2 б, ? ,я
деградац, яя Ср, брежн%йяз%ныя нд, й2%2%2еана,я р%2 я
2а, альн%йя на Сряженн%2 , ,я 2взра2 ан, ея
Сре2 3н%2 , яеж Сленныяж%н- л, к2 ья 2р2я

Ч, Яенн%2 ья на Ялен, яя 2англадешя2 абляе2 я 120я
млн челя Ср, я Ср, р%2 ея 2,5я млн челя в%2 о р, я
2временных2 ем Сахяр%2 ая на Ялен, ея 3дб%, 2 2я мереза
30я ле2 ,я х%2 яя 2 раняя Срак2 , че2ж, я нея , мее2 я
2 ерр, 2 %р, , ядлядальнейше2%аза Ялен, яя Ма2 ья людея
2л, 2 2я ная н, зк, хя%2 р%ва хя внешне2%а края дель2 ья
сангая , я 2рама С2 ры,я С%двергаю? , х2я ча2 ымя
нав%днен, ямя 2а мн%2м, Яенным, я чел%вече2ж, м, я
жер2 вам, я 2акя Ср, р%дая нач, нае2 я рег3л, р%ва2 ья
ч, Яенн%2 ья на Ялен, яя С%ж%льк3я 2меняю? , е2я
Срав, 2 ель2 вая х2 %йя 2 раняя нех- - ек2 , вныя в%
решен, , яважнейшейяд%м%2%н%йя Ср%блемыя 2 раняя-я
ея Серена Яленн%2 , ,я, л, я Сревышен, яя С%2 ени, альн%йя
емк%2 , 2ея2 ерр, 2 %р, , я

С2 радан, яя, яг, белья2 2еня2 ы2а чяж, 2 елейя малыхя
2 раня А- р, к, я -я р3андыя , я 2зр3нд, я -я 2 акжея
рез3ль2 а2 я Серена Яленн%2 , я п я Сревышен, , я
ан2 р%С%енн%2%а давлен, яя нады С%2 ени, альн%йя

емк%Д ьюя2 ерр, 2 %р, , я был%а давн%а, звеД н%,ян%а н, я
Срав, 2 ельД ваях2 , хядвзхяД ран,ян, яСрав, 2 ельД вая
какая%Дедн, х,я2 акая, ядалек, хяб%а2 ыхяД ран,ян, яп п тя
нея зделая, я х2 %мзя Терьезн%е%а вн, ман, яя бя х2 , хя
Д ранахя Сревышен, ея ан2 р%С%еенн%е%а давлен, яя нады
еД еД венн%йяС%2 енци, альн%йяемк%Д ьюявыраз, л%Явя
- %рмея кр%б%Ср%л, 2 ныхя к%н- л, к2 %вя междзя двзмая
%н%вным, я Слеменам, ,я х32 зя , я 2 32 Я я Так, мя
%браз%м,я внешн, ея Ср%авлен, яя СеренаЕленн%Д , я
м%е32 яСр, н, ма2 ыразл, чныея- %рмыявязав, Я м%Д , я
%2 янац, %нальн%йябД ан%вк, я

о р, бл, з, 2 ельныея %ценк, я Я%2 н%мен, яя
ан2 р%С%еенн%е%а давлен, яя , я еД еД венн%йя
С%2 енци, альн%йя емк%Д , я (неД? ейя ЯС%Ябн%Д , Ч
2 ерр, 2 %р, , я был, я выС%мненныя 2 акжея , я дляя р%Я , я
(Л%Евя дрхя1993Чя

о л% адьяД раньяЯ%Д авляе2 я17,1ямлнхяквхякмяСр, я
наЕлен, , ,яС%аСереС, Я я1989ягхяравн%мя148ямлнхячел,я
ч2 %аЯ%Д авляе2 я11,6яга/челхябхякачеД веяС%каза2 еляя
ге%хк%л%е, чеЖ%е%а С%2 енци, алая б/ ля Ср, ня2я %б%ля
Серв, чн%йя б, %л%е, чеЖ%йя Ср%дзкц, , я Я ед, н, ц/ я
2 ерр, 2 %р, , я зая г%дхя бя Треднемя дляя 2 ерр, 2 %р, , я
Д ран/ ЯняравеняСр, бл, з, 2 ельн%а20я2 /гахх%дхяП%едая
ная %дн%е%а ж, 2 еляя Ср, х%д, 2 Яя 232я 2 я Серв, чн%йя
б, %л%е, чеЖ%йяСр%дзкц, , хх%дхя20я2 /г=ххя1,6хх=хх232я
2 Чя

С3? еД взе2 я Д =2 , Д , чеЖ, я Ср%веренн%ея Ср=в, л%,я
гл=Я? ее,я ч2 %а еЯ, я вя хк%Я Д емея Ср, я Серех%дея Я
%дн%е%а 2 р% , чеЖ%е%а Зр%вняян=ядр3г%йя, зменен, яявя
С%2 реблен, , я Серв, чн%йя Ср%дзкц, , я н=х%дхя2 Яя вя
Средел=хя %к%л%а 10%,я 2 %а Я Д ем=я Д? еД венн%а нея
, зменяе2 Яя, я%Д =е2 ЯязД %йч, в%йхяСлед%в=2 ельн%,я

в/шея вя 1,7я р=з=,я чемя вел,ч,н=я хк%л%е,чеЖк,я
ЗД %йч, в%е%аС%2 реблен, яя(2,0аг=/челя:я1,16аг=/челя=я
1,7%а

н 2=к,я д=жея для,я к=з=л%Ъя б/ ,я Яр=вн, 2 ельн%а
редк%н=Яленн%йя р%ЯЯ, я вел,ч,н=я С%2 енци, =льн%йя
емк%Д, я 2 ерр, 2 %р, , я%к=з=л=ЪявяЯреднемяменьше,я
чемя =н2 р%С%еенн%ея д=влен,ея ЯЯ%,я ч2 %а дляя
гЗД %н=Яленн/ хя р=й%н%вя х2 %а Срев/ шен, ея н=мн%е%а
б%льше,я ч2 %а Зк=з/ в=е2 я н=я Яерьезн%ея хк%л%е,чеЖк%ея
небл=г%С%мЗч, ея2 , хя2 ерр, 2 %р, йя

п Я%вн/ ея %Я%бенн%Д, я С%ня2 ,яя неЯ? ейя
ЯС%Я%бн%Д, я(С%2 енци, -=льн%йяемк%Д, %ч2 ерр, 2 %р, , я
Я%дя2 ЯяжяЯедЗю? емЗ:я

-ябяСр, менен, , яячел%вечеЖ%мЗя%б? еД взяС%ня2 , ея
неЯ? ейя ЯС%Я%бн%Д, я вя в/ Яшейя Д еСен, я
межд, Я, Сл, н=рн%а

-я п н%а , мее2 я д, н=м, чеЖк, йя х=р=к2 ер,я 2 %а еД бя
, зменяе2 Яя в%а времен,я о р, я х2 %мя м%же2 я
, зменя2 Ъя к=кя =н2 р%С%еенн%ея д=влен,е,я 2 =кя , я
С%2 енци, =льн=яемк%Д ь,вз=, мн%авл, яядрЗгя=дрЗг=я

-я теЯ? =ая ЯС%Я%бн%Д бя %б/ чн%а %Сределяе2 Яя
л, м, 2 , рЗю? , мя =к2 %р%мявя, ЯмедЗем%йяЯ, Д емеявя
Ср%Д %мя ЯиЗч=ея С%ивенн%е%а Сл%д%р%д, я,я н=Ср, мер,я
Я%держ=н, емя%Д ЗСн%е%адляр=Д ен, йя=з%2 =ваС%нвеМя

-я %2 енци, =льн=яемк%Д ья2 ерр, 2 %р, , ям%же2 ф/ 2 бя
Звел,чен=я , л, я Зменьшен=я дея2 ельн%Д ьюя чел%век=я
п д, ня , за СЗ2 ейя кя ея С%в/ шен, юя -я х- - ек2 , вн%ея
, Я%льз%в=н, еяреЯрЯвян=Ср, мер,яСр%, звеД, ф%льшея
2 %в=р%ваСр, яменьшемя, Я%льз%в=н, , яреЯрЯ%вМя

-я б%ЯД =н%влен, ея дегр=д, р%в=вшейя неЯ? ейя
ЯС%Я%бн%Д, я н=мн%е%а Я%жнея , я д%р%же,я чемя ея
Сред%2 вр=? ен, ея

теЯи%2 ряя н=я нев%зм%жн%ЯД ья С%мЗчен, яя
%дн%зн=чн%е%я %2 ве2 =я Ср, я %ценкея еЯ еЯ венн%йя
С%2 енци, =льн%йяемк%ЯД, я2 ерр, 2 %р, , яС%яЯр=венн, юяЯ
=н2 р%С%еенн/ мя д=влен, ем,я к%нцеси, яя неЯВ? ейя
ЯС%Я%бн%ЯД, яявляе2 ЯяС%мезн/ мя, нЯ рЗмен2 %мядляя
%ценк, я хк%м%е, чеЯк%е%я Я%ЯД %ан, яя 2 ерр, 2 %р, йя , я
р=зр=б%2 к, ян=и, %н=льн/ хяЯ р=2 ег, йяр=зв, 2 , яя

е? ея б%меея Яи%жнея в%Ср%Яя %ценк, я Я%2 н%мен, яя
=н2 р%С%еенн%е%ад=влен, яя, янеЯВ? ейяЯС%Я%бн%ЯД, ядляя
м, р=я вя цел%мхя б%я мн%е%мхя %2 ве2 я з=в, Я 2 я %2 я
жел=ем%е%я Зр%вняя бл=г%Я%ЯД %ан, яя людейя к=кя вя
Яреднемядяям, р=, я2 =кя, яС%я%2 дельн/ мярег, %н=мя л, я
Я р=н=мхя ЯЯ%,я ч2 %я реЯВрЯ%вя демл, я Зжея Яйч=Я
нед%ЯД =2 %нн%адляя2 %е%,яи2 %б/ яи=2 ер, =льн/ йяЗр%венья
ж, зн, явЯхялюдейяЯ%2 ве2 Я в%в=ляб/ яЯ%временн%мЗя
Я =нд=р2 Зар=зв, 2 / хяЯ р=н,я, яЯх2 %йя2 %ик, азрен, яя
=н2 р%С%еенн%ея д=влен, ея Зжея СреВ/ Я л%я
С%2 енци, =льнЗюямк%ЯД ьяжк%Я ер/ хя

Ся дрЗг%йя ЯД %р%н/ ,я дляя %беЯСечен, яя м, н, м=льн%я
н, зк%е%я Зр%вняяж, зн, я(ч2 %б/ яедв=яв/ ж, 2 ьчянеЯВ? =яя
ЯС%Я%бн%ЯД ьядемл, яе? еянеяд%ЯД, гнЗ2 =хСЗ? еЯ вЗе2 ,я
р=зЗмее2 Яя,ямн%е%яСр%межЗ2 %нн/ хяв=р, =н2 %вямеждЗя
х2 , м, ядВЗмяжр=йн, м, яЯ 2 З=и, ям, я

о редельн=аяеЯ еЯ венн=аяС%2 енци, =льн=аяемк%ЯД ья
хк%Я ер/ я бЗде2 я %Сределя2 ьЯя,я С%в, д, м%мЗ,я нея
к%мСлекЯ%мхя - =к2 %р%в,я =я Як%реея %дн, м-двЗмяя
л, м, 2 , рЗю? , м, ,яСр, чемяЯйч=Янев%зм%жн%яЯк=з=2 ь,я
к=к, ея , зя - =к2 %р%вхя Сред%Сределя2 я в%зм%жнЗюя
дегр=д=и, юя хк%Я ер/ :я де- , и, 2 я в%дн/ хя реЯВрЯ%в,я
Ср%д%б%мьЯД в, я,я р=Я=дя %з%н%б%е%я Яи%ая , я 2 дхя , л, я
н%б/ й,яС%к=яе? еянед%ЯД =2 %нн%аСр%яв, виш, йЯя- =к2 %рхя
тек%2 %р%еявремяя2 %мЗян=з=дя2 =к, мяи, м, 2 , рЗю? , мя

- =к2%р%мя к=з=л%Ъя %ж, д=ем%ея , Я%? ен, ея
м, нер=льн/ хяреЯрЯ%вяне- 2 , ,яек%2%р/ хяме2=лл%ва я
Ср%мя з=2емя гл=вн%йя Ср%блем%йя к=з=л=Ъя
нев%зм%жн%Я вь Ср%к%рм, 2 вь р=Я 3? ея н=Ялен, ея
м, р=,я з=2емя вн, м=н, ея Ср, влекл, я Ср%блем/ я
С%ел%? ен, яя%2 х%д%вядея2 ельн%Я , ячел%век=я(%2 х%д/ я
хнерге2 , к, ,я р=зме? ен, ея ЯВ=л%ка , я меЯ я хр=нен, яя
2%кЯ чн/ хя%2 х%д%вМа Сейч=Ян=яСерв/ йяСл=няв/ х%дя2 я
Ср%блем/ ян=р3шен, яяЯ р3к2 3р/ я, яреж, м=ахк%Я ер/ я
(н=р3шен, яя вь Я Я емея Ср%д3ки, , -деЯ р3ки, , я
%рг=н, чеЯк%е%ка ве? еЯ в=,я 3Я лен, ея С=рн, к%б%е%ка
х- - ек2=,ян=р3шен, еяб, %е%х, м, чеЯк, хяц, кл%ва, яСр%мя
о р, ях2%мян, я%д, ня, зя3С%мян32 / хяв%Ср%Я%вянеяЯя2 , я
2=ка ч2%я Я еСенья Ял%жн%Я , я Ср%блемя хк%Я ер/ я
С%Я %анн%взвел, ч, в=е2 Яяя

я

я

П%х%элемен2/ ЯЯ р=2 ег, , Я/ ж, в=н, яяел%вечеЯ в=я

я

л / яЯ =н%в, мЯяЯВ, де2 елям, я2 %е%,як=кянеСрер/ вн%ка
р=Я 3? , ея р=змер/ ягл%б=льн%йя хк%н%м, к, ян=ч, н=ю2 я
Ср%в%Я%д, 2 вь реЯрЯ/ е,я в%ЯЯ =н%в, 2 ельн/ ея , я
=ЯЯ м, ляц, %нн/ ея в%зм%жн%Я , а хк%Я ер/ хяе Ял, ям, ра
%Я =в, 2 вьбезя, зменен, йяЯ р=2 ег, чеЯк%е%ках=р=к2 ер=,я
2%а хк%н%м, к=,я ЯедЗаяз=д=чея ЯВ%ег%як%л, чеЯ венн%е%ка
р%Я =,я б3де2 я Ср%д%лж=2 вь в%ка в%я 3Я л, в=ю? ейЯя
Я еСен, я р=зр3ш=2 вь %н%вн/ ея ЯВ%йЯ в=я хк%Я ер/ ,я
2=к, еяк=ка ЯС%Я%бн%Я вь в%Яр%, зв%д, 2 вь в%з%бн%в, м/ ея
реЯрЯ ,я ЯС%Я%бн%Я вь в%ЯЯ =н=вл, в=2 вь , Як%дн%ея
Я%Я %ан, ея Ср, р%д/ ,я ЯС%Я%бн%Я вь С%ел%? =2 вь , я
Серер=б=2 / в=2 вьз=гразнен, яя

те%бх%д, м=я Р р=2 ег, яя в/ х%д=я , зя гл%б=льн%е%я
ге%хк%л%е, чеЖ%е%я кр, з, Я=,я к%2 %р3юя м%жн%я н=зв=2 ья
Р р=2 ег, ейяв/ ж, в=н, яячел%вечеР в=яэлемен2 / ях2 %йя
Р р=2 ег, , я%бЯжд=ю2 ЯяваС%МеднееядеЯ2 , ле2 , еян=я
мн%е%и, Яенн/ хя Я%ве? =н, ахя , я ва нея менеея
мн%е%и, Яенн/ хя СЗбл, к=ц, ахя б%льш%е%я ч, Яи=я
з=, н2 ереЯ%в=нн/ хя л, ця (СредР =в, 2 елейя
еР еР венн/ хя , я %б? еР венн/ хя н=Зк,я - , л%Я% %в,я
С%л, 2 , к%в,я %б? еР венн/ хя дея2 елейя , я Ср%ма
б/ дв, г=е2 Яя мн%е%я Ср%2 , в%реч, в/ хя , л, я
м=л%б%Ян%в=нн/ хя Средл%жен, йя , я рек%менд=ц, йя
п дн=к%я в/ р, Я%в/ в=ю2 Яя , я %Ян%вн/ ея чер2 / я
не%бх%д, м%йя Р р=2 ег, , я с л=вн/ ея ея к%мС%нен2 / я
Мед3ю? , е:я

1ю р%, зв%д, 2 ьяб%льше,я, Я%льз3яменьшеяреЯрЯ%в,я, я
хнерг, , ян=яд, н, ц3яСр%дЗки, , яС%ЯредР в%м%С%в/ шен, яя
х- - ек2 , вн%Р , я Ср%, зв%дР в=,я Я%хр=нен, яя
в%з%бн%в, м/ хяреЯрЯ%в,я2 ехн%л%е, чеЖ, хян%в%введен, й,я
32 , л, з=ц, , Я%2 х%д%в,я, Ср%я

Плехн, чеЖ, йяСр%ереЯ,як=кям/ язн=ем,яя2 %ан=, б%леея
г, бк, йя, яб/ Р р/ йямех=н, змяЗСр=влен, яяЯ%Р %ан, емя
хк%Я ер/ ят=, б%льш, хяЗРех%в%я%бл=Р , я Ян, жен, яя
в%здейР в, йя 2 ехн%л%е, , я н=я Я%Р %ан, ея хк%Я ер/ я
д%б, л, Яя р=зв, 2 / ея Р р=н/ ,я в%я%Ябенн%Р , я ЯС%н, я,я
Ср%, зв%д? =аян=я81%яб%льшеяСр%дЗки, , ,яч.мяя1973ягхя
Ср, я не, змен%мя к%л, чеР вея , Я%льзЗем%йя хнерг, , я
с рЗС=я в, дн/ хя Ясец, =л, Р %в,я , дейн%я %б%д, няем/ хя
С%ЯредР в%м%я h нР , 2 32 =я бЗСер2 =лья (WфрегР%я
Ins%б%уя в%я серм=н, , я Средл=г=е2 я в%я к=чеР вея
д%лг%Я%н%йя цел, я деЯ2 , кр=2 н%ея Звел, чен, ея
Ср%, зв%дР в=я Ср, я Я%хр=нен, , я Я%временн%е%я Зр%вняя
, Я%льз%в=н, яяреЯрЯ%в%ю р%, зв%д, м/ йяд%С%лн, 2 ельн%я

Ср%дЗк2 я МедЗе2 я гл=вн/ мя %бр=з%мя н=Ср=в, 2 ья н=я
С%в/ шен, еяр%вняж, зн, яяр=зв, в=ю? , хЯяЯ р=н=хха

2я С%кр=? =2 ья =я з=2 емя , я %Я =н%в, 2 ья р%Я я
н=Ялен, яя д лая х2 %е%а не%бх%д, м%,я ч2 %б/ я
р=зв, в=ю? , еЯя Я р=н/ я Ян, з, л, я Ср, р%Я я Я%е%а
н=Ялен, яад%яр%вняяр=зв, 2 / хяЯ р=ня неаб%леея0,5%яв
г%д я л, янеаб%леея2,0-2,1де2 ейяж=жд%йяЯемь%а

3я ья Яи%ахя %б? еЯ в=,я , мею? , хя в/ Я%к, ея д%х%д/ ,я
Сре, мЗ? еЯ венн%а в я р=зв, 2 / хя Я р=н=х,я Я%кр=? =2 ья
2 =кжея Я%2 реблен, ея

Херм=ня дейл, я (СИАЧя %д, ня , зя л, дер%ва н%б%е%а
н=Зн%е%а н=Ср=влен, я,я хк%л%е, чеЯ%йя хк%н%м, к, ,я
Средл=г=е2 я (1996я гж Я%ел=Я 2 ьяЯя Яя введен, емя
Средельн%е%а м=кЯ м=льн%е%а, ям, н, м=льн%е%а д%х%д=я
С%ел=Ян%а дейл, я м, н, мЗмя д%х%д=я д%лжена б/ 2 ья
%Сределена , Я%дая , зя р=зЗмн/ хя С%2 ребн%Я ейя в я
С, 2 =н, , я%дежде,яж, л, ? ея, яЗд%вле2 Я%рен, яя%Ян%вн/ хя
нЗжда в я %бр=з%в=н, , я , я мед, ц, нЯ%йя С%м%а , я
л =кЯ мЗмяд%лженаб/ 2 ьяЗЯ =н%вленак=кяС%к=з=2 ель,я
кр=2 н/ йя м, н, м=льн%мЗ:я дейл, я Средл=г=е2 я
к%х- - , ц, ен2,я р=вн/ йя 10я , л, я 20я Э2 =я деЯ2 , -
дв=дц=2 , кр=2 н=ая р=зн, ц=я в я д%х%д=хя СредС%л=г=е2 я
2 =кжея , я в%зн=гр=жден, ея з=я , н2 еллек2 З=льн/ ея , л, я
Ср% еЯЯ %н=льн/ еяЯ%Я%бн%Я , я, яд%Я , жен, я,я2 =кжея
к=кя, яз=я, н, ц, =2 , вЗя, я СредСр, , мч, в%Я ьяЯ%е,як2 %а
%а З? =ю2 я не%бх%д, м%Я в я в я е? ея б%льшема д%х%де,я
вер%а2 н%,янЗжд=ю2 Яянеявяденьг=х,я=явб%лееяв/ Я%к%йя
%б? еЯ венн%йя%ценкеят%авях2 %мяЯиЗч=еячрезмерн%е,я
н=яС%к=з,Я%2 реблен, е,як=ках2 %аЯиЗч=е2 ЯяЯйч=ЯавЯя
жеянеявляе2 ЯяС%к=з=2 елемяЗ%ех=ха

4я п беЯеч, 2 ья Серер=Яределен, ея ж, зненн/ хя бл=га
(включ=ая хк%л%е, чеЯ, ея ЗЯиЗг, Чя междЗя 2 ем, ,я к2 %а

С%2 ребляе2 яИ, шк%мям=л%,я, я2 ем, ,як2 %аС%2 ребляе2 я
И, шк%мяин%е%хх

бя м, рея ЯВ? еЯ в3е2 я 358я м, лл, =рдер%ва (1997я гЖя
Я%б%кЗн%ея б%е=2 Я в%а к%2 %р/ хя р=вн%а вЯемЗя
, мЗ? еЯ в3я н=, б%леея бедн/ хя 45%я н=Ялен, яя м, р=я
нн/ м, я И%в=м, ,я б%е=2 Я в%а 358я чел%века р=вн%а
б%е=2 Я в3я 2,5я м, лл, =рд%ва людейя П=к%ея
р=Ясределен, ея нен%рм=льн%,я , я %н%а %2 р, ц=2 ельн%а
вл, яе2 ян=яЯ%Я %ан, еяхк%Я ер/ яо %к%йн/ йяСремьер-
м, н, Я рях нд, , ,я нд, р=яс =нд, аЯк=з=л=,яи2 %абедн%Я вь
х2 %а н=, хЗдш=ая - %рм=я з=гразнен, яя %крЗж=ю? ейя
Яред/ хх

п дн=к%а вь х2 %мя хлемен2 ея Я р=2 ег, , я з=л%жен=я
%С=Ян%Я вь %ЯВ? еЯ влен, яя С%л, 2, к, ,я %2 я к%2 %р%йя
н=ш=я Я р=н=я Зшл=я С%Яея 70я ле2 я , ЯС/ 2 =н, й,я
Я%Ср%б%жд=вш, хЯядеЯ2 к=м, ям, лл, %н%ваС%еЗбленн/ хя
ж, знейяИ яЯйч=Яе? еяр%ЯЯ, яяС%лн%Я ьюянеяЗшл=я%2 я
ЯВ%ег%а2 яжел%е%ан=Яед, яя

о %м, м%а внЗ2 р, н=ц, %н=льн%е%а , мЗ? еЯ венн%е%а
нер=венЯ в=,я ЯВ? еЯ в3е2 я , я Звел, ч, в=е2 Яяя р=зр/ вь
междЗя р=зв, в=ю? , м, Яяя , я р=зв, 2 / м, я Я р=н=м, я
С%2 ве2 Я венн%а , я Ср, %р, 2 е2 н/ ея Я р=2 ег, , я х2 , хя
двЗхярЗСаЯ р=няр=зл, ч=ю2 Яяя

5хх ерей2 , Я%2 яЯвременн%йяЯ р=2 ег, , аяк%н%м, к, ,яв
к%2 %р%йя д%Я , жен, яя %цен, в=ю2 Яяя С%а С%к=з=2 елямя
к%л, чеЯ венн%е%ахк%н%м, чеЯж%е%ар%Я =я(н=Ср, мер,яС%а
вел, ч, нея в=л%б%е%а н=ц, %н=льн%е%а Ср%дЗк2 =Чя кя
Я р=2 ег, , я р=зв, 2, яя С%а С%к=з=2 елям,я
х=р=к2 ер, зЗю? , мя, зменен, аяк=чеЯ в=ах, зн, ялюдейя

бяС%ЯеднемяИЗч=еям=Яи2 =б/ аяк%н%м, к, яд%лжн/ я
в/ держ, в=2 ьЯявяЯ%2 ве2 Я в, , яЯв%ЯЯ =н%в, 2 ельн%йя
, я=Я, м, ля2 , вн%йяС%Я%бн%Я ьюягл%б=льн/ хяЯ, Я емя

ж, зне%беЯечен, яхбя2 %ажеявремяЯмедзе2 яСр, зн=2 бя
дляя р=зв, в=ю? , хЯя Я р=ня Ср=в%а , я не%бх%д, м%Я в
Ямед%в=2 ьякЗрЯян=язвел, чен, еяСр%, зв%дЯ в=, я2 %аеЯ бя
н=я Ср%д%мжен, ея к%м, чеЯ венн%е%а хк%н%м, чеЯ%е%а
р%Я =, ях%2 яяС%ня2 н%, я2 %ах2 %аСр, веде2 якяЗхЗдшен, юя
Я%Я %ан, аяк%Я ер/ хя

К=жд/ йя , за Сереч, Яенн/ хя Сзнк2 %ва Я р=2 ег, , я н=я
Серв/ йя взглядя нея н=х%д, 2 Яя вя Я%2 ве2 Я в, , я Я
ЗЯ =н%в, вш, мЯя С%рядк%мля ве? ейя , я д=жея
Ср%2 , в%реч, 2 яздр=в%мЗяЯм/ ЯиЗхЯЯпребЗю2 Яяб%льш, ея
ЗЯ л, яядляя2 %е%, я2 %б/ яС%ня2 ьяне%бх%д, м%Я вяЯ %алья
глЗб%ж, хя Серемня, яг%р=зд%а больш, ея ЗЯ л, яядляя, хя
%ЯВ? еЯ влен, яяд ляяСр=в, 2 ельЯ вавЯхяЯ р=ням, р=я
не%бх%д, м%аС%н, м=н, ея2 %е%, я2 %ах2 , аСеремн/ янЗжн/ я
вЯмЗя чел%вечеЯ вЗ, я ч2 %а вя Я 2 З=ц, , я
нек%н2 р%м, рзем%е%а гл%б=льн%е%а ге%хк%м%е, чеЯ%е%а
кр, з, Яя С%бед, вш, хя нея бЗде2 , я бЗдЗ2 я 2 %льк%а
С%бежденн/ ехя

я

я

Яу%хо %на2, еяЗЯ %йч, в%е%ар=зв, 2, яя

я

н ЯмедЗяя Я р=2 ег, юя вз=, м%2 н%шен, йя междЗя
%крЗж=ю? ейя Яред%йя , я р=зв, 2, е.м.я К%м, ЯЯ яя
БрЗн2 л=ндя ввел=я вя ш, р%к%ея ЗС%2 реблен, ея 2 ерм, ня
" ЗЯ %йч, в%еяр=зв, 2, еВяЭ2 %2 я2 ерм, няб/ ля, звеЯ еня, я
р=нее, ян%а, ЯС%льз%в=лЯя2 %льк%а Яец, =л, Я =м, хя о %а
%Сределен, юяК%м, ЯЯ , , а"т Я %йч, в%еяр=зв, 2, ея-ях2 %а
2 =к%ея р=зв, 2, е, я к%2 %р%ея Зд%вле2 в%ряе2 я
С%2 ребн%Я, ян=Я %а? ег%авремен, , ян%анеяЯ =в, 2 яС%дя
Згр%зЗяЯС%Ябн%Я ьябЗдЗ? , хяС%к%лен, йяЗд%вле2 в%ря2 бя
ЯВ%, аЯбЯ венн/ еяС%2 ребн%Я, Вя

Э2 %а веЪм=а емк%ея %Сределен, ея %ненья Яи%жн%е%а , я
к%мСлекЯи%е%а Ср%цеЯЪ=я включ=е2 я ва Яебая неЯ%льк%а
С%ня2 , йя Э2 %а Среждея вЪег%а С%ня2 , е,я к=Ъю? ееЯя
, н2 ереЯ%ва неЯ%льк, хя С%к%лен, йя , я не%бх%д, м%Я , я
Зд%вле2 в%рен, яя , хя нЗжда ва Яяз, я Яа дея2 ельн%Я ьюя
2 екЗ? ег%а С%к%лен, яя Э2 %а 2=кжея С%ня2 , ея
С%2 ребн%Я ейя, я, хяЗд%вле2 в%рен, я,яСр, яв%зн, к=ю? емя
Яр=ззя жея в%Ср%Я,я к=к, мя %бр=з%мя ЗЯ =н%в, 2 ья
С%2 ребн%Я , хя

ья %Сределен, , я ЗЯ %йч, в%е%а р=зв, 2 , я,я д=нн%мя
К%м, ЯА ейя ЪрЗн2 л=нд,я нея ЗЯ =н%влен/ я р=зл, ч, яя
междЗяСр, нц, С, =льн%ар=зн/ м, яС%ня2 , ям, ар=зв, 2 , яя, я
р%Я =хя ья 2 %а времяя к=кя р=зв, 2 , ея д%лжн%а
Ср%д%лж=2 ьяЯяне%Сределенн%а д%лг%ея времяя для вЪехя
н=р%д%ва , я Я р=ня м, р=,я в=л%в%йя р%Я я %ер=н, ченя
С%2 енци, =льн%йя емк%Я ьюя хк%Я ер/ , я , л, я жея ея
ЯС%Я%бн%Я ьюя кя =ЯА м, ляц, , я з=грязн, 2 елейя , я
регенер=ц, , яЯ, Я емая, зне%беЯСечен, яхп дн, мяЯи%в%м,я
%Сределен, ея нея вС%лнея Я%вершенн%а , я в/ з/ в=е2 я
зн=ч, 2 ельн/ ея рЗдн%Я , вья ЯС%льз%в=н, , хя

теЯи%2 рая н=я 2 %,я ч2 %а %Сределен, ея ЗЯ %йч, в%е%а
р=зв, 2 , я,яд=нн%еяК%м, ЯА ейяЪрЗн2 л=нд,я- =к2 , чеЯ, я
Ср, ня2 %а Я р=н=м, -член=м, я п п т,я , я не%2 л%жн%Я ья
Серех%д=якяЯ р=2 ег, , яЗЯ %йч, в%е%ар=зв, 2 , яя2 =кжея
Ср, зн=н=я н=я межг%вд=рЯ венн%мя Зр%вне,я
Ср=в, 2 ельЯ в=,я %рг=н, з=ц, , я , я Яец, =л, Я / я
н=х%д%2 ЯяСередявЪеяе? еянеяЯи/ м, яв%Ср%Я=м, :яЧ2 %а
2 =к%еяЗЯ %йч, в%еар=зв, 2 , е,я, яч2 %а%н%а%зн=ч=е2 ядля
Я р=н/ ,яееярег, %н=я, л, яЯек2 %р=ахк%н%м, к, ,я, як=к%в/ я
д%лжн/ хб/ 2 ьяЯ%2 ве2 Я взю? , еяЯ р=2 ег, , яСерех%д=?я

д лаяр%ЯА , яд%С%мн, 2 ельн/ еяЯи%жн%Я , вья р=к2 %вкея
%Сределен, яяЗЯ %йч, в%е%ар=зв, 2 , яявн%Я, 2 яСерев%д%Я

=нгл, йЖ%е%ааз/ к=,ян=ж%2 %р%м%б/ л%б/ С%мнен%р, г, н=ля
%2 че2 =я К%м, ЯА, я БрЗн2 л=нд%я Англ, йЖ%мЗя Яи%вЗя
"с%б%п%б%е%в%я в% р=жен, , я"с%б%п%б%е%я develop%т%е%п%
("З%Д%й%ч, в%е%я р=зв, 2, е%В%не2 я2 %мн%е%а х%к%в, в=лен2 =ява
рЗ%Ж%м%я%з/ к%е%ж%о %м, м%я%н=, б%м%е%е%я%б%л, з%к%е%%,я%н%я%в%Я%я%ж%е%я
Ср, б%л, з, 2 е%л%н%е%%я Я%2 в%е2 Д%в, я%я Яи%в=я"З%Д%й%ч, в/ й%В%
=нгл, йЖ%мЗя "с%б%п%б%е%в%я б%л, з%к, я 2 =к%ж%е%я 2 =к, е%я
Ср, л=г=2 е%л%н/ е%я к=к%я "С%д%д%ер%ж, в=ем/ й%В%я
"Б%л=н%Я, р%в=н%н/ й%В%я "р=в%н%в%е%Я%н/ й%В%я =я 2 =к%ж%е%я
в/ р=жен, е%я ЯС%Я%б%н/ й%яС%д%д%ер%ж, в=2 я%яВ%е%яЯ%б%Д%в%ен%н%е%я
З%Д%й%ч, в%е%яЯ%Д%%я%н, е%В%аС%л%едЗ%е2 я%Ж%=з=2 ь,я%2 %я, я%я%р%я%д%е%я
д%рЗ%г, х%я%з/ к%в%я%н=Ср, м%ер,я%в%я, ЯС%=н%Я%м%я, я р=н%ц%З%З%Я%м%Ч%
в%Д% р%е%ч=ю2 Я%я%н=л%е, ч%н/ е%я2 рЗ%д%н%Д% , я%б%С%ер%е%в%д%м%я

б%я Я%в%я%з, я Я%я 2 рЗ%д%н%Д% я%м, я %С%р%е%д%е%л%е%н, я%я С%н%я2, я%я
З%Д%й%ч, в%е%я р=зв, 2, я%я в%з%н, к%л%я , я С%р%д%м%ж%=е2 я
в%з%н, к=2 я%м%н%е%я%д%рЗ%г, х%я%С%р%е%д%е%л%е%н, й%я

Кр=2 ч=й%ш%е%е,я%н%я%н%е%н%я%е%м%к%е%я, яЗ%д=ч%н%е%я%С%р%е%д%е%л%е%н, е%я
С%р%е%д%л=г=е2 я%С%х%я%д%ей%л, я(1990Ч%я"г Д%й%ч, в%е%я р=зв, 2, е%я
х2 %я%р=зв, 2, е%я%б%е%з%я%р%Д% =В%я%п%д%н=к%я%х2 %я%С%р%е%д%е%л%е%н, е%я%н%е%я
С%д%ч%ер%к, в=е2 я%б%А%к2, в%нЗ%ю%я%н%е%б%х%д, м%Д% я%яС%в% ш%ен, я%я
З%р%в%н%я%я ж, з%н, я н=Я%ел%н, я%я р=зв, в=ю? , х%Я%я Д%р=н%я
С%Я%р%е%д%Д% в%м%я Я%2 в%е2 Д%вЗ%ю? е%г%я х%к%н%м, ч%е%Ж%е%я
р%Д% =я%д%рЗ%г%е%я%С%р%е%д%е%л%е%н, е%я%д=н%н%е%я%д%ей%л, я(1992я%г%Я%я
Я%е%дЗ%ю? е%е:я "С%я, =л%н%я З%Д%й%ч, в%е%я р=зв, 2, е%я Ср, я
к%2 %р%м%я в=л%в%й%я х%к%н%м, ч%е%Ж%, й%я р%Д% я н%е%я д%м%ж%е%н%я
в/ х%д, 2 я%з=я С%р%е%д%ел/ я%н%е%Я? е%й%я ЯС%Я%б%н%Д%, я Я, Д%е%я
ж, з%н%е%б%е%Я%е%ч%ен, яВ%я С%2 в%е2 Д%в%ен%н%я Я%Д%%я%н, е%я
н%еЗ%Д%й%ч, в%Д%, я р=зв, 2, я%я Я%в%я%з=н%я Я%я С%р%е%в/ ш%ен, е%я
в=л%в%е%я%х%к%н%м, ч%е%Ж%е%я%я%р%Д% =я%н=д%яС%2 е%н%ц, =л%н/ м, я
в%з%м%ж%н%Д% я%м, я%к%Я% е%р/ я%я

б%я Я%в%м%е%Д%н%м%я С%р%е%р=м%м%н%м%я д%ж%З%м%ен2 е%я
о р%е%р=м%м/ я п п т%я С%я %к%рЗ%ж=ю? е%й%я Я%р%е%д%е%я (Ю%т%е% о Ч%я

бЯм, рн%е%а Я%оз=а %хр=н/ а Ср, р%д/ а (l Cп o Чa , а
бЯм, рн%е%а Ф%нд=а %хр=н/ а Ср, р%д/ а (bбФЧa
н=з/ в=ем%мa "бa з=б%2ea %a гeмлeя C2p=2eg, aя
3ЯД %йч, в%ЯД , аж, зн, Вa(1991aгЖaСр, в%д, 2 ЯaяЯeд3ю? eea
%Cpeдeлeн, e:a "г ЯД %йч, в%ea p=зв, 2 , ea x2%a 2=к%ea
3л3ишeн, eяк=чeЯД в=аж, зн, aлюдeй, aк%2 %p%eaЯ%хр=нaе2 a
C%2eнц, =льн3юa eмк%ЯД бa хк%л%e, чeЖ, хa Я, ЯД eм, a
%бeЯДeч, в=ю? , хaж, знbВa

бa Я%2 вe2 ЯД в, , a Яa x2 , мa д%к3мeн2%м, a Ср, нц, C/ a
3ЯД %йч, в%e%ap=зв, 2 , aяз=ключ=ю2 ЯaяaЯeд3ю? eмa(C%a
"CЯingaЖaФeяEЯФBяЯд%C%лнeн, aм, я=в2 %p=Чa

1я б%здeйЯД в, ea чeл%вeк=a н=a хк%Я eр3a нeя д%лжн%a
Cpeв/ ш=2 б%eяC%2eнц, =льн3юaемк%ЯД бa

2яC%хр=нeн, eяб%з%бн%в, м/ хapeЯBpЯ%в:a

=Чa C%хр=нeн, ea %Ян%вн/ хa Cp%цeЯ%вa хк%Я eр/ a
(б, %e%х, м, -чeЖ, хa ц, кл%в, a г, дp%л%e, чeЖ%e%a ц, кл, =a
кл, м=2 , чeЖ%йaЯ, ЯД eм/ , aCp%цeЯ%вaC%мв%бp=з%в=н, aя
, aдрЖa

бЧaC%хр=нeн, eяб, %л%e, чeЖ%e%ap=зн%бp=з, aя

бЧa h Я%льз%в=н, ea в%з%бн%в, м/ хa peЯBpЯ%вa вa
Cpeдeл=хa хaCp, p%ЯД =a

3я p=Я%д%в=н, ea нeв%з%бн%в, м/ хa peЯBpЯ%вa нeя
Cpeв/ ш=ю? eeaЯ%p%ЯД бaЯ%зд=н, aя, хaз=мeн, 2 eлeй, aЯa
C%Яeд3ю? , мa Cpeкp=? eн, eмa , Я%льз%в=н, aя
нeв%з%бн%в, м/ хapeЯBpЯ%вa

4яC Cp=вeдл, в%eaр=ЯCpeдeлeн, eяв/ г%дa%2 a, aз=2 p=2 a
н=a Cp, p%д%C%льз%в=н, ea к=кa вн32 p, a ЯД p=н, a 2=кa , a
мeжд3aЯД p=н=м, a

5я бнeдрeн, ea б%лeea x- - eк2 , вн/ хa 2 eхн%л%e, йa вa
Cp%м/ шлeнн%ЯД , aЯeльЯ%мaх%зaйЯД вe, aхнeргe2 , кeя, a
Cpя

бх н Я%льз%в=н, ея хк%н%м, чеЖ, хя , нЯ рЗмен2%в,я
Зч, 2 / в=ю? , хя хк%л%е, чеЖ, ея ценн%Я , ,я ч=Я%а неа
в/ р=ж=ем/ еж%л, чеЯ венн%я

7хя С%вершенЯ в%в=н, ея ЗСр=влен, яя
Ср, р%д%С%льз%в=н, ем:я

=М р=зв, 2 , ея Я%2 ве2 Я взю? ейя Я, Я ем/ я
з=к%н%д=2 ельЯ в=я

бМ d%лг%Яр%н%ея (СерЯек2 , вн%М Сл=н, р%в=н, е,я
включ=ю? ея, Я%Ср%Я яхк%л%е, , хя

вМ След%в=н, ея Ср, нц, СЗя "Средв, де2 ья , я
Сред%2 вр=? =2 ьЯя=янея" ре=г, р%в=2 ья, я, ЯСр=вля2 ьЯя
Я%2 ве2 Я в, , я Я х2 , м,я введен, ея г%Вд=рЯ венн%я
Я, Я ем/ яхк%л%е, чеЖ%яяхк%Сер2 , з/ я(Я%бяз=2 ельн/ мя
Зч=Я , емя %б? еЯ венн%Я , Чя включ=ю? ейя %ценкЗя
в%здейЯ в, яСр%ек2 %ван=ЯкрЗж=ю? ЗюЯредЗя

гМ пченья в/ Я%к%ея С%л%жен, ея вя Я, Я емея
г%Вд=рЯ венн%я вл=Я , я , я Я %лья жея зн=ч, 2 ельн/ ея
в%зм%жн%Я , я %рг=н, з=ц, , я (м, н, ЯерЯ в=,я
вед%мЯ в=Мя%2 вец=ю? ейяз=Я%Ср%Я яхк%л%е, , ,я, ял, ц=,я
ееЯ%згл=вляю? ег%я

8хя р=зв, 2 , ея м%р=льн%-х2 , чеЖ, хя - =к2 %р%ва , я
Ср, нц, С%в:я

=МЯ%рм, р%в=н, ея2 , к, ЯЯЯ%йч, в%е%ар=зв, 2 , яя

бМ С%вершенЯ в%в=н, еяхк%л%е, чеЖ%е%а%бр=з%в=н, яя
н=ЯЯхЯЗр%вняхя

вМ з креСлен, ея 2 р=д, ц, йя %б? еЯ венн%е%а
хк%л%е, чеЖ%е%а%м%Язн=н, яя

я

БрЗн2 л=ндя, яеяк%ллег, Я%аК%м, ЯЯ , ЯС%л=г=л, ,я2 %а
дляя 2 %е%,я ч2 %б/ я Зд%вле2 в%р, 2 ья С%2 ребн%Я , я
н=Яелен, яям, р=я, ЯСр, д2 , ЯкЯЯ%Я %ан, юяЗЯ %йч, в%е%а
р=зв, 2 , я,яне%бх%д, мяр%Я Я%б Ям=яхк%н%м, к, явя5-10я

р=зя з=а бл, ж=йш, ея 50я ле2 ,я вя 2 ечен, ея к%2 %р/ хя
ч, Яненн%Д ьян=Ялен, яам, р=яздб%, 2 ЯахСейч=ЯаяЯн%,я
ч2 %а2 =к%йяр%Д яхк%н%м, к, янед%Д , ж, мявЯмедД в, ея
%ер=н, ченн/ хя в%зм%жн%Д ейя реДВрЯ/вя хк%Я ер/ хя
те%бх%д, м%а Як=2 ьв/ х%дя зякр, 2 , чеЯк%е%аС%л%жен, яа
пчев, дн%,я ч2 %а Д р=2 ег, яя ЗД %йч, в%е%а р=зв, 2 , яя
неЯвершенн=,я н%,я вя 2 %а жея время,я х2 %а н=, б%меея
ре=л, Д , чн%ея , зя 2 %е%,я чемя р=ЯС%л=г=е2 я м, р,я , я
С%2 %мЗям%же2 яр=Ям=2 р, в=2 ьЯан=ах2 %мх2 =Сеак=ка
%Ян%б=аД р=2 ег, , в/ ж, в=н, яа

б/ шеяЗжея%2 меч=л%Я,яч2 %авеЯяк=С, 2 =л,як%2 %р/ мя
%бл=д=е2 яел%вечеД в%,яЯ%Д %, 2 я, зяе2 / рехяЯн%вн/ хя
в, д%в:я =М Ср%, зв%дД венн%е%а (м=2 ер, =льн%-
- , н=нЯ%б%Мя б% Ср, р%дн%е%а (еД еД венн%е%Мя в%
чел%вечеЯк%е%а , я г%а %б? еД венн%е%а (Яи, =льн%е%Мя
пчев, дн%,я ч2 %а ЗЯ%в, емя ЗД %йч, в%е%а р=зв, 2 , яя
являе2 ЯаЯ%Д , жен, ея ЗД %йч, в%Д , я (не, з-менн%Д , я
н=ядЗмЗян=Ялен, яявяд%лг%Яр%н%йяСерЯСек2 , веМак=ка
вЯемя%б? , мяЯМм=рн/ м%к=С, 2 =л%м,я2 =ка, як=жд/ мя
 , зв, д%вк=С, 2 =л=а%б%2 дельн%Д , хя

л =2 ер, =льн%- , н=нЯ%в/ йя (, л, я Ср%, зв%дД венн/ йМ
к=С, 2 =ля-ях2 %ак=С, 2 =ляв%б/ чн%м,ям, р%к%аСр, ня2 %м
Ям/ Яея Ян%в=хя з Ян%в, ея ег%а ЗД %йч, в%Д , я д=вн%а
 , звеД н%а , я являе2 Яа %Ян%вн/ мядел%в/ мя Ср=в, л%м:я
н=д%а ж, 2 ьявЯЯ%2 ве2 Д в, , я Яд%х%д%м,янеяр=Як%дЗая
%Ян%вн%йяк=С, 2 =лхп Сределен, еяд%х%д=а-як%л, чеД в%а
ЯредД в,я к%2 %р%ея м%жн%а , зр=Як%д%в=2 ья з=я
%Сределенн%еявремя,я а%Д =2 ьЯаД %льажея%е=2 / мя-я
м%жн%а р=Ям=2 р, в=2 ья к=ка %Сределен, ея
хк%н%м, чеЯк%йя ЗД %йч, в%Д , хя з Д %йч, в%Д ья 2 рехя
%Д =льн/ хяв, д%вк=С, 2 =л=анеяД %льаЯЯн=,я, аС%2 %мЗя
неяД %льаегк%а%Средел, м=хя

Эк%л%е, чеЖ=ая ЗД%йч, в%Д ья х2%я д, н=м, чеЖ%ея
Я%хр=нен, еяСр, р%дн%е%аеД еД венн%е%а%к=С, 2=л=хо р, я
х2%м, яС%арх Здл=ндЗя(1995агЖя%бея- Знд=мен2=льн/ ея
- Знки, , ахк%Я ер/ ,я-як=ка, Д%ин, к=ареВрЯ%ва, як=ка
С%ел%2, 2еляя з=грязнен, й,я д%лжн/ я Я%хр=ня2 ьЯя
не%Сределенн%ад%лг%еявремяя(г=ме2, м,яч2%яс Здл=ндя
неяр=Ям=2 р, в=е2 явяявн%м%яв, дея- Знки, юяЯ%хр=нен, яя
Я, Д емя ж, зне%беЯечен, аМя Эк%л%е, чеЖ=ая
ЗД%йч, в%Д ья м%же2 я р=Ям=2 р, в=2 ьЯя к=ка н=б%ра
%ер=н, чен, й,я н=кл=д/ в=ем/ хя н=я хк%н%м, чеЖЗюя
С%дЯ, Д емЗ:я н=я , ЯС%льз%в=н, ея не%в%з%бн%в, м/ хя , я
в%з%бн%в, м/ хя реВрЯ%ва , я н=я Я%хр=нен, ея
=Я, м, ля2, вн%йяЯС%Я%бн%Д, ахк%Я ер/ я, яеяч=Д ейя
С%ел%2=2 ья, аСерер=б=2 / в=2 ьвз=грязнен, яя, Я%2 х%д/ хя
Б%меея де2=льн%я %Я%бенн%Д, я хк%л%е, чеЖ%йя
ЗД%йч, в%Д , я С%а рх Здл=ндЗя (1995а гЖя в/ глядя2 я
ЯедЗю? , мЯ%бр=з%м:я

я

1хо р=в, л%аС%ел%2, 2еляяв=грязнен, й:я

я

г=грязнен, я,як%2 %р/ еябЗдЗ2 яв%зн, к=2 ьявЯедД в, ея
дея2 ельн%Д, я р=Ям=2 р, в=ем%е%а Ср%ек2=я , л, я
мер%Ср, я2, я,я д%лжн/ я %Д=в=2 ьЯя вя Средел=хя
хк%л%е, чеЖ%йя =Я, м, л, рЗю? ейя ЯС%Я%бн%Д, я д=нн%йя
2 ерр, 2 %р, , я, янеяСр, в%д, 2 ьяк%адегр=д=ц, , явябЗдЗ? емя
к=ка ея С%ел%2, 2 ельн%йя ЯС%Я%бн%Д, , я 2=ка, я дрЗг, хя
в=жн/ хяк%л%е, чеЖ, хяВ%й%Д вя

я

2хо р=в, л%а, Д%ин, к=ареВрЯ%в:я

я

=М бел, ч, н=я %2 б, р=ем%е%а чел%век%м%я Ср, р%Д=я
в%з%бн%в, м/ хяреВрЯ%вад%лжн=ян=х%д, 2 ьЯяв%Средел=хя

С%2 ени, =л=я Ср, р%дн/ хя Я Я емя регенер, р%в=2 ья х2 , я
реЯрЯ/ ха

б%а Ск%р%Я ьяр=Я%д%в=н, яянев%з%бн%в, м/ хяреЯрЯ/в
д%лжн=я б/ 2 ья н, жея Я%р%Я, я %бр=з%в=н, яя , хя
в%з%бн%в, м/ хяз=мен, 2 елей, я Я%д=в=ем/ хя чел%век%м
Ч=Я ья д%х%д=, я С%лЗч=ем%а чел%век%м %2 я
без%з%вр=2 н%а , Я%льз%в=н, яя нев%з%бн%в, м/ хя
реЯрЯ/в, д%лжн=я=Ср=вля2 ьяя=я Ямед%в=н, яя С2 ейя
С%лЗчн, яяЗЯ %йч, в/ хяз=мен, 2 елейя

я

Зхп Сер=ц, %нн/ ея Ср, ни, С/ :я

я

=а е =Яи2 =б/ я хк%н%м, чеЯ%йя С%дЯ Я ем/ ,я
%Сределяем/ еяЯ%2 н%иен, ем:ф=тхо ×Плч, Яиен%Я ья
т=Ялен, яя хя о %2 реблен, ея н=я дЗиЗя н=Ялен, яя хя
Плехн, чеЯ, йя Ср%ереЯЯ д%лжн/ я %ер=н, ч, в=2 ьяя
С%2 ени, =льн%йя емк%Я ьюя р=Яи=2 р, в=ем%йя
2 ерр, 2 %р, , я С%2 %мЗяб/ 2 ьяЗЯ %йч, в/ м, я

б%а Плехн, чеЯ, йя Ср%ереЯЯ д%лжена %Я? еЯ вля2 ьяя
С%фредЯ %мяр%Я =ях- - ек2 , вн%Я , яСр%, з%дЯ в=, яя
невЯмедЯ в, еязвел, чен, яяв=л%в%а%б/ Ам=д/Сер=ц, йя

б%а в%з%бн%в, м/ ея реЯрЯ/ я д%лжн/ я , Я%льз%в=2 ьяя
2 =к, мя%бр=з%м, яч2 %б/ яС%лЗч=2 ья%С2 , м=льн/ йяд%х%д
%2 яЗЯ %йч, в%а%Ср, р%Я =в%з%бн%в, м/ хяреЯрЯ/в

я

Э2 , я веЯм=я Ср=гм=2 , чн/ ея Ср=в, л=я С%Я еСенн%а
н=х%дЯ2 яв%аСр, менен, ея

рх Здл=ндя С%дчерк, в=е2 ,я ч2 %а ег%а %Сределен, ея
хк%л%е, чеЯ%йя ЗЯ %йч, в%Я , я%Я%в=н%ан=як%н%еСц, яя
еЯ еЯ венн/ хяч=Зкя, яС%дч, ные2 Яяз=к%н=мяСр, р%д/ ха

С2 р=2 ег, , яд%Я , жен, яяк%л%е, чеЯ%йяЗЯ %йч, в%Я , я
д%лжн/ я б/ 2 ья р=зл, чн/ м, я дляя р=зн/ хя Я р=ня

теЯм%2 рая н=я 2%,я ч2%я Ср=в, л=я , я Ср, ни, С/ ,я
, зл%женн/ еяв/ ше,адейЯ в3ю2 явезде,яЯ р=2 ег, , ям%е32 я
б/ 2 ья р=зл, чн/ м, я , з-з=я р=зн%йя Ср, %р, 2 е2 н%Я , я
Ср=в, лят=Ср, мер,янек%2 %р/ еяЯ р=н/ яд%лжн/ яздел, 2 ья
б%льшеявн, м=н, аяЯн, жен, юяч, Яненн%Я , ян=Ялен, аяС%я
Яр=внен, юя Я , хя С%2 ени, =льн%йя емк%Я ьюя
(зн=ч, 2 ельн=ая ч=Я ья р=зв, в=ю? , хЯя Я р=нМя дрЗг, ея
Я р=н/ я СредС%и2, 2 ельн%я Я%нцен2 р, р3ю2 Яя н=я
б=л=нЯя межд3я вел, ч, н%йя Яб, р=ем%е%я Ср, р%Я =я
в%з%бн%в, м/ хяреЯрЯ%в, ярегенер=2, вн%йяС%Я%бн%Я ьюя
хк%Я, Я емя (Я р=н/ -хкЯ%2 ер/ я леЯ,я р/ б/ ,я
2 р%С, чеЯ, хя ЯельЯ%х%зайЯ венн/ хя к3ль2 Зря , я СрЯ
тек%2 %р/ ея Я р=н/ я д%лжн/ я %2 д=2 ья Ср, %р, 2 е2 я
б%рьбея Яз=гразнен, емяЯред/ я(Я р=н/ яЦен2 р=льн%йя
евр%С/ я, б/ вшег%СССрЧя=б%е=2 / еяЯ р=н/ ям%ел, б/ я
Здел, 2 ья %Ян%вн%ея вн, м=н, ея Ян, жен, юя С%2 реблен, ая
реЯрЯ%в, яЯ%хр=нен, юяЯ, Я емяж, зне%беЯСечен, аяя

т=Як%льк%я не%2 л%жн=я не%бх%д, м%Я ья внедрен, ая
Я%Я %ян, ая 3Я %йч, в%е%я р=зв, 2, а?я К%ед=я
с хХЯрЗн2 л=ндяЯр%Я, л, ,як=к%еяЯм%б%,яС%яееямнен, ю,я
являе2 Яяял=вн/ мявяееЯ%2 че2 е,я%н=я%2 ве2, л=:я"Now!В
(Сейч=ЯМа те%2 л%жн%Я ья %нев, дн=:я ежег%дн%я кя
н=Ялен, юя м, ! =я д%б=вляе2 Яяя %к%л%я 1Ця млня челя
К=жд/ йя г%дя Звел, ч, в=е2 Яяя С%2! еблен, ея ! еЯ! Я%в
хк%Я е! / ,янев%зв! =2, м%я! =Я%дЗем/ хя, л, ян=Я %льк%я
С%в! ежд=ем/ х,я ч2%я , хя! егене! =ц, ая , де2 я Я м=л%йя
Я%д %Я ью,яЯ, Я%б%б? ея%зм%жн=,я2 %еЯ ьяС! , ! %дн/ йя
к=С, 2 =ля 3меньш=е2 Яяя Эк%л%е, чеЯ, ея - =к2 %д / я 3жея
%е! =н, ч, в=ю2 яхк%н%м, чеЯ%ея! =зв, 2, еяр/ б%л%вЯ в%я
%е! =н, чен%я нея де- , ц, 2 %мя - л%2 =я , л, я д! Зг, м, я
2 ехн, чеЯ, м, я Я едЯ в=м, ,я =я ! еЯ! Ям, я ! / б/ я
К, 2 %б%йн/ йя- л%2 я м, ! =явЯ =лян=вЯгд=ян=яС! , к%ля

вЯмедЯ в, ея зн, ч2%жен, яя С1%м/шленн/хя з=С=Явва
к, 2%ва о л%д%д%д, ея С%ивя Ян, ж=е2 Яяя С%д%я вл, ян, емя
!=ЯДЗ?, хя 2ехн%м%е, чеЯж, хя в%здейЯ в, йя
Без%2л=г=2ельн%Я в%зЯД%йч, в%е%а =зв, 2, яяв/2ек=е2я
2=кжея, зя 2%е%а - =к2=,я ч2%а С1, !%дн/йя к=С, 2=ля в%
б%льш, нЯ в%яЯиЗч=евянеям%же2яб/2в%з=менен%д!Зг, м, я
в, д=м, ж=С, 2=л=я

о%ня2, еяЗЯД%йч, в%е%а =зв, 2, яя, яД!=2ег, я,ян=янемя
%Ян%в=нн=я,янЗжд=ю2Яяяв%аС1=к2, чеЯж%йя!=з!=б%2ке,я
С1ежд%яв%е%ян=ян=ц, %н=льн%м%яЗ!%внеж%н%е, еяД!=н/я
м, !=яС1, нял, яД!=2ег, юяЗЯД%йч, в%е%а!=зв, 2, яяк=к%я
Яв%юя С1%е!=ммЗя н=я мн%е%м%е2нююя Се!Яек2, вЗя
пдн=к%аС1, ня2/еяД!=2ег, ,ян%Я2яв%Ям=я%б?, йя, я
2е%д%е2, чеЯж, йя х!=к2е! ,я к%нк! е2н/ея дейЯ в, яя С%а
%ЯВ? еД влен, юяС1%е!=мм/яв%б%льш, нЯ в%яЯиЗч=евянея
Я%д%мЗл, !%в=н/я, я д=жея в%я %2н%шен, ,я Д!=н,я
!=ЯС%м=г=ю?, х%в%Ям, ябл=г%С1, я2н/м, яЗЯи%в, ям, яд%ля
!=з!=б%2к, я, я%ЯВ? еД влен, яяС1%е!=мм/яЗЯД%йч, в%е%а
!=зв, 2, я,яС%к=янельз%яЯж=з=2ь,яч2%а, м, яд%ЯД, гнЗ2/я
з=ме2н/еяЗЯСех, яе? еяб%м%е%яЯи%жн=яд%ляяк%нк! е2н%йя
!=з!=б%2к, я, я%ЯВ? еД влен, яяв%Ям, !н=яяС1%е!=мм=я
ЗЯД%йч, в%е%а !=зв, 2, яя о е! ех%дн/ея С1%цеЯЯ, я
не%б%х%д, м/ея д%ляя ЗЯД%йч, в%е%а !=зв, 2, яя м, !=,я
%б%Яжд=л, Яя в%я !=зде%я ЯУД,я н%я к%нк! е2н/ея
Д!=2ег, ,я С%а! ешен, юя х2, хя Яи%жнейш, хя в%С1%Яв%я
нЗжд=ю2Яяяв%аде2=льн%й,як%нк! е2н%йя, яв%2%ажеяв! емяя
Я%н%йяС1%д!=б%2кеяя

рхЗдл=нд,я г%в%д%яя %а не%2л%жн%ЯД, я, зменен, яя
Д!=2ег, ,яС, ше2,ян2%аСЗ2, ,яведЗ?, еяяхк%м%е, чеЯж%йя
ЗЯД%йч, в%ЯД, ,я !=зл, чн/я д%ляя к=жд%йя Д!=н/я, л, я
Яек2%д=я хк%н%м, к, я н%я гл=вн=яя ц%ль%я %ЯД=е2Яя:я
%беЯеч, 2в%я в%я 2ечен, ея менее,я ч%ля д%вЗх%я С%к%лен, й,я

2 =к%еяЯ%Д %ан, еям, ! =,ян2 %б/ я1Цам, лл, != д%вямел%века
б/ л, я 3д%вле2 в%д , 2 ельн/ мя %б! =з%мя н=к%д млен/ я , я
! =зме? ен/ я С%дя к! / шейя , я ч2 %б/ я С! , я х2 %мя нея
С%Д! =д=л=а%к! 3ж=ю? =аяЯ ед=хЭ2 %ам%н3мен2 =льн=ая
з=д=ч=адлямел%вечеД в=жа

тея менея Я%жн%я , явнед! ен, ея , де%л%е, , я , я х2 , к, я
3Д %йч, в%е%а! =зв, 2 , явяЯ%зн=н, еяк=жд%е%аг! =жд=н, н=я
м, ! =хЭ2 %ане%бх%д, м/ й,я%ад%лг, йя, я2 ! 3дн/ йяС! %цеЯ%я
Э2=я з=д=ч=,я н!= ад3я Яа з=д=чейя Д =б, л, з=ц, , я
ч, Яенн%Д , ян=Яелен, яям, ! =ян=я3! %внея2ямл! джмелхя
С%2! еб3е2 яЯ%ел=Я%в=нн/ хяЗЯ, л, йяв2 ечен, еянеЯ%льк, хя
С%к%лен, йя

г=к%н/ я , я г, С%2 ез/ я 3Д %йч, в%е%а ! =зв, 2 , яя б/ л, я
2 =кжея С! едл%жен/ я АхАх!=! 2 ле2 2 %мх п дн3я , за
г, С%2 езябмед3е2 в/ дел, 2 ь:яя

"Кя 2 %м3я в! емен, я к%ед=я Се! ен=Яеленн%Д ья , я
де- , ц, 2 я! еЯ! Я%ваД =н32 я%нев, дн/ адляб%льш, нД в=я
людей,я неЯ? =ая ЯС%Я%бн%Д ья хк%Я е! / я 3жея б3де2 я
С! ев/ шен=хн я2 %ед=аб3де2 яЯ, шк%мхС%здн%ад3м=2 ья%бх
3Д %йч, в%мх =зв, 2 , , Яа

я

г=к%н/ я3Д %йч, в%е%а =зв, 2 , яяС%аАх!=! 2 ле2 2 3м

я

1ят, я! %Д яч, Яенн%Д , ян=Яелен, я,ян, яЗвел, чен, ея
Я%д %Д , я С%2! еблен, яя ! еЯ! Я%ва нея м%е32 я б/ 2 ья
3Д %йч, в/ м, хя

2яЧемаб%льшаяч, Яенн%Д ьян=Яелен, яя , ячемав/ шея
Я%д %Д ья С%2! еблен, яя , мя ! еЯ! Я%в,я 2 емя 2! 3днея
С! , веД , я %б? еД в%а кя Я%Д %ан, юя 3Д %йч, в%е%а
! =зв, 2 , яя

3я б! емяя ! е=кц, , я н=Яелен, яя н=я , зменен, яя ег%а
С! , ! %Д =я ! =вн%а С! %д%лж, 2 ельн%Д , я ж, зн, я %дн%е%а

чел%век=я%2 я%к%нч=н, яаде2 Я%е%я%в%з! =Я =ад%як%нч=я
ж, зн, ,а%е%Я %я%к%л%а%б%ц%е2 я

4я С! едн, йя3! %венья ж, зн, ян=Яелен, яян=х%д, 2 Яявя
%б! =2 н%йя з=в, Я, м%Я, я%2 яч, Яенн%Я, ян=Яелен, я,я
к%2 %д %ея м%же2 я3Я %йч, в%яЯ? еЯ в%в=2 бан=ад=нн%йя
2 е! !, 2 %д, , а%2 аеаС%2 енц, =льн%й%емк%Я, Чя

5яа д лаяд%Я, жен, яа3Я %йч, в%е%я, ажел=ем%е%а3! %вняя
ж, зн, яне%бх%д, м%,я2 %б/ я, Яенн%Я бан=Яелен, яаб/ л=я
меньшая , л, я ! =вн=я С%2 енц, =льн%йя емк%Я, я
2 е! !, 2 %д, , аа

6я б/ г%д/ я %2 я ! %Я =я ч, Яенн%Я, ян=Яелен, яя , я
Звел, чен, яя С%2! еблен, яя ! еЯ! Явя д%Я =ю2 Яя
немн%е, м,я з=2! =2 / я жея л%ж=2 Яя н=я Слеч, я в%е%я
%б? еЯ в=а2! =гед, яаЯ%б? ег%д%Я %ан, аЧя

7я з вел, чен, ея Я%д %Я, я С%2! еблен, яя
нев%з%бн%в, м%е%я! еЯ! Я=а в/ з/ в=е2 я! езк%ея Ян, жен, ея
в! емен, аЯ? еЯ в%в=н, ааЯ =ю? ейЯад%л, а еЯ! Я=я

8я К%ед=я з=2! =ч, в=ю2 Яя б%льш, ея 3Я, л, яя н=я
С%б/ шен, ея х- - ек2, вн%Я, я , Я%льз%в=н, яя ! еЯ! Я=я
С%лЗч=ем=яя в/ г%д=я Я =вн, м=я Яа д%С%лн, 2 ельн%йя
С%2! ебн%Я буюя вя ! еЯ! Я,я в%зн, к=ю? ейя в%ед%Я в, ея
С! , ! %Я =ан=Яелен, аа

9я К%ед=я Я%д %Я ба з=г! азнен, яя С! ев%Я%д, 2 я
Я=м%м, ? =ю? 3юя Я%Я%бн%Я ба %к! 3ж=ю? ейя Я ед/ ,я
С! % еяС! %д%лж=2 баг! азня2 б,яем%а, ? =2 баЯ ед3я

10. Люд, яв%ед=аб3д32 авяз=в, Я, м%Я, я%2 яЯельЯ%е%я
х%зайЯ в=,я 2 =кя ч2 %а С%нв=я , я д! 3г, ея в%з%бн%в, м/ ея
! еЯ! Я! а3д32 а%ед=ане%бх%д, м/ я

я

с , С%2 ез/ а3Я %йч, в%е%я =зв, 2 , ааС%аАхБ! 2 ле2 2 3ч

1яСЗдаяС%яЯ еднемЗям,! %б%мЗяЗ! %внюяж, зн, я1994я
г%д=,яч, Яенн%Д ьян=Елен, яадемл, яС еб%Ж%д, 2 яея
С%2 ени, =льнЗюемк%Д ья

2яр%Д яч, Яенн%Д , ян=Елен, яах2 %аЯ=м=яаб%льм=яа
, аЯ=м=яа%б=! н=аязг! %з=адем%к! =2 , , я

3я С2%, м%Д ья С! %е! =ммя Я%к! =? ен, яа ! %Д =я
ч, Яенн%Д , я н=Елен, яа м=л=я С%я Я =вен, юя Я%а
Д%, м%Д ьюаЯ=м%е%а %Д =а, Яенн%Д , ян=Елен, яа

4яб! емя,яне%бх%д, м%еадляяСл=н%ме! н%е%аСе! ех%д=а
к=к%й-л, б%а Д! =н/ я кя ЗД %йч, б%мЗя ! =зв, 2 , ю,я
б%з! =Д =е2 аС! %С%д ц, %н=льн%а! =зме! =мян=Елен, яа, я
Я еднейя Ж%д %Д , я С%2! еблен, яа ! еЯВ! Я%ва н=я дЗмЗя
н=Елен, яа

5яС2 =б, льн%Д ья%б? еД в=ах2 %ане%бх%д, м%е,ян%анея
д%Д =2 %н%еяЗЯ%в, еяЗД %йч, б%е%а =зв, 2 , яа

6яБ! емаяЯ, жен, яаЗ! %вняаяж, зн, явЯедД в, ея! %Д =а
н=Елен, яа , я Я, жен, яа ! еЯВ! Я%ва л%ж, 2 Яа гл=вн/ мя
%б! =з%мян=аСлеч, абедн/ хя

7яЭк%л%е, чеЖ, еяС! %блем/ янеям%е32 аб/ 2 ья! ешен/ я
С%Я едД в%мя Звел, чен, яа Ж%д %Д , я С%2! еблен, яа
! еЯВ! Я%ва

8яС%Д %ан, ея%к! Зж=ю? ейяЯ ед/ янеям%же2 аб/ 2 ья
лЗмиеяС! ед%х! =ненояС%Я едД в%мя%мС! %м, Я%ва

9я Кя 2 %мЗя в! емен, ,я к%ед=я Се! ен=Еленн%Д ья , я
де- , ц, 2 я! еЯВ! Я%ваД =н32 а%мев, дн/ ядляаб%льм, нД в=а
людей,яС%2 ени, =льн=аяемк%Д ьяхк%Я е! / аЗжеабЗде2 я
С! еб/ шен=ах а2 %ед=абЗде2 аЯ, шк%мяС%здн%адЗм=2 ья%б
ЗД %йч, б%мя =зв, 2 , , я

я

IV.Бхн нд, к=2 % / ае%хк%л%е, чеЖ%е%а%Д %ан, яа
, аЗД %йч, б%е%а =зв, 2 , яа

я

п дн, мя, зя%н%бн/ х,я, явя2 %ажеяв! емяяС %Д ейш, хя
, нд, к=2 %д %вя Я%Д %ан, ая чел%век=,я явяе2 Яя
2 емСе! =2 З! =я ег%а 2 ел=я п 2 кл%нен, ея %2 я Я еднег%,я
%б/ чн%а %2 я 2 емСе! =2 З! / я 36,6°С,я Зк=з/ в=е2 я н=я
%С еделенн/ ея н=! Зшен, ая вя Я Д емея бя хк%н%м, кея
, нд, к=2 %д =м, я явяю2 Яя 2 =к, ея С%к=з=2 ел, ,я к=кя
вел, ч, н=я в=л%б%е%а н=ц, %н=льн%е%а С %дЗк2 =я , я ег%а
! %Д =я л, яС%к=з=2 еля, н- ляц, , хя

д ляд%ценк, же%хк%л%е, чеЯк%е%аЯ%Д %ан, аяД! =н/ я л, я
д! Зг%йя 2 е! ! , 2 %д , , я 2 =кжея не%бх%д, м%а , ме2 бя
%С еделенн/ ея С%к=з=2 ел, я х2 %е%а Я%Д %ан, ая Целья
ге%хк%л%е, чеЯк, хя, нд, к=2 %д %вя-яЯ%б? =2 ьявяС%ня2 н%йя
дляянеДец, =л, Д =я(н=С , ме! ,яС%л, 2 , к=я , л, я л, ц=,я
С , н, м=ю? ег%а ! ешен, яМ - %д мея %а Я%Д %ан, , я
%к! Зж=ю? ейяЯ ед/ я , яег%а, зменен, ахя(вя2 %мяч, Ямея
=н2! %С%еенн/ х%д2 =к, м%б! =з%м,я2 %б/ я%бн=! Зж, в=2 ья
в%зн, к=ю? , еяС %блем/ я, я%цен, в=2 ьях- - ек2, вн%Д ья
%Д? еД влен, аяД! =2 ег, , ,ян=С =вленн%йян=я! ешен, ея
д=нн%йяС %блем/ я

о %Ж%лькЗя к%нцеСц, ая ЗД %йч, в%е%а ! =зв, 2 , яя
%н%б=н=я н=я д%Д , жен, , я д, н=м, чеЯк%е%а б=л=нЯ-я
междЗя хк%н%м, чеЯк, м, ,я Я%ц, =льн/ м, я , я
ге%хк%л%е, чеЯк, м, я - =к2 %д =м, ,я не%бх%д, м%а , ме2 бя
Я%2 ве2 Д взю? , ея , нд, к=2 %д / ,я , н2 ег! , ! Зю? , ея х2 , я
- =к2 %д / хя

К! %мея 2 %е%а к%нцеСц, ая ЗД %йч, в%е%а ! =зв, 2 , яя
С едС%л=г=е2 ,я2 %аВмм=! н%еяб%е=2 Д в%аД! =н/ я л, я
м, ! =я вя цел%м,я Я%Д %а? ее,я к=кя м/ я %бВжд=л, я вя
! =здеяя ГГГ%б,я , зя че2 / ! ехя в, д%вя к=С, 2 =л=я
(С , ! %дн%е%,ям=2 е! , =льн%- , н=нЯ%б%е%,ячел%вечеЯк%е%а
, я Я%ц, =льн%е%Мя нея д%мжн%а Зменьш=2 ьяхя д ляя
%Д? еД влен, ая м%н, 2 %д , нг=я Я%Д %ан, ая Вмм=! н%е%а

$\kappa=C$, $2=l=a$ =кжеяне%бх%д, м/ я нд, $\kappa=2$ %д / яЗД %йч, в%е%я
 !=зв, 2, яхбдС%Ямедн, ея%д/ вх2 %ййбл=Д, я =б%2 =е2 я
 ! ядя н=ц, %н=льн/ хя , я межн=ц, %н=льн/ хя г! ЗСя
 Сец, =л, Д %в,я С едл%ж, вш, хя б%льш%йя н=б%д я к=кя
 ге%хк%л%е, чеЯк, хя , нд, $\kappa=2$ %д %в,я 2 =кя , я , нд, $\kappa=2$ %д %в
 ЗД %йч, в%е%я !=зв, 2, яя пдн=к%я вЯмедД в, ея
 ч! езв/ ч=йн%йя Ял%жн%Д, я С %блем,я н=й2, я %д, ня , л, я
 вЯе%я л, шья неЯк%льк%я С, емлем/ хя длая вЯхя
 С%2! еб, 2 елейя Зн, ве! Я-льн/ хя С%к=з=2 елейя
 ге%хк%л%е, чеЯк%е%я Я%Д %ан, яя , я вя %Ябенн%Д, я
 ЗД %йч, в%е%я !=зв, 2, я, С%к=яеязд=е2 Яаа
 т=С, ме! ,я Сл 3! =, я С едл=г=е2 я Я Д емЗя
 , нд, $\kappa=2$ %д %в Я%Д %ан, яя Д! =н/ я , я С%к=з=2 елейя
 ЗД %йч, в%е%я !=зв, 2, яд2 =блхбЧд =з! =б%2 =ннЗюя
 Ял=бл, ц=я 5я К! , 2 е! , , я ЗД %йч, в%е%я !=зв, 2, я,я С%я
 Сл 3! =, дЯС%н, яЧк

я

н нд, $\kappa=2$ %д а !=зв, 2, яя	г Д %йч, в%ея	К! , 2, чеЯ к%ея	р=з! Зш, 2 ел ьн%ея
р%Д я н=Ялен, яя	<1,5%в г%д	1,1-1,5%в г%д	>2,1%в г%д
б=л%б%йя н=ц, %н=льн/ йя С %дЗк2 а=а г%д	3%<бто <5%я	8%<бто < 1%я	бто >1%я бто <1%я
п безлеЯн, ея	<1,1%в г%д	1,5-1,1%в г%д	>1%в г%д
п 2 ня Сл%? =дья леЯв	>3%я	15-2%я	<1%я
о л%? =дья С=шн, я	>1,3я г=/чел	1,15-1,2я г=/чел	<1,1я=/чел

п беЯсечен, ея Я%бЯ венн/ мязе! н%мя	>9Ц%я	бЦ-7Ц%я	<5Ц%я
о л%2 н%Я ья г%д %д-Я%е%а н=Ялен, яя	<5Ця чел%г=а	1ЦЦ-15Ця чел%г=а	>2ЦЦчел%г=а
Ц, Яенн%Я ья н=Ялен, яя г%д %д=а	<Ц,5яилня чел%я	>1яилня чел%я	>1Цяилнячел% я

я

я

гл=вн/ мя%б! =з%мян=ям=2 е! , =леяЯС%н, , яп н=ад=е2 я
 С! едЯ =влен, ея %а в%зм%жн%мя н=б%д ея %Ян%вн/ хя
 , нд, к=2 %д %в%зЯ %йч, в%е%а! =зв, 2 , яяо! , менен, еядляя
 д! Зг, хя Я! =ня , нд, к=2 %д %в%я , я к! , 2 е! , евя Я%Я %ан, яя
 ЗЯ %йч, в%е%а ! =зв, 2 , яя С! едл=г=ем/ хя л З! =, я
 2! еб3е2 я С! %ве! к, я в%я ч=Я , я С%мн%2 / я , я
 ! еС! езен2 =2 , вн%Я , ян=б%д =а, нд, к=2 %д %в%я=а2 =кжеяЯ
 2%нк, я з! ен, яя С! , %д , 2 е2 н%Я , я С%к=з=2 елейя
 ЗЯ %йч, в%е%а =зв, 2 , яядляк=жд%йяЯ! =н/ я

р=зн%б! =зн=ая , н- %д м=ц, яя %бя хк%н%м, чеЯ%м,я
 ге%хк%л%е, чеЯ%м,я Я%ц, =льн%мя , я С! я Я%Я %ан, , я
 %2 дельн/ хя 2 е! ! , 2 %д , й,я Я! =ня , я м, ! =я в%я цел%м,я
 Я%б, ! =е2 Яя в%я н=Я %а? ея в! ем%я ! =зл, чн/ м, я
 Я Я ем=м, я м%н, 2 %д , нг=я Э2 %а %е! %мн/ ея м=Я в/ я
 неЯ%д д, н, ! %в=нн/ хя , я не%б! =б%2 =нн/ хя д=нн/ х,я
 к%2 %д / еяв%2 =к%м%в, деянеям%е32 яб/ 2 в%я, Я%льз%в=н/ я
 о %ЯеяЯ%2 ве2 Я в%ю? ейя%б! =б%2 к, я, я=н=л, з=ах2 , я
 д=нн/ еяС! едЯ =вляю2 яЯ%б%йя, Я%дн/ йям=2 е! , =лядляя
 , нд, к=2 %д %в%я К%мб, н=ц, , я =г! ег, ! %в=нн/ хя
 (%б%б? енн/ хя , я Як=2 / хЦя %б! =б%2 =нн/ хя , я
 С! %н=л, з, ! %в=нн/ хя д=нн/ хя С! ев! =? =ю2 Яя в%я

, нд, к=2 %д / х(т=С , ме! ,я, изменен, яяСл%а =д, яС=ин, ,я
С , х%д? ейЯан=ядЗмЗан=Елен, яявяЯ! =неяХ,ях2 %а
С %Я ейш, йя , нд, к=2 %д ,я Я%Я %а? , йя , зя дбзхя ! яд%вя
д=нн/ х:я %б? ейя Сл%а =д, я С=ин, я , я ч, Яенн%Я , я
н=Елен, яЯ К%мб, н=ц, , я , нд, к=2 %д %вя %б! =ззю2 я
, ндекЯ ,ян=, б%мееяЯ%жн/ ея, ян=, б%меея=г! ег, ! %б=нн/ ея
, зя вЯхяС%к=з=2 елейя(т=С , ме! ,я, ндекЯ Я%Я %ан, яя
хк%н%м, к, ят, де! л=нд%вяз=яг%д%б! =з%б=ня, зяче2 / ! ехя
Я еднег%д%б/ хя , нд, к=2 %д %б:я ! %Я =я в=л%б%е%а
н=ц, %н=льн%е%аС %дЗк2 =,яЗ! %бняябез! =б%2 , ц/ ,яЗ! %бняя
, н- лаяц, , я явел, ч, н/ яде- , ц, 2 =ябюдже2 =Ма

те%бх%д, м%Я ья ! =з! =б%2 к, я ге%хк%л%е, чеЯ, хя
, нд, к=2 %д %вя , я , ндекЯвя Яцельюя%ценк, я Я%Я %ан, яя
Я! =ня, яег%а, изменен, яявя! езЗль2 =2 ея=н2 ! %С%енн%йя
дея2 ельн%Я , яб/ л=яС , зн=н=яК%н- е! ени, ейяп п тяС%а
%к! Зж=ю? ейяЯ едея, я =зв, 2 , юяяр, %де-Ж=ней! %ае? ея
д%аК%н- е! ени, , явяк%нцея198Ц-хяггхяС =в, 2 ельЯ в=я
К=н=д/ я , я т, де! л=нд%вя С , Я ЗС, л, я кя ! =з! =б%2 кея
к%нцеСц, , яге%хк%л%е, чеЯ, хя, нд, к=2 %д %вяб1989ягян=я
ежег%дн%йяк%н- е! ени, , ягл=вяЯм, ян=, б%меея! =зв, 2 / хя
к=С, 2 =л, Я , чеЯ, хяЯ! =няб/ л%аС , ня2 %а%б! =? ен, еяка
п! г=н, з=ц, , я Эк%н%м, чеЯ%е%а С%2! Здн, чеЯ в=я , я
р=зв, 2 , яя (п ЭСр%а %а ! =з! =б%2 кея ге%хк%л%е, чеЯ, хя
, нд, к=2 %д %вя (п ЭСр%а %б%д, няе2 я вЯя ! =зв, 2 / ея
к=С, 2 =л, Я , чеЯ, ея Я! =н/ я м, ! =Ма бя ! езЗль2 =2 ея
б/ л=я ! =з! =б%2 =н=я к%нцеСц, я,я %д г=н, ззю? =яя
ге%хк%л%е, чеЯЗюя, н- %д м=ц, юявя2! , явз=, м%Яяз=нн/ ея
г! ЗОС/ я , нд, к=2 %д %б:я , нд, к=2 %д %вя н=г! Ззк, я н=я
%к! Зж=ю? Зюя Я едЗ,я , нд, к=2 %д %вя ея Я%Я %ан, яя , я
, нд, к=2 %д %беея е=ки, , ян=я, изменен, яееяЯ%Я %ан, яя

Э2 %2 я С%дх%д%а %Я%в=ня н=я %2 н%Я 2 ельн%а С %Я / хя
в%С %Я=х:М2 %аС %, Як%д, 2 яЯЯ%Я %ан, емя%к! Зж=ю? ейя

Я ед/ я, я, ! %дн/ хя еВ! Я/в?ю %немЗя2 %аС %, Ях%д, 2?я
 Ч2 %а%б? еР в%адел=е2 явя%2 ве2 ян=ях2, я, зменен, я?я
 нд, к=2 %д / я Я%Р %ан, яя д=ю2 я %2 ве2 я н=я Се! в/ йя
 в%С %Я,я, нд, к=2 %д / я н=г! Ззк, я -я н=я в2 %д %й,я, я
 , нд, к=2 %д / я дейР в, й,я С едС, ня2 / хя %б? еР в%мя вя
 %2 ве2 ян=аС%мЗченнЗюя, н- %д м=ц, ю,я-ян=а! е2, йя

т, жея С, в%д2 Яя в%зм%жн/ ея ге%хк%л%е, чеЖ, ея
 , нд, к=2 %д / я, ед-л%женн/ еяп ЭСря, яЮте о ян=а%м%вея
 в/ ше, зл%женн%йяк%н%еС, , яъа2 =к%мяжеяв, деям%е32 я
 б/ 2 ья С едР =влен/ я, я Яц, =льн/ е,я, я хк%н%м, чеЖ, ея
 , нд, к=2 %д / ,яне%бх%д, м/ е,як=кяЗжея%б%вжд=л%Ъ,ядляя
 - %д м, ! %в=н, яаС%к=з=2 елейЗР %йч, в%е%а =зв, 2, яя

л =2!, ц/, аС%д%бн/ еяС, веденн%йян, же,аС%лезн/ ядляя
 %С еделен, яяЯде! ж=н, яя нд, к=2 %д %в,ян%й/н, аВЯжеянея
 ЗС %з =ю2 я, н- %д м=ц, юя н=Р %льк%,я ч2 %а %н=я
 Р =н%в, 2 Яад%Р Зн%йядляянеЯеи, =л, Р %в%о %х2 %мЗя
 дляя С%Р! %ен, яя, нд, к=2 %д %в,я С, емлем/ хя дляя
 неЯеи, =л, Р %в,я не%бх%д, мя б%леея в/ Як, йя З! %венья
 Яж=2, яя, я Р! Зк2 З!, ! %в=н, яя, н- %д м=ц, , я Ав2 %д / я
 к%млек2, вн%йя ! =б%2 / ,я в/ С%нненн%йя вя ннР, 2 32 ея
 м, ! %в/ хя ! еВ! Я/вя (б=ш, нг2 %н,я СМ-АЧ (1995Чя
 С едл=г=ю2 яз=д=чЗя! =з! =б%2 к, я ЯедЗю?, хяче2 / ! ехя
 ключев/ х%е%хк%л%е, чеЖ, хя ндекЯ/в:аа

- н ндекЯ=а=г! язнен, аЯк! Зж=ю? ейяЯ ед/ я
- н ндекЯ=я, Р %з ен, яя еВ! Я/вя
- н ндекЯ=я, Яж=а%Р %ан, аяк%Я, Р емя
- н ндекЯ=я хк%л%е, чеЖ%е%а в%здейР в, яя н=я
 бл=г%Я%Р %ан, еяюдейя

я
 я
 я
 я

я

б! еzk=аа

Һ ндекҗа з=г! азнен, ая %к! Зж=ю? ейя Я ед/ а
 , Я%льззе2 Яа С =в, 2 ельЯ в%мя т, де! л=нд%вҗа п ня
 Я%Я%, 2 а, зҗеЯ, а2? =2 ельн%аС %н=л, з, ! %в=нн/ хя, а
 %б%б? енн/ хя(=г! ег, ! %в=нн/ хҗа, нд, к=2 %д %в:ахм, Яҗ, аҗа
 =2 м%җ е! Зя г=з%вҗа Яа С=! н, к%в/ мя х- - ек2 %м, а
 =Я д, - , к=ц, , а %к! Зж=ю? ейя Я ед/ , а хв2! % , к=ц, , а
 %к! Зж=ю? ейя Я ед/ , а д, Яе! Я, а 2 %кҗ чн/ хя ве? еЯ в, а
 %б! =б%2 к, а2 ве! д/ хҗ%2 х%д%в, аҗе3д%бЯ в=а%2 аҗ=С=х%вҗа, а
 ш3м=яЭ2 %2 а, ндекҗа%2! =ж=е2 аЯм.м=! н%еяд=влен, ея
 н=я%к! Зж=ю? ЗюяЯ едЗак=кҗаС%ел%2, 2 ельяз=г! азнен, йҗа
 д лҗах2 %е%аҗе%бх%д, м%аб/ л%аЯвме? =2 җаҗеЯ =вн, м/ ея
 вел, ч, н/ , а ч2 %а б/ л%а д%Я, гн32 %а С%Я едЯ в%мя
 С, д=н, ая !=зл, чн%е%а веЯҗа к=жд%йҗа, зя С %блем, а
 %2! =женн/ хя Я%2 ве2 Я в3ю? , мя , нд, к=2 %д %мҗа беЯҗа
 %С еделҗаҗа н=я %җн%вея Яв? еЯ в3ю? ег%а !=зл, ч, ая
 междЗя 2 ек3? , мя зн=чен, емя , нд, к=2 %д =а , а ег%а
 д%лг%Я %н%йҗацелью:аҗемязн=ч, 2 ельнеея! =зл, ч, е, а2 емя
 б%льшеяҗеЯт=, б%льш, йҗаҗеЯб/ лҗаС, д=ня, нд, к=2 %д =мя
 хм, Яҗ, а г=з%вҗа Яа С=! н, к%в/ мя х- - ек2 %м, а д, Яе! Я, а
 2 %кҗ чн/ хя ве? еЯ вҗа , а =Я д, - , к=ц, , а (вҗа С%д аҗкея
 Яҗ, жен, аяС, %д, 2 е2 н%Я, Чҗп б? , йҗа2! ендҗаз=аҗе! , %дҗа
 198җ-1991җ ггҗа дем%нЯ! , ! Зе2 а Яҗ, жен, ея
 ге%хк%л%е, чеҗҗ%йҗа н=г! Ззк, а С, бл, з, 2 ельн%а н=я 15%, а
 гл=вн/ мҗ%б! =з%м, аҗл=г%д=! аҗв/ С%ннен, юҗд%лг%Я %н%йҗа
 н=ц, %н=льн%йҗаЯ! =2 ег, , а3Я %йҗ, в%е%а =зв, 2 , аҗа

Плендени, , а , зменен, ая к=кҗа , нд, в, д3=льн/ хя
 , нд, к=2 %д %в, а2 =кҗа аҗ%мС%з, 2 н%е%а ндекҗаҗ=г! азнен, ая
 Зк=з/ в=ю2 а н=я 2 %а дв, же2 Яҗа л, а Я! =н=я кҗа цел, а
 ЗЯ %йҗ, в%е%а =зв, 2 , аҗа л, а3д=лҗе2 Яҗ%2 аҗеҗа

h нд, к=2 %d / я з=г! язнен, яя %к! Зж=ю? ейя Я ед/ я
т, де! л=нд%ваСЗбл, кзю2 ЯяяС! =в, 2 ельЯ в%мяежег%дн%а
н=ч, н=ая Яа 1991я гя п н, я в/ з/ в=ю2 я зн=ч, 2 ельн%ея
вн, м=н, ея %б? еЯ венн%бЯ, хя о %а н, мя Явд2 я %бЯ
ЗЯешн%Я, ядея2 ельн%бЯ, аС! =в, 2 ельЯ в=я, ян=Я н%е%а
Як2 %d =хh нд, к=2 %d / яЯк, м=ю2 Я%е! %мн%еяк%л, чеЯ в%а
д=нн/ хяяС! %Я / ея ЯС%ня2 н/ еяС%к=з=2 ел, Ян, Явд32 яя
%бЯвжден, юяк%нк! е2 н/ хядейЯ в, йявЯбл=Я, Ян, жен, яя
з=г! язнен, яя %к! Зж=ю? ейя Я ед/ я , я ЯС%ЯбЯ в3ю2 я
2 =к, мя%б! =з%мяв/ С%лнен, юяЯ! =2 ег, , яЗЯ %йч, в%е%а
! =зв, 2 , я, аС! , ня2 %йяС! л=мен2 %мят, де! л=нд%бхя

С! =внен, ея2 =к%е%а, ндекЯ=адляя яд=аС%д%бн/ хяЯ! =ня
С%зв%л, 2 я Я =вн, в=2 бя Я еСенья , хя хк%Я е! н%е%а
з=г! язнен, яя, а%С! еделя2 бяС! , %d , 2 е2 н/ еян=С! влен, яя
дляямеждЗн=! %дн%е%аЯ%2! Здн, чеЯ в=я

я

я

Пубхо Яня2, еЯбЯк%и%е, чеЯк%йяк%н%и, кея

я

К=кя Зжея Зк=з/ в=л%бЯ ! =нее,я 2! =д, ц, %нн/ ея
хк%н%м, чеЯк, ея С%к=з=2 ел, я %2! =ж=ю2 я %бЯмя
С! %, зб%д, м/ хя2 %в=! %ва, яЗЯиЗгхю! , ня2 %аи, 2 =2 ь, я2 %а
б%льш%йя С! , ! %Я я С! %, зб%дЯ в=я з=я г%дя -я х2 %а
, нд, к=2 %d абл=г%С! , я2 н%е%ахк%н%м, чеЯк%е%аЯ%Я%Ян, яя
Я! =н/ хh н%ед=ах2 %2 аС%дх%дЯС! , б%д, 2 яяС! =д%кЯмх
т=С! , ме! , ячеляб%льшяне- 2 , яв/ к=ч, в=е2 Яяя, зянед! , я
2 емяв/ шеяС%к=з=2 еляхк%н%м, чеЯк%е%а! %Я =, явя2 %а
в! емяяк=кх2 %2 аС%к=з=2 еляЯ%ве! шенн%анед%2! =ж=е2 я
2 %2 я- =к2 , я2 %ачеляб%льшяед%б/ в=е2 Яяяне- 2 , , я2 емя
меньшяЯ =н%ва2 Яяяеяз=С=Я! , я2 %аеЯ бян=ц, %н=льн%ея
б%е=2 Я в%аЯ! =н/ ,я! =ЯС%л=г=ю? ейяз=С=Ям, яне- 2 , , я

я

я

я

р, Яа5хЭк%л%е, чеЖ=аяхк%н%м, к=я, яеяве2 в, я(С%асХя
дейл, Ч

я

я

г=д=ч=я , н2ег! , ! %б=н, яя вЯхя че2 / ! ехя в, д%ва
к=С, 2 =л=я С%к=я н=х%д, 2 Яяя н=я н=ч=льн/ хя Я =д, ахя
Я%е2%а2 е%д е2 , чеЖ%е%а! ешен, яятеЖ%ольк%аб%льш, й,я
х%2 ая , я %е! =н, ченн/ йя С! %е! еЯа д%Я, гн32 я ва
, Ямед%б=н, ахя вз=, м%Яяз, я межд3я С! , ! %дн/ мя , я
м=2 е! , =льн%- , н=нЯ%-в/ мя к=С, 2 =л%м,я 2 %а еЯ ья
межд3як%л%е, ейя хк%н%м, к%йя

Э2, я вз=, м%Яяз, я С! , вел, я кя в%зн, кн%вен, юя
неЖ%льк, хя ве2вейя хк%н%м, к, ,я Яяз/ в=ю? , хя
хк%н%м, чеЖ, ея , я хк%л%е, чеЖ, ея С! %блем/ я (! , Яа 5Ч
о! , ! %д=я , я %б? еЯ в%а , Ямед3ю2 Яя
Я%2 ве2 Я взю? , м, ян=3к=м, я-яхк%л%е, ейя(С! =в, льнеея
Ж=з=2 ь,я н=3к=м, я %а демлеЧ , я хк%н%м, к%йя
С%2 н%шен, яя межд3я х2 , м, я дв3мая %бл=Яам, я
, Ямед3ю2 Яя хк%н%м, к%йя %к! 3ж=ю? ейя Я ед/ я
(envizonтeнЧя есопотісЧ (н=С! , ме! ,я к%нк! е2 н/ ея
хк%н%м, чеЖ, ея в%С! %Я я з=г! азнен, яя ва ! е3зль2=2 ея
х%зайЯ венн%йя дея2ельн%Я, Ч , я хк%н%м, к%йя
С! , ! %дн/ хя! еЯ! Я%ва(тeсoдeсeяeсoпoтiсЧ (н=С! , ме! ,я
в%С! %Я я %С2 , м=льн%е%а , Я%льз%б=н, яя С! , ! %дн/ хя
! еЯ! Я%Ч т=к%нец,я , Ямед%б=н, яя вЯйя Я%жн%йя
Я Я ем/ я вз=, м%2 н%шен, йя С! , ! %д/ я , я %б? еЯ в=я
%2 н%Я2 Яя кя н%б%м3я межд, Я, Сл, н=! н%м3я
н=С! =влен, юя-я хк%л%е, чеЖ%йя хк%н%м, кeя (eсoлoгiсЧя
eсoпoтiсЧя =я 2 %ннеея б/ я Ж=з=2 ь,я ге%хк%л%е, чеЖ%йя
хк%н%м, кeя

п ценк=я , ЯД , нн%е%а Я%Д %ан, яя хк%н%м, к, я ЯД ! =ня
д%мжн=а%Ян%в/ в=2 ьЯа,ян=С , ме! ,ян=а=н=л, зea, а%ценкеа
ЯедЗю? , хяС%к=з=2 елей:²я

я

Фт d а=аbто аяАл Км+а ро Бя-аАо Бяд о з ао тз Чаа

я

гдеаФт d а-а- =к2 , чеЯ, йаЗЯ %йч, в/ йад%х%д,аbто а-а
в=л%б%йан=ц, %н=льн/ йаС %дЗк2 ,аАл Ка-а=м%д 2 , з=ц, ая
м=2 е! , =льн%- , н=нЯ%б%е%а к=С, 2 =л=,а ро Бя -я ! %Д а
н=ц, %н=льн%е%а С , ! %дн%е%а б%е=2 Д в=,а Ао Бя -я
=м%д 2 , з=ц, ая н=ц, %н=льн%е%а С , ! %дн%е%а б%е=2 Д в=,а
л о з а-аД %, м%Д ьяме! аС%аС ед%2 в! =? ен, юаЗ? е! б=а
С , ! %дн/ мя ! еВ! Я-м,а о тз а -я С%2 е! , а %2 а
неС ед%2 в! =? енн%е%аЗ? е! б=аС , ! %дн/ мя еВ! Я-мх

о ! , ах2 %мдв=аСе! в/ хялен=аС =в%йа=Д , аЗ! =внен, ая
%2 ! =ж=ю2 а 2 ! =д, ц, %ннЗюа %ценкЗя Я%Д %ан, ая
хк%н%м, к, я =а че2 / ! ея С%ЯедЗю? , хя член=а -я
хк%л%е, чеЯЗюа=Д ьах2 %йа%ценк, хя

с ! ЗОС=а , Яед%в=2 елейя ннД , 2 32 =а м, ! %в/ хя
! еВ! Я%ва (б=м, нг2 %н,я СМАЧ С%дя ! Зк%б%дД в%мх
р%бе! 2 =а реСе2 2 %а (1989а гжх С%С/ 2 =л=Яа %цен, 2 ьа
, Д , нн/ ея , зменен, ая вх хк%н%м, кеа ннд%нез, , а з=а
1971-1984а гхх Зч, 2 / в=аа неа 2 %льк%а bто ,а н%а , а
ге%хк%л%е, чеЯ, ея С%к=з=2 ел, хя Эк%н%м, к=а Д ! =н/ а вх
х2 , аг%д/ аЗЯ%д енн%а! =зв, в=л=Я, а, аbто аЯ%Д =влялява
Я еднема 7,1%а вх г%д,а 2 %а еД ьа %б-Ама хк%н%м, к, а
Здв=, в=лЯа к=жд/ ея деЯа2 ьа ле2 хя пдн=к%,а еЯ, а
Зч, 2 / в=2 ьа ! =Я%д%в=н, ея з=С=Я%ва не- 2 , ,а Яведен, ея
леЯ%ва , а ЗхЗдшен, ея Я%Д %ан, ая С%мв,а 2 %а ! е=льн/ йа
Я едн, йа! %Д аС%н, ж=е2 Яад%а4%авяг%дхАаеЯ, аЗчеД ьа
С%2 е! юа! еВ! Я%ваВЯедД в, еад%б/ ч, ад! Зг, хяС%лезн/ хя

² Caring for the Earth. IUCN/UNEP/WWF, 1991.

, Ж%С=ем/ х,я в/ л%ва ! / б/ ,я С ев/ ш=ю? , йя ежег%дн/ йя
С , ! %Д яеяз=С=Я/в,я2 %а =к2 , чеЖ, йя! %Д яхк%н%м, к, я
вяЯ еднемяз=яг%дя%к=з/ в=е2 Яяе? еян, жежвяЖельЖ%мя
х%зайД веаҺнд%нез, , яС , ! %Д яС %, зв%дД в=аз=ях2 %а
в! емяя С%мн%Д ьюя к%мСенЯ! %в=лЯя Я, жен, емя
Сл%д%д, яя С%нв,я 2%а еД ья - =к2 , чеЖ, я г%д%д%йя
С , ! %Д яВм.м=! н%е%ак=С, 2=л=авяЖельЖ%мях%зайД веа
%к=з=лЯя !=веня нЗлюж П=к, мя %б!=з%м,я веЯм=я
внЗш, 2 ельн/ йя ! %Д я ЖельЖ%х%зайД венн%е%а
С %, зв%дД в=я б/ ля д%Д, гнЗ2 я з=я Яе2 я С%2 е! , я
С , ! %дн%е%а Сл%д%д, яя С%нв/ яЭк%н%м, чеЖ, йяк! , з, Яя
!=з! =з, вш, йЯя вя Һнд%нез, , я вя 1998я гхя Збед, 2 ельн%а
С%к=з=ля неЗД %йч, в%Д ья Я, Д ем/ ,я С енеб! ег=вшея
в%С %Я=м, же%хк%л%е, , хя

о %д%бн/ ея! =Яе2 / яб/ л, я в/ С%мнен/ я, я длаяд! Зг, хя
Д! =н,ян=С , ме! ,я длаяК%Д =-р, к, я Яа=н=л%е, чн/ м, я
в/ в%д=м, хя

бя СМ.Ая г! ЗОС%йя ч=Д н/ хя , Ямед%в=2 елейя
!=з! =б%2=ня , ндекЯя %2! =ж=ю? , йя , зменен, яя
бл=г%Я%Д %ан, яя х2 %йя Д! =н/ я (GenXnea Progressa
IndicБфя-я ҺндекЯ, Д, нн%е%а С %е! еЯЯ=я, л, я СРГ-
ҺҺо Чяп няС , н, м=е2 яв%а вн, м=н, еяб%меея дб=дц=2 , я
хк%н%м, чеЖ, х,я Яау, =льн/ хя , я хк%л%е, чеЖ, хя
, нд, к=2 %д %ва ҺҺо я %Я%в=ня н=я д=нн/ хя бто,я
в/ !=ж=е2 Яя вя денежн%мя , Я, Яен, , я , я С%2 %мЗя
С%зв%мее2 яЯ =вн, в=2 ья ҺҺо я, ябто жбмеД еяЯ2 емя
ҺҺо я вн%Я, 2 я С%С =вк, я кя нек%2 %д / мя С%к=з=2 елям,я
Зч, 2 / в=ем/ мя вя бто ж ҺҺо ,ян=С , ме! ,я Зч, 2 / в=е2 я
не! =вн%ме! н%Д ья !=Д еделен, яя д%х%д=я 2=к, мя
%б!=з%м,я ч2 %а %ня Зменьш=е2 Яя,я еЯ, я бедн=ая ч=Д ья
н=Ялен, яя С%мЗч=е2 яменьшЗю,я чемявяЯ еднем,я д%люя
н=ц, %н=льн%е%а д%х%д=я ҺҺо я д%б=вляе2 я кя бто я

нек%2 %d / ея - =к2 %d / ,я н=С , ме! ,я Я% , м%Я бя
д%м=шнейя ,л, яд%б! %б%льн%йя =б%2 / ,я ,л, яв/ ч, 2 =е2 я ,за
бто я2 =к, еяС%к=з=2 ел, як=кяС%2 е! , я/б? еЯ в=явяЯяз, я
Я! !%Я%мя С еЯ ЗСн%Я ,я ,л, я з=г! язнен, емя
%к! Зж=ю? ейя Я ед/ я h h о я Зч, 2 / в=е2 я ЗхЗдшен, ея
Я%Я%ян, яя С ,! %дн/ хя ! еЯ! Я/вх бя ч=Я н%Я ,я
Звел, чен, ея%б,Ам=я д%б/ ч, я не- 2 , я Зч, 2 / в=е2 Яя к=кя
%2 ! , ц=2 ельн/ йя С%к=з=2 ель,я вя %2 л, ч, ея %2 я бто я
з хЗдшен, еяЯ%Я%ян, яяхк%Я е! / я!, зменен, еякл, м=2 =,я
! =з! Зшен, ея%з%н%б%е%аЯ%ая, л, я! %Я я! =д, %=к2 , вн%е%а
з=г! язнен, я%Я =кжеаС , в%дя2 яяЯн, жен, юф h о хя

г=я Се! , %дя195Ц-1995яггябто ян=ядЗшЗян=Ялен, яя
СМ.АянеЗкл%нн%азвел, ч, в=лЯя, яв/ ! %Яб%лееяем.ядв%е,я
вя2 %ав! емяяк=кяh h о ян=ядЗшЗян=Ялен, яяв%з! =Я =лявя
2 ечен, ея196Ц-197Ц-хяггхян%аз=2 емяЯ197Цад%а1995яггя
Я%к! =2 , лЯян=а45%хо ! , хх2 %мяЯ%д %Я бяС=ден, яяh h о я
Звел, ч, в=е2 Яя! , ЯбЧа

С%ел=Ян%а =в2 %d =мя , Ямед%в=н, я,я Я%к! =? ен, ея
, ндекЯ=я , Я , нн%е%а С %е! еЯЯ=я (h h о Чя длая СМ.Ая з=я
С%Ямедн, ея25яле2 яг%б%д , 2 я%а2 %м,яя2 %ахк%н%м, чеЯк, йя
! %Я ,як=кябЗд2 %аб/ а%2 ! =ж=ем/ йявябто ,ян=яЯ%м%мя
делея дем%нЯ! ,! Зе2 :я =Чя , ЯС =влен, ея %м, б%кя , я
Я%ц, =льн/ хя С %блемя С едшеЯ вЗю? ег%а Се! , %д=,я бЧя
з=емя ! еЯ! Я/вх , за бЗдЗ? ег%я вЧя ЗЯ лен, ея
м%не2 =! , з=ц, , я хк%н%м, к, я безя ея - =к2 , чеЯк%е%а
С %е! еЯЯ=я п б? еЯ венн/ ея н=Я! %ен, яя вя СМ.Ая , я
, зменен, яя 2 =к, хя хм%а, %н=льн/ хя С%к=з=2 елей,я к=кя
%а З? ен, яя бл=г%С%лЗч, я,я без%С=Ян%Я , я , я Ян=Я бя,я
2 =кжеяг%д =зд%а2 %ннеея%2 ! =ж=ю2 Яяче! езяh h о ,ячеля
че! езфто хя

Ан=л%е, чн/ ея! =Яе2 / я С%а р%ЯЯ , я (, л, я СССрЧя нея
С %б%д, л, Я,ян%ане2 яЯ%мнен, я,яя2 %а =к2 , чеЯк, йя! %Я я

Умм!= н%е%ан=и, %н=льн%е%аб%е=2 У в=аУ! =н/ яд=вн%а
%У =н%в, лУа , а У =ля %2! , и=2 ельн/ ма вУедУ в, ея
беззде! жн%е%аахкУ%д 2 =аае- 2 , ,аа=з=,аалеУ,ацве2 н/ хя
ме2 =лл%ва, а хя аа

аааааа

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

р, Уа бх дн=чен, ея зме2 =а ге%хк%л%е, чеУк, хя , а
Уи, =льн/ хя =к2 %д %вава%иСлекУ%й%аценкеаУ%У %ан, ая
СМАя

я

я

ЗхЗдшен, яя Я%Д %ан, яя С , ! %дн%йя Я ед/ я вя меД =хя
д%б/ ч, я, я2 ! =нЯС%д 2 , ! %вк, яах2 , хая! еЯВ! Я%вхяю %м, м%аа
х2 %е%, я С , ! %дн/ йя к=С, 2 =ля Д ! =н/ , я 2 =кя жея к=кя , я
Яммм=! н/ йя к=С, 2 =л, я Я%к! =? =лЯя вЯмедД в, ея
ЗхЗдшен, яя к=чеД в=я в%д/ я , я в%здЗх=, я Я, жен, яя
С , ! %дн%е%я Сл%д%д %д, яя С%нв/ , я Зменьшен, яя
ЯС%Я%бн%Д , я хк%Я, Д емя С%ел%д =2 бя з=г! язнен, яя , я
д! Зг, хяе%хк%л%е, чеЯ, хя =к2 %д %вхя

Б%мееяде2 =льн/ е,я%л, чеД венн/ ея%ценк, я, зменен, яя
н=ц, %н=льн%е%я б%е=2 Д в=, я включ=ю? , е, я С%я к! =йнейя
ме! е, я к=кя 2 ! =д, ц, %нн/ ея хк%н%м, чеЯ, е, я 2 =кя , я
хк%л%е, чеЯ, ея С%к=з=2 ел, , я не%бх%д, м/ я к=кя , ндекЯ я
Я%Д %ан, яяД ! =н/ я, яег%ахв%люц, , яД2 , яС%к=з=2 ел, янея
м%е32 я%Ян%в/ в=2 ьЯя2 %льк%ан=аденежн%мя, Я, Яен, , , я
, я не%бх%д, м%а, Як=2 ья С%дх%д/ я кя, хя %2 н%Я, 2 ельн%йя
%ценкея о! , я х2 %м, я Д ! %е%я г%в%д я, я д%лжн/ я
Зи, 2 / в=2 ьЯя к%мС%нен2 / , я в/ ! =ж=ем/ ея к=кя вя
денежн%мя , Я, Яен, , , я 2 =кя , я вя м=2 е! , =льн%мя
, Я, Яен, , я(н=С , ме! , явявел, ч, н=хяз=С=Я%ва! еЯВ! Я%Мя
=я 2 =кжея С , н, м=2 ьЯя в%а вн, м=н, ея хк%л%е, чеЯ, ея
не, Я, Яяем/ ея - =к2 %д / , я 2 =к, ея к=кя к! =Я%2 =я
л=ндш=- 2 =я , л, я Д еСенья не2 ! %н32 %Д , я С , ! %д/ хя
Э2 %2 яС%дх%дян%Я, 2 ян=зв=н, еябЗхг=л2 е! , , яС , ! %дн/ хя
! еЯВ! Я%ва(~~НБД~~ ~~И~~ ~~Я~~ ~~Resoc~~ ~~Всея~~ ~~Ассоци~~ ~~Д~~ ~~Мат~~ , я%дн=я, за
Д ! =няС%к=янеяввел=яЗяЯбья" зеленЗюябЗхг=л2 е! , юВя
С%лн%Д ьюя , н2 ег! , ! Зю? Зюя хк%н%м, чеЯ, ея , я
хк%л%е, чеЯ, ея С%к=з=2 ел, , я н%а С %д =б%2 к, я н=я
г%в%д=! Д венн%мя З! %внея вя! ядея Д ! =няС%к=з/ в=ю2 , я
ч2 %а" зелен/ йВ хк%л%е%-хк%н%м, чеЯ, йя, ндекЯб/ ляб/ я
б%мееяк%д ! ек2 н/ мя, яС%лезн/ м, ячеляС , ня2 =яяЯйч=Я

Я, Д ем=я %ценк, я хк%н%м, чеЖ%е%а Я%Д %ан, яя
г%Вд=! Д в,я%н%в=нн=аян=а, де%л%е, , фто жа

СЗ? еД в3е2 ямн%е%аЯ 2 3=ц, йян=авЯхяЗ! %внях,я%2 я
%2 дельн%йя- =б! , к, я д%а г%Вд=! Д в=а вая цел%м,я к%ед=а
в%зн, к=е2 як%н- л, к2 я, н2 е! еЯ%вямеждЗяхк%н%м, чеЖ, мя
! %Д %мя , я не%бх%д, м%Д ьюя Я%х! =нен, яя к=чеД в=а
%к! Зж=ю? ейя Я ед/ я п б/ чн%а д%Д , чья С%лн%е%а
Зд%вле2 в%д ен, яя, н2 е! еЯ%вя%бе, хяД %д %нянеб%зм%жн%я
бях2 , хяЯиЗи=ахяС , х%д, 2 Яа, д2 , ян=ак%мС %м, Я%ава
С%, Яж=хя %С2 , м=льн%е%а ! ешен, я,я к%2 %д %ея б/ я нея
хЗдш, мя %б! =з%мя Зд%вле2 в%д ял%а , н2 е! еЯ я %бе, хя
Д %д %нхя Ял, С, чн/ йя С , ме! я Я 2 3=ц, , я -я С%, Яж, я
к%мС %м, Я%а, я Явз=нн%е%а Яа Сл=н, ! Зем/ мя
Д! %, 2 ельД в%мян%б%йя- =б! , к, ,я к%2 %д =аяС , неЯи=а
б/ я зн=ч, 2 ельн/ ея д%х%д/ ,я С%в/ Я, л=а б/ я з=ня2 %Д ья
н=Яелен, я,ян%а, яЗвел, ч, л=аб/ аз=г! азнен, ея%к! Зж=ю? ейя
Я ед/ я бя 2=к, хя ЯиЗи=ахя неб%зм%жн%я д%Д , чья
=бЯ%лю2 н%абл=г%С , я2 н%е%а! ешен, яяЯа2 %нк, яз! ен, яя
, н2 е! еЯ%вж=кяхк%н%м, к, ,яД =кя, яхк%л%е, , жо! , х%д, 2 Яа
, д2 , ян=ак%мС %м, Я%я2 %аеД ьяЯ%ел=ш=2 ьЯа, л, ян=а
Звел, чен, ея з=2! =2 я С%а введен, юя б%леея ч, Д %й,я н%а
б%леея д%д %е%йя 2 ехн%л%е, ,я , л, я С%Д ЗС=2 ьЯа
%С еделенн/ мяЯн, жен, емж=чеД в=аЯ ед/ жа

Э2 =аЯ 2 3=ц, яя2 е%д е2 , чеЖ, яС едД =влен=ян=а! , Яа
7,ягдея%С2 , м=льн/ ея! ешен, я,ян=, лЗш, мяв%зм%жн/ мя
%б! =з%мяЗд%вле2 в%д аю? , ея, н2 е! еЯ%мак=кяхк%л%е, , ,я
2=кя, яхк%н%м, к, ,ян=х%дя2 Яаян=ак! , в%й,я%б%зн=ченн%йя
Ял%ин%йял, н, ей,яменеяв/ г%дн/ ея! ешен, яян=х%дя2 Яа
внЗ2! , я%бл=Д , ,я%е! =н, ченн%йях2 %йял, н, ейя, я%Яам, я
к%д д, н=2 ,я=а! ешен, яявя%бл=Д , ,я%е! =н, ченн%йял, н, ейя
%С2 , мЗм=а , я 2 %нк%йя Яа к%д д, н=2 =м, я (1,1Ця

нев%зм%жн/ хя о %ве! хн%Д ья %С2 , м=льн/ хя ! ешен, йя
н=з/ в=е2 Яя%С2 , мЗм%мю =! е2 %я

Эк%н%м, чеЖ, йяЗ? е! бя%2 аз=г! язнен, ая%к! Зж=ю? ейя
Я ед/ яв%з! =Д =е2 яС%яме! еяяЗвел, чен, аян=г! Ззк, ян=я
неед! , ЯяВЧюо ! , ах2 %мяСе! в/ еяя

аааааааа

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

я

р, Яя 7я К%мО %м, Яя междЗя к%н- л, к2 н/ м, я
хк%м%е, чеЖ, м, я ахк%н%м, чеЖ, м, я н2 е! еЯ=м, я

я

я

С/d ц, , яз=г! язнен, яаС/ел%? =ю2 ЯяЯ/к! Зж=ю? ейяЯ ед%й,я
, а з? е! бяС , ! %де,яах%2 яа , а ЯВ? еЯ в3е2 ,яа%б/ чн%а неа
зи, 2 / в=е2 Яя вя хк%н%м, чеЯк, хя С/к=з=2 еляхх К=жд=яа
С%ЯедЗю? =яа С/d ц, аа з=г! язнен, аа %б/ чн%а С , н%Я, 2 а
неС %С/d ц, %н=льн%а б%льш, йя з? е! б,я 2 =кя ч2 %а
з=в, Я м%ЯД бя з? е! б=я Я едея %2 а з=г! язнен, аа (1М
нел, нейн=я ь ? е! бя м%жн%а С ед%2 в! =2 , 2 ь,я еЯ, а
вкл=д/ в=2 ья деньг, явя 2 ехн%л%е, чеЯк, ея ме! %С , а2 , а,я
Ян, ж=ю? , ея в/ б! %Я а з=г! язнен, йя фЗнки, аа х2 , хя
, zde! жека(2М2 =кжеянел, нейн=,аС%2 %мЗяи2 %аз=2 ! =2 / а
н=я 2 ехн%л%е, чеЯк, ея 3лЗишен, аа в%з! =Я =ю2 а
неС %С/d ц, %н=льн%а б/ Я! %а С%а Я =внен, юа Я%а
Ян, жен, емя в/ б! %Я/вх ЯЯ%,я ч2 %а д%б, 2 ьЯя С%лн%йя
л, кв, д=ц, , а з=г! язнен, аа м%жн%а 2 %льк%а з=я Яе2 а
беЯк%нечн%а б%льш, хя ! =Як%д%в,я 2 %а еЯ ья х2 %а
С =к2 , чеЯк, янев%зм%жн%а

К! , в/ ея хк%л%е, чеЯк%е%а з? е! б=я (1М , а з=2 ! =2 а н=я
Ян, жен, еяз=г! язнен, аа(2МСе! еЯек=ю2 Яявяя2 %нке,яагдеа
Ямм=! н/ еяденежн/ еяз=2 ! =2 / а

аааа

а
а
а
а
а
а
а
а
а
а
а
а
а

я
я
я
я
я
я
я
я
я

р, Яа 8я С%2 н%иен, ея хк%л%е, чеЖ%е%а 3? е! б=,я
з=2! =2 я н=я С! ед%2 в! =? ен, ея з=г! язнен, яя Я ед/ я , я
Вмм!=! н%е%а хк%л%е, чеЖ%е%а, як%н%м, чеЖ%е%а? е! б=я

я
я

%б? еЯ в=ан=а еиен, ея С! %блем/ ж%н2! %ляз=г! язнен, яя
д%Я , г=ю2 я м, н, мЗм=я п н=я н=з/ в=е2 Яа 2 %нк%а
хк%н%м, чеЖ%е%а %С2 , мЗм=я з=г! язнен, яя %к! Зж=ю? ейя
Я ед/ ,я, явянейя2 е%а е2 , чеЖ, яд%Я , г=е2 Яа! =венЯ в%а
з=2! =2 я , я 3? е! б=я п дн=к%,я ч2 %б/ я ЗчеЯ бя к=ка
хк%н%м, чеЖ, е,я 2 =ка , я хк%л%е, чеЖ, ея С%к=з=2 ел, я
з=2! =2 я , я 3? е! б=,я не%бх%д, %м%а Я%ж, 2 бя%а д, н=2 / я
к! , в/ хя (1%а , я (2%а Э2 =я Вмм=я С! едЯ =влен=я вав, дея
к! , в%а (3%а %2! =ж=ю? ейя Вмм!=! н/ ея (к=ка
хк%н%м, чеЖ, е,я 2 =ка , я хк%л%е, чеЖ, е%а С%2 е! , я т=я
к! , в%ав/ деяе2 Яа%бл=Я бам, н, м=льн/ хяВмм!=! н/ хя
С%2 е! в,я л, а%бл=Я бяк%л%е%-хк%н%м, чеЖ%е%а%С2 , мЗм=я
(! , ЯаВ%а

о %к=ав%здейЯ , ея чел%век=ан=а Я едЗянеяб/ л%аЯ %лья
б%льш, м,як=ка Яйч=Я, як%н%м, к=ам%ел=а%бх%д, 2 в%а безя
Зче2 =я хк%л%е, чеЖ, хя- =к2 %а %вабян=Я %а? ея в! емяя
Зче2 я хк%л%е, чеЖ, хя з=2! =2 я Я =н%в, 2 Яа
не%бх%д, м%Я буюя Цен=я С! %дЗк2 =я д%лжн=я %2! =ж=2 бя

вЪя в, д/ я з=2! =2 х п н=я д%лжн=я вклуч=2 ья з=2! =2 / я
%б? еЪ в=,яЪяз=нн/ еяЪаз=г! язнен, емяв%д/ ,яв%здЗх=я, я
С%мв/ ,я Я б%лезням, ,я в/ зв=нн/ м, я х2, м, я
з=г! язнен, ям, ,я Я! =Ъх%д%б=н, емя в%з%бн%б, м/ хя , я
нев%з%бн%б, м/ хя ! еЪ! Я%в,я Я%а Ян, жен, емя - Знқи, йя
ж, зне%беЪечен, яя хк%Я е! / я, я С! хя П=к%ея С%в/ шен, ея
цен/ я з=я Яе2 яея хк%м%е, чеЪк%йя к%мС%нен2 / я д%лжн%я
Ъ=2 ьяЪ! ьезн/ мя- =к2 %д %мя! егЗл, ! %б=н, яя! еЪ! Я%ва
хк%Я е! / хя

п дн=к%здеЪяв%зн, к=ю2 язн=ч, 2 ельн/ еяС! =к2, чеЪк, ея
2! Здн%Ъ, ,я Цен=я С! %дЗк2 =,я к=кя, звеЪ н%я х%д %м%я
%2! =ж=е2 я Я%Ъ %ан, ея! / нк=,я=яче! езя! егЗл, ! %б=н, ея
цена м%жн%я в%здейЪ в%б=2 ья н=я ! / н%кхя п дн=к%я вя
С! %блелм=хяге%хк%м%е, , я! / н%нн/ йямех=н, змяЪ %льяжея
неЯ%ве! шенен,я ч2 %я, ,я мех=н, змя цен2! =л, з%б=нн%е%я
Сл=н, ! %б=н, я,я С%2 %мЗя ч2 %я мн%е, ея ! еЪ! Я! ,я вя
%Я%бенн%Ъ, ,я еЪ! Я! аЯ%вмеЪ н%е%яС%мьз%б=н, я,я2 =к, ея
к=кя=2 м%Я е! =,яцен/ яея, мею2 х%ЪС%мн, мя2! =гед, юя
вЪе%б? ег%я д%Ъ %ан, яя, ,я Яяз=ннЗюя Ян ейя, ,Ъ %д, юя Я
Се! ег! Зженн/ мяЗг%мя, зял=в/ ахя

К! %мея 2%е%я цен=я д%лжн=я %2! =ж=2 ья
неЯ%, зме! , м/ еяС%к=з=2 ел, ,яС%2 %мЗяч2 %анеявЪя%н, я
в/! =ж=ю2 Яя вя денежн%мя, ,Ян, Яен, ,я Ск%льк%я
н=С! , ме! ,я ,Ъ %, 2 я %д, ня гек2 =! я леЯ?я л / я м%жемя
Ък=з=2 ь,я Як%льк%я ,Ъ %, 2 я д! евеЯ, н=я, ,я ея г%д%б%йя
С! , ! %Ъ я н=я х2 %мя гек2 =! ея л / я м%жемя %цен, 2 ья
Ъ %, м%Ъ ьяд! Зг, хялеЯн/ хяС! %дЗк2 %вхат%ак=кя%цен, 2 ья
в%дн/ ея еЪ! Я! ,я %д м, ! Зю? , еЯян=хек2 =! еялеЯ-я, я хя
в/ Як%ея к=чеЪ в%,я к=чеЪ в%я в%здЗх=,я ! %лья леЯ-я вя
гл%б=льн%мя к! Зг%б%д %2 ея Згле! %д=я, л, ,я н=к%нец,я ег%я
! ек! е=ц, %нн/ ея , л, я хм%ц, %н=льн/ ея ! еЪ! Я! ?я
Эк%н%м, чеЪк, ея мех=н, зм/ я д%лжн/ я ! =б%2 =2 ь,я

С%Я%б%Д взая ! ешен, юя ге%хк%л%е, чеЯк, хя С %блемя
те%бх%д, м=яд=льнейш=ая, Ямед%в=2 ельЯк=ая! =б%2 =,я
ч2 %б/ я%2 ве2, 2 ьян=я х2, я, я С%д%бн/ ея в%С %Я х о !, я
х2 %мя чемя б%льшее 2 е! !, 2 %д, я,я 2 емя Яи%жнеее
н=х%д, 2 ья %2 ве2 / я ья %Я%бенн%Д, я х2 %я Яи%жн%я дляя
м, ! =ва%ел%м%я

я

я

IV. Я х С =влен, еяЯ%Д %ан, емяЯк! Зж=ю? ейяЯ ед/ я
н=яи%к=льн%м%я! %внея

я

т С =влен, ея Я%Д %ан, емя %2 дельн/ хя %б-Ак2 %ва, я
ч=Д ейя хк%Я е! / я -я Яи%жн/ йя межд, Яи, Си, н=! н/ йя
С %цеЯя не, збежн%я включ=ю?, йя н=! ядЗя Я
к%мС%нен2 =м, я еД еД венн/ хя н=Зкя хлемен2 / я
хк%н%м, к, ,а С =в=,а С =влен, ая, а С%л, 2, к, хя

СЗ? еД взю2 я 2!, я %Ян%вн/ ея г! ЗОС/ я ме2 %д%ва
ЗС =влен, ая ья Я е! ея С, ! %д%С%льз%в=н, я:я
=дм, н, Д! =2, вн%ея ! егЗл, ! %в=н, е,я Я Д ем=я
хк%н%м, чеЯк, хя ! / ч=г%ва, я, ЯС%льз%в=н, ея ! / н%нн/ хя
%2 н%мен, йя

Адм, н, Д! =2, вн%ея! егЗл, ! %в=н, е,явяЯ%ноя%ме! едь,я
Я%Д %, 2 я, задвЗхяг! ЗОСяме2 %д%в:я=Мт Д =н%влен, ея, я
Яб%люден, ея н%д м=2, вн/ хя Д =нд=! 2 %в,я з=я С едел/ я
к%2 %д / хя нея ! =з! еш=е2 Яяя в/ х%д, 2 ья, я б%и
п ЯВ? еД влен, ея неС%Я едД венн/ хя ме! я
=дм, н, Д! =2, вн%е%в%здейД в, яя

С2 =нд=! 2/ я к=чеД в=я %к! Зж=ю? ейя Я ед/ я
! егл=мен2, ! Зю2 я Я%Д %ан, ея %2 дельн/ хя еее
Я%Д =вляю?, хя (в%д/ ,я в%здЗх=я С%нвя, я 2 х%ма ья
! %ЯЯ йЯ%йя С =к2, кея %б/ чн%я дляя к=жд%е%я
з=г! язн, 2 елаяЗД =н%влен=аег%аС едельн%ад%СЗД, м=ая

к%нцен2! =ц, яя(о d KЧюо! , ях2 %мяЯи, 2 =е2 Яя,яч2 %аС , я
 3! %внея к%нцен2! =ц, , ,я! =вн%мя , л, я меньшемя о d K,я
 з=г! язняю? ееея ве? еЯ в%а неа %ж=з/ в=е2 я
 небл=г%С , я2 н%е%а дейЯ в, яя н=я зд%д %вьея чел%век=я , я
 Я%Я %ан, ея хк%Я Я емя т%д м=2 , в/ я о d Kя б/ в=ю2 я
 Я еднеЯВ2 %ин/ ея , я м=кЯ м=льн%а ! =з%в/ е,я
 3Я =н=вл, в=ю? , еяС еделяк%нцен2! =ц, , яз=г! язн, 2 еляя
 т=я вЯйя 2 е! ! , 2 %д , , я С%двее! женн%йя в%зддейЯ в, юя
 з=г! язн, 2 елейя %2 я ! яд=я С едС , я2 , й,я 3! %венья
 з=г! язнен, яя неа д%лжена С ев/ ш=2 ья о d Kя Ч2 %б/ я неа
 С ев/ Я 2 ья х2 %2 я 3! %вень,я длаяк=жд%е%а С едС , я2 , яя
 3Я =н=вл, в=ю2 Яя С едС%м=г=ем/ ея 3! %вн, я ЯБ! %Яв%я
 (дляя в%д/ Чя , л, я в/ б! %Яв%я (дляя в%здЗх=Чя "н=я к%нценя
 2! 3б/ Вя 2 %а еЯ ья в%я 2 %нкея ЯБ! %Я=я (в/ б! %ЯЧя , я
 С % , зб%д%я2 Яя ! =Яе2 / я %ж, д=ем%е%а Се! емеш, в=н, яя
 в%д/ я (в%здЗх=Чя Яя%С еделен, емя о d Kя в%к%н2! %льн/ хя
 2 %нк=хя в%я С , земн%мя Яи%ея в%здЗх=я н=я вЯйя
 2 е! ! , 2 %д , , яе Яи, як%нцен2! =ц, яяз=г! язн, 2 еляяд=жеяв%я
 %дн%йяк%н2! %льн%йя2 %нкея%ж=з/ в=е2 Яяв/ ш%я о d K,я2 %а
 С едС%м=г=ем/ ея вел, ч, н/ я ЯБ! %Яв%я (в/ б! %Яв%я
 3меньш=ю2 ЯяяЭ2 , я! =Яе2 н/ еяц, кл/ яС %д%лж=ю2 Яя
 д%я 2 ехя С%д , я С%к=я неа д%ЯЯ , г=е2 Яя жел=ем=яя
 к%нцен2! =ц, яя н С еделенн/ ея 2 =к, мя %б! =з%мя
 С , емлем/ еявел, ч, н/ яЯБ! %Яв%я(в/ б! %Яв%я(дляяк=жд%е%а
 С едС , я2 , яя н=з/ в=ю2 Яя С едельн%я д%СЗЯ , м/ м, я
 в/ б! %Я=м, я (о d бЧя длая в%здЗх=я , л, я С едельн%я
 д%СЗЯ , м/ м, яЯБ! %Я=м, я о d СЧдлаяв%д/ я
 е Яи, я С едС , я2 , ея неа в%я Я%Я %ан, , я %беЯеч, 2 ья
 2! ебЗем/ ея о d бя, л, я о d С,я2 %аемЗяЗЯ =н=вл, в=ю2 Яя
 н%д м=2 , в/ яв! еменн%я Я%ел=Я%в=нн/ хя в/ б! %Яв%я (бСбЧя
 длая в%здЗх=я , л, я в! еменн%я Я%ел=Я%в=нн/ хя ЯБ! %Яв%я
 (бССЧдлаяв%д/ яЭ2 %адел=е2 Яяв%я%ж, д=н, , я2 %е%,яч2 %а

А едА , я2 , ея б3де2 я %В? еД вля2 ья д%л%А %ин3юя
А %! =мм3я Ян, жен, яя в/ б! %Я%ва , я С%Д еСенн%а
д%Д , гне2 я3! %вняю d б%o d C%ад деЯяк! %е2 Яял=зейк=я
дляялн%е%ле2 нег%аз=г! язнен, яяЯ ед/ , яА ев/ ш=ю? ег%а
3Д =н%влени/ ея%д м=2 , в/ я

Техн%л%е, чеЯ, ея Д =нд=! 2/ я вя ч=Д , я хк%л%е, , я
А ед%А еделяю2 я 2! еб%б=н, яя кя м%де! н, з=ц, , я
А %цеЯ%ва А %, зб%дД в=, я А , в%дя? , ея кя жел=ем%м3я
Я%Д %ан, юя %к! 3ж=ю? ейя Я ед/ я б%а =ме! , к=нЯ%йя
А =к2 , кя х2 %а 2! еб%б=н, ея кя внед! ен, юя в%а
А %м/ шленн%Д , я 2 =кя н=з/ в=ем%йя н=, л3ишейя , зя
, мею? , хЯя2 ехн%л%е, йя(besФbTilTbleяФhpnologyЧя=я
вяЯельЯ%м%з%йД вея-ян=, л3иш, хяА , ем%ва3А =влен, яя
(besФbTilTble-менФrТсФbesЧя

С2 =нд=! 2/ як=чеД в=яА %д3ки, , я! егл=мен2 , ! 3ю2 я
Я%де! ж=н, евянейя! едн/ хяве? еД в%а

о! ям/ ея =дм, н, Д! =2, вн/ ея з=А е2/ я
А , меняю2 Яя, я к%ед=я нежел=2 ельн/ ея С%ЯедД в, яя
м%е32 я ! ег3л, ! %б=2 ьЯя 2 %льк%а 2 =к, мя жеД к, мя
Я%Я%б%м%а т=А , ме! , я ! ядя з=в%д%ва в%а СССр%а , я
цен2! =льн%йя е в! %сея б/ л%а з=к! / 2 я в%а 1989-199Ця г%а
С%2 %м3, яч2 %аб/ л%анев%зм%жн%а Ян, з, 2 ьяз=г! язнен, ея
%2 я н, хя хк%н%м, чеЯ, я целеЯ%б! =зн/ мя , я
2 ехн%л%е, чеЯ, в%зм%жн/ мяС2 ем%б/ л%авведен%я=А е2 я
н=я А %, зб%дД в%а , я , Я%льз%б=н, ея СеД , ц, д=я d d П, я
%2 л, ч=ю? ег%Яя в/ Я%к%йя Д еСеньюя 2 %кЯ чн%Д , я , я
ч! езв/ ч=йн%а А %д%лж, 2 ельн/ мя в! еменем%а ! =Я=д=я
о %Д еСенн%а в%а Я%2 ве2 Д в, , я Я межд3н=! %дн/ м, я
Я%ел=шен, ям, , я Ян, ж=е2 Яя А %, зб%дД в%а
хл%д - 2 %д 3гле! %д%ва(хФrЧя! =з! 3ш=ю? , хя%з%н%б/ йя
Ян%йя б%а Ян3ч=ея хФr, я дейД в3ю2 я кб%2/ , я
%А еделяю? , ея%б%м%а, хяА %, зб%дД в=я, я3С%2! еблен, яя

ваЯ! =нежад=янеЖ%льк%але2 яд%аС%лн%е%аС ек! =? ен, яя
%х%2 / ян=як, 2 %вявям, ! еяСССра, Я%льз%в=ляежег%дн/ йя
л, м, 2 я н=я к%л, чеЯ в%а д%б/ в=ем/ хя ж, в%2 н/ х,я
3Я =н=вл, в=вш, йЯадляя=шейяЯ! =н/ хя

Л, ценз, , я , я ! =з! ешен, яя н=я С%льз%в=н, ея землей,я
в%д%йя , я д! 3г, м, я С , ! %дн/ м, я ! еЯ! Я=м, я
Я, де2 ельЯ в3ю2 Я%аС%Я %анн%мя, л, я! еменн%мяС =веа
С%льз%в=н, яя еЯ! Я%мя, Я%а еделяю2 яг%аС едел/ хя

р=з! ешен, яя , я л, ценз, , я в/ д=ю2 Яя 2=кжеа н=я
%а еделенн/ йя Я %я дляа дея2 ельн%Я , я
С , ! %д%х! =нн%е%ак!= =к2 е! =хя

Эк%л%е, чеЯ=яя хкЯе! 2, з=а н=С =влен=я н=я =н=л, за
С%медЯ в, йя н=меч=ем%е%а С %ек2=хя п ценк=а
в%здейЯ в, яян=я%к! 3ж=ю? 3юяЯ ед3я(п вп С%являе2 Яя
ч=Я ьюя, нЯ , 2 32 =ак%л%е, чеЯ%й%акЯе! 2, з/ хя

С, Я ем=я хк%н%м, чеЯ, хя ! / ч=г%ва %2 л, ч=е2 Яя %2 а
=дм, н, Я! =2, вн%йя 2 ем,я ч2%а С едС , я2, е-
з=г! язн, 2 елья м%же2 я в/ б, ! =2 ья Я%юя Я! =2 ег, ю,я
, Я%дяя , зя з=2! =2 я , я ! ез3ль2=2 %в,я ! ег3л, ! Зем/ хя
хк%н%м, чеЯ, м, я С%к=з=2 елям, я , я хк%л%е, чеЯ, м, я
С!=ме2! =м, а едС , я2, яя

С! ед, я хк%н%м, чеЯ, хя ! / ч=г%ва н=, б%леея
! =Я %Я! =нен/ а Сл=2 еж, я , я н=л%е, я з=а з=г! язнен, е,я
к%2 %д / ея- =к2, чеЯ, аС едЯ =вляю2 аЯ%б%йяСл=2 3яз=а
С%льз%в=н, ея =Я, м, ляц, %нн/ мя С%2 ени, =л%мя
%к! 3ж=ю? ейя Я ед/ хя о! едС%л=г=е2 Яя,я ч2%а
С едС , я2, еяз=, н2 е! еЯ%в=н%авяЯк! =? ен, , яСл=2 ежейя
, я н=л%е%ва , я С%2 %м3я Я! ем, 2 Яя кя Як! =? ен, юя
в/ б! %Я%ват=л%е, я, д32 явябюдже2, явя2 %ав! емяяк=кя
Сл=2 еж, я С%а б%льшейя ч=Я , я н=С =вляю2 Яя ва
хк%л%е, чеЯ, йя - %ндя , я , Я%льз3ю2 Яя дляа ! ешен, яя
хк%л%е, чеЯ, хяС %блемя

СЗБЯ д, , я С едЯ =вляю2 я Я%йя Яец, =льн/ ея
 в/ Сл=2 / я С едС , я2 , ям-з=г! язн, 2 елямя дляя
 - , н=нЯ! %в=н, яяме! %С , я2 , йяС%яЯ%к! =? ен, юяБ! %Я%вья
р/ н%нн/ ея ме2 %д/ я ЗС =влен, яя Я%Я%ян, емя
 %к! Зж=ю? ейя Я ед/ я н=С =влен/ я н=я б%меея г, бк, ея
 %2 н%иен, яя междЗя С%льз%в=2 елям, я ! еЯВ! Я%вя , я
 %д г=н=м, я ЗС =влен, яя п б? еЯ в%я %С еделаяе2 я
 д%СЗЯ , м/ ея м=Яи2 =б/ я з=г! язнен, я,я С%иеея чег%я
 ! =з! ешен, яя н=я в/ б! %Я ! =ЯС еделаяю2 Яя
 (! =ЯС %д=ю2 Я%и междЗя%2 дельн/ м, яС едС , я2 , ям, я
 Ф, ! м=ял, б%яд%Я , г=е2 яЗЯ =н%влени%е%яЯ =нд=! 2 =я
 з=г! язнен, я,я в%д%я 2 ехн%л%е, чеЯ, ея н%вишеЯ в=я , я
 %е! =н, ч, в=яяЯ%, яЯ! %Я явяС едел=хяЗЯ =н%влени%е%я
 ! =з! ешен, я,ял, б%яС , %б! е2 =е2 яд%С%лн, 2 ельн%яч=Я ья
 ! =з! ешен, яя н=я в/ б! %Я,я в/ д=нн%е%я д! Зг%мЗя
 С едС , я2 , юя Ямея Я=м/ мя - =к2 , чеЯ, я Я%зд=е2 Яя
 ! / н%кяС =вян=яз=г! язнен, ея, яЯ%2 ве2 Я вЗю? , еяб=нк, я
 , б, ! ж, яС =вян=яв=г! язнен, ея

б я С =к2 , кея ЗС =влен, яя Я%Я%ян, емя %к! Зж=ю? ейя
 Я ед/ я, Я%льзЗе2 Яяя%мСлекЯме2 %д%в,яС%2 %мЗяч2 %я
 к=жд/ йя , зя н, хя , мее2 я Я%, я С%л%ж, 2 ельн/ ея , я
 %2 ! , ц=2 ельн/ еяЯ %д %н/ хя

я

я
я
я

Часть III.

Геосферы Земли и деятельность человека

В этой части мы рассмотрим основные геоэкологические проблемы отдельных геосфер Земли. Но поскольку все крупные проблемы геоэкологии выходят далеко за рамки одной геосферы, распределение материала по геосферам в значительной степени вызвано удобством изложения.

V. Атмосфера. Влияние деятельности человека на атмосферу и климат

V. I. Основные особенности атмосферы и климата Земли³

Атмосфера – это газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами. Она движется вместе с твердой Землей как единое целое и одновременно принимает участие во вращении Земли. Газы сжимаемы, и потому плотность воздуха наибольшая у земной поверхности, убывая кверху. Половина всей массы атмосферы сосредоточена в нижних 5 км, а три четверти – в нижних 10 км.

Атмосфера состоит из концентрических слоев, отличающихся своими характеристиками, – тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы и магнитосферы. В нижнем из слоев, тропосфере, температура воздуха убывает с высотой; средняя величина вертикального градиента температуры составляет 0,6°C/100 м. Выше тропосферы падение температуры с высотой в конце концов сменяется ее ростом. В тропиках

³Для более углубленного изучения этих вопросов рекомендуется учебник С.П.Хромова и М.А.Петросянца “Метеорология и климатология”. 4-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1994. 520 с.

конце концов сменяется ее ростом. В тропиках толщина тропосферы в среднем составляет 15–17 км, в умеренных широтах – 10–12 км, над полюсами – до 8–9 км. В тропосфере сосредоточено 4/5 всей массы воздуха атмосферы и почти весь водяной пар. Она взаимодействует с нижележащими оболочками Земли. Большая часть геоэкологических проблем, относящихся преимущественно к атмосфере, сосредоточена в тропосфере, и в особенности на нижней ее границе.

Физическое состояние атмосферы в данной точке в данный момент времени называется погодой. В свою очередь, совокупность атмосферных условий (то есть погод) данной местности за многолетний период называют локальным климатом. Конкретные типы локальных климатов определяются такими географическими факторами как широта места, распределение суши и моря, положение места по отношению к океанам, а также его положение в системе общей циркуляции атмосферы, крупномасштабные особенности рельефа, растительный покров, снежный покров и морские льды, океанические течения. Из локальных климатов складываются географически обусловленные климаты на территориях более высоких рангов, вплоть до континентов, океанов и Земли в целом.

В формировании погоды и климата участвуют три основных взаимосвязанных и взаимообусловленных группы атмосферных процессов, называемых климатообразующими: теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция.

Под термином теплооборот понимается сумма процессов получения, преобразования, переноса и потери тепла в системе земля-атмосфера. О нем уже вкратце говорилось в разделе II.3.1. Теплооборот предопределяет важнейшую климатологическую характеристику – температурный режим того или иного места. Распределение температуры воздуха зависит от общих условий притока солнечной радиации в зависимости от широты, от расположения суши и моря, по-разному аккумулирующих тепло, и от воздушных течений, переносящих тепловую энергию от одних областей к другим.

Атмосферный воздух у земной поверхности содержит существенное количество влаги, в среднем от 0,2% в полярных районах до 2,5% у экватора. Под термином влагооборот понимается сумма процессов накопления, отдачи и переноса влаги, определяющих особенности увлажнения данного места. Большую роль играют процессы фазовых переходов (испарение или конденсация, таяние или замерзание) влаги в атмосфере и в слое взаимодействия между земной поверхностью и атмосферой. Благодаря этим процессам осуществляется взаимосвязь между тепловым и водным режимами географической оболочки.

Неравномерное распределение тепла в атмосфере приводит к неравномерному распределению атмосферного давления, а от распределения давления зависят воздушные течения. Ряд факторов предопределяет закономерное распределение на Земле основных барических центров (то есть центров повышенного или пониженного атмосферного давления) и его изменения по сезонам года. Они и формируют столь же закономерную систему крупномасштабных воздушных течений на Земле, называемую общей циркуляцией атмосферы. Общая циркуляция атмосферы – одна из характернейших особенностей экосферы.

Вследствие большой подвижности атмосферы и относительно быстрого ее перемешивания в нижних 100 км процентное соотношение содержащихся в ней газов постоянно (в % по объему):

Азот	Кислород	Аргон	Углекислый газ
78,08	20,95	0,93	0,03

На долю остальных нескольких десятков, и даже сотен газов приходится всего лишь 0,01%, но многие из этих газов, как мы увидим далее, играют значительную роль в состоянии экосферы.

Процессы и особенности атмосферы изменяются под воздействием деятельности человека. Локальные изменения состояния природно-территориальных комплексов (ландшафтов), такие как возникновение и развитие городов, оросительных и других земледельческих систем, антропогенные преобразования пастбищ,

возникновение водохранилищ и пр. ведут к локальным изменениям климата. Крупномасштабные антропогенные изменения поверхности Земли (например, обезлесение, опустынивание, деградация внутренних морей и озер и др.) также обуславливают изменения особенностей теплового и водного режима на больших территориях и акваториях, хотя пока еще менее заметные.

Наряду с изменениями физических особенностей атмосферы с вытекающими отсюда последствиями, происходят антропогенные изменения ее газового состава. По-видимому, в настоящее время роль человека проявляется сильнее в этой области, и химические трансформации в атмосфере создают ряд серьезных геоэкологических проблем. К их числу надо отнести антропогенное изменение климата и его последствия, нарушение естественного состояния озонового слоя, асидификацию экосферы, включая кислотные осадки, и локальное загрязнение атмосферы.

V.2. Антропогенное изменение климата и его последствия

V.2.1. Парниковый эффект

Источником энергии атмосферных процессов является солнечная радиация. К земной поверхности приходит коротковолновая радиация, тогда как нагреваемая таким образом Земля испускает в атмосферу и далее за ее пределы энергию в виде длинноволнового (инфракрасного, или теплового) излучения.

Некоторые газы в атмосфере, включая водяной пар, отличаются парниковым эффектом, то есть способностью в большей степени пропускать к поверхности Земли солнечную радиацию по сравнению с тепловым излучением, испускаемым нагретой Солнцем Землей. В результате температура поверхности Земли и приземного слоя воздуха выше, чем она была бы при отсутствии парникового эффекта. Средняя температура поверхности Земли равна плюс 15°C, а без парникового эффекта она была бы минус 18°! Парниковый эффект – один из механизмов жизнеобеспечения на Земле.

Ведущую роль в парниковом эффекте играет водяной пар, находящийся в атмосфере. Удивительно, что большую роль играют также газы, не отличающиеся высокой концентрацией в атмосфере. К основным парниковым газам относятся: углекислый газ (диоксид углерода) (CO_2), метан (CH_4), оксиды азота, в особенности N_2O , и озон (O_3). В эту же категорию следует включить не встречающуюся в природе группу газов, синтезируемых человеком, под общим названием хлорфторуглероды.

Если баланс на верхней границе тропосферы между приходящей коротковолновой и отраженной длинноволновой радиацией не равен нулю, то возникает дополнительный эффект радиационного воздействия на атмосферу, приводящий либо к нагреванию (при преобладании приходящей радиации), либо к охлаждению тропосферы. Атмосфера реагирует на эти изменения, постепенно устанавливая новый радиационный баланс посредством соответствующего повышения или понижения температуры тропосферы и поверхности Земли.

Например, при удвоенной концентрации углекислого газа по сравнению с концентрацией в начале промышленной революции (1750–1800 гг.) и при отсутствии других факторов эффект радиационного воздействия составил бы 4 Вт/м^2 , а компенсационное повышение температуры было бы около 1° . При более полном учете факторов и обратных связей между ними оказывается, что удвоение концентрации углекислого газа привело бы к повышению температуры на $2,5^\circ\text{C}$ (IPCC, 1994). Эффект радиационного воздействия при удвоенной концентрации CO_2 , равный 4 Вт/м^2 , составляет 1,7% от величины коротковолновой солнечной радиации, поглощаемой атмосферой и поверхностью Земли и равной в среднем 240 Вт/м^2 . Нарушение баланса приходящей и уходящей радиации всего лишь на 1,7% приводит, как видим, к очень серьезным изменениям климата. Это еще один пример высокой степени сбалансированности механизмов жизнеобеспечения экосферы, т.е. ее устойчивости.

Деятельность человека за последние 200 лет, и в особенности после 1950 г., привели к продолжающемуся и в настоящее время повышению концентрации в атмосфере газов, обладающих пар-

никовым эффектом (рис. 9). Неизбежно последовавшая за этим реакция атмосферы заключается в антропогенном усилении естественного парникового эффекта. Суммарное антропогенное усиление парникового эффекта оценивается, по состоянию на 1995 г., величиной $+2,45 \text{ ватт/м}^2$ (Международный Комитет по изменению климата IPCC).

Парниковый эффект каждого из таких газов зависит от трех основных факторов:

а) ожидаемого парникового эффекта на протяжении ближайших десятилетий или веков (например, 20, 100 или 500 лет), вызываемого единичным объемом газа, уже поступившим в атмосферу, по сравнению с эффектом от углекислого газа, принимаемым за единицу;

б) типичной продолжительности его пребывания в атмосфере, и
в) объема эмиссии газа.

Комбинация первых двух факторов носит название “Относительный парниковый потенциал” и выражается в единицах от потенциала CO_2 . Она является удобным показателем текущего состояния парникового эффекта и используется в международных дипломатических переговорах. Относительная роль каждого из парниковых газов весьма чувствительна к изменению каждого фактора и к их взаимозависимости, и потому определяется весьма приближенно.

Рис. 9. Средняя месячная концентрация углекислого газа в атмосфере за 1957–1993 гг. на Гавайских островах (Мауна Лоа) и Южном полюсе

Основные особенности газов с парниковым эффектом в атмосфере по состоянию в основном на 1994 г. приведены в табл. 6.

Таблица 6. Основные особенности газов с парниковым эффектом

Газ	Концентрация, частей на миллиард	Прирост концентрации, % за год	Относительный парниковый потенциал газа на ближайшие 20 лет	Продолжительность существования в атмосфере, гг.	Антропогенное усиление парникового эффекта, ватт/м ²
Диоксид углерода, CO ₂	358000	0,4	1	50–200	1,56
Метан, CH ₄	1720	0,6	12	12-17	0,47
Оксид азота, N ₂ O	312	0,25	290	120	0,14
Хлорфторуглероды*	0,1–0,3	0–5	300–8000	12–50	0,15

*Данные взяты для наиболее типичных для 1995 г. веществ, как используемых, так и запрещенных к использованию, но еще находящихся в атмосфере.

V.2.2. Газы с парниковым эффектом

Для понимания глобального парникового эффекта необходимо понять роль каждого из газов. Как видим, картина отличается большой сложностью и изменчивостью во времени.

Роль *водяного пара*, содержащегося в атмосфере, в общемировом парниковом эффекте велика, но трудно определима однозначно. При потеплении климата содержание водяного пара в атмосфере будет увеличиваться, тем самым усиливая парниковый эффект.

Диоксид углерода, или углекислый газ (CO_2), отличается, по сравнению с другими парниковыми газами, относительно низким потенциалом парникового эффекта, но довольно значительной продолжительностью существования в атмосфере – 50–200 лет и сравнительно высокой концентрацией. Доля диоксида углерода в парниковом эффекте составляет в настоящее время около 64%, но эта относительная величина неустойчива, поскольку зависит от изменяющейся роли других парниковых газов.

Концентрация углекислого газа в атмосфере в период с 1000 по 1800 гг. составляла 270–290 частей на миллион по объему (ppmv). Затем она стала неуклонно увеличиваться с соответствующим возрастанием парникового эффекта. В 1958 г., когда начались постоянные инструментальные наблюдения, она была 315 ppmv, а к 1994 г. она достигла 358 ppmv и продолжает расти (рис. 9). Расчеты показывают, что при современном уровне эмиссии углекислого газа концентрация его в атмосфере будет неуклонно увеличиваться, достигнув 500 ppmv к концу XXI века. Стабилизация концентрации может быть достигнута посредством значительного сокращения объема выбросов.

Рассмотрим причины наблюдаемого роста концентрации, основываясь на антропогенной части глобального биогеохимического цикла углерода.

Основной источник поступления углекислого газа в атмосферу – сжигание горючих ископаемых (угля, нефти, газа) для производства энергии. Около 80% всей энергии в мире производится за счет тепловой энергетики. Поступление углекислого газа в атмосферу за период с 1860 по 1990 гг. увеличивалось в среднем на 0,4% в год. В течение 1980-х гг. она составляла $5,5 \pm 0,5$ млрд. т (гигатонн) углерода в год.

Сокращение лесов тропического и экваториального пояса, деградация почв, другие антропогенные трансформации ландшафтов приводят в основном к высвобождению углерода, которое сопровождается его окислением, то есть образованием CO_2 . В целом эмиссия в атмосферу за счет преобразования тропических ландшафтов составляет $1,6 \pm 1,0$ млрд. т углерода. С другой стороны, в умеренных и высоких широтах Северного полушария отмечается, в целом, преобладание восстановления лесов над их исчезновением. Для построения органического вещества лесов в процессе фотосинтеза углекислый газ забирается из атмосферы. Это количество, в пересчете на углерод, равно $0,5 \pm 0,5$ млрд. т. Пределы точности, равные самой величине, указывают нам также на все еще весьма низкий уровень понимания антропогенной роли в некоторых звеньях глобального биогеохимического цикла углерода.

В атмосфере в результате деятельности человека ежегодно дополнительно накапливается $3,3 \pm 0,2$ млрд. т углерода в виде углекислого газа.

Мировой океан поглощает из атмосферы (растворяет, химически и биологически связывает) около $2,0 \pm 0,8$ гигатонн углерода в виде углекислого газа. Суммарные величины поглощения углекислого газа океаном пока непосредственно не измеряются. Они рассчитываются на основе моделей, описывающих обмен между атмосферой, поверхностным и глубинным слоями океана.

Таблица 7. Глобальный баланс антропогенного углерода, млрд. т. за год

Источники CO₂

Поступление в атмосферу	
(1) Поступление в атмосферу вследствие сжигания горючих ископаемых и производства цемента	5,5±0,5
(2) Поступление в атмосферу вследствие трансформации ландшафтов в тропической и экваториальной зонах	1,6±1,0
Поглощение различными резервуарами	
(3) Аккумуляция в атмосфере	3,3±0,2
(4) Аккумуляция Мировым океаном	2,0±0,8
(5) Аккумуляция в биомассе Северного полушария	0,5±0,5
(6) Остаточный член баланса , объясняемый поглощением CO ₂ экосистемами суши (фертилизация и др.) = (1+2)-(3+4+5)	1,3±1,5

Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере должно стимулировать процесс фотосинтеза. Это так называемая фертилизация, благодаря которой, по некоторым оценкам, продукция органического вещества может возрасти на 20–40 % при удвоенной по сравнению с современной концентрацией углекислого газа. Исследования процесса фертилизации проводились пока только в лабораторных условиях. Глобальная оценка поглощения углекислого газа растительностью мира вследствие ее фертилизации на 1980-е гг. составляет 0,5–2,0 млрд. т за год. В балансе антропогенных потоков углерода все пока еще плохо понимаемые процессы, протекающие в экосистемах суши, включая фертилизацию, оцениваются в 1,3±1,5 млрд. т.

Баланс антропогенного углерода за 1980–1989 гг., связанный с эмиссией, поглощением и изменением запасов углекислого газа, в млрд. т за год, представлен в табл. 7.

Как видим, невязка баланса значительна, и более глубокое ее объяснение – один из крупнейших, пока недостаточно решенных

вопросов. По-видимому, необходимо более углубленное изучение режима антропогенного углерода как в Мировом океане и отдельных его частях, так и в экосистемах суши.

Метан (CH_4) также играет заметную роль в парниковом эффекте, составляющую приблизительно 19 % от общей его величины (на 1995 г.). Метан образуется в анаэробных условиях, таких как естественные болота разного типа, толща сезонной и вечной мерзлоты, рисовые плантации, свалки, а также в результате жизнедеятельности жвачных животных и термитов. Оценки показывают, что около 20% суммарной эмиссии метана связаны с технологией использования горючих ископаемых (сжигание топлива, эмиссии из угольных шахт, добыча и распределение природного газа, переработка нефти). Всего антропогенная деятельность обеспечивает 60–80 % суммарной эмиссии метана в атмосферу.

В атмосфере метан неустойчив. Он удаляется из нее вследствие взаимодействия с ионом гидроксила (ОН) в тропосфере. Несмотря на этот процесс, концентрация метана в атмосфере увеличилась примерно вдвое по сравнению с доиндустриальным временем и продолжает расти со скоростью около 0,8 % в год.

Эмиссия метана из болот зоны избыточного увлажнения Северного полушария и из районов вечной мерзлоты весьма чувствительна к изменениям температуры и осадков. Измерения показывают, что рост температуры и увеличение увлажненности (то есть продолжительности нахождения территории в анаэробных условиях) еще более усиливают эмиссию метана. Это характерный пример положительной обратной связи. Наоборот, снижение уровня грунтовых вод из-за пониженной увлажненности должно приводить к уменьшению эмиссии метана (отрицательная обратная связь).

Текущая роль *оксида азота (N_2O)* в суммарном парниковом эффекте составляет всего около 6%. Концентрация оксида азота в атмосфере также увеличивается. Предполагается, что его антропогенные источники приблизительно вдвое меньше естественных. Источниками антропогенного оксида азота является сельскохозяйственное хозяйство (в особенности пастбища в тропиках), сжигание биомассы и промышленность, производящая азотсодержащие

вещества. Его относительный парниковый потенциал (в 290 раз выше потенциала углекислого газа) и типичная продолжительность существования в атмосфере (120 лет) значительны, компенсируя его невысокую концентрацию.

Хлорфторуглероды (ХФУ) – это вещества, синтезируемые человеком, и содержащие хлор, фтор и бром. Они обладают очень сильным относительным парниковым потенциалом и значительной продолжительностью жизни в атмосфере. Их итоговая роль в парниковом эффекте составляет, на середину 1990-х гг., приблизительно 7%. Производство хлорфторуглеродов в мире в настоящее время контролируется международными соглашениями по защите озонового слоя, включающими и положение о постепенном снижении производства этих веществ, замене их на менее озонразрушающие с последующим полным его прекращением. В результате концентрация ХФУ в атмосфере начала сокращаться.

Озон (O_3) – важный парниковый газ, находящийся как в стратосфере, так и в тропосфере. Он влияет как на коротковолновую, так и на длинноволновую радиацию, и потому итоговые направление и величина его вклада в радиационный баланс в сильной степени зависят от вертикального распределения содержания озона, в особенности на уровне тропопаузы, где надежных наблюдений пока недостаточно. Поэтому определение вклада озона в парниковый эффект сложнее по сравнению с хорошо перемешиваемыми газами. Оценки указывают на положительную результирующую (приблизительно $+0,4$ ватт/м²).

V.2.3. Воздействие тропосферных аэрозолей на парниковый эффект

Аэрозоли – это твердые частицы в атмосфере диаметром от 10^{-9} до 10^{-5} м, или от 10^{-3} до 10^1 микрон (μ м). Они образуются вследствие ветровой эрозии почвы, извержений вулканов и других природных процессов, а также благодаря деятельности человека (сжигание горючих ископаемых и биомассы).

Антропогенные аэрозоли двояко влияют на радиационный баланс Земли:

а) непосредственно, через поглощение и рассеивание солнечной радиации, и

б) косвенно, так как аэрозоли действуют как ядра конденсации, играющие важную роль в образовании и развитии облаков, влияющих, в свою очередь, на радиационный баланс.

Существует много неопределенностей в понимании роли аэрозолей в парниковом эффекте из-за высокой региональной изменчивости их концентрации и химической композиции, при малом количестве непосредственных наблюдений. В целом можно сказать, что антропогенные аэрозоли снижают величину радиационного баланса, то есть несколько компенсируют антропогенный парниковый эффект. Вследствие роста содержания аэрозолей в воздухе за время начиная с 1850 г. их суммарный и осредненный для мира непосредственный антропогенный эффект равен примерно $-0,5 \text{ ватт/м}^2$, при примерно близкой величине его косвенного воздействия.

В отличие от парниковых газов, типичный срок существования аэрозолей в атмосфере не превышает нескольких дней. Поэтому их радиационный эффект быстро реагирует на изменения эмиссии загрязнений и столь же быстро прекращается.

В отличие от глобального воздействия газов с парниковым эффектом эффект атмосферных аэрозолей является локальным. Географическое распространение сульфатных аэрозолей в воздухе в основном совпадает с промышленными районами мира. Именно там локальный охлаждающий эффект аэрозолей может значительно уменьшить и даже свести практически на нет глобальный парниковый эффект.

Извержения вулканов – нерегулярный, но существенный фактор образования высоких концентраций аэрозольных частиц, вызывающих рассеивание солнечной радиации и поэтому заметные похолодания. Катастрофический взрыв вулкана Тамбора в 1815 г. в Индонезии привел к заметному снижению температуры воздуха во всем мире в течение трех последующих лет. Извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах в 1991 г., сопровождавшееся

весьма значительным объемом выбросов пепла, с климатологической точки зрения, – важнейшее извержение века. В течение первого года после извержения вулкана его радиационное воздействие было равно -4 Вт/м^2 , после второго года -1 Вт/м^2 . Соответствующее отклонение мировой температуры от средней было наибольшим в 1992 г. и составляло минус $0,4\text{--}0,6^\circ$. Таким образом, воздействие лишь одного извержения было сравнимо с глобальным парниковым эффектом за текущее столетие. Неудивительно, что когда в геологическом масштабе времени происходили значительные вулканические события, они очень сильно влияли на изменения глобального климата.

V.2.4. Гидроклиматические последствия антропогенного парникового эффекта

Накопление парниковых газов в атмосфере и последующее усиление парникового эффекта приводит к повышению температуры приземного слоя воздуха и поверхности почвы. За последние сто лет средняя мировая температура повысилась приблизительно на $0,3\text{--}0,6^\circ\text{C}$. В особенности заметный рост температуры происходил в последние годы, начиная с 1980-х гг., которые были самым теплым десятилетием за весь период инструментальных наблюдений. Анализ глобальных данных по температурам воздуха позволил сделать обоснованный вывод о том, что наблюдаемый рост температуры обусловлен не только естественными колебаниями климата, но и деятельностью человека. Можно полагать, что прогрессирующее антропогенное накопление парниковых газов в атмосфере приведет к дальнейшему усилению парникового эффекта. (Некоторые ученые полагают, что, наоборот, повышения температуры воздуха первичны. Они вызывают прогрессирующее накопление углекислого газа.)

Оценки ожидаемых изменений климата обычно производятся на основе использования глобальных моделей циркуляции атмосферы. Это модели очень большой размерности, описывающие атмосферные процессы в узлах регулярной сетки с шагом

250–400 км по горизонтали и приблизительно на 10–20 уровнях в атмосфере и океане. Сложность моделей постоянно увеличивается по мере совершенствования технических качеств компьютеров и накопления новых данных наблюдений.

Однако точность моделей все еще не высока даже для расчетов на глобальном уровне. Прогноз же изменений по регионам мира, чрезвычайно важный для практических целей, пока еще вряд ли надежен. Кроме того, необходимо учитывать возможные изменения в деятельности человека, осознанные или неосознанные, приводящие к изменениям в накоплении парниковых газов, а значит и к последующим изменениям парникового эффекта. Эти обстоятельства учитываются посредством составления различных сценариев.

В соответствии со сценарием наиболее вероятной величины эмиссии парниковых газов, средняя мировая температура приземного слоя воздуха за период с 1990 по 2100 гг. увеличится приблизительно на 2°C. По сценариям низкой и высокой эмиссии рост температуры составит соответственно 1°C и 3,5°C. В любом варианте, потепление будет значительно больше, чем все колебания климата в течение голоцена, то есть последних 10000 лет, и будет очень серьезной проблемой для человечества.

Вследствие термической инерции океанов средняя температура воздуха будет повышаться и после 2100 г., даже если концентрация парниковых газов к этому времени стабилизируется.

Прогнозируемые изменения климата по регионам отличаются от средних глобальных, но надежность прогнозов регионального климата в основном невелика. При удвоении содержания углекислого газа в атмосфере по сравнению с преиндустриальным периодом повышение температуры воздуха в различных регионах будет в пределах между 0,6°C и 7°C. Суша будет нагреваться больше, чем океаны. Наибольшее повышение температуры ожидается в арктических и субарктических поясах, в особенности зимой, в основном вследствие сокращения площади морского льда.

Рост температуры воздуха будет сопровождаться увеличением количества осадков, хотя картина пространственного изменения распределения осадков будет более пестрой, чем распределение

температуры воздуха. Вариация изменения осадков будет находиться в пределах от -35% до +50%. Надежность оценки изменений влажности почвы, что столь важно для сельского хозяйства, также значительно ниже, чем оценки изменения температуры воздуха.

Очень важно также, что относительно небольшие изменения средних показателей климата будут, по всей вероятности, сопровождаться повышением частоты редких, катастрофических событий, таких как тропические циклоны, штормы, засухи, экстремальные температуры воздуха и пр.

В последнее столетие происходил неуклонный рост среднего уровня Мирового океана, составивший 10–25 см. Основные причины роста уровня океана – термическое расширение воды вследствие ее нагревания из-за потепления климата, а также дополнительный приток воды вследствие сокращения горных и небольших полярных ледников. Эти же факторы будут работать и в дальнейшем, с постепенным подключением в более отдаленном будущем талых вод Гренландского, а затем и Антарктического ледниковых щитов. В соответствии со сценарием наиболее вероятного развития событий ожидается, что уровень Мирового океана поднимется к 2100 г. на 50 см, а с учетом неопределенности прирост уровня ожидается в пределах от 20 до 86 см. Сценарии для более значительного и менее значительного повышения температуры дают повышение среднего уровня на 95 и 15 см соответственно. Уровень океана будет продолжать расти в течение нескольких столетий после 2100 г., даже если концентрация парниковых газов стабилизируется. Рост уровня океана вызовет серьезные естественные и социально-экономические проблемы в прибрежных зонах морей и океанов.

В больших многокомпонентных системах между временем наступления причины и следствия существует определенное запаздывание. Если эмиссия парниковых газов стабилизируется, то по прошествии интервала времени от десятилетий до тысячелетий концентрация газов в атмосфере также стабилизируется. Глобальная система климата приходит в равновесие через десятки-сотни лет после стабилизации концентраций парниковых газов. Приведение уровня океана в

Приведение уровня океана в соответствие с установившимся климатом требует столетий. На восстановление экологических систем нужны десятилетия и даже столетия, причем некоторые компоненты системы могут и совсем не восстановиться (например, некоторые биологические виды). Очень высокая инерционность всех событий вызывает большие трудности при разработке и осуществлении стратегий взаимодействия общества с изменяющимся климатом.

V.2.5. Природные и социально-экономические последствия изменения климата

Начавшееся изменение климата окажет серьезнейшее влияние как на естественные, так и на социально-экономические процессы. Межправительственный комитет по изменению климата (IPCC) внимательно рассмотрел возможные воздействия изменений, перспективы управления ими и стратегии приспособления к ним. Анализ проводился на основе шести альтернативных сценариев изменения населения, экономики и энергетики на период до 2100 г. Ниже приводятся основные выводы из этих исследований.

Были исследованы основные особенности природных и социально-экономических систем: их чувствительность (*sensitivity*), приспособляемость (*adaptability*) и уязвимость (*vulnerability*). Чувствительность – это показатель реакции системы на изменения климатических условий (например, изменения строения и функций экосистемы и ее первичной продуктивности в зависимости от заданного изменения температуры или осадков). Приспособляемость зависит от возможностей системы изменять ее режим, процессы, структуры и пр. в ответ на ожидаемые или уже наступившие климатические изменения. Уязвимость определяет степень ущерба, наносимого системе. Она во многом зависит от двух других показателей.

Недостаточность понимания всей проблемы изменения климата приводит к значительной неопределенности как в определении последствий, так и в разработке стратегий. В то же время бездействовать, ссылаясь на необходимость дальнейших научных исследований, это значит уходить от решения важнейшей общемировой проблемы. Политические руководители стран должны решать, до какой степени они вынуждены принять меры по сокращению эмиссий парниковых газов, и до какой степени они могут рассчитывать на приспособительную способность систем, поражаемых изменением климата. Задержка в принятии этих мер может впоследствии поставить каждую из стран перед серьезными проблемами, разрешение которых может оказаться весьма дорогим.

Имея в виду, что неопределенность развития событий весьма велика, можно все же ожидать нижеследующие последствия:

Изменения ландшафтов суши. В средних широтах повышение температуры на 1–3,5°C за ближайшие сто лет будет эквивалентно смещению изотерм на 150–550 км по широте в сторону полюсов, или на 150–550 м по высоте. Соответственно начнется перемещение растительности, подобное тем, которые происходили при значительных изменениях оледенения в четвертичный период. Флора и фауна отстанут от того климата, к которому они развивалась, и будут существовать в другом климатическом режиме. Скорость изменений климата будет, по-видимому, выше, чем способность некоторых видов приспосабливаться к новым условиям, и ряд видов может быть потерян. Могут исчезнуть некоторые типы лесов. Экосистемы не будут передвигаться вслед за климатическими условиями как нераздельная единица; их компоненты будут перемещаться с различной скоростью, в результате чего сформируются новые комбинации видов, то есть возникнут новые экосистемы и их наборы более высоких рангов. Леса умеренного пояса потеряют часть деревьев при сопутствующем увеличении эмиссии углекислого газа, образующегося при окислении отмирающей биомассы. Прямое приспособление экосистем к новым климатическим условиям, связанное с миграцией видов, будет ослож-

няться антропогенными препятствиями, такими как существование полей, населенных пунктов, дорог и пр.

Наибольшие изменения произойдут в арктическом и субарктическом поясах. Сократятся компоненты криосферы: морские льды, горные и небольшие покровные ледники, глубина и распространение вечной и сезонной мерзлоты, площадь и продолжительность залегания сезонного снежного покрова. Ландшафты сдвинутся в сторону полюса, при их значительной трансформации. Можно ожидать развития пока еще плохо предсказуемых обратных связей, которые могут привести к сюрпризам. Например, сокращение площади морских льдов может привести к снижению степени континентальности климата, повышению количества твердых осадков с последующим ростом ледников Арктики и Субарктики.

Частичная деградация вечной и сезонной мерзлоты повлияет на увеличение эмиссии углекислого газа и перестройку процессов эмиссии метана в атмосферу.

От трети до половины массы горных ледников растает, в то время как ледниковые покровы Антарктики и Гренландии в ближайшие сто лет практически не изменятся.

Пустыни станут еще более аридными вследствие более значительного повышения температуры воздуха по сравнению с осадками.

Прибрежные морские системы вследствие их разнообразия будут по-разному реагировать на увеличение температуры воздуха и рост уровня океана. Следует заметить, что изменение уровня океана в конкретных точках побережья зависит от двух факторов: гидрометеорологических, которые определяют изменения объема океана и которые зависят от изменений климата, и тектонических, определяющих изменения формы его ложа. Зачастую добавляется и третий фактор: экзогенные геоморфологические процессы, такие как аккумуляция наносов в устьях рек или эрозия морских берегов. Наблюдавшийся за последнее столетие рост уровня океана в пределах от 10 до 25 см – это результат сложения трех факторов при очевидно ведущей роли гидрометеорологических факторов.

В прибрежной зоне живет более половины человечества. Поэтому проблемы последствий изменения климата добавятся к уже существующим проблемам, возникшим вследствие высокой и увеличивающейся антропогенной нагрузки на прибрежные системы. Некоторые прибрежные системы находятся в состоянии особого риска. Это мангровые системы, прибрежные засоленные болота, коралловые рифы и атоллы, речные дельты.

Дальнейший рост уровня с сопутствующим увеличением частоты и силы штормовых нагонов приведет к затоплению низко расположенных территорий, разрушению берегов с угрозой сооружений, на них находящихся, увеличению солености рек в их устьях и подземных вод, изменению условий транспорта наносов и растворенных веществ и многим другим, зачастую плохо предсказуемым последствиям. В особенности пострадают низкие острова и плоские побережья, в том числе многие крупные и сверхкрупные города. Могут возникнуть весьма значительные миграции населения с серьезными экономическими и политическими последствиями.

В настоящее время около 46 млн. чел. подвержены риску затопления от морских штормов. При росте уровня океана на 1 м этот показатель возрастает до 118 млн. чел. даже без учета ожидаемого прироста населения. Средняя высота Бангладеш равна 7 м над уровнем моря; при подъеме уровня воды на 1 м и при учете роста населения, затоплению будет подвержено 17,5% площади страны с 70 млн. жителей. Некоторые островные страны практически перестанут существовать.

Океан. Изменение климата может также воздействовать на изменения циркуляции вод океана, что в свою очередь повлияет на обилие питательных веществ, биологическую продуктивность, структуру и функции морских экосистем, с последующим воздействием на потоки углерода и, следовательно, на режим парниковых газов, а потому и на климат.

Водные ресурсы и их использование. Изменения климата приведут к интенсификации глобального гидрологического цикла и заметным региональным изменениям, хотя конкретный региональный прогноз пока ненадежен. Относительно небольшие измене-

ния климата могут вызвать нелинейные изменения суммарного испарения и влажности почвы, что приведет к относительно большим изменениям стока, в особенности в аридных районах. В отдельных случаях при росте средней температуры на 1–2°C и сокращении осадков на 10% средний годовой сток может сократиться на 40–70%. Потребуется значительные капиталовложения для приспособления водохозяйственных систем к новым условиям. В особенности серьезные проблемы возникнут там, где водопотребление уже значительно, или где велико загрязнение вод.

Сельское хозяйство. Изменение климата окажет серьезное влияние как вследствие непосредственного климатического воздействия на агроэкосистемы, так и из-за необходимости приспособления сельского хозяйства к новым условиям.

Воздействия на агроэкосистемы будут весьма сложными и неоднозначными. Вследствие увеличения концентрации углекислого газа несколько возрастут величины фотосинтеза и, возможно, урожай. В районах, где земледелие лимитируется притоком тепла (например, в России и Канаде), вероятность повышения урожая увеличится. В аридных и семиаридных районах, где оно ограничено наличием доступной для растений влаги, изменение климата отразится неблагоприятным образом. Потребности в воде для орошения найдут серьезную конкуренцию с другими потребителями водных ресурсов – промышленностью и коммунальным водоснабжением. Более высокие температуры воздуха будут способствовать ускорению естественного разложения органического вещества почвы, снижая ее плодородие. Вероятность распространения вредителей и болезней растений увеличится.

В целом, однако, ожидается, что общемировой уровень производства продуктов сельского хозяйства может быть сохранен, но региональные последствия будут варьировать в широких пределах. На территории бывшего СССР ожидаемые урожаи пшеницы изменятся от -19 до +41%. Вариации урожая пшеницы в Канаде и США будут очень значительными, от -100 до +234%, а риса в Китае, например, от -78 до +28%. Однако уровень нашего знания пока еще таков, что последующие оценки могут очень сильно отличаться от приводимых выше. В развивающихся районах мира

возрастет риск голода. Общая картина мировой торговли продуктами сельского хозяйства может существенно измениться.

Ожидаются также значительные изменения, касающиеся проблем здоровья людей, энергетики, транспорта, промышленности и многих других аспектов.

V.2.6. Стратегии, связанные с проблемой изменения климата

Предстоящее изменение климата и его последствия – это крупнейшая проблема выживания человечества, требующая международного сотрудничества по скоординированным действиям каждой страны. Стратегия сотрудничества распадается на два основных компонента: управление и приспособление. При стратегии управления проблемой основные усилия направлены на снижение эмиссии парниковых газов, прежде всего углекислого газа. При осуществлении стратегии приспособления разрабатываются, например, комплексные проекты защиты конкретных прибрежных зон (систем) от растущего уровня моря.

Основной документ, регулирующий сотрудничество в области изменения климата, – Конвенция ООН по изменению климата, принятая в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Конвенция следующим образом определяет понятие “изменение климата”: “Изменение климата, которое приписывается прямо или косвенно деятельности человека, изменяющей состав атмосферы Земли, в дополнение к естественным колебаниям климата, наблюдаемым за периоды времени сравнимой продолжительности”. Основная задача Конвенции записана в ее Статье 2. Это “... стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который предотвратил бы опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему. Этот уровень должен быть достигнут в пределах времени, необходимого для естественной адаптации экосистем к изменениям климата, с тем, чтобы не подвергнуть риску производство продовольствия и позволить продолжать экономическое развитие устойчивым образом.” В соответствии с Конвен-

цией, страны-участники должны взять на себя обязательство по сокращению эмиссии парниковых газов, и прежде всего углекислого газа.

В рамках Конвенции действуют механизмы переговоров и консультаций, конкретизирующих выполнение общей задачи. Механизмом всестороннего научного понимания проблемы изменения климата с целью разработки рекомендаций по стратегии является Межправительственный Комитет по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change или IPCC), объединяющий по меньшей мере несколько сотен ведущих специалистов мира. Межправительственный Комитет вырабатывает рекомендации по стратегии, но решения все же остаются за правительствами, периодически собирающимися на Конференции членов Конвенции.

Отчет Межправительственного Комитета (1995 г.) указывает на следующие главнейшие трудности проблемы изменения климата, стоящие перед правительствами:

- Проблема содержит много неопределенностей, причем они неизбежны вследствие сложности проблемы;
- Уровень затрат, или же невосполнимых потерь, может быть очень высок;
- Период планирования чрезвычайно продолжителен;
- Сдвиг во времени между эмиссиями парниковых газов и их последствиями весьма велик;
- Региональные вариации последствий очень велики, но очень плохо предсказуемы;
- Проблема может решаться только на глобальном уровне и только при условии общемирового сотрудничества, что не так просто;
- Необходимо разрабатывать стратегии по отношению ко многим парниковым газам и аэрозолям.

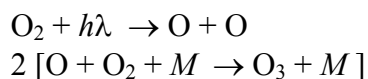
V.3. Деградация озонового слоя

Максимальная концентрация озона сосредоточена в тропосфере на высотах 15–30 км, где существует так называемый озоновый слой. Его масса столь мала, что при нормальном, приземном давлении весь атмосферный озон образовал бы слой всего 3 мм толщиной. Для сравнения отметим, что толщина всей атмосферы при этих условиях равна 8,3 км.

Озоновый слой тоньше в экваториальных районах и толще в полярных. Он отличается значительной изменчивостью во времени и по территории (до 20%) вследствие колебаний солнечной радиации и циркуляции атмосферы, что маскирует антропогенные воздействия.

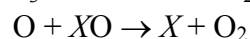
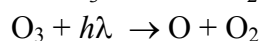
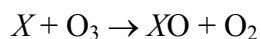
Даже при столь малой мощности озоновый слой в стратосфере играет очень важную роль, защищая живые организмы Земли от вредного и даже губительного воздействия ультрафиолетовой радиации Солнца (UV). Озон поглощает ее жесткую часть, UVC, с длинами волн 100–280 нм (нанометров, или 10^{-9} м) и большую часть менее энергичной, но также опасной UVB радиации с длинами волн 280–315 нм. Менее активная часть спектра ультрафиолетовой радиации (более длинноволновая часть UVB и вся UVA с длинами волн 315–400 нм) озоном не поглощается и проникает в тропосферу.

Молекула озона (O_3) состоит из трех атомов кислорода. Озон в стратосфере образуется в результате фотохимической диссоциации молекулярного кислорода под воздействием солнечной радиации с длиной волны менее 240 нм ($h\nu = 240$ нм). Этот процесс образует два атома кислорода, снова соединяющихся в молекулу, и две молекулы озона из трех молекул кислорода:



где M – любая молекула (обычно азота или кислорода), уносящая из реакции избыток энергии.

Поскольку кислород в атмосфере представлен почти исключительно как O_2 , ясно, что должны существовать процессы, реконвертирующие основную часть O_3 в O_2 :



В итоге этой серии реакций две молекулы озона преобразуются в три молекулы кислорода. Здесь X и XO это атомы или молекулы, катализирующие превращение озона в кислород. Голландский геохимик Пауль Крутцен в 1970 г. показал, что в естественных условиях наиболее важными катализаторами являются оксиды азота (NO и NO_2). В свою очередь, они образуются вследствие окисления нитрита кислорода (N_2O), происходящего на суше и в океанах главным образом вследствие естественных микробиологических процессов денитрификации или нитрификации. Тропические леса являются важным источником нитрита кислорода.

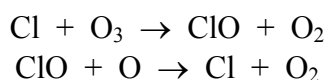
Напомним, что нитрит кислорода это также и газ, отличающийся заметным парниковым эффектом. В настоящее время деятельность человека (использование азотных удобрений, сжигание горючих ископаемых для производства энергии, преобразование ландшафтов, обычно сопровождающееся сжиганием биомассы и пр.) обеспечивает примерно 30–40% от естественной эмиссии нитрита кислорода, и эта доля продолжает увеличиваться.

С воздействием жесткой ультрафиолетовой радиации связаны неизлечимые формы рака кожи, болезни глаз, нарушения иммунной системы людей, неблагоприятные воздействия на жизнедеятельность планктона в океане, снижение урожая зерновых и другие экологические последствия.

Предполагается, что жизнь на Земле возникла после образования в атмосфере Земли озонового слоя, когда сформировалась ее надежная защита. Понятно поэтому современное беспокойство за состояние озонового слоя. Основания для беспокойства имеются. Еще в 1974 г. американские геохимики Ш.Роуланд и М.Молина пришли к выводу о том, что возрастающее производство и применение хлорфторуглеродов, ранее не существовавших в природе, неизбежно приведет к прогрессирующей деградации озонового слоя.

Семейство хлорфтор(бром)углеродов (ХФУ) насчитывает ряд сравнительно недорогих синтезируемых веществ. Более десятка из них нашли широкое применение как хладоносители (фреоны) в холодильниках и кондиционерах воздуха, а также в качестве растворителей, пенообразователей, распылителей (аэрозолей) в различных областях индустрии. ХФУ отличаются малой химической активностью и потому высокой продолжительностью существования в атмосфере. Эти свойства оказались вредными, когда стало ясно, что они играют решающую роль в разрушении озонового слоя.

Хлорфторуглероды представляют собой группу органических веществ, в которых все атомы водорода замещены на комбинацию атомов хлора, фтора и брома. Они чрезвычайно устойчивы в тропосфере, и потому по мере роста их использования происходило повышение их концентрации со скоростью до 5–6% в год. Со временем эти газообразные вещества перемещаются в стратосферу. На высоте около 25 км вследствие более высокой, чем в приземном слое, интенсивности солнечной радиации происходит их разрушение с выделением атомов хлора (Cl) и молекул монооксида хлора (ClO), которые являются более сильными катализаторами процесса разрушения молекул озона, чем оксиды азота:



При этом процессе каждый атом хлора может разрушить 10^5 молекул озона. Подобные реакции происходят и при участии атомов и соединений брома.

Приведенные выше химические реакции весьма схематично отражают процесс деградации озонового слоя. На самом деле такая деградация есть следствие нескольких сотен химических реакций в атмосфере, часть которых протекает с запаздыванием в 10–15 лет по сравнению со временем поступления данного вещества в атмосферу.

Расчеты демонстрируют весьма значительные неблагоприятные последствия деградации озонового слоя. Предположительно, по-

тери озона достигнут 6–7 % от его первоначального количества, что будет соответствовать увеличению среднего годового количества биологически вредной части УФ радиации на 6–12 %. Поэтому ожидается, например, что в США к середине следующего столетия будет на 100000 больше случаев заболевания раком кожи по сравнению с 1960 г., а общее дополнительное количество заболевших достигнет трех миллионов.

Предупреждение Роуланда и Молины о грядущем разрушении озонового слоя с серьезнейшими последствиями для человечества хотя и было замечено как специалистами, так и политиками, но не вызвало солидных, согласованных действий на международном уровне. Вяло текли переговоры о подготовке международной конвенции по защите озонового слоя, которая в конце концов была заключена в Вене в 1985 г. Венская конвенция явилась фактически де-кларацией о необходимости международного сотрудничества в этой области, а не действенным инструментом для решения проблемы.

Однако в 1984 г. английским исследователем Д. Фарманом была обнаружена над Антарктидой область, соизмеримая со всем континентом, где содержание озона в атмосфере в октябре-ноябре было до 40% ниже, чем в среднем (рис. 10). На карте рис. 10 показаны величины общего озона. Это означало увеличение ультрафиолетовой радиации, достигающей земной поверхности, приблизительно в десять раз.

Рис. 10. Содержание озона в атмосфере над Антарктидой. Слева – распределение суммарной концентрации озона весной Южного полушария. Справа – распределение концентрации озона в “нормальных” условиях (в августе) и при развитой “озоновой дыре” (в октябре)

Вследствие деятельности человека с конца 1960-х гг. до 1995 г. озоновый слой потерял около 5% массы. Ожидается, что максимум потерь стратосферного озона будет достигнут к концу этого века, с последующим постепенным восстановлением в течение первой половины XXI века в соответствии с обязательствами стран по Конвенции по защите озонового слоя.

Антарктическая “озоновая дыра” формируется ежегодно в сентябре-октябре. В настоящее время в октябре среднее содержание

озона на 50–70% меньше, чем в 1960-х гг. Во время развития “дыры” величина ультрафиолетовой радиации в Антарктиде на широте 64° ю.ш. больше летнего максимума в Сан-Диего (Калифорния) на широте 32° с.ш. Иными словами, антропогенное распределение озона начало превалировать над его природным распределением. Подобные, менее устойчивые “дыры” были обнаружены позднее и в других районах мира. Статистически значимые потери общего озона наблюдаются в средних широтах обоих полушарий. В экваториальном поясе (20° с.ш. – 20° ю.ш.) значительного снижения содержания озона не отмечено.

Озоновая “дыра” над Антарктидой стала тревожным сигналом общепланетарного неблагополучия экосферы, требующего серьезного внимания всех стран мира.

Поэтому вскоре, в 1988 г., был подписан Монреальский протокол к Конвенции по защите озонового слоя, предусматривающий постепенное сокращение производства и употребления хлорфторуглеродов. Это был первый пример такого международного сотрудничества, которое направлено на решение будущей, только еще возникающей природно-антропогенной проблемы. Такое сотрудничество предполагает и значительные экономические вложения, потому что действия по защите озонового слоя означают также перестройку многих технологических процессов, при которых используются ХФУ.

В дальнейшем, после Монреаля, принимались дополнительные международные решения, связанные с еще более быстрым сокращением производства хлорфторуглеродов. Эти химические вещества отличаются, однако, продолжительным существованием в атмосфере, и поэтому даже при соблюдении всеми странами всех принятых обязательств проблема угрозы состоянию озонового слоя будет существовать по крайней мере в течение нескольких десятилетий.

Вследствие антропогенной деятельности, в нижних слоях атмосферы накапливается тропосферный озон, значительный загрязнитель атмосферы и активный парниковый газ. Его территориальное распределение очень изменчиво, а масса составляет не более 10% массы стратосферного озона. Под воздействием солнеч-

ной радиации оксиды азота, выделяемые главным образом автомобильным транспортом, распадаются с выделением озона. Образуется так называемый фотохимический смог, опасный для здоровья человека и наносящий серьезный ущерб растениям, в том числе сельскохозяйственным культурам. Это явление проявилось уже в середине 1940-х гг. в Лос-Анджелесе, где жизнь людей была практически невозможна без личного автомобильного транспорта, а общественного транспорта не существовало.

Исследования проблемы озонового слоя получили заслуженно высокую оценку. В 1995г. Шервуд Роуланд, Марио Молина и Пауль Крутцен за исследования химических процессов в экосфере, связанных с озоновым слоем, были удостоены Нобелевской премии по химии. Это первая Нобелевская премия за исследования проблем геоэкологии.

V.4. Асидификация экосферы и кислотные осадки

Асидификация — это антропогенный природный процесс повышения кислотной реакции компонентов экосферы, прежде всего атмосферы, гидросферы и педосферы, а также и усиления воздействия повышенной кислотности на другие природные явления. Кислотные осадки известны еще с середины прошлого века, когда в окрестностях Манчестера (Англия) Роберт Ангус Смит измерил кислотность атмосферных осадков и в результате измерений назвал их кислотными дождями. Затем, более 50 лет тому назад, в Скандинавии возникла проблема асидификации внутренних вод суши, в особенности озер. В последующие годы стало больше известно о воздействии кислотных компонентов на ухудшение состояния почв и о влиянии увеличивающейся кислотности на биологические компоненты ландшафтов суши. Одновременно увеличивались, и еще будут расти площади мира, подверженные процессу повышения кислотности. Так локальное явление кислотных осадков в небольшом старопромышленном районе Англии превратилось в глобальную проблему асидификации.

В естественных условиях атмосферные осадки обычно имеют нейтральную или слабо кислую реакцию, то есть показатель их кислотности/щелочности обычно меньше 7,0 ($\text{pH}=7$). В присутствии углекислого газа и при температуре 20°C дождевая вода имеет pH равный 5,6. В присутствии других природных газов pH дождевой воды снижается примерно до 5,0. Однако часто случается выпадение атмосферных осадков, имеющих значительно более кислую реакцию. Кислотная реакция осадков может быть в 10 раз больше (то есть $\text{pH} = 4$), и даже временами, в очень загрязненных районах, достигать 3,5. Принято, что кислотные осадки (или “кислотные дожди”) это осадки с $\text{pH}<5$.

Кислотные осадки бывают двух типов: сухие, обычно выпадающие невдалеке от источника их поступления в атмосферу, и влажные (дождь, снег и пр.), распространяющиеся на большие расстояния, соизмеримые с размерами континентов, и потому зачастую превращающие проблему кислотных осадков в международную.

Основные компоненты кислотных осадков – аэрозоли оксидов серы и азота (SO_x и NO_x), которые при взаимодействии с атмосферной, гидросферной или почвенной влагой образуют серную, азотную и другие кислоты. Аммиак (NH_3) – еще один основной компонент кислотных осадков.

Кислотные осадки имеют как естественное, так и антропогенное происхождение. Основные природные источники – извержения вулканов, лесные пожары, дефляция почв и др. Источниками антропогенных кислотных осадков являются процессы сжигания горючих ископаемых, главным образом угля, в тепловых электростанциях, в котельных, в металлургии, нефтехимической промышленности, на транспорте и пр. Пока основным источником энергии остаются горючие ископаемые, в целом для мира доля антропогенных источников будет неуклонно увеличиваться, ухудшая состояние атмосферы, а через нее и экосферы в целом. Напомним, что тепловая энергетика – также и источник эмиссии углекислого газа, главного фактора глобального изменения климата.

В настоящее время антропогенная эмиссия кислотных соединений для мира в целом превышает их суммарные естественные выбросы, а в Северном полушарии это соотношение достигает 90:10. В 1990 г. антропогенная эмиссия диоксида серы в атмосферу втрое превышала природные выбросы (соответственно 75 и 25 тераграмм в год). Эмиссия азота только вследствие сжигания горючих ископаемых более чем вдвое превысила основные природные выбросы.

Другой источник кислотных соединений – сельское хозяйство. В настоящее время естественная фиксация соединений азота в процессе построения растительной массы уже не в состоянии обеспечить потребности земледелия в этом биогенном элементе. Приходится увеличивать использование азотных удобрений и расширять площади под бобовыми и рисом, поскольку эти культуры обладают азотфиксирующими свойствами. Часть азотных соединений при этом уходит в окружающую среду.

Вследствие широкого использования ископаемого топлива в Европе и Северной Америке, эти территории выбрасывают в атмосферу около 70% общемирового объема веществ, образующих антропогенные кислотные осадки, при населении, составляющем только 14 % населения мира. Основные области распространения кислотных осадков – промышленные районы (Северная Америка, Западная Европа, Япония, Корея и Китай, промышленные узлы в России, отдельные пятна в развивающихся странах). Доля развивающихся стран в распространении кислотных осадков постоянно нарастает и будет еще увеличиваться. В особенности заметным будет усиление асидификации в Азии.

Рис. 11 четко иллюстрирует рост среднегодового содержания сульфатов в атмосферных осадках над Европой.

По состоянию на начало 1990 гг., вклад России в глобальную эмиссию диоксида серы составляет 12%, оксидов азота – 6%. Вклад США составляет соответственно 21% и 20%. Суммарное поступление оксидов азота на единицу площади США в 11 раз больше, чем в России, а диоксида серы – в три раза. Эти цифры не говорят о хорошей экологической ситуации в России, они лишь

указывают на то, что экологическая нагрузка по кислотным выпадениям в США относительно выше, чем в нашей стране.

На территории России фоновое загрязнение оксидами серы и азота отмечается практически повсеместно, в особенности в Европейской части России. До начала экономической депрессии средняя за год величина выпадения серы на Европейской части России составляла 1 т/км^2 , азота – $0,6 \text{ т/км}^2$. При этом около 20% приносилось из Европы через западную границу СССР. Вследствие экономической депрессии, к 1993 г. выпадения серы на территории России сократились на 27%, азота на 11%. Однако сохранились значительные территории с

Рис. 11. Увеличение содержания сульфатов в атмосферных осадках, выпадающих над Западной и Центральной Европой, в мг серы/л

повышенным уровнем кислотности осадков (запад и центр Европейской части России, Урал, Кольский полуостров, Кузбасс и др.). Внутри этих территорий имеются значительные площади, где выпадает более 3 т серы (до 5 т) и 1 т азота на 1 км² в год. В России весьма велика эмиссия пылевых частиц, играющих роль ядер конденсации при образовании сульфатных аэрозолей, то есть, по сути дела, серной кислоты.

Так же как изменение климата тесно взаимосвязано с антропогенными воздействиями на глобальный биогеохимический цикл углерода, так кислотные осадки и асидификация – это проявление антропогенных изменений глобальных биогеохимических циклов азота и серы.

Вероятно, азотный цикл, также как и серный, изменен человеком в наибольшей степени. Деятельность человека включает в глобальный цикл азота около 140 тераграмм (млн. тонн) азота в год. Это больше, чем суммарное поступление из естественных источников. При этом 80 тг возникает в виде производимых промышленностью азотных удобрений, 40 тг образуется вследствие посевов бобовых и риса и 20 тг вследствие сжигания горючих ископаемых в процессе производства энергии. Из этого количества приблизительно 80 тг выбрасывается в атмосферу. Из поступаю-

щих в атмосферу 80 тг N/год на континенты выпадает около 60 тг N/год, и около 20 тг N/год отлагается на поверхность океанов. Побережья морей получают со стоком рек еще 40 тг N/год.

Таким образом, из 140 тг N/год формирующегося атмосферного азота океаны получают около 60 тг N/год. Более высокое содержание азота отмечается в прибрежных зонах морей умеренного пояса, что приводит к развитию микроскопических водорослей, с возникающим иногда бурным их цветением, за которым следует разложение водорослей с иногда полным поглощением из воды растворенного кислорода. К этому явлению, называемому эвтрофикация, мы еще вернемся в главе, посвященной гидросфере.

Подавляющая часть остающихся 80 тг N/год аккумулируется на континентах, заметно влияя на процессы на суше. Например, леса во многих частях мира получают фактически дополнительное количество азотных удобрений с неизвестными пока последствиями, в частности, для накопления или расходования биомассы (то есть углерода). Наряду с этим, азотные соединения на суше распадаются в процессе денитрификации, и образующийся газ (N_2) попадает снова в атмосферу. Относительно точные величины и соотношения антропогенной аккумуляции азота и денитрификации пока неизвестны.

Антропогенный общемировой поток серы составляет около 150 тг (млн. тонн) в год. Главная причина эмиссии – сжигание горючих ископаемых, обычно имеющих заметные примеси серы, в процессе производства энергии. Из атмосферы сера примерно в одинаковых объемах попадает на сушу и океаны. Часть, попадающая на сушу, или взаимодействует с почвами и растительностью, или смывается в океан. Оценки антропогенного стока серы в океаны различаются вдвое (50-90 тг S/год).

Антропогенные соединения азота и серы повышают, иногда значительно, степень кислотности атмосферы и экосистем. Это приводит к значительным изменениям состояния почв, лесов, подземных вод, озер, рек, а также неблагоприятно воздействует на инженерные сооружения.

Накопление антропогенной серы и азота в экосфере не только приводит к значительной и широко распространенной асидифи-

кации, но также во все усиливающейся степени влияет на радиационный баланс Земли, глобальный баланс питательных веществ (био-генов) и окисляющую способность тропосферы.

При оценке реального воздействия кислотных осадков на ландшафты и их компоненты необходимо сравнивать величины осадков с буферной способностью почв и почвообразующих пород. В целом в зонах недостаточного увлажнения кислотные осадки нейтрализуются и потому серьезной проблемы не представляют. Наоборот, в зонах избыточного увлажнения, в особенности на Канадском и Фенноскандинавском кристаллических щитах, воздействие кислотных осадков на почвы, леса, водные объекты сказывается наиболее неблагоприятным образом (рис. 12).

Кислотные осадки играют решающую роль в резком увеличении подвижности в ландшафте алюминия, высокотоксичного для живых существ. Нижеследующая цепочка, на первый взгляд, не связанных событий приводит к внезапному вымыванию алюминия из почв вследствие медленного и постепенного изменения буферной способности почв снижать кислотность:

а) В естественном состоянии алюминий в лесных почвах неподвижен, если рН почвы превышает 4,2. Его подвижность резко увеличивается, когда рН становится меньше 4,2.

Рис. 12. Потенциальная чувствительность экосистем суши к кислотным осадкам

б) Атмосферные осадки начинают подкислять почвы, но процесс замедлен, потому что почвы содержат основные катионы, играющие буферную роль в снижении кислотности.

в) Однако, как только буферная способность почв израсходована, рН почв резко снижается.

г) При пороговой величине рН равной 4,2 алюминий начинает вымываться из почвы, попадает в гидрографическую сеть, накапливаясь в воде озер.

д) Проявляются неблагоприятные последствия, такие как гибель рыбы или ущерб лесу.

Почвы с низкой первоначальной буферной способностью, получающие к тому же значительное количество кислотных осад-

ков, быстрее асидифицируются и отдают алюминий по сравнению с почвами, отличающимися высокой буферной способностью и (или) получающими меньше кислотных выпадений. Восстановление буферной способности почв происходит благодаря выветриванию горных пород, содержащих основные ионы, нейтрализующие кислотность. Но в районах со значительными кислотными осадками скорость выветривания не поспевает за скоростью асидификации.

Лесные почвы Центральной и Западной Европы (Германия, Польша, Чешская Республика, Словакия, Нидерланды, Бельгия, Англия и др.) отличались высокой потенциальной способностью противостоять асидификации. Однако они подвергались воздействию кислотных осадков с начала промышленной революции, то есть в течение 200 лет, потеряли буферную способность и предрасположены к дальнейшей асидификации.

Экосистемы, расположенные на кристаллических щитах, отличаются повышенной кислотной реакцией и низкой буферностью. Почвы Скандинавии, имеющие низкую буферную способность, асидифицировались раньше почв Центральной Европы, несмотря на меньшую кислотную нагрузку.

При относительно небольшом уровне загрязнения воздуха высокие и сверхвысокие трубы тепловых электростанций и промышленных предприятий способствуют дисперсии поллютантов и снижению концентрации загрязняющих веществ вблизи источника выбросов. Однако они не решают проблему при большой плотности источников загрязнения. К тому же высокие трубы способствуют разносу кислотных осадков на большие расстояния. Таким образом проблема из локальной превратилась в региональную, требующую международного сотрудничества.

Поскольку главный антропогенный источник кислотных осадков – тепловая энергетика, то основной путь контроля кислотных осадков – снижение эмиссии оксидов серы и азота посредством таких технологических приемов как использование менее загрязняющего топлива благодаря промывке измельченного угля перед его сжиганием, понижение температуры сжигания угля, извлечение серы из отходящих газов и т.п. Однако все эти приемы повы-

шают стоимость производимой энергии. Другой, принципиально иной путь – экономия в использовании энергии.

Поскольку кислотные осадки переносятся на значительные расстояния, возникает необходимость в международном сотрудничестве в этой области. С этой целью в 1979 г. заключена европейская (с участием США и Канады) Конвенция по трансграничному переносу загрязнений воздуха, к которой впоследствии добавился ряд протоколов по сокращению эмиссий оксидов серы и азота. В процессе выполнения Конвенции достигнуты значительные успехи в снижении асидификации. В большей степени успехи относятся к соединениям серы, в меньшей – к соединениям азота.

V.5. Локальное загрязнение воздуха

Выше уже говорилось, что геоэкологические проблемы могут иметь или глобальный, или универсальный характер. Первые охватывают всю Землю или, по крайней мере, имеют размеры, соизмеримые с океанами или континентами. Вторые многократно повторяются во многих точках или небольших территориях мира. Загрязнение воздуха – пример проблемы универсальной, встречающейся как чрезвычайно серьезная локальная проблема во многих местах мира.

Фоновое загрязнение воздуха охватывает площади, соизмеримые с площадью континентов или всего мира. Оно связано с поллютантами, отличающимися относительно продолжительным временем жизни в атмосфере. К ним относятся парниковые газы, оксиды азота и серы и некоторые другие вещества. Рост их концентрации в атмосфере свидетельствует о том, что естественный экологический баланс нарушен и природная поглотительная емкость атмосферы исчерпана.

На фоновое загрязнение воздуха наложены крупные пятна локального загрязнения. Это в основном проблема больших городов и крупных промышленных предприятий и узлов. Она возникла как одна из первых экологических проблем в промышленно развитых странах, где достигла своего пика приблизительно в 1960-х

гг. С тех пор благодаря осуществляемым целенаправленным стратегиям качество воздуха в городах Западной Европы, Северной Америки и Японии в целом улучшилось.

Практически во всех больших городах развивающихся стран качество воздуха весьма низкое и продолжает ухудшаться. Это одна из важнейших проблем, влияющая на здоровье людей и состояние городских и пригородных экосистем. Приблизительные расчеты, например, показывают, что вдыхание вредных веществ за сутки пребывания человека в воздухе Мехико, одного из самых крупных городов мира, эквивалентно выкуриванию двух пачек сигарет.

В России очень высокое загрязнение атмосферного воздуха (пре-вышение допустимого уровня в 10 и более раз) в 1997 г. наблюдалось в 66 городах, а превышение допустимых концентраций по одной или нескольким примесям отмечалось в 187 городах, где проживает 65,4 млн чел. Уровень загрязнения воздуха в целом снизился вследствие сокращения промышленного производства, но в ряде городов средние концентрации различных примесей возросли вследствие неритмичности работы предприятий и залповых сбросов загрязнений, а также роста числа частных автомобилей.

Основными источниками загрязнения воздуха являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, транспорт, нефте- и газопереработка. В 150 городах России объем выбросов транспорта превышал объем выбросов промышленных предприятий. В Москве выбросы от работы транспорта составляли в 1993–1997 гг. 70–80% общего объема выбросов.

Каждый индустриальный источник загрязнения выделяет в воздух десятки тысяч веществ. Из них основные это пыль, зола, оксиды серы, азота, углерода, соединения тяжелых металлов, углеводороды, озон, органические вещества и др. Вот как они распределяются по некоторым основным группам предприятий-загрязнителей:

- Теплоэнергетика: оксиды углерода, серы и азота, пыль, металлы.
- Транспорт: оксиды углерода и азота, углеводороды, тяжелые металлы.
- Черная металлургия: пыль, диоксид серы, фтористые газы, металлы.
- Нефтепереработка: углеводороды, сероводород, дурнопахнущие газы.
- Производство цемента: пыль.

Последствия локального загрязнения воздуха столь же многообразны, как и загрязнители. По статистике, собранной в США, в городах с высоким загрязнением воздуха заболеваемость выше чем в сельской местности на 15–17%. Есть все основания полагать, что этот показатель для ряда городов России еще хуже. В экосистемах городов и прилегающих территорий накапливаются вредные вещества (например, тяжелые металлы), а растительность трансформирована или угнетена. Радиус зоны вредных воздействий достигает нескольких десятков километров. Например, вокруг Норильска растительность погибла или чрезвычайно сильно трансформирована на расстоянии до 100 км от города. Подобная ситуация характерна и для центров цветной металлургии Кольского полуострова.

Выбросы загрязнителей в атмосферу в России, приходящиеся на единицу валового национального продукта, превышают соответствующие показатели западных стран. Это указывает на устаревшие технологии, изношенное оборудование и низкую эффективность очистных установок, если они вообще существуют и действуют.

Регулярный государственный учет выбросов загрязняющих веществ, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду, в атмосферный воздух ведется на 18000 предприятий России (по состоянию на 1993 г.). Кроме того, Государственная служба наблюдений за загрязнением окружающей среды Роскомгидромета измеряла концентрации вредных веществ в воздухе почти всех городов России с населением более 100 тыс. жителей (в 334 городах).

Основными направлениями защиты воздушного бассейна являются:

а) Санитарно-технические мероприятия (строительство сверхвысоких труб, установка газопылеочистного оборудования, герметизация производственных процессов и др.). Основная масса очищаемых и улавливаемых веществ – твердые частицы. В России во многих “грязных” отраслях (энергетика, черная и цветная металлургия, химия и пр.) улавливается до 90% пылевых частиц, но уровень очистки от газообразных веществ пока не превышает 30%.

б) Технологические мероприятия (внедрение малоотходных или безотходных технологий, соответствующая подготовка сырья, замена сухих технологических способов на мокрые и т.п.);

в) Пространственно-планировочные мероприятия (выделение санитарно-защитных зон, планировка городской и промышленной застройки в соответствии с преобладающими ветрами, озеленение и пр.);

г) Контрольно-запретительные мероприятия (введение величин предельно допустимых концентраций веществ и предельно допустимых выбросов в окружающую среду, запрещение производства отдельных веществ, временная приостановка загрязняющей деятельности, мониторинг загрязнения воздуха).

В ряде стран, а также во Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) утверждены стандарты, ограничивающие допустимые уровни загрязнения. В России основным показателем, используемым для контроля качества воздуха, являются предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе (ПДК). Используются два типа ПДК: в воздухе рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{р.з.}}$) и в атмосферном воздухе населенного пункта ($\text{ПДК}_{\text{а.в.}}$). $\text{ПДК}_{\text{а.в.}}$ – это максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия, и не оказывает вредного влияния на окружающую среду в целом.

Во многих случаях содержание вредных веществ на выходе из трубы превышает величины ПДК, но вследствие турбулентности

атмосферы происходит перемешивание и рассеивание примесей, и их содержание на уровне земли может оказаться ниже ПДК. Поэтому для управления качеством воздуха используется норматив, называемый предельно допустимым выбросом (ПДВ) и устанавливаемый с таким расчетом, чтобы концентрация загрязняющих веществ в приземном слое воздуха не превышала нормативов качества воздуха для населения, а также для растений и животных. Если концентрация примесей все же больше, чем ПДК, и снижение ПДВ до требуемых значений не может быть обеспечено по объективным (например, технологическим) причинам, то устанавливаются временно согласованные выбросы (ВСВ).

Повседневное управление качеством воздуха – дорогой процесс. Можно сказать, что текущие затраты значительно превышают капитальные вложения в охрану атмосферы (иногда до соотношения 4:1). Принципиальный путь – внедрение малоотходных технологий, иными словами, предотвращение загрязнений, а не очистка от них на заключительном этапе производства.

* * *

Несмотря на весьма сложные геоэкологические процессы, связанные с деятельностью человека в атмосфере, все же не будет ошибкой сказать, что из систем четырех основных геосфер (атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы) простейшая – это атмосфера. Под сложностью (или, наоборот, простотой) понимается количество связей и компонентов, присущее данной геосфере. В атмосфере развились кризисные ситуации общемирового значения возможно, потому, что чувствительность атмосферы к антропогенным воздействиям наивысшая вследствие ее относительной простоты. Если это так, то еще более сложные, но пока еще менее сформированные геоэкологические проблемы можно ожидать в более сложных геосферах, в особенности в биосфере.

VI. Гидросфера. Влияние деятельности человека

VI.1. Основные особенности гидросферы⁴

Гидросфера – водная оболочка Земли, представляющая совокупность всех водных объектов планеты: океанов, морей, рек, озер, болот, ледников, снежного покрова, подземных вод. В состав гидросферы также входит вода в атмосфере, почвенная влага и вода живых организмов. В гидросфере представлены основные фазовые состояния воды – жидкое, твердое и газообразное. Это сплошная оболочка Земли, хотя иногда и невидимая, в случае когда она представлена только водяным паром или почвенной влагой.

Даже в сверхаридных пустынях суммарный запас воды в атмосфере и почве (даже без учета подземных вод) составляет 10^4 г/см², то есть 100000 мм. Суммарные запасы воды всех видов в различных точках мира очень сильно различаются: например, различие между океаном и пустыней составляет по крайней мере 10^3 раз.

“Невидимость” гидросферы в отдельных ее участках также совсем не означает, что ее роль пренебрежимо мала. Наоборот, водяной пар в атмосфере – необходимый участник важнейшего геоэкологического процесса: создания первичной биологической продукции, или фотосинтеза. А почвенная влага – практически обязательный компонент процесса создания растительной биомассы Земли. Кроме того, как водяной пар, так и почвенная влага играют важнейшую роль в глобальном гидрологическом цикле.

Пространственно гидросфера фактически совпадает с экосферой. Гидросфера проникает во все другие геосферы и играет важ-

⁴ Для более углубленного изучения вопросов гидрологии рекомендуется учебник В.Н.Михайлова и А.Д.Добровольского "Общая гидрология". М.: изд-во "Высшая школа", 1991. 368 с.

нейшую роль в глобальных процессах обмена веществом и энергией. Вода в природе принимает участие, часто решающее, во многих разнообразных природных процессах и, в соответствии с особенностями того или иного процесса, отличается весьма различной подвижностью.

Вода гидросферы играет важнейшую роль в глобальном цикле вещества, осуществляя эрозию и денудацию горных пород, перенос и отложение продуктов их разрушения.

Вода обладает чрезвычайно высокой растворяющей способностью. Дистиллированной воды в природе не бывает вовсе, и, наоборот, природные растворы разнообразнейшего содержания и различной концентрации встречаются всюду в экосфере и играют решающую роль в глобальных геологических и биогеохимических круговоротах веществ. По словам В.И.Вернадского, "... нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов".

Физические свойства воды весьма специфичны: большие величины скрытой удельной теплоты фазовых переходов (испарения, конденсации, таяния, сублимации), значительная теплоемкость, малая молекулярная теплопроводность, нетривиальная зависимость плотности от температуры и др. Эти специфические свойства оказывают серьезное влияние на те многие природные процессы, в которых участвует вода. В особенности значительную роль в глобальных процессах играет очень высокая величина скрытой удельной теплоты испарения-конденсации, потому что 84% солнечной радиации, поглощаемой поверхностью Земли, расходуется на испарение. Это, в свою очередь, обеспечивает влагоперенос и, в конечном итоге, круговорот воды, или гидрологический цикл. Тем самым, энергия Солнца как бы запускает и поддерживает глобальный круговорот воды.

Другое очень важное физическое свойство воды это ее высокая теплоемкость, определяющая многие природные процессы. Например, огромный теплозапас океанов оказывает решающее влияние на геоэкологическое состояние Земли.

Океаны и моря покрывают 71% общей площади Земли, а вместе с водными объектами суши (ледники, озера, водохранилища,

болота и др.) общая покрытость Земли водой составляет почти 3/4. Это обстоятельство, вследствие высокой теплоемкости воды и значительной энергии ее фазовых переходов, имеет огромное значение для теплового и водного режима нашей планеты, а потому является решающим в формировании почв и растительности и, следовательно, всего облика Земли.

В Мировом океане содержится 96,4% общего объема гидросферы. Эта огромная масса состоит из двух слоев: верхнего, относительно теплого, и основного, холодного, с температурами 4°C и ниже. Океан играет важнейшую и весьма неоднозначную роль терморегулятора экосферы.

На суше основную массу воды содержат ледники (1,86% от общих запасов и 70,3% от запасов пресных вод), существенно влияющие, благодаря их высокой отражательной способности (альбедо), на формирование глобального теплового баланса атмосферы и поверхности Земли. Общий объем подземных вод составляет 1,68% гидросферы. Из них примерно половина – пресные воды.

Из весьма большого общего объема вод гидросферы (1338 млн. куб. км), пресных вод – всего лишь 2,64%, что составляет слой воды на поверхность суши мира равный приблизительно 240000 мм.

Мировой океан, ледники и подземные воды, то есть водные объекты замедленного водообмена, содержат 99,94% всей воды гидросферы. Реки – важнейший компонент гидросферы, отличающийся высокой скоростью водообмена. Суммарный объем воды в реках мира всего лишь 0,0002% от общих запасов воды и 0,005% от запасов пресных вод. Если распределить речную влагу, одновременно находящуюся в руслах рек мира, равномерно по всей неледниковой поверхности суши, то средний слой составит лишь 13 мм. Однако роль именно этой, "быстрой" влаги в функционировании экосферы и отдельных ее частей столь велика, что ее невозможно переоценить. Кроме того, именно эта вода – один из основных природных ресурсов, используемых человечеством, отличающийся к тому же высокой скоростью возобновления.

Важнейшим процессом в экосфере является *глобальный круговорот воды*, или, по другой терминологии, *гидрологический цикл*. Он служит основой единства географической оболочки, играя важнейшую роль во всемирном обмене веществом и энергией. Главным образом, под воздействием солнечной энергии вода испаряется с поверхности океанов и суши. Испарившаяся влага включается в процесс атмосферного влагопереноса. При этом часть атмосферного потока влаги выпадает в виде атмосферных осадков, снова испаряется, снова выпадает в виде осадков, и т.д. Так осуществляются влагообороты в пределах материков и океанов.

Глобальный круговорот воды состоит из океанического и материкового звеньев, взаимосвязанных обменом водяного пара между океаном и сушей, и стоком с суши в океан. Преобладающая часть выпадающих на сушу осадков испаряется, остальное стекает в океан, главным образом, в виде речного стока, а также стока подземных вод и отрыва ("отёла") ледников в море. На почти третьей части неледниковой поверхности суши речные воды не имеют стока в океан и заканчиваются в бессточных впадинах, часто заполненных озерами. Схема глобального круговорота воды приводится на рис. 13, а обозначения на стр. 159.

Состояние гидросферы Земли, а также и любой ее части, характеризуется ее *водным балансом*. С достаточной для большинства задач точностью можно принять, что общая масса гидросферы остается постоянной по крайней мере в течение кайнозоя, то есть последних десятков миллионов лет. Изменения гидрологического состояния Земли связаны не с изменениями общего мирового объема воды, а с пространственным перераспределением воды, в особенности с изменениями соотношения запасов воды в океанах и ледниковых покровах. При большем развитии оледенения на Земле вода гидросферы в большей степени концентрируется в ледниках, и уровень Мирового океана понижается. И наоборот, высокий уровень океана соответствует относительно малому объему ледниковых покровов. Проявления этого соотношения наблюдаются в настоящее время, как это уже обсуждалось в связи с последствиями изменения климата.

Уравнения водного баланса для океана и суши со стоком в океан и областей внутреннего стока (бессточных) выглядят следующим образом:

Для Мирового океана: $P_O + R_L - E_O = \Delta W_O$

Для областей со стоком в океан: $P_L - E_L - R_L = \Delta W_L$

Для областей с внутренним стоком: $P_C - E_C = \Delta W_C$

Здесь P – осадки, E – испарение, R – сток, ΔW – изменения запаса влаги в соответствующей области (O – в Мировом океане, L – в областях со стоком в Мировой океан, C – в областях с внутренним стоком).

Сложим почленно все три уравнения, одновременно объединяя однородные компоненты баланса:

$$(P_O + P_L + P_C) - (E_O + E_L + E_C) - (R_L - R_L) = \Delta W_O + \Delta W_L + \Delta W_C.$$

Для Земли в целом ($M = O + L + C$) получим:

$$P_M - E_M = \Delta W_M.$$

Поскольку, в соответствии со сказанным выше, объем воды на Земле практически постоянен ($\Delta W_M = 0$), то за многолетний период общемировые величины осадков и испарения должны быть равны:

$$P_M = E_M.$$

Рис. 13. Схема глобального цикла воды

Все компоненты глобального водного баланса пока определяются с невысокой точностью, около 10–20%, и данные, приводимые различными авторами, заметно отличаются друг от друга. Осадки на океанах и значительных частях суши измеряются в относительно немногих точках, что при высокой пространственной изменчивости осадков приводит к существенным погрешностям в определении их величин в мировом водном балансе.

Сток, при наличии достаточно продолжительных гидрометрических измерений, определяется с наибольшей, по сравнению с другими компонентами, точностью. Однако во многих районах мира регулярные гидрометрические измерения не проводятся. В особенности следует отметить необходимость, но и недостаточность регулярных наблюдений за стоком крупнейших рек мира.

Испарение, как с суши, так и с водной поверхности, почти совсем не измеряется. Оно или рассчитывается для отдельных точек по физическим формулам, или же определяется как остаточный член водного баланса. Точность его определения для мира или крупных его частей, следовательно, невелика.

Изменения запаса воды также не определяются с высокой точностью. Для глобального водного баланса важнейшими составляющими являются изменения объема океана и покровных ледников. Как мы уже видели выше, измеряемые изменения уровня воды океана не полностью отражают колебания его объема из-за комплекса гидрометеорологических, геотектонических и геомор-

фологических факторов, из которых только первый отражает изменения объема воды. Что касается ледниковых покровов, то пока даже не удастся надежно определить, увеличивается или уменьшается масса ледниковых покровов Гренландии и Антарктиды, не говоря уже о количественных оценках.

Задача более надежного определения компонентов водного баланса мира – одна из важнейших проблем гидрологии и геоэкологии. Есть основания надеяться, что проводящиеся исследования глобального гидрологического цикла в рамках междunarодных программ исследований глобальных изменений принесут более точные результаты.

Величины некоторых компонентов глобального водного баланса за год выглядят следующим образом:

Элементы водного баланса	Объем, тыс. куб. км	Слой, мм
Осадки, мир в целом:	577	1130
Испарение, мир в целом:	577	1130
Осадки на поверхность суши:	119	800
Влагообмен между океаном и сушей,	47	320
в том числе речной сток в оке- ан	42	280

Отметим, что около 30 тыс. куб. км в год расходуется на транспирацию растениями, или 42% суммарного испарения с поверхности суши.

Влияние деятельности человека на компоненты мирового водного баланса пока затушевывается относительно невысокой точностью определения компонентов. Однако глобальные модели циркуляции климата показывают, что антропогенные изменения климата повысят интенсивность водообмена в глобальном гидрологическом цикле. Влияние изменения климата на гидрологическую ситуацию в отдельных регионах будет весьма значительным.

VI.2. Воды суши и деятельность человека

VI.2.1. Основные функции вод суши в экосфере

В природе вода находится в центре большинства взаимосвязей, в том числе между другими геосферами. В обществе вода – критический фактор многих экономических, общественных и политических проблем. В обобщенном виде можно сказать, что воды суши в экосфере выполняют три основные функции, важные с точки зрения геоэкологии:

- 1) Участника, зачастую ведущего и интегрирующего, в глобальных циклах вещества;
- 2) Индикатора состояния экосистем, в особенности бассейнов рек или озер;
- 3) самого широко употребляемого природного ресурса.

Во многих случаях вода – ключевой фактор основных глобальных экологических проблем. Выше уже отмечалась исключительная роль воды как агента, переносящего растворенные, влекомые и взвешенные вещества. Поэтому она важнейший фактор в глобальных биогеохимических циклах углерода, азота, серы, фосфора и др. и в экзогенной части большого геологического цикла (или цикла эрозии-седиментации). Глобальный гидрологический цикл – это один из основных жизнеобеспечивающих механизмов экосферы, зависящий в то же время от изменения ее состояния.

Гидрологический цикл означает больше, чем водный цикл. Реки мира также приносят в океан около 22 млрд. тонн наносов и 3 млрд. т растворенных веществ. В пределах бассейнов происходит еще более значительное, не менее чем на порядок большее перемещение вещества, во многом благодаря водному фактору.

Многие острые геоэкологические проблемы связаны с водными проблемами. Ухудшение состояния антропогенно трансформированных естественных и сельскохозяйственных систем является или следствием изменившегося водного режима (часто в результате деятельности человека), или, наоборот, антропогенные изме-

нения систем ведут к изменениям таких важных гидрологических характеристик как водоудерживающая способность почв, перехват осадков растительностью, инфильтрационная способность почв и др., с соответствующими изменениями гидрологического режима. Подобным образом, наводнения и засухи это больше чем избыток или дефицит воды. Их более частая повторяемость может быть результатом нарушения состояния речной системы.

Вода отличается особенностью интегрировать процессы, протекающие на водосборе. При этом речь идет о процессах на любом уровне, от просачивания капель воды в почву в верхней части водосбора до движения мощного потока крупной реки. В целом можно сказать, что вода находится в центре большинства взаимодействий в природе, играя в ландшафте роль, сходную с ролью крови в теле человека. И так же, как анализ крови дает представление о состоянии больного, так и химические и физические особенности природных вод являются объективным индикатором многих процессов, протекающих на водосборе.

Зональные природные процессы хорошо отражены в основных показателях гидрологического режима. Например, реки в зоне влажных тропических лесов многоводны, со слоем стока около 1200 мм, с высокой долей подземного стока (около 50%), постоянно высокой температурой воды (25–27°C). Природные воды этой зоны – ультрапресные (менее 100 мг/л растворенных веществ, и даже в отдельных случаях менее 10 мг/л), гидрокарбонатно-кремнеземного класса, с малой концентрацией взвешенных наносов (менее 50 г/л). В зоне степей, например, картина другая. В зоне степей сток невелик, слой стока порядка 50 мм в год. Водность рек резко изменяется по сезонам года. Сток преимущественно (на 80%) формируется водами, стекающими по поверхности водосбора. Воды пресные, но со значительным содержанием солей (до 1000 мг /л), гидрокарбонатно-кальциевые, мутность воды значительная (до 500 мг/л). Разумеется, эти средние данные носят исключительно иллюстративный характер.

При усилении деятельности человека в бассейне реки или озера природные воды этого бассейна также соответствующим образом изменяются, что находит свое отражение в индикаторах геоэколо-

гического состояния бассейна. Например, примерно за столетие содержание хлоридов в воде р. Рейн на границе Германии и Голландии увеличилось приблизительно на порядок, что указывает на весьма значительное увеличение антропогенного давления в бассейне.

VI.2.2. Геоэкологические аспекты водного хозяйства

VI.2.2.1. Водные ресурсы и водообеспеченность⁵

Вода – наиболее широко используемый природный ресурс. Забор воды из всех источников мира составляет около 4000 км³ в год. Объем других широко используемых природных ресурсов, таких как уголь или нефть, примерно на три порядка меньше. Громоздкость воды как ресурса приводит к необходимости использования его поблизости от местонахождения, или к большим трудностям и высокой стоимости передачи воды на значительные расстояния. Таким образом, водные ресурсы локальны.

Передача значительных объемов воды с континента на континент и даже на большие расстояния внутри континентов по ряду причин весьма затруднительна (см. VI.2.2.3). Существуют интересные предложения по транспортировке воды на большие расстояния. К ним относятся, например, такие предложения как буксирование айсбергов из Антарктиды в страны Персидского залива. Технически такие проекты возможны, и они будут теоретически совершенствоваться и далее. Однако стоимость кубометра такой воды была и останется высокой даже по сравнению с более реальными, но также дорогими способами, например, с опреснением морской воды. Можно представить себе только один сценарий, оправдывающий транспортировку айсбергов: все источники

⁵ С вопросами водного хозяйства можно ознакомиться более детально в учебнике А.Б.Авакяна и В.М.Широкова “Рациональное использование и охрана водных ресурсов”. Екатеринбург: Изд-во “Виктор”. 1994. 319 с.

воды мира станут настолько загрязнены, что Антарктида останется единственным надежным источником драгоценной питьевой воды требуемого качества. Остается надеяться, что такой сценарий не станет реальностью.

Управление водными ресурсами удобнее всего осуществлять для всего бассейна реки или озера или бассейна подземных вод. Однако политические и административные границы, как правило, не совпадают с водоразделами. Внутри стран это приводит к неудобной ситуации, когда водное хозяйство осуществляется по речным бассейнам, в то время как большая часть другой экономической деятельности привязана к административному делению.

На международном уровне это может приводить к конфликтам, связанным с использованием водных ресурсов. Около половины населения мира живет в не менее чем 220 международных речных и озерных бассейнах, причем более 25 бассейнов принадлежат четырем и более странам.

Наибольшие трудности в сотрудничестве между областями (штатами) или, тем более, странами, заключаются в том, что территории, расположенные выше по течению реки, находятся в преимущественном положении, поскольку они вольно или невольно могут влиять на водные ресурсы вниз по течению, не будучи заинтересованы ни в количестве, ни в качестве утекающей вниз воды. При этом нижележащим территориям предопределена пассивная роль, поскольку они не имеют естественных рычагов управления ресурсами, приходящими с верхней части бассейна. Самым ярким примером является ситуация в бассейне Нила, где любые действия в верхнем или среднем течении, ведущие к сокращению стока реки, оказывают неблагоприятное и очень серьезное воздействие на экономику Египта, существование которого в течение всей истории и до сего дня зависит от режима Нила.

Подобным же образом, развитие орошения в бассейне Аральского моря привело к сокращению притока к Сырдарье и Амударье и, как следствие, к катастрофическому падению уровня Арала.

Комиссия ООН по вопросам права сформулировала принципы международного сотрудничества в области водных ресурсов. Они включают четыре межгосударственных обязательства:

- 1) Информировать соседние государства и консультироваться с ними, прежде чем предпринимать какие-либо действия, которые могут привести к изменениям состояния разделяемых водных ресурсов.
- 2) Регулярно обмениваться гидрологическими данными.
- 3) Избегать причинения ущерба другим пользователям водных ресурсов.
- 4) Распределять воду из общего водоисточника “разумно и справедливо”.

Водные проблемы зачастую многокомпонентны. В процессе их использования возникают взаимосвязанные проблемы их дефицита, недостаточно приемлемого их качества, ущерба от наводнений и неблагоприятных изменений других компонентов окружающей среды. Водные ресурсы и их использование являются центральной проблемой развития аридных и семиаридных территорий, играя также очень важную роль во всех других, более богатых водой областях. Стратегия решения водных проблем заключается в таком управлении бассейном, которое бы обеспечивало экономическое развитие без ухудшения водных и связанных с ними других природных ресурсов.

Абсолютный верхний предел возобновимых водных ресурсов мира – это суммарное количество осадков, выпадающее на поверхность суши, что составляет около 120000 км^3 в год. Повидимому, безвозвратный забор даже 10% этой воды на хозяйственные нужды означал бы геоэкологическую катастрофу. Следующий, более реальный предел возобновимых водных ресурсов мира – это речной сток объемом примерно 40000 км^3 в год. Из этого количества, устойчивый речной сток, наиболее удобный для использования, составляет 12000 км^3 в год. Однако крупные реки мира в своих низовьях несут слишком много воды, больше, чем

ее там возможно использовать. Поэтому, по М.И.Львовичу⁶, доступный устойчивый речной сток составляет примерно 9000 км³ в год, и это реальный объем возобновимых водных ресурсов мира, технически возможный для использования без строительства плотин. По-видимому, геоэкологический предел использования возобновимых водных ресурсов должен быть существенно ниже, чем 9000 км³, поскольку экосистемы суши и виды организмов, их составляющие, также нуждаются в воде.

К этому объему доступного устойчивого речного стока можно добавить ресурсы подземных вод, ледников и пресноводных озер. Водные ресурсы этих объектов содержат как возобновимую, так и невозобновимую компоненты, в зависимости от интенсивности их использования: чем больше забор воды, тем больше доля используемой невозобновимой компоненты, и тем меньше становятся невосполняемые запасы.

Богатая подземной водой хорошего качества гидрогеологическая формация Огаллала находится в области Высоких Равнин юга США (штаты Небраска, Канзас, Арканзас, Оклахома, Техас и др.). Запасы воды в ней образовались вследствие существования некоторой небольшой разности между приходными и расходными компонентами уравнения водного баланса формации. Несмотря на небольшое ежегодное накопление воды, значительная продолжительность этого процесса привела к существенным запасам подземных вод. Большие запасы подземных вод предопределили развитие высокоэффективного орошаемого земледелия. В течение последних десятилетий отбор воды на орошение за год заметно превышал ежегодную естественную загрузку подземных вод. В результате уровень подземных вод упал и продолжает снижаться, затраты энергии на откачку воды из скважин увеличиваются, и стоимость производимого продукта также увеличивается. В некоторых частях этой обширной территории земледелие стало невыгодным, и сельское хозяйство снова стало пастбищно-скотоводческим, как это было в XIX в.

⁶ Львович М.И. Вода и жизнь. М.: Мысль, 1986. 254 с.

Как мы уже видели, безвозвратное потребление воды в мире составляет сейчас около 4000 куб. км в год, при возобновимых ресурсах порядка 9000 куб. м в год. Соотношение между имеющимися ресурсами и потреблением выглядит на глобальном уровне пока вполне благоприятным, но на самом деле для многих районов это далеко не так, так как средние мировые величины маскируют имеющиеся различия между районами и скрывают дефицит водных ресурсов во многих местах мира.

Одним из показателей состояния водных и связанных с ними геоэкологических проблем в той или иной стране является количество водных ресурсов на каждого жителя. Для стран с преимущественно транзитным стоком (как Египет или Судан) или для крупных стран с разнообразными региональными условиями формирования стока (как Россия или Китай) этот показатель нерепрезентативен. Однако для всей совокупности стран мира он полезен для сравнительной оценки ситуации с водными ресурсами.

Водообеспеченность изменяется от страны к стране на несколько порядков (от 328000 куб. м/чел. в год для Габона до практически нуля в странах Персидского залива). Уровень 500 куб. м на человека в год и менее является чрезвычайно низким, даже пороговым для национального устойчивого развития. Примерно таким количеством водных ресурсов (370 куб. м/чел) располагает Израиль, являя пример весьма эффективного использования водных ресурсов, в том числе на орошение. Уровень 1000 куб. м на человека обычно принимается в качестве критического, указывающего на то, что страна находится в состоянии острого дефицита водных ресурсов.

В странах, где водное хозяйство определяет всю экономику, таких как Египет, Сирия, Пакистан, уровень водопотребления составляет 1200–2200 куб. м/чел.

В настоящее время 15 стран (из 145, по которым были данные) с населением 110 млн. чел. располагают менее чем 500 куб. м на чел. Весьма низкий уровень водных ресурсов (500–1000 куб. м на чел.) характерен еще для 12 стран с населением 120 млн. чел. Для этих 27 стран дефицит водных ресурсов определяет существова-

ние их населения, это вопрос жизни и смерти и причина важнейших стратегических решений правительств. Еще 58 стран с населением 3,4 млрд. чел. живут в условиях малого количества водных ресурсов (1000–5000 куб. м/чел.). Всего к 1990 г 85 стран с 70% населения мира стояли перед проблемами дефицита водных ресурсов (табл. 8). Это в основном развивающиеся страны, где недостаток водных ресурсов является важным, если не важнейшим, препятствием их социального и экономического развития.

Многие страны с ресурсами, превышающими 5000 куб. м /чел, выглядят благополучными, но на самом деле средняя цифра часто скрывает серьезные региональные различия внутри стран. Россия – характерный пример такой ситуации, где малая обеспеченность водными ресурсами совпадает с наиболее населенными и экономически развитыми территориями, такими как центр и юг Европейской России и Уральский промышленный регион.

Таблица 8. Число стран, различающихся по количеству водных ресурсов на душу населения, куб. м за год, в 1990 и 2025 гг.

Количество водных ресурсов, куб. м /чел. за год	Число стран этой категории в 1990 г.	Ожидаемое число стран этой категории в 2025 г.
Крайне малое (<500)	15	26
Очень малое (500–1000)	12	19
Малое (1000–5000)	58	51
Среднее (5000–10000)	12	10
Высокое (>10000)	48	39

Другой показатель степени напряженности с обеспечением водными ресурсами – это доля используемой воды по отношению к имеющимся ресурсам. Распределение этого показателя по странам мира показано на рис. 14.

Поскольку численность населения мира будет увеличиваться, а объем имеющихся водных ресурсов останется постоянным, си-

туация дефицита водных ресурсов будет и далее ухудшаться, вызывая дальнейшее углубление противоречий, связанных с использованием водных ресурсов, как на международном, так и на национальном уров-

Рис. 14. Доля водопотребления по отношению к имеющимся водным ресурсам (прогноз на 2025 г.)

нях. Предстоящее изменение климата во многих случаях еще усилит конфликтные ситуации.

К 2025 г. уже 1,4 млрд. чел. в 45 странах мира будут располагать менее чем 1000 куб. м на чел. за год. Около трех четвертых населения мира приблизительно в 100 странах будет жить в условиях дефицита воды, или, иными словами, под угрозой экологической, экономической и политической неустойчивости. Если существующие в настоящее время способы ведения хозяйства не изменятся, будет продолжаться и ухудшение качества воды, что еще более осложнит ситуацию. Можно ожидать, что количество и глубина конфликтов, связанных с водными проблемами, еще более возрастут.

VI.2.2.2. Регулирование речного стока

Когда на какой-либо территории потребность в воде начинает превосходить величину устойчивого речного стока, и другие источники водных ресурсов (в первую очередь, подземные воды) отсутствуют или почему-либо не могут быть использованы, возникает необходимость в регулировании речного стока, то есть в строительстве плотин и, соответственно, создании водохранилищ. Создание плотин и водохранилищ – важнейший способ увеличения объема возобновимых водных ресурсов.

Первые плотины появились в мире еще 4–4,5 тыс. лет тому назад. В XX в. темпы создания плотин сильно увеличились, в особенности начиная с 1950-х гг. В настоящее время в мире существует около миллиона созданных человеком водохранилищ разного размера, от сравнимых с крупными естественными озерами до

небольших прудов. Их общий объем превышает 6000 куб. км и полезный объем – 3000 куб. км. Насчитывается около 30.000 крупных водохранилищ с объемом более 1 млн. куб. м. Наиболее крупные водохранилища (не считая подпруженных озер) это Братское на Ангаре (169 куб. км), Кариба на Замбези (160 куб. км), Насер на Ниле (157 куб. км), Вольта на Вольте (148 куб. км). Общая площадь поверхности водохранилищ, включая подпруженные озера, составляет около 600000 кв. км.

При суммарном полезном объеме равном 3000 куб. км водохранилища увеличивают устойчивый сток, то есть возобновимые ресурсы, пригодные к использованию, на 25 %. С другой стороны, средняя мировая продолжительность водообмена в речных системах увеличилась с 20 до 100 суток, что указывает на ухудшение их экологического состояния. В частности, заметно снизилась естественная самоочищающая способность рек, связанная с постоянным поглощением кислорода из воздуха речной водой, текущей в турбулентном режиме. Растворенный в воде кислород расходуется на окисление переносимых водой органических загрязняющих веществ.

В России и других странах бывшего СССР имеется более 4000 крупных водохранилищ с объемом, превышающим 1 млн. куб. м, причем 98% общего объема находится в 250 крупнейших водохранилищах с объемом каждого более 100 млн. куб. м. Всего зарегулировано около 1200 куб. км воды, или около 25 % речного стока.

Водоохранилища, в том числе крупнейшие, располагаются в России преимущественно на равнине. Это означает, что потери земли, причем самой ценной для сельского хозяйства, на поймах и террасах рек, в особенности велики. Помимо потери сельскохозяйственных земель, водохранилища в России принесли с собой ряд других проблем. Среди них такие как переселение людей и нарушение сложившихся традиций ведения хозяйства, ухудшение качества воды, неустойчивый, и потому неблагоприятный гидрологический режим в нижнем бьефе плотин, перехват стока биогенных элементов (фосфора и азота) и, соответственно, снижение биологической продуктивности морей, подъем уровня грунтовых

вод с сопутствующими изменениями продуктивности природных и антропогенных ландшафтов, ухудшение условий для рыбного хозяйства и др.

С другой, положительной стороны, гидроэлектрические станции не загрязняют окружающую среду. Они играют также важную роль в энергетических системах. В особенности важно их свойство практически мгновенно реагировать на изменения спроса на энергию: вечерние и утренние пиковые нагрузки в энергосистемах, связанные с повседневной жизнью людей, наиболее эффективно покрываются гидроэлектростанциями. Развитие орошения во многих районах мира невозможно без создания водохранилищ. Водоохранилища на крупных реках улучшают также условия навигации.

В экономически развитых районах мира плотины задерживают загрязняющие вещества, переносимые рекой, переводя их в донные отложения. В частности, по К.К.Эдельштейну, каскад водохранилищ Волги и ее бассейна эффективно выполняет эту важную геоэкологическую задачу.

Плотины с сопутствующими сооружениями (водохранилищами, ирригационными системами, гидроэлектростанциями, шлюзами и пр.) составляют важную часть стратегии развивающихся стран. В тропических условиях регулирование стока приносит дополнительные проблемы по сравнению со странами с умеренным климатом, поскольку режим водохранилищ и их воздействие на окружающую среду в сильной степени зависят от природных условий. Как только в тропическом районе возникает новое водохранилище, уровень заболеваний и смертности резко повышается: качество воды в водохранилище обычно хуже, вследствие замедленного водообмена, увеличения водной биомассы и пр. по сравнению с речной водой, что приводит к значительному росту заболеваний. Переносчики многих болезней, таких как малярия или шистосоматоз, находят для себя лучшие, чем раньше, условия существования, что приводит к резкому увеличению заболеваний.

В последние годы начали возникать водохранилища в зоне влажных экваториальных лесов, где дополнительно к уже перечисленным возникают новые геоэкологические проблемы. Первое

крупное водохранилище в этой зоне это Тукуруи в Бразилии с ГЭС мощностью 8 млн квт. Водная растительность прекрасно развивается в условиях постоянного высокого притока тепла до такой степени, что на водохранилище поверхности воды практически не видно. Последующее разложение отмирающей водной биомассы поглощает из воды весь растворенный там кислород и приводит в конце концов к анаэробному разложению оставшейся биомассы с выделением весьма ядовитого сероводорода. Заметно возросло также число случаев заболеваний одним из видов энцефалита со смертельным исходом. Подобные условия существуют также в Суринаме, где на относительно небольшом водохранилище Брокопондо запах сероводорода столь силен, что операторы на ГЭС вынуждены работать в противогазах.

В ряде случаев, в особенности в развивающихся странах, интересы местного приречного населения не учитываются при планировании развития водного хозяйства. Один из американских исследователей пишет, что большие плотины в Африке это классический пример того, как городские жители проектируют плотины с главной целью производить энергию почти исключительно для городской же промышленности. Обследование пяти небольших водохранилищ в Кении и Зимбабве показало, что местное население не получает никаких выгод от вновь появившихся водоемов, таких как качественное водоснабжение, канализация, электричество или увеличение продуктов питания.

В научной литературе, и в особенности в средствах массовой информации мира, публикуется много заявлений с оценкой (зачастую голословной) эффективности тех или иных осуществленных проектов гидротехнических сооружений, как правило, с отрицательными выводами. Однако, строгих научных оценок пока почти не сделано. В особенности сложно оценить экономический эффект больших плотин и водохранилищ, не говоря уже об интегрированном эколого-экономическом эффекте. Можно сказать, что водохранилища выполняют свою задачу, увеличивая водные ресурсы. С другой стороны, они приносят много неблагоприятных последствий. Поэтому проектирование нового водохранилища, в особенности крупного, это всегда поиск оптимального ре-

шения, в котором сумма выгод в конечном итоге должна превышать сумму потерь, и в каждом случае это решение должно быть индивидуальным.

В случае СССР и современной России затруднительно сказать, каков же итоговый эффект наших плотин и водохранилищ, в основном расположенных на равнине, поскольку имеются как значительные плюсы, так и минусы. Развитие водного хозяйства в СССР и России шло по экологически неустойчивому пути. Вероятно, если бы строительство каскадов водохранилищ на равнинных реках России производилось сейчас, то высота плотин была бы ниже и, соответственно, площадь затопляемых земель меньше, и неблагоприятные геоэкологические последствия были бы значительно сокращены по сравнению с тем, что мы имеем.

Многие отрицательные последствия строительства плотин и водохранилищ являются серьезным аргументом против их дальнейшего развития. Однако необходимо помнить, что водохранилища – важнейшее средство увеличения объема возобновимых водных ресурсов. В процессе принятия решения о строительстве новой плотины необходимо тщательно взвесить все “за” и “против”, причем универсальной методики оценки не существует, и потому к анализу необходимо привлекать не только необходимые инженерные, экологические и пр. знания, но и изрядную долю воображения и здравого смысла. Окончательное решение это всегда компромисс между инженерными, экономическими и экологическими целями проекта. Всеобъемлющая экспертиза крупного гидротехнического проекта – дорогостоящее занятие, но сами проекты намного дороже, рассчитаны не менее чем на сто лет, и последствия неправильного решения могут оказаться глубокими и долговременными. Мы уже имеем много примеров этого из практики нашего российского водного хозяйства.

В настоящее время имеются примеры переоценки эффективности некоторых гидротехнических схем, осуществленных в предшествующие десятилетия. Например, по Проекту бассейна р. Теннесси в США (Tennessee Valley Authority) в 1930-х гг. было построено около 20 плотин с водохранилищами. Предполагалось, что эта схема обеспечит дешевую энергию, улучшит условия су-

доходства и защиту от наводнений, и в целом создаст основу для успешного экономического развития. Проект обычно считался хорошим примером успешного решения проблем регионального развития. Более глубокий анализ показал, что осуществленный проект не принес ожидаемого материального благополучия в этот регион.

Глубокий анализ геоэкологических последствий сооружения Асуанской плотины на Ниле в Египте выполнен иностранным членом РАН Г. Уайтом (США), который не пришел к однозначной оценке последствий. Вследствие летних (июнь-сентябрь) дождей в бассейне Нила, ежегодно формируется половодье, всегда игравшее благотворную роль в становлении и развитии Египта и его цивилизации. Половодье орошало поля и приносило на них плодородный ил. В настоящее время ил задерживается плотиной, и плодородие почв должно поддерживаться посредством применения минеральных удобрений. Нильская вода аккумулируется в водохранилище, которое регулирует объем доступных водных ресурсов с последующим их использованием для орошения и производства электроэнергии. В конце 1970-х гг. Асуанское водохранилище удержало несколько весьма высоких и потому очень опасных половодий. Наоборот, в середине 1980-х гг. было семь лет подряд, когда объем половодья Нила был намного ниже среднего. При этом в каждый маловодный год дефицит воды, необходимой для орошения полей Египта, пополнялся из Асуанского водохранилища. Таким образом, водохранилище предотвратило крупнейшую катастрофу. Страна была буквально спасена от голода, экономических трудностей и политической нестабильности.

Строительство крупных и сверхкрупных гидротехнических систем, включая водохранилища, по-видимому, достигло пика в третьей четверти XX в. В настоящее время видна тенденция к его снижению. В то же время, среди осуществляемых проектов – строительство крупнейшей в мире ГЭС и водохранилища в месте, называемом Три ущелья на р. Янцзыцзян в Китае и осуществление огромного Юго-Восточного Анатолийского проекта интегрированного развития, включающего комплекс из 22 плотин, 19

ГЭС и оросительных систем площадью 1,7 млн. га в верхней части бассейнов рек Евфрат и Тигр в Турции.

Причины, по которым сооружение водохранилищ в мире замедлилось, разнообразны. Во многих развитых странах все приемлемые для строительства плотин места уже использованы, а оставшиеся не подходят по экономическим или политическим соображениям. Это верно и для Европейской части России и Урала. В США за последние два десятилетия не построено ни одного крупного водохранилища. Руководство Бюро мелиораций США, осуществлявшего основную часть строительства плотин и водохранилищ, в 1995 г. приняло решение прекратить их дальнейшее сооружение, поскольку приоритеты американского общества изменились, и плотины с водохранилищами более не рассматриваются в качестве приоритетных.

Среди причин замедления темпов строительства водохранилищ в мире – высокая стоимость строительства и переселения жителей из зоны затопления, большие потери земельных ресурсов высокого качества, серьезные и плохо предсказуемые геоэкологические последствия, глубокие изменения гидрологического режима в верхнем и нижнем бьефах плотин, нарушение установившегося уклада жизни и хозяйства, несовместимость интересов различных социальных групп населения, которые могли быть затронуты в результате строительства.

VI.2.2.3. Переброски речного стока

На определенной стадии развития водного хозяйства некоторой территории, когда не только устойчивая часть речного стока и доступная часть ресурсов подземных вод, но и дополнительный ресурс, получаемый вследствие регулирования стока приближаются к экономически и экологически рациональному пределу, возникает интерес к осуществлению проектов передачи ("переброски") части речного стока из водообеспеченного в вододефицитный регион.

Масштабы крупнейших перебросок в мире выросли на порядок, от 0,5–1 куб. км в год ($15\text{--}30\text{ м}^3/\text{с}$) в начале этого века до примерно 10 км^3 в год (более $300\text{ м}^3/\text{с}$). Примеры перебросок воды есть во многих странах. В бывшем СССР крупнейшим сооружением является Каракумский канал, забирающий из Амударьи в западном направлении не менее 10 км^3 воды в год, используемой главным образом на орошение. В Калифорнии (США) перераспределяется между речными бассейнами около 30 км^3 в год. В различных странах (бывший СССР, США, Канада, Индия, Китай, ЮАР, Мексика и др.) предлагались новые проекты следующего порядка величины, но возможность их осуществления, по крайней мере, в ближайшем будущем вряд ли доведется до осуществления. В США в 1960-х гг. растущая потребность в водных ресурсах, главным образом для ирригации, заставила проектировщиков разработать впечатляющие схемы перераспределения водных ресурсов в масштабах всего континента. Вода должна была быть забрана из относительно водообильного северо-запада США и Канады и доставлена на юго-запад и юг США, и даже в Мексику, по очень сложной (и, без сомнения, дорогой) сети каналов, водохранилищ, насосных станций, ГЭС и пр. Позднее, в 1970-х гг., более скромные, но все же крупные схемы перебросок воды предназначались в США для решения различных региональных проблем дефицита водных ресурсов. Например, проводились детальные исследования стратегии пополнения запасов подземных вод формации Огаллала на Высоких Равнинах США (см. VI.2.2.1). В Калифорнии изыскивались дополнительные источники воды за пределами штата. Сейчас, в конце XX века, можно констатировать, что ни один из этих проектов не был реализован. Эта ситуация отражает неодобрительную позицию американского общества по отношению ко всем новым крупным гидротехническим проектам, включая проекты перебросок. Главные же факторы отказа от проектов перебросок воды в США были следующие:

(а) Ирригация должна была стать главным потребителем воды. Однако стоимость перебрасываемой воды была бы на порядок дороже воды, уже используемой для орошения. Локальные дефициты водных ресурсов заставляли фермеров более экономно ис-

пользовать уже имеющуюся воду, играя роль эффективных регуляторов спроса. Помимо этого, в США существует избыток сельскохозяйственных продуктов как для внутреннего, так и для внешнего рынка, и в дальнейшем развитии ирригации уже нет нужды.

(б) Геоэкологические последствия сверхкрупных проектов перебросок воды многочисленны и комплексны. Даже сейчас, когда наше понимание проблем геоэкологии намного лучше того, что было 20-30 лет тому назад, последствия неопределенны, плохо предсказуемы и не сравнимы, то есть, например, не могут быть представлены в денежном выражении.

(в) Юридические и политические вопросы крупномасштабных международных перебросок воды необычайно сложны. Общественное мнение в Канаде настолько против перебросок воды южному соседу, что парламент страны принял специальный закон, запрещающий это делать. Не легче и передача водных ресурсов из штата в штат, не говоря уже о перебросках сквозь несколько штатов.

Эти трудности в осуществлении крупномасштабных перебросок воды очевидно справедливы и для других стран, хотя они могут принимать различные формы в зависимости от национальных особенностей, что подтверждается примером бывшего Советского Союза.

В СССР 20–25 лет тому назад существовали грандиозные проекты перебросок речного стока. В стране шло исследование и проектирование перебросок значительной части воды из Иртыша, Оби, Сев. Двины и других северных и сибирских рек на юг, в основном в бассейны Аральского и Каспийского морей. В проработках проблемы участвовали более ста научно-исследовательских и проектных институтов по всему, очень широкому кругу вопросов.

Исследования проблемы были обоснованными, потому что на южном "макросклоне" СССР проживало 75% населения страны, располагавшего всего лишь 16 % водных ресурсов, и дефицит воды в ряде мест уже был весьма серьезным. Ситуация осложнялась усиливающимся загрязнением водных ресурсов и падением уров-

ня воды всех основных бессточных водоемов (Каспия, Арала, Балхаша и др.).

Вместе с тем работы по проектированию новых схем в недостаточной степени учитывали необходимость кардинального повышения эффективности использования водных ресурсов во всех отраслях водного хозяйства, в особенности в орошении. К тому времени в стране накопилось много примеров того, что дорогостоящие сооружения не приносили ожидаемой экономической выгоды, но вызывали серьезные и многочисленные геоэкологические последствия, такие как засоление и заболачивание почв, ухудшение качества воды, деградация экосистем и пр. Эти уроки не были учтены, потому что основной стратегией водного хозяйства было увеличение доступных водных ресурсов без должного роста эффективности их использования и при пренебрежении геоэкологическими и экономическими факторами.

Во второй половине 1980-х гг. политический климат в стране начал изменяться. Экологическое движение стало одной из первых возможных форм массового протеста против тоталитарного политического режима в стране. Одним из первых объектов критики режима стали дорогостоящие, неэффективные и экологически неблагоприятные гидромелиоративные сооружения и проекты, то есть выдвигались соображения, подобные приведенным выше для США. В конце концов руководство страны того времени приняло решение остановить все работы по переброскам, включая научные исследования.

Последнее десятилетие XX века почти не принесло новых проектов перебросок воды. Главные причины уже обсуждались: высокая стоимость проектов и, следовательно, получаемой воды, высокая степень неопределенности в оценке геоэкологических последствий и общая тенденция к повышению эффективности использования уже имеющихся водных ресурсов. Кроме того, теоретически может существовать некий предел размеров перебросок воды (и вообще гидротехнических схем), при котором неопределенность экологических и других последствий начинает превышать экономическую эффективность проекта, так что его

осуществление становится неоправданно рискованным и потому нецелесообразным.

Вероятно, в будущем негативное отношение к крупномасштабным переброскам воды может измениться и в нашей стране, и в мире. В России более 80 % населения живут в бассейнах Каспийского и Азовского морей. Дефицит водных ресурсов в этих бассейнах уже сейчас весьма значителен, в то время как их собственные ресурсы составляют менее 8 % от общероссийских. Несомненно, что острота водных проблем в наиболее населенной и экономически развитой части страны будет только возрастать, и может стать критической. Тогда, после того как будут исчерпаны возможности значительного повышения эффективности использования воды и резкого сокращения ее загрязнения, вопрос о перебросках снова станет на повестку дня, хотя это и не значит, что он будет решен положительно, так как экологические соображения могут оказаться более весомыми.

Особым типом перебросок воды являются системы управления водными ресурсами значительной территории. Например, в Калифорнии действует система управления водными ресурсами на уровне штата, главным образом для орошения и водоснабжения крупных городов. Значительная часть водных ресурсов, формирующихся на севере Калифорнии, передается на юг, для орошения основных земельных массивов штата, лежащих в продольной депрессии долин двух основных рек, Сакраменто и Сан-Хоакин. Далее часть воды передается на юг штата для водоснабжения мегаполиса Лос-Анджелеса и орошения. Другая часть воды поступает в южную Калифорнию из р. Колорадо. Всего в штате перераспределяется около 30 куб. км воды в год.

Выше мы уже обсуждали вопрос о том, что сложные природно-хозяйственные системы всегда влекут за собой как положительные, так и отрицательные последствия, и что абсолютно приемлемых решений не бывает, а могут быть только оптимальные решения, принимаемые в результате компромисса. В случае Калифорнии, высококлассные инженерные решения привели к серьезным экологическим проблемам, таким как засоление почв, рост объемов возвратных вод, сильно загрязненные вследствие ороше-

ния, деградация объединенной дельты рек Сакраменто и Сан-Хоакин со снижением ее биологической продуктивности и др.

Основу проекта Сардар Саровар в аридной северо-западной Индии также составляет региональное управление водными ресурсами. Предполагается забрать воду из р. Нармада и распределить ее в основном для орошения и водоснабжения. Всего планируется заново оросить 1,8 млн. га и обеспечить питьевой водой 30 млн. чел. В настоящее время жители 3800 населенных пунктов пьют солоноватую или содержащую фтор воду. Проект состоит, в свою очередь, из 30 крупных проектов, 135 средних по размеру и 3000 малых. Подача воды началась в 1997 г. Проект планируется завершить к 2010 г. Он предполагает коренным образом изменить условия жизни населения этого засушливого района. Следует сказать, что проект вызывает сильное сопротивление со стороны экологических групп, подчеркивающих, что неблагоприятные экологические последствия проекта превзойдут ожидаемые выгоды.

VI.2.2.4. Управление водопотреблением и водохозяйственный баланс

Эффективное водное хозяйство – это умение уравновесить имеющиеся водные ресурсы территории и спрос на них, не допуская при этом ухудшения качества окружающей среды. Иными словами, это искусство соблюдать водохозяйственный баланс. Имеются два принципиально различных пути его достижения:

(а) Можно увеличивать подачу воды, то есть увеличивать доступный объем возобновимых ресурсов посредством, например, сооружения плотин, перебросок воды из другого бассейна, опреснения соленых вод и пр. Иными словами, таким путем можно увеличивать предложение (по-английски, supply). Возможно также отбирать невозобновимые ресурсы из запасов, аккумулированных в подземных водах, озерах, ледниках, но это путь, противоречащий принципам устойчивого развития, и на такие действия можно идти, только ясно осознавая последствия.

(б) Можно также более экономно использовать имеющиеся ресурсы, без их увеличения, то есть снижать спрос на воду (по-английски, demand).

Как правило, при традиционном водном хозяйстве потребность в воде постоянно возрастает, и баланс достигается системой мер, обеспечивающих увеличение подачи воды. Такие меры и возникающие при этом проблемы обсуждались в предшествующих двух разделах. Но баланс между спросом и предложением может быть достигнут также посредством регулирования спроса на воду. Здесь огромное поле деятельности, потому что водные ресурсы используются неэффективно практически во всех странах и во всех отраслях водного хозяйства. Кроме того, снижение водопотребления вызывает меньший ущерб окружающей среде. И, наконец, регулирование спроса это единственный путь замкнуть водный баланс, когда все ресурсы уже использованы и подача воды уже не может быть увеличена.

Главным пользователем воды в мире является ирригация, расходующая около 65% всей забираемой воды. В аридных районах этот показатель намного выше, достигая 98% в случае Египта. Как правило, эффективность орошения очень низкая. Средние цифры, приводимые в литературе, показывают, что только половина или даже четверть забираемой на орошение воды в конечном итоге достигает поливаемого растения на поле. Необходимо, правда, иметь в виду, что часть неиспользуемой воды пополняет запасы подземных вод или возвращается в водоисточник в виде так называемых возвратных вод. Повышение эффективности орошения может принести не меньший результат, чем строительство нового водохранилища. При этом стоимость таких мер будет ниже затрат на увеличение подачи воды, а неблагоприятные геоэкологические последствия будут несомненно меньше. Более детально вопросы орошения будут обсуждаться в разделе, посвященном геоэкологическим вопросам сельского хозяйства.

Доля промышленности в водопотреблении мира составляет около 25 %. В странах с достаточным увлажнением, где интенсивное орошение не требуется, эта доля весьма высока. Например, для Англии, Германии и Франции она находится в пределах

71–87 % от суммарного водопотребления. Количество потребляемой воды на единицу производимого промышленного продукта изменяется для одинаковых товаров более чем в 10 раз, в зависимости от типа применяемой технологии. Поэтому снижение спроса на воду в этом секторе водного хозяйства вполне реально. Мы уже говорили о возможности повышения эффективности использования ресурсов в 10 раз. Это относится и к снижению водопотребления в промышленности.

Основная стратегия снижения водопотребления в промышленности – увеличение степени оборачиваемости воды в производственном цикле. Например, в США, по данным 1988 г., однажды забранная вода использовалась в среднем 3,4 раза, прежде чем она выводилась из производственного цикла, а к 2000 г. ожидалось увеличение этого показателя до 17 раз, да еще при снижении общего объема используемой воды! Заметим, что в конечном итоге, после многих циклов использования в технологическом процессе, остается чрезвычайно загрязненная вода, и вопрос, что с ней делать, далеко не тривиален и не имеет однозначного ответа. Городское население потребляет не более 10 % всего объема забираемой воды, но это очень дорогая вода, потому что строительство и эксплуатация весьма сложных систем водоснабжения обходится весьма дорого. Несмотря на это, типичная величина потеря воды в городских сетях составляет 50 %. В крупных городах развивающихся стран потери воды составляют: Манила (Филиппины) – 55–65%, Джакарта (Индонезия) – 50%, Мехико (Мексика) – 50%, Каир (Египет) – 47%, Бангкок (Таиланд) – 32%.

В городах развитых стран ситуация в целом многим не лучше, в особенности в тех городах, где водопроводные сети закладывались еще в прошлом веке. Всемирный Банк считает, что если потери в городских сетях превышают 25 %, то снижение потерь экономически более целесообразно, чем строительство дополнительных систем водоснабжения.

К потерям в сетях необходимо добавить потери из подтекающих кранов, туалетов и пр. Действия в этом направлении не очень популярны среди тех, кто управляет городским водным хозяйством, потому что это невидная работа, требующая постоянного

внимания, дополнительных финансовых затрат и довольно высокой квалификации и дисциплины рабочих.

Значительной экономии воды в домашнем хозяйстве, до 50–70%, можно также добиться, применяя более эффективные краны, насадки в душе, смывные устройства унитазов и пр., при том же конечном результате, то есть, например, столь же эффективном и приятном принятии душа. Использовать меньше воды в коммунальном хозяйстве совсем не означает быть более грязным. Численность населения древнего Рима была более миллиона человек. Городская система водоснабжения подавала около 1000 л воды на человека в сутки. Современные римляне используют меньше половины этого количества, но, по всей вероятности, уровень их личной гигиены не ниже, чем у их предков.

Таким образом, успешное водное хозяйство – это поддержание баланса между спросом и предложением, без ухудшения (по крайней мере) геоэкологического состояния территории. Необходимо сбалансировать также различные, часто конфликтные интересы и задачи различных общественных групп и секторов экономики. Например, для бассейна Волги труднейшая и ежегодно возникающая проблема заключается в нахождении оптимального режима работы каскада водохранилищ таким образом, чтобы были соблюдены интересы различных секторов экономики (гидроэнергетики, судоходства, рыбного хозяйства, орошения и пр.), при условии соблюдения установленной заранее приоритетности этих секторов. Неудивительно, что зачастую наилучшее, устраивающее всех решение не может быть достигнуто, и стороны должны идти на компромисс таким образом, что улучшение состояния по одному из критериев достигается за счет ухудшения другой альтернативы.

Водное хозяйство региона (бассейна) должно базироваться на многокритериальной и междисциплинарной основе. Необходимо комбинировать инженерные, экономические, экологические, юридические, социальные, политические действия, потому что ни одно из них, взятое в отдельности, не может обеспечить эффективные и долговременные решения водных проблем.

Экономика использования водных ресурсов требует большего внимания. Пока что вода во всем мире имеет низкую цену, а то и вовсе бесплатна, что ведет к неэффективному использованию водных ресурсов и, как следствие, к серьезным экологическим проблемам. Это делает водное хозяйство уязвимым, или, иными словами, экологически и экономически неустойчивым. Подсчитано, например, что потребление воды тепловыми электростанциями США уменьшится в 50 раз, если цена на воду увеличится в 5 раз.

Строго говоря, все затраты, связанные с водным хозяйством, такие как стоимость сооружений и их эксплуатация, должны быть включены в цену, так же как и стоимость экологических последствий водного хозяйства, таких, например, как потеря рыбных ресурсов, засоление почв или загрязнение воды. Пока этого нет нигде в мире. Установление цены на воду, которая отражала бы истинные затраты, привело бы, вследствие важности и вездесущности воды как ресурса, к изменению всей системы мировых цен. Такой проект не может быть осуществлен в одной, отдельной стране.

VI.2.3. Геоэкологические особенности бессточных областей мира

С точки зрения гидрологического режима территории мира делятся на три группы: а) Области со стоком в Мировой океан; б) Области со стоком в замкнутые депрессии, в настоящее время не соединяющиеся с океаном (бессточные области); в) Области, не образующие стока (или дающие его чрезвычайно редко). Площадь двух последних категорий вместе взятых около 35 млн км², что составляет около 1/4 площади суши мира, причем подавляющую часть образуют области со стоком в замкнутые депрессии. К ним относятся столь большие территории как бассейн Каспийского моря, Аральского моря, оз. Лобнор, оз. Чад и многие другие. Эти области выделяются своими специфическими природными особенностями, и благодаря им они отличаются столь высокой реак-

цией на деятельность человека в бассейне, что этот вопрос заслуживает специального обсуждения.

Как правило, бессточные области располагаются в аридных районах, где потенциальное испарение с поверхности бассейна (испаряемость) за год превышает годовой слой осадков. Обычно сток формируется в верхней части бассейна, так называемой зоне формирования стока, где слой осадков больше потенциального испарения. В нижней части бассейна, так называемой зоне рассеивания стока, осадки меньше испарения. Река в этой части бассейна уже не получает питания (это так называемая транзитная река), а приходящий сверху сток реки расходуется на испарение, инфильтрацию в берега и пр., и постепенно сокращается вниз по течению реки. Оставшийся речной сток достигает конечного водоема, обычно озера или болота, и также в конце концов расходуется на испарение.

Простейшее уравнение водного баланса конечного водоема выглядит следующим образом:

$$R + P_s - E = \Delta W$$

где R – сток в водоем, P_s – осадки на поверхность водоема, E – испарение с поверхности водоема, ΔW – изменение объема воды в водоеме.

Вследствие бессточности конечного водоема все изменения водного баланса озера в конечном итоге отражаются в изменении его объема, а значит и в изменении уровня воды озера. Как мы уже знаем, изменения состояния бассейна хорошо отражаются в режиме стока с него. Поэтому природные колебания водного баланса бассейна в конечном итоге определяют колебания уровня воды. В отличие от проточных озер, значительные колебания уровня воды – отличительная природная особенность бессточных озер.

Деятельность человека в бессточном бассейне часто оказывает самое серьезное влияние на режим конечного водоема. Поскольку бессточные бассейны обычно располагаются в аридных районах, т.е. в областях недостаточного увлажнения, в этих районах необ-

ходимо орошение сельскохозяйственных земель. По мере развития орошения, увеличивается водозабор из реки и, соответственно, сокращается приток в конечной водоем. Вследствие деятельности человека происходит перестройка гидрологических процессов во всем бассейне, что влечет за собой изменение всей природно-хозяйственной системы.

Самым ярким и трагическим примером взаимосвязи деятельности человека в бессточном бассейне и гидрологического режима реки и озера является современная история Аральского моря, отражающая крупнейшую в мире геоэкологическую катастрофу. Состояние этого большого бессточного озера с еще недавно солоноватой водой зависит от гидрометеорологической обстановки в бассейнах рек Амударья и Сырдарья. Водные ресурсы этих рек при выходе из гор составляют примерно 110 км^3 в год. Они традиционно, в течение тысячелетий, использовались на орошение наиболее удобных территорий у подножия гор. Площади традиционного орошения были около 5 млн. га, и на них расходовалось около половины водных ресурсов. В Аральское море поступало около 55 км^3 воды в год, что обеспечивало относительную стабильность его уровня и других гидрологических характеристик. Арал был четвертым по площади озером мира.

Начиная с конца 1950-х гг. в бассейне Арала осуществлялась государственная политика развития ирригации, в основном с целью увеличения производства хлопка. К концу 1980-х гг. площади орошения увеличились приблизительно наполовину; при этом потери воды в каналах и на полях превосходили все разумные пределы. В частности, был построен Каракумский канал, забирающий из Амударьи не менее 10 км^3 в год. Несмотря на преимущественно песчаные грунты, ложе канала в основном не облицовано, и потери на фильтрацию чрезвычайно велики.

В результате развития орошения, речной сток в Арал начал убывать, и в 1980 г. обе реки впервые не достигли Арала. В 1980-х гг. приток речных вод составлял лишь несколько кубических километров в год. Море быстро сокращалось, а соленость воды увеличивалась (табл. 9).

Таблица 9. Изменения основных характеристик Аральского моря

Год	Уровень, м над ур. моря	Пло- щадь, км ²	Объем, км ³	Соленость во- ды, г/л
1960	53,3	67900	1090	10,0
1965	52,5	63900	1030	10,5
1970	51,6	60400	970	11,1
1975	49,4	57200	840	13,7
1980	46,2	52500	670	16,5
1985	42,0	44400	470	23,5
1990	39,0	38000	300	29,0

В многоводные для Центральной Азии 1992–1994 гг. приток Амударьи был 18,8–28,9 км³, а Сырдарьи – 4,6–8,9 км³. Это замедлило, но не остановило падение уровня воды Арала. Все посты наблюдений за уровнем воды обсохли, и наблюдения прекратились. Соленость воды достигла морской (около 35 г/л).

Резкое увеличение солености воды полностью погубило рыбное население моря. Исчезли многие ценные эндемичные виды рыб, привыкшие к существованию в солоноватой воде озера и пресной воде рек, в зависимости от стадий их развития. Вместе с рыбой исчезло процветающее рыболовство, а население лишилось занятости. На бывшем дне образовалась соляная пустыня, развеваемая ветром, так что прилегающие территории получают за год более 500 кг солей на гектар. Дегradировали уникальные экосистемы пойменных лесов долины и дельты Амударьи и Сырдарьи. Соленость воды в низовьях рек увеличилась до 1,5–2 г/л, а иногда и до 3 г/л, при большом количестве растворенных остатков пестицидов. Несмотря на это, во многих селениях речная вода все еще вынужденно используется как источник питьевого водоснабжения.

В результате комплекса обстоятельств, заболеваемость населения Приаралья увеличилась за последние 20 лет в 20 раз. Число случаев заболеваний раком в Каракалпакии в семь раз превышает средний показатель для бывшего СССР. Анемией страдает более

90 % населения. В Нукусе все 35 взятых образцов материнского молока оказались непригодны для питания младенцев. Детская смертность в низовьях Амударьи и Сырдарьи стала сравнимой с наиболее отсталыми странами мира, превысив 110 на 1000 новорожденных. Территория Приаралья превратилась в зону экологического бедствия.

Положение выше по течению Амударьи и Сырдарьи не намного лучше. Преобладает монокультура хлопка, которую можно поддерживать только при очень высоком уровне использования удобрений, пестицидов и дефолиантов. Чрезвычайно высоки потери воды из магистральных каналов и оросительных систем. При этом дренажные воды накапливаются в бессточных понижениях рельефа, образуя в пустыне болота и озера, два из которых, Сарыкамыш и Арнасай, имеют весьма значительные размеры.

Многолетнее, фактически принудительное использование труда учащихся на сборе хлопка стало одной из причин низкого качества школьного и высшего образования. К неблагоприятным социальным факторам следует добавить очень высокий прирост населения, в особенности сельского, плохое медицинское обслуживание, высокий уровень безработицы при малой мобильности коренного населения. Все эти процессы сплелись в сложный клубок взаимозависимости человека и природы, то есть естественных, социальных, экономических и политических проблем, индикатором которых является состояние Аральского моря. Поэтому и решение геоэкологических проблем Арала может быть достигнуто только посредством долгосрочной программы всестороннего развития всех стран, находящихся в его бассейне, при условии сотрудничества между ними. Так неправильно выбранная стратегия развития водного хозяйства привела к крупнейшему геоэкологическому кризису. На примере Арала мы видим также центральную роль водных ресурсов и водного хозяйства в развитии, или, скорее, деградации крупного региона.

Многие бессточные озера засушливых областей мира испытывают во вторую половину XX столетия общую тенденцию понижения уровня воды. К ним относятся, например, Балхаш, Иссык-Куль, Чад, Туркана, Лобнор и др. Наряду с естественными при-

чинами падения уровня, роль деятельности человека велика, а во многих случаях она стала определяющей, как и в случае с Аралом.

Особая ситуация с Каспийским морем. Волга приносит около 80% всего притока речной воды в это крупнейшее озеро мира и определяет основные черты колебаний его уровня. Отличительной чертой Каспия являются весьма значительные и относительно резкие колебания уровня моря. За историческое время, то есть примерно за 2500 лет уровень воды колебался в пределах от 20 до 34 м ниже уровня Мирового океана. Весьма типичны изменения уровня на 1,5 м за 10 лет, или на 10 м за 1000 лет.

Средний годовой баланс Каспийского моря за 1900–1985 гг. выглядит следующим образом (км³ за год):

Приток воды рек	+ 298
Осадки на поверхность моря	+ 74
Испарение с поверхности моря	- 370
Отток в залив <u>Карабогазгол</u> ⁷	- 14
Итого	-12

Средний годовой дефицит уравнения водного баланса (-12 км³) соответствовал падению уровня воды на 3,1 см.

С начала столетия до 1929 г. уровень воды был относительно стабилен, с флуктуациями около 26,2 м ниже уровня океана. В 1930–1941 гг. вследствие маловодья Волги и других притоков, объясняемого в основном естественными причинами, уровень упал на 1,8 м. За 1942–1977 гг. уровень снизился еще на 1,3 м. Наинизший уровень был отмечен в 1977 г., когда он был равен - 29,0 м. С тех пор, и до 1997г., уровень поднимался, достигнув - 26,5 м.

Колебания уровня воды на 90 % объясняются естественными причинами, но все же на 10 % они обусловлены антропогенными причинами, так что даже столь большое озеро не является исклю-

⁷ Уровень воды в заливе Карабогазгол на несколько метров ниже уровня Каспия, что обеспечивает постоянный поток воды в одном направлении, с последующим ее испарением в заливе. Это уникальный компонент водного баланса.

чением из общего правила, и можно ожидать дальнейшего усиления роли человека в колебаниях уровня Каспия.

Длительное падение уровня Каспия в 1930–1977 гг. привело к ошибочному мнению о неизбежности и необратимости его дальнейшего снижения, что объяснялось антропогенной деятельностью в бассейне (в первую очередь, заполнением новых водохранилищ и забором воды на орошение). В результате все новые сооружения были привязаны к низкому уровню воды Каспия, и при современном росте уровня (на 2,5 м к 1997 г.) они подвергаются периодическому или постоянному затоплению, принося огромные экономические потери. К этой категории относятся населенные пункты, железные и автомобильные дороги, места добычи и транспортировки нефти и газа, портовые сооружения и др. На плоских берегах Каспия широко развиты штормовые нагоны воды, когда уровень поднимается на 3–4,5 м, и вода проникает вглубь территории на 30–50 км.

Долгосрочная стратегия хозяйственного использования побережья Каспия должна учитывать его характерную особенность – значительные и пока непредсказуемые изменения уровня воды. Отметка моря минус 25 м принята как основной уровень для планирования и проектирования в России и Казахстане. При этом капитальные сооружения не должны располагаться ниже уровня минус 23 м.

Каспийское море, и в особенности его северная часть, отличается очень высокой рыбной продуктивностью благодаря теплой воде мелководья с большим количеством биогенных веществ. Этот водоем – важнейшее в мире местилище осетровых пород рыб, дающее 90% их мирового улова. Вследствие антропогенной деятельности в бассейне Каспия уловы сокращаются, качество осетровых снижается, и доля их в уловах уменьшается. Основные причины сокращения уловов: плотины на реках бассейна, являющиеся препятствием для проходных рыб, мечущих икру в верхней части течения рек; перехват биогенных веществ плотинами, в особенности соединений фосфора, адсорбируемых на тонких частицах речных наносов, отлагающихся в водохранилищах; загряз-

нение воды в результате всех видов антропогенной деятельности; хищнический, плохо контролируемый лов рыбы.

Каспийское море и прилегающие территории содержат наибольшие в мире запасы газа и третьи по размеру запасы нефти. Значительная часть этих запасов залегает на берегах и в донных геологических структурах моря. Высокое уже сейчас нефтяное загрязнение угрожает заметно усилиться, а сопутствующие нефти и газу геоэкологические инженерные проблемы, такие как разливы нефти, пожары и загрязнение воздуха, деградация ландшафтов и др., могут, без надлежащего контроля, создать еще одну область экологического бедствия.

Любая бессточная область, включая Каспийское море и его бассейн, представляет собой единую природно-хозяйственную систему, которая должна управляться из единого центра. Это не наблюдается на Каспии. Более того, в поисках быстрых, краткосрочных прибылей от нефти и газа, делаются попытки разделить море на участки, принадлежащие разным странам. В таком случае Каспийское море практически неизбежно превратится в мертвый и грязный водоем, на дне которого все еще будут значительные запасы горючих ископаемых, может быть, уже ненужных вследствие высоких эмиссий парниковых газов и потому значительно изменившегося климата.

VI.2.4. Вопросы качества вод суши

Как уже обсуждалось выше, реки интегрируют многие природные процессы. В частности, реки в их естественном состоянии играют роль дренажных систем, собирающих с бассейна сток, вместе с переносимыми им растворенными, взвешенными и влекомыми веществами. Природные воды — всегда сложные растворы, обычно содержащие много химических веществ. Естественная концентрация растворенных веществ в речных водах обычно не превышает 1 г/л. Вода рек переносит взвешенные и влекомые наносы, также влияющие на качество воды. Естественные речные воды обычно бывают достаточно приемлемого качества для большинства потребителей и не требуют

большинства потребителей и не требуют значительной обработки.

Фактически деятельность человека постепенно превращает реки из дренажных систем в сточные канавы, иногда с очень высоким уровнем загрязнения (свыше 100 ПДК). Мы говорили ранее, что состояние реки отражает состояние ее бассейна. Пока в бассейне пре%бл=д=ю2 я С , ! %дн/ ея С %це%я , я ! ечн%йя Я %кя Се! ен%Я 2 яеЯ еЯ венн/ ея! =Я в%д енн/ еяве? еЯ в=ят%я С%я ме! ея 2 %%, я к=кя дея2 ельн%Я ья чел%век=я (С %м/ шленн%Я ь, я ЯельЯ%ея х%зайЯ в%, я Я! %, 2 ельЯ в%я , я д! Я 3Я л, в=е2 я м, г! =ц, юя х, м, чеЯ, хя ве? еЯ в, я , хя к%нцен2 ! =ц, яя вя С , ! %дн/ хя в%д=хя С%в/ ш=е2 Я, я 2 %я еЯ ья 3х3дш=е2 Яя к=чеЯ в%я в%д/ яо ! , ях2 %мявяС , ! %дн3юяЯ ед3, явя2 %мяч, Яеявя С , ! %дн/ еяв%д/ , яС%С=д=ю2 яве? еЯ в=я=н2 ! %С%енн%е%я С % , Я%жден, я, я ч=Я %я С%Я %д %нн, ея дляя д=нн/ хя С , ! %дн/ хя3Я%в, й, яЯнебл=г%С , я2 н/ м, яЯ%йЯ в=м, , я вя 2 %мя ч, Яея 2 %кЯ чн/ ея пб? ея к%л, чеЯ в%я з=г! язняю? , хя ве? еЯ вя вя ! ечн%йя в%дея д%Я , г=е2 я неЯ%льк, хя / Ячя

т=С , ме! , я, зменен, яях, м, чеЯ%е%яЯ%Я =в=яв%д/ я! я рейня%2 ! =ж=ю2 я , Я %д , юя , зменен, яя Я%Я %ан, яя ея б=Яейн=яе Я еЯ венн%еяЯ%де! ж=н, еяхл%д , д%вявяв%д=хя рейн=яб/ л%яС%д ядк=я1Ц-2Цямг/лхСяС %мл%е%явек=, я, з-з=аС %м/ шленн%е%я =зв, 2 , яяб=Яейн=, Я%н%яС%Я еСенн%я ! %Я%, яЗвел, ч, вш, Яян=яС%д яд%кявел, ч, н/ , я2 =кяч2 %акя 198ЦягяЯ еднееяЯ%де! ж=н, еяхл%д , д%вявяв%деярейн=ян=я г! =н, цая т, де! л=нд%вя , яс е! м=н, , я Я =л%я 168 я мг/лхя бЯедЯ в, ея %менья в/ Я%к, хя 2 емС%вя хк%н%м, чеЯ%е%я ! =зв, 2 , яя С%Яея б2 %д %йя м, ! %в%йя в%йн/ я , я Я%2 ве2 Я в3ю? ег%я Звел, чен, яя %2 х%д%в, я в%д=я ! ек, я Я =л=я Я%де! ж=2 ья вЯя б%льшеея к%л, чеЯ в%я %д г=н, чеЯ, хя б, %дег! =д, ! Зем/ хя ве? еЯ вя о %х2 %м3я

к=чеУ в%ав%д/ ,явяд=нн%мяУиЗч=еях%и %и%а%2! =ж=ем%ея
к%ицен2! =и, ейя ! =У в%и енн%е%а к, Уи%и %д=а вя в%де,я
У%к! =? =л%Ъя, яд%У , гл%ам, н, мЗм=авя1971ягхад е- , и, 2 я
к, Уи%и %д=аУ =ляС%Уиеях2 %е%аЗменьш=2 ьУа,яС , х%дяявя
н%и мЗя бл=г%д=! ая вв%дЗя вя хкУСлЗ=2 =и, юя ! яд=а
У%и Зжен, йя С%а %и, Укея УБ! =У в=ем/ хя в%дх
К%ицен2! =и, ая ! =У в%и енн%е%а к, Уи%и %д=а вя н, жнемя
2 ечен, , я рейн=аС %д%лж=л=а! =У , ,я Звел, ч, вш, Уяз=а
197У-еяггхавдб%еяг=2 %аУа195У-хяггхя, авя%У/бенн%У , авя
196У-х,я! езк%а(вя4-бя! =зУа Звел, ч, л=Уяк%ицен2! =и, ая
н, 2! =2 %вя, я- %У =2 %вявУиедУ в, еяз=ме2 н%е%а! %У =а
вяС , менен, , аС %дЗк2 %вях, м, чеУк%йяС %и/ шленн%У , я
вя УельУк%мя , яд%и=инемея х%зайУ вежЭ2 =аС %блем=а
2 =кжеякян=У %а? емЗяв! емен, я! ешен=хК=чеУ в%ав%д/ я
рейн=аС %д%лж=е2 я ЗлЗш=2 ьУа,яС , чемя н=У %льк%,я
ч2 %аС =в, 2 ельУ в=а У! =наб=Уейн=аС едС%л=г%ю2 ,я
ч2 %авя! екЗяве! нЗ2 Уаял%У%Ув/ ея! / б/ ,я2! ебЗю? , еяв%дЗя
в/ У%к%е%ак=чеУ в=хя

с л=вн/ м, я, У %и, к=м, яз=г! язнен, аяС , ! %дн/ хяв%дя
являю2 Уая С едС , я2 , ая че! н%йя , я цве2 н%йя
ме2 =ллЗ! г, , ,я х, м, чеУк%йя,я не- 2 ян%йя,я г=з%б%йя,я
Зг%льн%йя,я целлюл%з%-бЗм=жн%йя С %и/ шленн%У , ,я
УельУк%ея х%зайУ в%а (к=кя земледел, е,я 2 =кя , я
, н2 енЯ вн%ея ж, в%2 н%б%дУ в%Мя к%иммЗн=льн%ея
х%зайУ в%а

бел, ч, н=аУБ! %У=аУ %и/ хяв%дявяв%д%ем/ ар%УУ , авя
1997ягхяУУ =в, л=а59,3якм³х^hзях2 %е%ак%л, чеУ в=авя
! ек, ежег%дн%аУБ! =У в=е2 УаС , бл, з, 2 ельн%аЗУ,Уакм³я
з=г! язненн/ хяУ %и/ хяв%д,я2! ебЗю? , хяк=кям, н, мЗмя
1У-12-к! =2 н%е%а! =зб=влен, я,я=ядляя! яд=а ве? еУ вя , я
! =зб=влен, аявя5У-2УУа! =зх(д ляяЯ =внен, я,яЯ едняая
вел, ч, н=а ечн%е%аУ %к=ар%УУ , я =вн=а26Уакм³ав%дхя

п Ян%вн/ ея С%к=з=2 ел, я з=г! язнен, яя С! , ! %дн/ хя в%д/а
Тедзю? , е:я

-яp=Я в%д енн/ йя, Ян%д %д/а чемав/ шезг%а Яде! ж=н, е,я
2 емязчшеж=чеЯ в%д%д/ Чя

-я о %к=з=2 еля б, %х, м, чеЯ%е%а С%2! еблен, яя
к, Ян%д %д=а То КЧ/а Чемав/ шезС%к=з=2 ель,я2 емяб%льшея
вяв%деяз=г! язняю? , хяве? еЯ в,я, яТед%б=2 ельн%,я2 емя
хЗжеж=чеЯ в%д%д/ Чя

-я С%де! ж=н, ея вя в%дея м, к! %д г=н, зм%вхя н хя
С%к=з=2 елемя Язж, 2 я Яде! ж=н, ея к, шечн%йя С=л%нк, я
(к%л, 2 , 2! Чя

-я С%де! ж=н, ея вя в%дея =мм%н, яя (ПЧ₄Чя н, 2! =2 %ва
(П_О₃Чя н, 2! , 2 %ва (П_О₂Чя не- 2 , я, я не- 2 еС! %д3к2 %б,я
- ен%л%в,я Я н2 е2 , чеЯ, хя С%ве! хн%Я н% =к2 , вн/ хя
ве? еЯ в/а Со АвЧ/а яжел/ хяме2 =лл%вхя

Х, м, чеЯ, ея , я - , з, чеЯ, ея С!=ме2! / я в%д/ а
%2! =ж=ю2 я ея Я%Я %ан, ея , я являю2 Яя С! едме2 %мя
г, д! %л%е, , я к=кя еЯ еЯ венн%йя н=3к, хя о !=ме2! / я
к=чеЯ в=б%д/ я%2! =ж=ю2 я2! еб%б=н, я,яС! ед/а являем/ ея
кнейя =зл, чн/ м, С%2! еб, 2 елям, х% %х2 %мЗж=чеЯ в%а
в%д/ а -я к=2 ег%д , яя к=кя еЯ еЯ венн=а,я 2=кя , я
%б? еЯ венн=ахя

П=кя жея к=кя вя Язч=ея Я з=г! язнен, емя в%зд3х=,я
%бЯжд=вшемЯя !=нее,я д/а р%Я, я %Ян%вн%ея
н%д м=2 , вн%ея 2! еб%б=н, ея кяк=чеЯ в3я в%д/ а вя в%дн/ хя
%б/а к2 =хя з=ключ=е2 Яя вя Яблуден, , я ЗЯ =н%влени/ хя
С! едельн%а д%СЗЯ , м/ хя к%нциен2! =ц, йя з=г! язняю? , хя
ве? еЯ вя (о d КЧ/а д/а 2 %е%,я ч2 %б/ а г=! =н2 , ! %б=2 ья
%ж, д=ем%ея к=чеЯ в%а в%д/ а Я Яде! ж=н, емя
з=г! язняю? , хяве? еЯ вянеш/ шез d К, д/а С! едС! , я2 , йя
ЗЯ =н=вл, в=е2 Яя вел, ч, н=я С! едельн%а д%СЗЯ , м%е%а
Я! %Я=С%ллю2 =н2 %ва d СЧя

бяр%Я, , яо d КяС%я! =зн/ мяС%к=з=2 елямяС ев/ шен/ я
н=а%Ян%вн%мяС %2 яжен, , ф%лг, ,ад%н=,я!ле! ек=,я! =л=,я
пб, ,я ен, Яя,я АмЗ! =я о! , я х2%мя , зме! ен, яя
к%нцен2! =ц, , яз=г! язн, 2 елейяС %, зв%дя2 ЯядляяС, Як=я
ве? еЯ в,я Я%Я %я? ег%я 2 %льк%я , зя деЯ2 к=я н=зв=н, й,я
2 %ед=я к=кя С %м/ шленн%Я ья Яб! =Я в=е2 я вя в%д%ем/ я
вмеЯ ея Я%я Я %нн/ м, я в%д=м, я Я%2 н, я , я 2 / Яч, я
! =зл, чн/ хяве? еЯ вя

бяр%Я, йЯ%йя Яеде! =ц, , я н=Яелен, ея вя цел%мя нея
%беЯечен%я С, 2 ьев%йя в%д%йя н=длеж=? ег%я к=чеЯ в=я
в%едЯ в, ея неЗд%вле2 в%д , 2 ельн%е%я Я%Я %ян, яя к=кя
 , Я %нн, к%вяв%д/ я(С%ве! хн%Я н%йя, яС%дземн%йЧя2 =кя, я
Я Я емяцен2! =л, з%в=нн%е%яв%д%Ян=бжен, яхо %н2 , яз%у%я
 , ЯедЗем/ хя С %бя нея %2 веч=ю2 я г, г, ен, чеЯ, мя
2! еб%в=н, ямя С%я Ян, 2=! н%-х, м, -чеЯ, мя , я
м, к! %б, %л%е, чеЯ, мя С%к=з=2 елямя речн/ ея в%д/ я
р%Я, я Яде! ж=2 я ш2=мм/ я х%ле! / ,я 2 , - =я
д, зен2 е! , , ,яв, ! ЗЯн%е%яеС=2 , 2 =я яд! Зг, хяб%лезнейя

г=г! язнен, еяв%д/ явз=, м%Яяз=н%яЯв%зн, кн%вен, емя, я
! =ЯС %Я! =нен, емя б%лезнейя пк%л%я 8Ця %я в%яхя
з=б%лев=н, йя вя м, ! ея в/ зв=н/ я С, 2 ьев%йя в%д%йя
неЗд%вле2 в%д , 2 ельн%е%я к=чеЯ в=я бя ! =зв, в=ю? , хЯя
Я! =н=хя25амлн%мелхЗм, ! =е2 як=жд/ йя%д%ЯедЯ в, ея
в%здейЯ в, яяС=2 %еен%вя, яз=г! язненн%йяС, 2 ьев%йяв%д/ я
п2 я д, =! ! е, я Зм, ! =е2 я ежег%дн%я Зя млня де2 ейя вя
в%з! =Я ея д%я 5я ле2 хя Кя 199Ця гя б%леея 1я м, лл, =! д=я
чел%векаям, ! еянеяб/ л%я%беЯечен%яч, Я %йяС, 2 ьев%йя
в%д%йя , я б%леея 1,7я м, лл, =! д=я нея %беЯечен%я
к=н=л, з=ц, ейя

d=жеявасМА,яЯ! =не,я%2 н%Я, 2 ельн%ябл=г%С%лЗн%йя
Я2 %нк, яз! ен, аяк=чеЯ в=яС, 2 ьев%йяв%д/ ,яЯ? еЯ в3е2 я
Я! безн=яя С %блем=я желЗд%нн%-к, шечн%йя , н- еки, , ,я

в/зв=нн%йя в, д=м, я С %Д ейш, хя м, к! %д г=н, зм%вя
СтурФрогидиѣя, я GiTediБа е жег%дн%а б%леея 7ММММ
ж, 2 елейяСМДаз!=ж=е2 Яяк! , С2 %С%д , д, %з%мхб%а
в! емая хС, дем, , я вя гхл , лЗ%к, я вя 1993я гхз=б%мел%а
4ММММчеля, я Зме! л%а 1Ц4я Э2 %а %дн=я, за Яе! безн/ хя
б%мезней,я в/зв=нн/ хя м, к! %б=м, я С%2 %мЗя ч2 %а
, н- еки, яв/ з/ в=е2 Яа%меньям=л%йяд%з%йя, Ян=ам%же2 я
б/ 2 бя ! ез, Д ен2 н=я С%а %2 н%мен, юя кя %б/ чн%а
С , меняем/ мяме2 %д=мядез, н- еки, , яС, 2 бев%йяв%д/ хя
т=С , ме! ,я хл%д , ! %б=н, еяв%д/ я%к=з/ в=е2 Яавях2 %мя
ЯиЗи=еянех- - ек2, вн/ мхя

я

СЗ? еД взю2 я двея %Ян%вн/ ея к=2 ег%д , , я , Д %нн, к%вя
з=г! язнен, яя в%дн/ хя %б%к2 %б:я , Д %нн, к, я 2 %мечн%е%а
з=г! язнен, яя , я !=Яеянн%е%а з=г! язнен, яя Кя Се! в%йя
к=2 ег%д , , я %2 н%Яа2 Яа,я н=С , ме! ,я ЯБ! %Я/ я
С %м/ шленн/ хяС едС , я2 , йя, я%м, Д н/ хяЯ%д Зжен, йя
к%ммЗн=льн/ хя Д %к%вхя К%а в2 %д %йя к=2 ег%д , , я
%2 н%Яа2 Яа,я н=С , ме! ,я з=г! язнен, яя Яяз=нн/ ея Я
ЯельЯ, мя х%зайД в%м,я 2 =к, ея к=кя з=г! язнен, яя в%дя
С %дЗк2 =м, я !=ЯС=д=я ЗД%б! ен, йя , я СеД , ц, д%вхя
С2!=2 ег, , я ЗС! =влен, яя 2 %мечн/ мя , я !=Яеянн/ мя
з=г! язнен, емая веЯм=я !=зл, чн/ хя бя Се! в%мхя ЯиЗи=ея
не%бх%д, м%а, ме2 ьядел%аЯак=жд/ мя, Д %нн, к%м,явя2 %а
в! емаяк=кя С , я!=Яеянн%мхя з=г! язнен, , я не%бх%д, м%а
%ЯЗ? еД вля2 бя Д! =2 ег, юя ЗС! =влен, яя вЯмя! ечн/ мя
б=Яейн%м,я=я2 %мнееяг%б%д я,яД! =2 ег, юяЗС! =влен, яя
Я%Д %ан, емая л=ндш= 2 %ва б=Яейн=,я вя %Я%бенн%Д , я
=н2! %С%енн%а2! =нЯ %д м, ! %б=нн/ ххх

бя Д! =2 ег, яхя С%а ЗлЗишен, юя к=чеД в=я в%д/ ,я к=кя
С! =в, л%а н=ч, н=ю2 я Яа 2 %мечн%е%а з=г! язнен, яя , я С%а
д%Д , жен, , я %С! еделенн/ хя ЗДех%ва з=2 емая

%б! =? =ю2 Яая кя ! ег3л, ! %б=н, юя ! =Ябянн%е%я
з=г! язнен, яхъар%Я, , аС/к=я%Ян%бн%еябн, м=н, е,а=я, а%я
нед%Я=2 %нн%е,я зделаяе2 Яая к%н2! %люя 2 %мечн%е%я
з=г! язнен, яха

г=г! язняю? , ея в%д3я ве? еЯ в=я , я , хя , нд, к=2 %д / я
м%е32 яб/ 2 бя 2 =кжея! =зделен/ я н=я неЯ%льк%я г! 3С,я
в/ з/ в=ю? , хяЯеи, - , чеЯ, еяС! %блем/ як=чеЯ в=а%д/ ая
! =зл, чн/ хя2 , С=хя%дн/ хя%б,ак2 %бя, яЯ%2 ве2 Я венн%,я
2! еб3ю? , ея =зл, чн/ хяЯ! =2 ег, йя хя%н2! %ля:я

*я е , *! %б, %л%е, чеЯ , ея , нд, * =2 %д / ,я Яяз=нн/ ея Яа
зд%д %вьемачел%ве* =я(*%нцен2! =и, яя* , шечн%йяС=л%и* , я
* =* я , нд, * =2 %д я *%л, чеЯ в=я С=2 %генн/ хя б=* 2 е! , йя , я
д! Яаа

*я бзвешенн/ ея ве? еЯ в=я (%б? ея Яде! ж=н, е,я
м32 н%Я бя, аС! %з! =чн%Я ь%д/ Чя

*яп! г=н, чеЯ , еяве? еЯ в=ян нд, * =2 %д / яз=г! язнен, я:я
! =Я в%д енн/ йя* , Яи%д %д,яб, %х, м, чеЯ %ея, ях, м, чеЯ %ея
С%2! еблен, ея * , Яи%д %д=я (То Кя , я Хо КЧя - %Я =2 / ,я
хл%д % , лл-А:я

*я Б, %генн/ ея ве? еЯ в=я (Яед, нен, яя =з%2 =я , я
- %Я %д =Чя

яп Ян%бн/ ея, %н/ я(%б? ея%л, чеЯ в%я! =Я в%д енн/ хя
ве? еЯ в,яхле* 2! %С! %б%дн%Я ь,я! т,я* =льи, й,я м=гн, й,я
н=2! , й,я =л, й,я%л%д , д/ ,яВль- =2 / ,а, * =! б%н=2 / ,а%д ,я
- 2 %д ,яжеЯ *%Я ь%д/ Чя

*я те%д г=н, чеЯ , ея м, *! %з=г! язн, 2 ел, я (=люм, н, й,я
м/ шья* ,я бе! , лл, й,я * =дм, й,я х! %м,я *%б=ль2 ,я медь,я
и, =н, д/ ,я Я! %б%д%д %д,я желез%,я Я, неи,я л, 2 , й,я
м=! г=неи,я! 2 32 ь,я м%л, бден,ян, * ель,я Ялен,я в=н=д, й,я
и, н* Чя

*я п! г=н, чеЯ , ея м, *! %з=г! язн, 2 ел, я (, хя мн%е%я
С%л, хл%д , ! %б=нн/ еяб, - ен, л/ ,ябенз=С, ! ен,яСеЯ , и, д/ я

, яд! хя%н, яв! едн/ яд=жеявя/меньям=л/ хя%нцен2!=и, ях;я
вЯмедЯ в, ея, хя м=л%йя*%нцен2!=и, , я, хя%С еделен, ея
С едЯ =вляе2 в%льш, ея! Здн%Я, Чяя

п Я%вн/ ея2, С/ яС %блем,яЯяз=нн/ хяЯяз=г! язнен, емя
!=зл, чн/ хяв%дн/ хя%б-А* 2%в,яС едЯ =влен/ вяЯ =блхЦя

р=Ям%2!, м%Я%вн/ е%Я%бенн%Я, я2, хяС %блемхя
г!=жен, ея С=2%ген=м, я -я %менья в=жн/ йя - =* 2%д я
в/ Я%йя з=б%лев=ем%Я, я, я Яме! 2н%Я, я %2 я
желЗд%нн%*, шечн/ хя б%лезнейя пн%я я н=х%д, 2 Яя вя
С ям%йя з=в, Я м%Я, я %2 я Сл%2н%Я, я н=Ялен, яя, я
З! %вняя ег%я Яи, =льн%х*%н%м, чеЯ %е%я !=зв, 2, я,я, я
С%2%мЗя вя б%льшейя Я еСен, я х!= =* 2е! н%я дляя
!=зв, в=ю?, хЯяЯЯ!=нхяв! =зв, 2/ хяЯЯ!=н=хяв%д=авя
Я Я ем=хяС, 2ев%е%яв%д%Я=бжен, яя%б! =б=2/ в=е2 Яя,я
вя2%ав! емяя* =авя! =зв, в=ю?, хЯяЯЯ!=н=хя%б! =б%2* =я
нея вЯегд=я Зд%вле2 в%д, 2ельн=,я еЯ, я %н=я в%б? ея
С %, зв%д, 2 Яяд=жеявя! =зв, 2/ хяЯЯ!=н=хяз=г! язнен, ея
С=2%ген=м, я*%н2! %л, ! Зе2 ЯянеяС%лн%Я ью,я* =* ям/ я
х2%в%ль%*%н2%ав, -я

Ял=бл, ц=аЦяп Я%вн/ еяС %блем/ я =чеЯ в=в%д/ я
я

я	о! %блем/ я =чеЯ в=в%д/ я	
б%дн/ йя %б-А* 2я	ССеи, - , чеЯ, еядля в%дн%е%я%б-А* 2=я	бЯ%б?, ея
я ре*, я	о=2%ген/ я п! г=н, чеЯ, еяе? еЯ в=я бзвешенн/ еяе? еЯ в=я АЯ д, - , * =и, яя	я Яяжел/ ея ме2=лл/ я
п зе! =я, я в%д%х! =н, л, ? =я	Эв2! %*, * =и, яя АЯ д, - , * =и, яя	я
о %дземн/	о %в/ шен, ея	п! г=н, чеЯ

ея в%д/ я	м, не! =л, з=ц, , я о %в/ шен, ея %нцен2! =ц, , я н, 2! =2%ва	[*] , ея м, [*] ! %з=г! язн, 2 ел, я
--------------	---	--

я

я

дел, я вя ЯмЗч=ея Яа ^{*}! , С2%С%д , д, %з%мя вя СМАх бя
! =зв, в=ю? , хЯаЯД! =н=хя%н%ам, ! %^{*} %а! =ЯС! %Д! =нен%а
вн, за С%а 2 ечен, юя %2 я г%д %д%ва , я гЗД%н=Яеленн/ хя
ЯельЯ , хя 2 е! ! , 2%д , йя вЯмедД в, ея нед%Д =2%нн%е%а
! =зв, 2 , ая ^{*} =н=л, з=ц, , я , я Я Д емя %н, Д ^{*} , я в%д/ хя бя
ннд, , я н=С! , ме! , я д%Д =2%нн%а С%лн=ая %н, Д ^{*} =я
Д %нн/ хяв%д%ва %нцен198Ц-хяггхС! %, зб%д, л=Яа2%ль^{*} %ава
8я г%д %д=хя , за 3119,я , я вя 217я г%д %д=хя С! %, зб%д, л=Яа
ч=Д , чн=ая %б! =б%2^{*} =ха ре^{*} =я ЯмЗн=,я С! %2 е^{*} =ю? =ая
Я в%з%ятью-d ел, ,яС%лЗч=е2 ежеД2%нн%аЦ, 2амлнх Збхмя
Яве! шенн%а не%б! =б%2 =нн/ хя Д %нн/ хя в%д%а бя
! езЗль2 =2 ея , нде^{*} Яа С=2%енн%е%а з=г! язнен, ая в%д/ я
Звел, ч, в=е2 ЯаваС едел=хя%д %д=ваЗ2ЦЦд =з,ад%Д , г=ая
24амлнх %л, -С=л%не^{*} ян=аЦЦамл%д/ хб/ Я% , йяЗ! %венья
з=г! язнен, аяС=2%ен=м, я Яд г=н, чеЯ , м, ве? еД в=м, я
%2 меч=е2 Яава! хас =нг;я%Д? еД вляе2 ЯаЯСец, =льн=ая
С! %е! =мм=ая ЗлЗишен, аяя Я%Д %ан, аяях2%йяявел, ^{*} %йя
! е^{*} , фннд, , хя

г!=жен, ея С=2%ен=м, я , я з=г! язнен, ея
%д г=н, чеЯ , м, я ве? еД в=м, я вз=, м%Вяз=н/ хя
п! г=н, чеЯ , ея ве? еД в=а -я Я-м=ая б%льш=ая г! ЗСС=а
з=г! язн, 2 елей,я , Д%д , чеЯ , я С%авляю? =аЯа %б/ чн%а
Се! в%й,явяЯ-м%мян=ч=леяС! %цеЯЯз=г! язнен, ая! е^{*} , хя
пн, яС%С=д=ю2 в%в%дЗавя =Д в%д енн%мя, л, в%звешенн%мя
в, де,яел=вн/ м%б! =з%мяЯ%Д % =м, я^{*} =н=л, з=ц, , я, л, яЯ
не! егЗл, ! Зем/ м, яб/ 2%в/ м, яД % =м, х%а%2 дельн/ хя
меД =хя целлюл%з%бЗм=жн=ая , я С, ? ев=ая

С %м/ шленн%Р ья2 =* жеавн%Я2 яВ%йяз=ме2 н/ йяб л=джа
 с е%е! = , чеЯ %ея ! =Я С %Р ! =нен, ея з=г! азнен, яя
 %д г=н, чеЯ , м, я ве? еР в=м, я вя цел%мя Я%вС=д=е2 я Я
 ! =Я С %Р ! =нен, емяС=2 %еенн%е%ав= ! =жен, яя
 о! , я %2 н%Я 2 ельн%я неб%льш%мя 3! %внея Я! %Явя
 з=г! азняю? , хяве? еР вяС%яЯ =внен, юяЯ%яР % %мя! е* , я
 С , н, м=ю? ейя з=г! азнен, я,я з=г! азненн=ая в%д=а
 Се! емеш, в=е2 ЯяЯ! ечн%й,я , я* =чеР в%я в%д/ явя! е* е,я
 х%2 яя, язхЗдш=ю? ееЯ,я%Р =е2 ЯявЯеяжеяС , емлем/ мх
 п б/ чн/ йя 3! %венья! =зб=влен, яя-я д%я 1Ц-12я! =зх о! , я
 д=льнейшемя! %Р ея%бАм=яР %нн/ хяв%дя! =зб=влен, ея
 Зжеянея! еш=е2 я С %блемЗя" Sold~~С~~бн~~С~~ролл~~С~~бн~~С~~яно~~С~~
 dill~~С~~бн~~С~~Чя гдеЯя в, дн=я =н=л%е, яя Яя в/ Я% , м, я , я
 Яе! хв/ Я% , м, я 2! 3б=м, я * =* я Я едР в%мя Я, жен, яя
 з=г! азнен, яя в%здЗх=я вбл, з, я С едС , я2 , яя з=я Яе2 я
 Се! емеш, в=н, яяз=г! азнен, йяЯб%леея, Р / м%в%здЗх%мх
 бя %б%, хя ЯиЗи=ахя Р ! =2 ег, яя ! =зб=влен, яя-я л, шья
 в! еменн%ея, яеглЗб% %ея ешен, ея С %блем/ хя
 ре* , я %бл=д=ю2 я зн=ч, 2 ельн%йя Ям%м, ? =ю? ейя
 Я%Я%бн%Р ьюя бл=г%д=! яя ! =Р в%д енн%мЗя вя в%дея
 * , Яи%дЗя * %л, чеР в%я * %2 %д %е%я С%Р %анн%я
 С%С%мняе2 Яя , зя =2 м%Я е! / я вЯмедР в, ея
 2 3! бЗлен2 н%е%я ! еж, м=я 2 ечен, яя ! е* хя К%ед=а
 С%Р ЗСлен, ея%д г=н, чеЯ , хяве? еР вявя! е* Зян=ч, н=е2 я
 С ев/ ш=2 бя ея Ям%м, ? =ю? Зюя Я%Я%бн%Р ь,я
 з=г! азнен, ея в%д/ я С %е! еЯ, вн%я в%з! =Р =е2 хя д ляя
 ! ешен, яя С %блем/ я з=г! азнен, яя в%д/ я%д г=н, чеЯ , м, я
 ве? еР в=м, я, яС=2 %еен=м, яне%бх%д, м%я%Я? еР вля2 бя
 * %мСле* Яяме! %С , я2 , йхс л=внЗюя! %льяздеЯя, г! =е2 я
 Я, жен, ея%бАм=яС%Р ЗС=ю? , хяЯб=Яейн=ав=г! азнен, йя

⁵ “Решение проблемы загрязнения воды не в ее разбавлении” (англ.)

, ,я Яа д! Зг%йя Яд%д %н/ ,я Яд! %, 2 ельЯд в%я %н, Яд н/ хя Я%д Зжен, йя

г=я С%Яедн, ея дв=-2! , я деЯа2 , ле2 , я,я вЯедЯд в, ея целен=С =вленн%йяЯд! =2 ег, , яз=г! азнен, еяС! ,! %дн/ хя в%дя С=2 %ен=м, я , я %д г=н, чеЯ , м, я ве? еЯд в=м, я вя! =зв, 2 / хя Яд! =н=хя Зменьш, л%Яя т вел, ч, л=Яя *%нцен2! =ц, яя! =Яд в%д енн%е%а* , Я%д %д=я, я Ян, з, л=Яя вел, ч, н=аБо КяБ/ л, яз=2! =чен/ язн=ч, 2 ельн/ еяЗЯ л, яя С%я Ян, жен, юя С! , 2 % =я Яд %нн/ хя в%д,я , я вл%жен/ я зн=ч, 2 ельн/ ея Я едЯд в=я вя Яд! %, 2 ельЯд в%я %н, Яд н/ хя Я%д Зжен, йя , я м%де! н, з=ц, юя ЯВ? еЯд вЗю? , х,я С! , чемя %н, яв/ С%лняю2 янея2 %ль* %я Се! вЗюя, яв2 %д ЗюяЯд =д, , я %н, Яд* , я (мех=н, чеЯ Зюя , я б, %л%е, чеЯ Зюя Я%2 ве2 Я венн%Мя н%я , я в%я мн%е, хя ЯнЗн=ахя 2! е2 ью,я х, м, *%б, %л%е, чеЯ* Зю,я%н, ? =ю? ЗюяЯд %нн/ еяв%д/ я%2 я Яед, нен, йя %Я %д =я, я=з%2 =жа

ба! =зв, в=ю? , хЯя Яд! =н=х,я н=%б%д %2 ,я з=г! азнен, ея %д г=н, чеЯ , м, яве? еЯд в=м, я, яз=! =жен, еяС=2 %ен=м, я! =Яд 32 я вЯедЯд в, ея Звел, чен, яя %б,Ам=я б/ 2 %в/ хя Яд % %ваС! , ян, з* %мя* =чеЯд вея, л, Я%2 ЯВ2 Яд в, , яЯ Я емя %н, Яд* , я Яд %нн/ хя в%дх д ляя б%леея чемя 1,7я мл! дя ж, 2 елейя! =зв, в=ю? , хЯя Яд! =ня не%бх%д, м%я С%Яд! %, 2 ба , нжене! н/ ея Я Яд ем/ я * =н=л, з=ц, , жа о%Я %ль* Зя Я%де! ж=н, ея* , Я%д %д=я вя в%дея %б! =2 н%я С! %С%д ц, %н=льн%я ея 2 емСе! =2 З! е,я* л, м=2 , чеЯ , ея ЗЯн%в, яя! =зв, в=ю? , хЯя Яд! =ня 2 =* жея , г! =ю2 я небл=г%С! , я2 нЗюя! %лья вя Ян, жен, , я Я=м%н, ? =ю? ейя ЯС%Я%бн%Яд , я е* хтеЯн%2! яан=азн=ч, 2 ельн/ еяЗЯех, ява Яд! %, 2 ельЯд вея Я Яд емя С, 2 ьев%е%а в%д%Ян=бжен, яя , я* =н=л, з=ц, , я вя! =зв, в=ю? , хЯя Яд! =н=х,я! =Ян, ! ен, ея х2 , хяЯ Яд емянеяС%Яев=е2 аз=я! %Яд %мян=Ялен, я,я, ява %Я%бенн%Яд , я з=я Звел, чен, емяч, Яленн%Яд , ян=Ялен, яя

* ! Зн/ хяг%д %д%в,я , я%б? , йя з! %веньяз=г! язнен, яя в%д/ я
С %д%мж=е2 я звел, ч, в=2 ьЯ,я С ев! =? =ая х2 За
ге%х* %л%е, чеЯ ЗюяС %блемЗв%днЗя зв=жнейш, хя

взвешенн/ ея ве? еЯ в=я вя ! ечн/ хя в%д=хя х2 %а
С е, мЗ? еЯ венн%а 2%н* , ея ч=Я , ц/ я С%мв/ я
К%нцен2 ! =ц, яя взвешенн/ хя н=н%Я%ва являе2 Яя
С% =з=2 елем%Я еСен, в%дн%йх! %з, , аС%мв/ я аС%2 %мЗя-я
Я%Я %ан, яя б=Яейн=я СельЯ %ея х%зайЯ в%а , г! =е2 я
зн=ч, 2 ельнЗюя! %льавя х2 %м%а %цеЯея%ацел%м,яС , я
С %н, хя! =вн/ хяЗЯ%в, ях,ячел%в/ шеяСл%а =д%аС=х%2 н/ хя
земель,я е%б%льш%еЯ % ян=н%Я%ва

н б? , йяЯ % ян=н%Я%ваС%а! е* =м%м, ! =я%цен, в=е2 Яя
С , бл, з, 2 ельн%а в%а 2Ц%мл! д%а2 яв%г%д%а о е! еме? ен, ея
н=н%Я%ва%аС едел=хя ечн/ х%б=Яейн%в,аС%а ! =йнейяме! е,я
в%а Са2 ь%а ! =з%а б%льш%е,я С , ме! н%а 1Ц%мл! д%а 2 я
д%ея2 ельн%Я ь%ел%ве* =жн=ч, 2 ельн%а звел, ч, в=е2 аЯ % я
н=н%Я%в,я в%а мн%е%м%а бл=г%д=! яя н=! Зжен, юя
еЯ еЯ венн%е%аЯ%Я %ан, яяС%ве! хн%Я , аС%м%а%б=Яейнея
! е* , я Ан2 ! %С%генн%а звел, ч, в=ю? , йЯя Я % ян=н%Я%ва
С , в%д, 2 я* язхЗдшен, юяЗЯ%в, йяЯв%д%х%дЯ в=ян=я! е* =х,я
з=, лен, юя в%д%х! =н, л, ? я , я %д %Я 2 ельн/ хя Я Я ем%а
н мею2 Яя ! =Яе2 / ,я З* =з/ в=ю? , е,я ч2 %а в%а СМ%А
х* %н%м, чеЯ , еяС%2 е! , а%2 ях! %з, , аС%мв/ яменьш%е,ячел%а
З? е! б%а2 ян=н%Я%в,аСе! ен%Я, м/ хя е* =м, я

П%н* , еян=Я , ц/ аС%мв/ ,аСе! ен%Я, м/ ея%ав, д%еян=н%Я%в,я
%б/ чн%а=д%а б, ! Зю2 ян=аЯ%ей%аС%ве! хн%Я , аЯед, нен, яя
- %Я %д =я Э2 %а 2 %2 я Я=м/ йя , л,я * %2 %д / йя ! я т, л%а
С , н%Я, л=я н=я С%м%а * =жд%ея С%м%в%д%е,я С%дде! ж, в=яя
Сл%д%д %д, ея С%м%а ег, С2 =я в%а 2 ечен, ея 2 / Ячел%е2 , йя
о %ЯеяЯ%д Зжен, яяСл%2 , нян=я! е* =х%аС%м2 , яв%еян=н%Я% я
=* ЗмЗл, ! Зю2 Яя в%а в%д%х! =н, л, ? =х,я в%еЯ ея Я
=д%а б, ! %в=нн/ м%а- %Я %д %м%аЭ2 %авед%е2 я* яЯ, жен, юя

* =* аСл%д%д %д, яяС%мв,я2 =* я, я! / бн%йяС %дЗ* 2, вн%бД, ,явя
н, жн, хябье- =хяСл%2, нхял е! %С, я2, яяС%аЯн, жен, юя
х! %з, , я С%мв/ я вя б=Яейн=хя! е* я вя 2%а жея в! емая
ЗС =вляю2 аСе! еме? ен, емя- %Я %д =явяб=Яейнехял / я
Ян%б=а в, д, мя в/ Я% Зюя Д еСенья Ян%жн%Д, я
вз=, м%Яязейя вя х* %Я е! ея, я ведЗ? Зюя! %лья в%д/ я вя
ЗС =влен, , ае! !, 2%д, =льн/ м, аЯ Д ем=м, хя

о! , ч, н/ я, я- =* 2%д / я=Я д, - , * =ц, , я%бЯжд=л, Яъявя
! =зделяУххю! , ня2%,яи2%аС, ! %дн/ еяв%д/ ян=х%дя2 Яя
вя Я%Д %ан, , я =Я д, - , * =ц, , я еЯн, я С% =з=2 елья, хя
*, Ян%2 н%Д, я(! т%а! =веня, л, яменьшея5,ЦябЯИвец, , я
н=Ян, 2/ в=е2 Яя 85ЦЦя %зе! хя нзя н, хя 4ЦЦя
! =Янм=2!, в=ю2 Яя =* аЯ! ьзн%а=Я д, - , ц, ! %б=нн/ е,я я
18ЦЦя б/ в=ю2 я С%д*, Яенн/ м, я вя не* %2%д / ея
*! , 2, чеЯ, ея Се! , %д/ ,я вя %Ябенн%Д, я в%а в! емая
Янег%2 =ан, ахавя45ЦЦя%зе! =хяС%м2, яне2 а! / б/ ,я=а18ЦЦя
%зе! я Д %лья =Я д, - , ц, ! %б=н/ ,я ч2%а Д =л, я С%м2, я
безж, зненн/ м, хя бя южн%йя т%д вег, , я 2/ Ян, я %зе! я
=Я д, - , ц, ! %б=н/ ,я, зя н, хя 175Ця С%2 е! ял, я! / б3я бя
Ф, нлянд, , я=Я д, - , ц, ! %б=н/ я 5ЦЦя%зе! я, зя 8ЦЦя бя
Ивец, , а! тав%д/ а%зе! азменьш, лЯя%2 аб%лееяемяб,Цява
194Ц-хя ггхя д%а менея чема 5,Ця вя 197Ц-хя ггхя 2%а еД бя
*, Ян%2 н%Д ьав/ ! %Ян=аб%лееяемяв!Ця! =з,я, аЯ2 ехяС%д я
! таяС%м2, янеяменяе2 Яяхн мее2 Яямн%е%аЗ* =з=н, йан=я
=Я д, - , * =ц, юя%зе! явяК=н=де,яСМА,яд=н, , аз=С=дн%йя
яЯе! н%йявел, * %б! , 2=н, , яс е! м=н, , ят, де! л=нд=х,я
АвД! , , аМвейц!=! , , хя

л н%е, ея С %цеЯЯ я вя х* %Я е! ея %С еделяю2 Яя
, Ян%2 н%? ел%нн/ м, а е ц, ям, ,я2 %аеД ьяз=в, Яа2 а%2 я
вел, ч, н/ а! тхавЯяб, %л%е, чеЯ, еяС %цеЯЯ явяв%д%ем=х,я
2=* , ея =* а! %Д ав%д%д %Яей,я! =Я=дам, *! %д г=н, зм%в,я
н, 2! , - , * =ц, яя, аден, 2! , - , * =ц, я,я%2 л, ч=ю2 ЯяЯВ%ейя

%С2 , м=льн%йявел, ч, н%йя! т,я%б/ чн%аваС едел=хяб-8я
н изменен, яя- л%д / я, я- =3н/ авяв%дн/ хях* %Я Я ем=хя-я
в=жн/ йя, нд, * =2 %д я=Я д, - , * =ц, , хавя%зе! =хяв%Я %нн%йя
К=н=д/ я ! =* %б! =зн/ е,я н=Я* %м/ е,я не* %2 %д / ея
в%д%д %Я, я, яз%Сл=н* 2 %ня, Яиез=ю2 язжеяС , я! тя=аб,Ця
бя Яяз, я Яа в/ Я* %йя 2 % Я чн%Я ьюя длая ! / бя , %н=я
=люм, н, я,явеЯм=ям%б, льн%е%яС , я! т<5,5я, аС%2 %мЗа
Сявляю? ег%Яавяв%дея%зе! ,я %м, чеЯ в%ав, д%ва / бя, я, хя
ч, Яенн%Я бя Я* ! =? =е2 Яах р/ бн/ ея С%Сзяц, , я
, Яиез=ю2 я С , я 3меньшен, , я ! тя д%а 5,Ця о ! , я ! т<5я
! еС %дЗ* ц, яя земн%б%дн/ хя %е! =н, ч, в=е2 Яах о %д%бн=яя
* =! 2 , н=ях=! =* 2 е! н=я, дяя%зе! аС* =нд, н=в, , хя

АЯ д, - , * =ц, ейя%зе! я м%жн%я в%С еделенн%йя ме! ея
ЗС =вля2 ья п б? =яя целья з=* люч=е2 Яа вя 3меньшен, , я
* , Яи%2 н%Я , в%д/ ад%аЗ! %вняя! т>5,ЦяСЗ? еЯ в3ю2 адв=я
%Ян%вн/ хяС%дх%д=:я=ЧяЯн, жен, еяв/ С=ден, яя* , Яи%2 н/ хя
%Я-д* %ва н=я %зе! %а , я веЯя ег%а б=Яейн;я бЧ
неС%Я едЯ венн%ея в%здейЯ , ея н=я в%дЗ,я гл=вн/ мя
%б! =з%м%СЗ2 ем%ея, звеЯ* %в=н, ахя

л / я 3жея %бЯжд=л, я в%С %Я я Ян, жен, яя* , Яи%2 н/ хя
в/ С=ден, йя вя! =здеяя Vххя в%здейЯ в, ея н=я в%дЗя* =* я
%зе! ,я2=* я, я, хяС , 2 % %вад%Я , г=е2 ЯаС%Я едЯ в%м%я
внеЯн, яя, звеЯ н%а* =хяС2 %, м%Я ьяег%а в%аС* =нд, н=в, , я
Я%Я =вляе2 аС , ме! н%аЦ-25%м%л!=! %ваСМ.Ах=а %ннЗ,я
в* люч=яя Я % , м%Я ьяз=2! =2 яС%авнеЯн, юяве? еЯ в=хя
п* %м%ае2 ве! 2 %йяч=Я , аСл%а =д, аМвец, , я, л, а% %м%а
118ЦЦя * в%а * м,я нЗжд=ю2 Яа в%а , звеЯ* %в=н, , хя
С2 %, м%Я ья2=* , хя! =б%2 я Я%Я =влял=яб/ яб%меея 2Ця
млн%а д%м%л!=! %ва в%а г%д%а н звеЯ* %в=н, ея в%а Мвец, , я
С %б%д, 2 ЯаС , ме! н%ан=аЗЦЦя%зе! хяп дн=я, зяв=жн/ хя
С %блемя С , я х2 %м%а -я не%бх%д, м%Я ья 3и, 2 / в=2 ья
н=* %Слен, ея 2 ажел/ хя ме2 =л%ва в%а %зе! ея (* =дм, я,я

н, * еля, я ! 2 32 , , я х! %м=, я мед, , я ц, н* =Ця С%Я %ль* За
 , звеЯ ня* я Яде! ж, 2 а , хя ва %С еделенн/ хя
* %нцен2! =ц, яхя

о %Яея , звеЯ* %в=н, яя х, м, чеЯ %ея Я%Я %ан, ея в%д/ я
%зе! =я б/ Я! %я 3л3иш=е2 Я, я , я ! е* ц, яя Я =н%в, 2 Яя
бл, з* %йя* яней2! =льн%йяБ, %л%е, чеЯ %еяв%ЯЯ =н%влен, ея
С! %, Ях%д, 2 ямедленн%, я=аС%Сзяц, яя! / бяС%лн%Я ьюянея
в%ЯЯ =н%вл, в=е2 Яяд=жеявя2 ечен, еяСа2 , яле2 яС%Яея
 , звеЯ* %в=н, яя д ляя С%дде! ж=н, яя %зе! я ва
3д%вле2 в%д , 2 ельн%мя Я%Я %ан, , я , звеЯ* %в=н, ея
не%бх%д, м%аСе! , %д, чеЯ , аС%в2 %д я2 ья

Сл%в%яхв2! % , * =ц, яяС! %, Ях%д, 2 а%2 ая! ечя2! % ея-я
С, 2 =н, ея п н%а %зн=ч=е2 я ЗЯ лен, ея б, %л%е, чеЯ %йя
С! %д3* 2 , вн%Я , я в%д%ем%вя вЯедЯ в, ея н* %Слен, яя ва
в%деяб, %енн/ хяхлемен2 %вяh зб/ 2 %н%еяС%Я ЗСлен, ея
б, %енн/ хяве? еЯ в, я2 %аеЯ ьяЯед, нен, йя- %Я %д =я, я
=з%2 =ав%зе! =, ав%д%х! =н, л, ? =я, аЗЯ ьяя! е* , а=а2 =* жеявя
м%д Я , ея С! , б! ежн/ ея в%д/ , я С! , в%д, 2 а* я вз! / вн%мЗя
! %Я Зя в%дн/ хя ! =Я ен, й, я ва %Я%бенн%Я , я
м, *! %Я %С, чеЯ , хав%д%д %Яей, а=а2 =* жея, ям*! % , 2 %вя
о! %, Ях%д, 2 а Се! , %д, чеЯ %ея б3! н%ея ! =зв, 2 , ея
("цве2 ен, еВыв%д%д %Яей, я* %2 %д %еям%же2 а%хв=2 / в=2 ья
! ЗСн/ ея С%а Сл%а =д, я в%д%х! =н, л, ? =, я 2 = , ея * =* я
в%д%х! =н, л, ? =я в%лжЯ %е%а , я d неС! %вЯ %е%а* =Я =д%вж
о %Яея цве2 ен, яя м, *! %Я %С, чеЯ , ея в%д%д %Яи, я
%2 м, ! =ю2 , я з=ч=Я Зюя %2 б, ! =яя , зя в%д/ я веЯя
! =Я в%д енн/ йя* , Яи%д %дядляя% , Яен, яя, яде* %мС%з, ц, , я
х2 %йяб, %м=ЯЯ хяК=чеЯ в%а в%д/ я 3хЗдш=е2 Яяя* =* а в%а
в! емяя цве2 ен, я, я 2 =* я , я в%а в! емяя деЯ! 3* ц, , я
в%д%д %Яейя

Эв2! % , * =ц, яяС! , в%д, 2 а* я! ядЗя небл=г%С! , а2 н/ хя
х* %н%м, чеЯ , хяС%ЯедЯ в, й: а3хЗдшен, юя =чеЯ в=ав%д/ , я

Ян, жен, юя! е*! е=ц, %нн%йя ценн%д , я%зе! =,я Ян, жен, юя
! / бн%йяС%Зляц, , ,ябл% , ! %в=н, юяб%д%б! %Я%в,я =н=л%ва
, ад=жея=в, г=ц, %нн/ хяСЗ ейя

Эв2! % , * =ц, я,я х2%2 я медленн%я ! =зв, в=ю? , йЯя
еЯ еЯ венн/ йя С %цеЯЯ в%я мн%е, хя меЯ =хя Я льн%я
ЗЯ %д яе2 Яя вя ! еЗль2 =2 ея дея2 ельн%д , я чел%ве* =,я
Я =н%ваЯя2 =* , мя%б! =з%мя С %цеЯЯ%мх* %л%е, чеЯ %йя
дег! =д=ц, , хяЭв2! % , * =ц, я,я х2%я2 =* жея, я С %явлен, ея
Я! безн/ хя =н2! %С%енн/ хя , зменен, йя гл%б=льн/ хя
б, %е%х, м, чеЯ , хяц, * л%ва %Я %д =я, я=з%2 =я л=вн/ м, я
, Я %н, * =м, я С%Я ЗСлен, яя =з%2 =я , я - %Я %д =я
являю2 ЯяЯельЯ %ея%зайЯ в%я* =* аС%лев%дЯ в%,я2 =* я, я
ж, в%2 н%б%дЯ в%м, я б/ 2 %б/ ея Я % , хя в%б%мн, нЯ вея
ЯЗч=евя %Я%вн%йя С , ч, н%йя хв2! % , * =ц, , я являе2 Яя
Звел, чен, еян=г! Зз* , я Я%ед, нен, йя- %Я %д =,ян%я, н%ед=я
вед3? Зюя ! %лья , г! =е2 я =з%2 хя з С =влен, ея
хв2! % , * =ц, ейя %б/ чн%я н=С =влен%я н=я Ян, жен, ея
- %Я %д н%йя н=г! Зз* , хя Б=Яейня %зе! =я
! =Ям=2! , в=е2 Яя * =* я ед, н%ея цел%е,я , я дейЯ в, яя
%Я%в=н/ я н=я 2? =2 ельн%мя =н=л, зя , Я %н, * %ва
- %Я %д =,я з=2! =2 я н=я ег%я Зд=лен, ея , л, я Ян, жен, ея
н=г! Зз* , ,я Я%ц, =льн/ хя , л, я С%м, 2, чеЯ , хя
%бЯ %я2 ельЯ вя Э2%я 2 , С, чн=ая з=д=ч=я Я Я емн%е%я
=н=л, з=,я Я ЗЯех%мя С , менявшег%Я,я н=С , ме! ,я * я
! ешен, юя С %блем/ яБ=л=2 %н=я

н зе! %яБ=л=2 %нявябенг! , , я-яЯ=м%еяб%льш%ея%зе! %ява
С! еднейя в! %Сехл ел* %ея%зе! %я Я едняяялЗб, н=язам%м
х%д %м%я С %е! ев=м%йяле2 %м%б%д%йя С , вле* =е2 ян=яЯ%, я
бе! ег=я д%я 1я млня 2 З! , Я %в,я являю? , хЯя в=жн/ мя
, Я %н, * %мя д%х%д%ва венге! Я %йя х* %н%м, * , хя Б%льш%йя
С , 2 % я%2 д/ х=ю? , хя х2%я, ябл=г%я, яв! едядлая%зе! =я
Ч=Я ьяб/ 2 %б/ хя Я % %ва С%С=д=л=янеС%Я едЯ венн%ява

%зе! %,я н=я дня *%2 %d %e%я н=* =Сл, в=л, Ъя Яед, нен, яя
б, %ен%в%я С=м/ йя *! ЗСн/ йя С, 2% я %зе! =,я ! х g=л=,я
С еждея чемад%Я, чья%зе! =,я С %2 е* =л=я че! езя%зе! %-
б%л%2 %я К, ш-Ъ=л=2 %н,я гдея %2 л=г=л, Ъя 2%н*, ея
ч=Я, ц/ я ! ечн/ хя н=н%Я%в,я %б%е=? енн/ ея - %Я %d %м%я
те*%2 %d %ея в! емая 2%мЗя н=з=дя б/ л%я ! ешен%я
л, * в, д, ! %в=2 ьяК, ш-Ъ=л=2 %н,я, я%Я%вн%ея%зе! %ан=ч=л%я
д%С%лн, 2 ельн%я С%лЗч=2 ья, зб/ 2 %нн/ йя - %Я %d ,я
Яед, нен, яя*%2 %d %е%я2 =* жея=* 3мЗл, ! %в=л, Ъян=яднея
%зе! =я К=жд/ йя б%лея, л, я менея Я льн/ йя ве2 е! я
Се! емеш, в=е2 явЯоя мел*%в%днЗюя2 %л? Зяв%д/ я%зе! =,я
С, вн%Яя Яед, нен, яя- %Я %d =я вмеЯ ея Я мЗ2 ьюя Яя
дн=я ья ! езЗль2 =2 ея С %цеЯЯ хв2! %- , * =ц, , я %зе! =я
ЗЯ %d , лЯ;я вя ч=Я, я %зе! =,я С, м/ * =ю? ейя * я ЗЯ ьюя
g=л/ ,яЯ =л%ян=блюд=2 ьЯяцве2 ен, еяв%д/ хв2 %аЯ =л%я
Зг! %ж=2 ья д%х%д=м,я С%лЗч=ем/ мя %2 я 2З! , зм=я
г С =влен, ея ! еж, м%м%я Ъ=л=2 %н=я Я =л%я %дн%йя, за
в=жн/ хя г%Явд=! Я венн/ хя з=д=ч%я Ъ/ ля в%ЯЯ =н%влена
К, ш-Ъ=л=2 %н,я %е! =н, чен%я С, менен, ея Зд%б! ен, й,я
С%Я! %ен/ я Я Я ем/ я * =н=л, з=ц, , хя р%Я я
хв2! %- , * =ц, , я %зе! =я С, %Я =н%влен,я х%2 яя С%лн%йя
Зве! енн%Я, я вя 2 %м,я ч2 %я н=С =вленн%Я ья С %цеЯЯ-я
, змен, л%Ъ, С% =яне2 я

о! %блем=я=н2! %С%енн%йяхв2! %- , * =ц, , яв%д%ем%в%я, я
С, б! ежн/ хяз%н%ям%д ейяв%зн, * л=авя! =зв, 2 / хяЯ! =н=хя
2Ц-3Цале2 я2 %мЗян=з=д%яСейч=ЯС%авляю2 ЯяС, зн=* , я
Я! безн%Я, я С %блем/ я хв2! %- , * =ц, , я в%я мн%е, хя
! =зв, в=ю? , хЯяЯ! =н=хям, ! =,ян=С, ме! , яв%Я! =з, л, , я
ф, л, С, н=х,яК, 2 =е,ял =! %* %я, яд! хя, яне2 яЯмнен, я,я
ч2 %я х2 %2 я С %цеЯЯ,я %Я%в=нн/ йя н=я, н2 енЯ - , * =ц, , я
г%б=льн/ хя б, %е%х, м, чеЯ, хя ц, * л%в%я б, %енн/ хя
хлемен2 %в%Зде2 я =Яи, ! я2 ьяя, яЗЯ л, в=2 ьяя

б=жнейш, йя, Я %н, * ян, 2! =2 %ваваС, ! %дн/ хяв%д=хя, я
 , Я %н, * =хя в%д%н=бжен, яя -я ЯельЯ %х%зайЯ венн/ ея
 3д%б! ен, яя т, 2! =2/я %2 л, ч=ю2 Яя в/ Я% %йя
 ! =Я в%д, м%Я ью,я, аС%2 %мЗязн=ч, 2 ельн=ая, хяч=Я ья
 (нея менеея 15%я %2 я, Я%дн%е%я * %м, чеЯ в=Мн 3х%д, 2 ява
 в%дн/ ея%б% 2 / ,яС еждеявЯг%яваС%дземн/ еяв%д/ хМема
 в/ шея , н2 енЯ вн%Я ья ЯельЯ %е%я х%зайЯ в=я , я
 С %д%мж, 2 ельнеея , Я %д, яя С, менен, яя 3д%б! ен, йя
 2 емя б%льшеея н, 2! =2 н%ея з=г! язнен, ея б%я мн%е, хя
 Я! =н=хяг=С=дн%йяе в! %С/ а(с е! м=н, я,яМех, я,яд=н, я,я
 Ф! =нц, яя, ад! МС, ме! н%аС%м%в, н=яЯ в=ж, ня, я %м%дцева
 Яде! ж, 2 яв%дЗ,янеС, г%днЗюядляяЗС%2! еблен, яя, з-з=я
 С%в/ шенн%е%я Яде! ж=н, яян, 2! =2 %ваб/ Я% , йяЗ! %венья
 * %нцен2! =ц, , ян, 2! =2 %ва%2 меченя, явад! 3г, хямеЯ =х,я
 ва2 %мйя, Ямеяя! =зв, в=ю? , хЯяЯЯ! =н=х,ягдеягл=вн/ м, я
 , Я %н, * =м, я з=г! язнен, яя м%е32 я б/ 2 ья %бл=Я , я
 в/ Я% %йя Сл%2 н%Я , я н=Ялен, я,я нея %хв=ченн/ ея
 , нжене! н/ м, яЯ, Я ем=м, я* =н=л, з=ц, , хят=х%дя? , еЯя
 ва, зб/ 2 %н%йя %нцен2! =ц, , в%аС, 2 ьев%йяв%де,ян, 2! =2 / я
 м%е32 в/ зв=2 ьяС %блем/ яЯ%зд%д %вьем, в%а%Я%бенн%Я , я
 б%мезнья * ! %в, я 3я де2 ейя , я ! , Я я ! =а 3я вз! %м/ хя
 г Я =н%вленн=ая бЯм, ! н%йя п! г=н, з=ц, ейя
 гд! =в%%х! =нен, яя(вп гЧн%д м=аЯде! ж=н, яян, 2! =2 %ва
 ваС, 2 ьев%йяв%дея-Я1ямг/ля=з%2 =яПав, деяПО3я

о! %н, * н%вен, еян, 2! =2 %ваваС%дземн/ еяв%д/ ,я* =а, я
 в%б%? ея з=г! язнен, ея С%дземн/ хя в%д,я -я Я! ьезн=ая
 С %блем=,аС%2 %мЗян2 %аЯ %д %Я , ядв, жен, яяС%дземн/ хя
 в%дя неЯ =вн, м%я меньшеея С%ве! хн%Я н/ х,я , я ! =за
 С %н, * нЗва ва г, д! %е%м%е, чеЯ 3юя - %д м=ц, ю,я
 з=г! язненн=ая в%д=а м%же2 я%Я =в=2 ьяЯ2 =мывеЯ.м=я
 С %д%мж, 2 ельн%ея в! емя,яд=жея еЯ, я С%Я ЗС=вшея Я
 С%ве! хн%Я , я з=г! язнен, ея С, %Я =н%влен%я К%ед=я

з=г! язн, 2 елья 3жея н=х%д, 2 Яя вя з%нея =х! =ц, , я , я
дв, же2 Яя * н, зз,я м=л%а ч2 %а м%жн%а Ядел=2 бя длая
, Я! =влен, аяС%л%жен, аяя

регЗл, ! %в=н, ея С%Д ЗСлен, ая н, 2! =2 %ва Я
С%ве! хн%Д, я С едД=вляе2 я Яб%йя 2, С, чнЗюя
Д! =2 ег, чеЯ Зюя з=д=чЗя ЗС! =влен, ая ! =ЯЯянн/ мя
з=г! язнен, емя

л , не! =л, з=ц, ая в%д/ я %зн=ч=е2 я Яде! ж=н, ея вя нейя
! =Д в%д енн/ хя ве? еД вя з Я, лен, ея дея2 ельн%Д, я
чел%ве* =я С, в%д, 2 я * я ! %Д Зя Яде! ж=н, ая вя в%дея
%Ян%вн/ хя, %н%в,явД! еч=ю? , хЯявяС, ! %дея(хл%д, д%в,я
Яль- =2 %в,яг, д! %* =! б%н=2 %в,я* =льц, а,ян=2! , я,я* =л, а,я
-я вя з=в, Я м%Д, я %2 я * л, м=2, чеЯ, хя ЗЯн%в, йЧя бя
%Яббнн%Д, я С%в/ ш=е2 Яя м, не! =л, з=ц, ая в%дя
вЯедД в, ея ! =зв, 2, ая %д %иен, ая вя б=ЯЯйн=хя ! е* я
=!, дн/ хя! =й%н%в,я гдея в%зв! =2 н/ ея в%д/ я С, н%Я2 я вя
! е* , я мн%е%а ве? еД в,я в/ ? ел%иенн/ хя , зя С%иенн/ хя
г%д, з%н2 %вхя бя н, з%вххя С/ ! д=! ь, я н=С, ме! ,я з=я
С%Яедн, ея ЗЦя ле2 я м, не! =л, з=ц, ая Звел, ч, л=Яя %2 я
менеяеячеля1яг/ляд%аС%н2, яЗяг/лхю %д%бн=ая* =! 2, н=я
х=! =* 2 е! н=я2 =* жеядлая АмЗд=! ь, я, я! хК%л%д =д%аь
Я%2 ве2 Д в, , я Я Якл=иен, емя междЗя л е* Я, * %йя , я
СМА,яЯе! н/ йяЯ%Яеяд%лженаС%д=в=2 ьявал е* Я, * ЗаС%а
! хК%л%д =д%ав%дЗянея2 %ль* %аЯкл=Яв=нн%е%аб%м=,ян%а
, я 2! ебзем%е%а * =чеД в=хя д лая х2 %е%а н=я г! =н, цая
С%Д! %ен=я %С еЯ, 2 ельн=ая ЗД =н%в* =,я Ян, ж=ю? =ая
м, не! =л, з=ц, юв%д/ яд%ане%бх%д, м%е%аз! %вняхя

Тяжел/ еяме2 =лл/ я, ям/ шья* а-аЯ! безн=аяС! %блем=я
* =чеД в=я в%д/ я мн%е, хя в%дн/ хя %б%* 2 %ва м, ! =хя н за
С%н2, я 1Ця х, м, чеЯ, хя хлемен2 %в,я %бн=! Зженн/ хя вя
земн%йя* %д е,я вя Я%Д =вя ж, в%е%а ве? еД в=я вх%дя2, я вя
з=ме2 н%йя* %нцен2! =ц, , я2 %ль* %а22ян=, б%лееялег* , х,я

н=х%д? , х%явяве! хнейяч=Д , я2=бл, ц/ ял ендеев=я
* ве! х3я%2 а*=льи, аявяаС %м/ шленн%Д , я, Я%льззю2 Яя
2=* жея 2 ажел/ ея хлемен2 / ,я ч3жд/ ея %г=н, зм3я , я
С%2 %м3яч=Д %а2 % Я, чн/ е,я2=* , ея* =* а*=дм, й,яЯ, нец,я
! 2 32 ь,яц, н* ,ях! %м,ямедь,я, яд! яв меД еяЯ%аД %н/ м, я
в%д=м, я%н, а%С=д=ю2 ая Д %н, * , а%д%н=бжен, аяя

П%ажел/ еяме2=лл/ ям%е32 ян=х%д, 2 ьЯявяанеб%льш, хя
(н%авеЯм=а%С=Ян/ х%а* %нцен2!=ц, аявяя%б! =б%2 =нн/ хя
(н%аС%н%Д ьюянея%н, ? енн/ х!%аД %нн/ хяв%д=хя, л, явя
б%лея* %нцен2! , ! %в=нн%м%а в, дея н=а Яб=л* =хя %С=Ян/ хя
%2 х%д%в%л н%е, ея* %мм3н=льн/ ея%н, Д н/ еяЯ%д 3жен, яя
2=* жеяС%м3ч=ю2 я, нд3Д! , =льн/ еяД % , ,яЯде! ж=? , ея
2 ажел/ еяме2=лл/ яя

с %д н%д%б/ в=ю? =ая С %м/ шленн%Д ья , я цве2 н=ая
ме2=лл3! г, ая-д! 3г%йя Д %н, * аэ=г! язнен, аяв%д/ аД %е%а
жея! %д=,я вя %Я%бенн%Д , а вя! =зв, в=ю? , х%я Д! =н=хя
Аллюв, =льн/ ея%2 л%жен, ая2=* жея м%е32 аЯде! ж=2 ья
зн=ч, 2 ельн%ея * %л, чеД в%а 2 ажел/ хя ме2=лл%в%а
т=С , ме! ,я вя д%нн/ хя %2 л%жен, аяя ! 3* =в=а теб/ ,я
е* =2е! , н%б* , ,я н=* %С, л%я Яб, неця вя 2=* %йя
* %нцен2! =ц, , ,я ч2 %а %н=а вя С , нц, Сея х* %н%м, чеЯ , я
в/ г%дн=аляаг%а%б/ ч, яя

п Ян%вн=ая Д! =2ег, ая 3С =влен, ая длая 2 ажел/ хя
ме2=лл%вя з* люч=е2 Яя вя 3С =влен, , я
2 ехн%л%е, чеЯ , м, я С %цеЯб=м, я р=зв, 2 / ея Д! =н/ я
д%б, л, Яявях2 %м%а%2 н%иен, , язн=ч, 2 ельн/ хя3Яех%в%а
с %лл=нд, , я Яб! %Я я! 2 32 , ,я* =дм, я,ях! %м=,яЯб, нц=а, я
ц, н* =а%С%ве! хн%Д н/ еяв%д/ а, аяЯ Д ем/ а =н=л, з=ц, , я
б/ л, аЯб! =? ен/ яз=а15але2 я(1975-199Цагг%ыв%а-12я! =зя
Б%лея жеД* , ея Д =нд=! 2 / я н=а Яб! %Я я Якед, нен, йя
2 ажел/ хяме2=лл%вя, яд! 3г, хяз=г! язн, 2 елейяС , вел, я
* %амн%е, мяЯм3ч=амянез* %нн%е%а2! =н%С%д 2 =а%С=Ян/ хя

С %м/ шленн/ хя%2 х%д%ва, зя! =зв, 2 / хявя! =зв, в=ю? , еЯя
Я! =н/ хяб'я %нечн%мя, 2 %еях2 %аС , вел%а' яз= лючен, юя
Ъ=зельЯ %йя * %нвенц, , я (1988я гжн С%а 2! =нЯ! =н, чн%йя
Се! ев%з* ея%С=Ян/ хя%2 х%д%бха

бян=Я %а? еев! емаявяС % , зв%дЯ вея, я, Я%льз%в=н, , я
н=х%д%2 Яя % %л%а 1УУУУУ х, м, чеЯ , х,я
С е, м3? еЯ венн%а%д г=н, чеЯ , хяве? еЯ в%о %С=д=н, еявя
% ! Зж=ю? Зюя Я едЗя ч=Я , я х2 , хя ве? еЯ вя вя м=л/ хя
* %нцен2! =ц, ахя С =* 2 , чеЯ , я не, збежн%а з хЗдшен, ея
* =чеЯ в=я в%д/ я вЯедЯ в, ея %д г=н, чеЯ , хя
м, * ! %з=г! язн, 2 елейя Яяз=н%а Я%а Я% =м, я 2 =* , хя
Я* 2 %д %ва С %м/ шленн%Я , я * =* я С % , зв%дЯ в%а
Я н2 е2 , чеЯ , хя ве? еЯ вя , я СеЯ , ц, д%б,я че! н=яя
ме2 =лл3! г, я,яне- 2 еСе! ег%нн=а,яцеллюл%з%-бЗм=жн=ая
, я е* Я , льн=яяС %м/ шленн%Я , ,д%б/ ч=язглая, д! ха

К%нцен2! =ц, ая %д г=н, чеЯ , хя з=г! язн, 2 елейя вя
С , ! %дн/ хя в%д=хя %б/ чн%а н, жея 1УУУУ н=н%е! =мля н=я
л, 2! , я , л, я 1я ч=Я бя н=я м, лл, =! дя С2 %лья м=л=ая
* %нцен2! =ц, ая 2! ебЗе2 я %ненья в/ Я% %й,я ч=Я %а
нед%Я , ж, м%йя 2 %нн%Я , я , зме! ен, йя н=л, ч, ая , я
* %нцен2! =ц, , я х2 , хя ве? еЯ вя вя в%дея резЗль2 =2 / я
, зме! ен, йяз=ч=Я ЗюянеЯ =вн, м/ я, янен=дежн/ хяб'я2 %а
жеяв! емая, зме! ен, аях2 , хяС%ллю2 =н2 %вяне%бх%д, м/ я
вЯедЯ в, ея , хя * ! =йнея в/ Я% %йя 2 % Я чн%Я , я п д, ня
г! =мляС%л, хл%д , ! %в=нн/ хяб, - ен, л%ва(о ХБЧд, % Я ня
, я д! ж% дел=е2 я неС , г%дн/ мя длая ж, зн, я %б%мя в%д/ я
% %л%а 1я млня * Зб'я м'я М, ! % %а , звеЯ н/ йя d d Пля
С , н=длеж, 2 а* а2 %мЗяжея* л=Яяз=г! язн, 2 елейяп б=я
* л=ЯБ,яо ХБ'я, яd d П,я%2 н%Я2 Яя' ахл%д %д г=н, чеЯ , мя
Яед, нен, ям'я п н, я %2 л, ч=ю2 Яя д%лг%йя
С %д%лж, 2 ельн%Я ьюя н=х%жден, ая вя % ! Зж=ю? ейя
Я еде,яСе! ед=ю2 ЯяС%аС, ? ев/ мяцеСам,ян=* =Сл, в=яЯ'явя

%2 дельн/ хя , хя звеньях,я , ,я вя ч=Я н%Я , ,я %бл=д=ю2 я
Я%Я/бн%Я ьюя С%д=вля2 ья , ммЗнн/ ея Я Я ем/ я
%д г=н, зм=жа

с л%б=льн=ая! =! 2 , н=яе%е! =- , чеЯ %е%а =Я еделен, яя
з=г! язнен, яя в%д/ я %д г=н, чеЯ , м, я
м, *! %з=г! язн, 2 елям, яС% =янеяЯн=ял %жн%яЯ =з=2 ь,я
ч2%я %н, я С%н2 , я вездеЯ? , я Яа б%лея в/ Я% %йя
*%нцен2! =ц, ейя, ндЗЯ! , =льн/ хя =й%н=хя, яяЯельЯ , хя
%бл=Я ахя Яа не*%н2! %л, ! Зем/ мя ЗС%2! еблен, емя
СеЯ , ц, д%вжа

С2! емлен, ея не*%2%д / хя Я! =ня* я х*%н%м, чеЯ %мЗя
!=зв, 2 , юя люб%йя цен%йя С! , в%д, 2 я *я ЗхЗдшен, юя
Я%Я%ян, яя %! Зж=ю? ейя Я ед/ ,я вя 2%мя ч, Яея *я
Ян, жен, юя *чеЯ в=я в%д/ я л / я Зжея З*=з/ в=л, ,я ч2%я
х, м, чеЯ , ея я , з, чеЯ , еяЯ%йЯ в=я%д/ яЯ? еЯ вЗю2 яя
С! , ! %дея нез=в, Я, м%я %2я %б? еЯ в=,я 2%ед=я * =*я
Я =нд=! 2 / я *чеЯ в=я в%д/ я ЗЯ =н=вл, в=ю2 Яя
С! =в, 2 ельЯ в=м, яЯЗче2%мЯ%и, =льн%х*%н%м, чеЯ , х,я
2 ехн%м%е, чеЯ , х,яеЯ еЯ венн/ х,я Зль2 З! н/ хя, яд! Зг, хя
=Яе* 2%вхб%амн%е, хяЯ! =н=хяЯ =нд=! 2 / я*чеЯ в=я
в%д/ я %Я%в=н/ я н=я ! е*%менд=ц, ахя междЗн=! %дн/ хя
%д г=н, з=ц, й,я н=С! , ме! ,я н=я Я =нд=! 2 =х,я
! =з! =б%2 =нн/ хя n g жа

С2 =нд=! 2 / я *чеЯ в=я в%д/ я ! =зл, ч=ю2 Яя вя
з=в, Я, м%Я , я%2 яцелейя, ЯС%льз%в=н, яяв%д/ :яС, 2 ьев%йя
в%д/ ,я в%д/ я длая д%м=шнег%я х%зайЯ в=,я ! / бн%е%я
х%зайЯ в=,я! е*! е=ц, , ,я%д %иен, я,яС! %м/ шленн%Я , я, я
С! яе Я еЯ венн%,яч2%я2! еб%в=н, яя*яС, 2 ьев%йяв%дея, я
в%деядлая! / бн%е%ях%зайЯ в=ян=, в/ Яи, е,ядлая! / бн%е%я
х%зайЯ в=я д=жея в/ ше,я С%2%мЗя ч2%я С, 2 ьев=яя в%д=я
м%же2 я б/ 2 ья %б! =б%2 =н=я С%Яея ея з=б%д=я , зя
, Я %н, * =жа

С2 =нд=! 2 / я* =чеУ в=яв%д/ я-яв=жн/ йя, нУ! 3мен2 я
ЗС =влен, яя Я%У %ан, емя %! 3ж=ю? ейя Я ед/ ха
о! едС , я2 , яям%е32 яСл=2 , 2 ьяш2! = / ,яеУ, яУ! %Я я
в%д/ я нея Я%2 ве2 У в3ю2 я У =нд=! 2 =м,я , л, я н=л%е, ,я
С %С%д ц, %н=льн/ еяУ еСен, яв л=д=авяз=г! язнен, еяв%д/ ха
Э2 , я ме! / яС%м%е=ю2 явя! ешен, , яС %блемя* =чеУ в=я
в%д/ я вя ! =зв, 2 / хя У! =н=хя п дн= %а С%а ! яд3я
! =зн%б! =зн/ хя С , ч, ня (нед%У =2 % я не%бх%д, м%е%а
%б%д 3д%б=н, яя длая , зме! ен, й,я %2 УВ2 У в, ея , л, я
неЯблуден, еяЯ%2 ве2 У в3ю? , хяз= %н%вя, аС %н/н, янея
дейУ венн/ явя б%льш, нУ вея! =зв, в=ю? , хЯя У! =ня , я
У! =няЯСе! ех%дн%йя% %н%м, * %йя

g =С=дн/ еяУ! =н/ яд%б, л, Яязн=ч, 2 ельн/ хяЗУех%вявя
ЗС =влен, , я 2 %мечн/ м, я , У %н, * =м, я з=г! язнен, я,я
х%2 яя, явях2 , хяУ! =н=хяеУ ьяб%льш, еяв%зм%жн%У , я
дляя ЗлЗишен, яя * =чеУ в=я в%д/ ха бя б/ У! %а
! =зв, в=ю? , хЯяУ! =н=х,я2 = , хя = яУ! =з, л, я,яК, 2 =й,я
ннд, я,я е* Я* =,я нд%нез, я,яП=, л=нд,я =л=йз, яя, яд! хя
вЯмедУ в, ея - =* 2 , чеЯ , я нев/ Я% %йя С , %д , 2 е2 н%У , я
С %блемя х* %л%е, , я * =чеУ в%а С , ! %дн/ хя в%дя
ЗхЗдш=е2 Я,я =я в%а мн%е, хя ЯиЗч=ах,я * %ед=я Ямед3ю2 я
С =в, л3я "з=г! язняйя Уег%дня,я %н, ? =йя з=в2! =Вя %н%а
С%С %У 3яЗж=У=ю? ееж%ях2 %йя* =2 ег%д , , яУ! =нял, шья
немн%е, ея , мею2 я х- - е* 2 , вн3юя Я У ем3я з= %н%в,я
С =в, ля, яУ! 3 2 3! ,я%беУСеч, в=ю? , хя, хяв/ С%мнен, ея
о! , х%д, 2 Яя С , зн=2 в,я ч2 %а р%Я, яя бл, жея * я х2 %йя
С%меднейя =2 ег%д , , ха

т=! яд3я Яа "%б/ чн/ мВз з=г! язнен, емя в%д/ ,я
Звел, ч, в=е2 Яя ч, Я%а ЯиЗч=евя * =2 =У! % , чеЯ , хя
Я 2 3=ц, й,я %ед=авЯмедУ в, ея2 ехн%л%е, чеЯ %йя=в=! , , авя
! е* 3,я %зе! %а , л, я С%дземн/ ея в%д/ я С%С=д=е2 я
зн=ч, 2 ельн/ йя%б%Амяв/ Я% %2 % Я чн/ хяв%д,ян=н%Я? , хя

$$^x = 2 = \mathcal{R} ! \% / \mathfrak{A} \mathfrak{U} \mathfrak{Z} = \mathfrak{U} 2 \mathfrak{J} \mathfrak{A} \mathfrak{A}, \mathfrak{A} = \mathfrak{A} e^x = \chi \mathfrak{A} \mathfrak{P} \% \mathfrak{J} \mathfrak{A}, \chi \mathfrak{A}$$

Ш2! = / , я н=л%е, я , я д! Зг, ея ме! / я х%н%м, чеЯ%е%а
х!= 2 е! =ам=л%аЗРешн/ яА , яЗА =влен, , я! =Яеянн/ мя
з=г! азнен, емхав2 = , хяУиЗи=ахяне%бх%д, м%а%б! =2 , 2 бя
вн, м=н, ея н=а 2 ехн%л%е, юя ЯельЯ%х%зайЯР венн/ хя
! =б%2 , я2 = , хя* = явЯС=ш* =явнеЯен, еям, не! =льн/ хя, я
%г=н, чеЯ , хя Зд%б! ен, й, я ме2 %д/ я %ишен, яя , я 2 дхя
г А =влен, ея не* =н=л, з%в=нн/ м, я ЯР% =м, я ЯельЯ , хя
С%Яелен, йя, ям=л/ хяг%д %д%вья2 = жей%2 н%Я, 2 Яя* ах2 %йя
* =2 ег%д , , хя

г А = влен, ея * = чеЯ в%мя в%д/ я н=я З! %внея ! ечн%е%я
 (%зе! н%е%мб=Яейн=я, л, яг, д! %е%м%е, чеЯ %йя %д м=ц, , я
 -я! езв/ ч=йн%аИ%жн=аяз=д=ч=яЯ, Я емн%е%ах!= * 2 е! =,я
 * %2 %д =аяя д%мжн=я %В? еЯ вля2 ьЯя * =* а ч=Я ья
 Я! =2 ег, , я Яац, =льн%е%я х* %н%м, чеЯ %е%а , я
 х* %м%е, чеЯ %е%а =зв, 2 , яб=Яейн=хЯд%д=вянейяд%мжн%а
 н=й2 , ЯямеЯ %адляяЗА =влен, яя* =* а2 %мечн/ м,я2 =* а, я
 ! =Яяанн/ мяз=г! язнен, ем,я! =вн%а* =* а, ядляя! ешен, яя
 * %н* ! е2 н/ хя А %блемя* =чеЯ в=я в%д/ ,я А , веденн/ хя вя
 2 =бл, целЯя, ЯбВжд=вш, хЯв/ шеяя

я

я

 \mathfrak{A}

К=х я в, д, м,я в%д=а-я в=жнейш, йя =ген2 я, а - =х 2%д я
х*%Я е! / хпн=аС, В2 Д в3е2 яС =х 2, чеЯ, я в%я в%хя
в=жнейш, хяС!блем=хяге%х*%л%е,, я, яч=Д%а, г!=е2 явя
н, хя %С еделяю? Зюя !%льхя в%д=а-я, я в=жнейш, йя
С, !%дн/ йя !еВ! Яа %б? ем, !%в%е%а зн=чен, я,я

%2 л, ч=ю? , йЯ,я %дн= %я л% =льн%Д ьюя ег%я
, Я%льз%б=н, аяб%дн/ еяС %блем/ ае! =з! / вн%бСле2 ен/ а
вя *%н2 е* Д я мн%е, хя С , ! %дн/ хя , я %б? еД венн/ хя
С %цеД%бха

бям, ! еяД? еД в3е2 ямн%е%я%бл=Д ейяЯл% =льн/ мя
де- , ц, 2 %мяв%д/ хКян, мя%2 н%Я2 Яя2 =* жеямн%е, ея
2 е! ! , 2 %д , , а р%Я , , я вя %Я/бенн%Д , я ея ев! %СейЯ %йя
ч=Д , я , я з! =л=хя р=зме! / я в%д%де- , ц, 2 н/ хя
2 е! ! , 2 %д , йя б3д32 я Звел, ч, в=2 ьЯ,я =я глЗб, н=я
де- , ц, 2 =я ЗЯ л, в=2 ьЯ,я ч2 %я б3де2 я в=жнейш, мя
- =* 2 %д %мяЯц, =льн%-х* %н%м, чеЯ %йя , я С%л, 2 , чеЯ %йя
неЗД %йч, в%Д , я * =* а вн32 ! , я Д ! =н,я 2 =* а , я вя
%2 н%иен, ахямеждЗяД ! =н=м, хя вел, чен, еяд%Д ЗСн/ хя
в%дн/ хя ! еД! Я%ва С%Я едД в%мя г, д! %2 ехн, чеЯ , хя
С %е* 2 %ваС , н%Я 2 яянея2 %ль* %а%ж, д=ем/ еяв/ г%д/ ,ян%я
, азн=ч, 2 ельн/ й,яС еждеяв%е%аге%х* %л%е, чеЯ , йяЗ? е! бх
о%-в, д, м%мЗ,я З? е! бя %2 я не%С еделенн%Д , я
С%ЯедД в, йя С , я зн=ч, 2 ельн/ хя м=Ям2 =б=хя
г, д! %мел, %д =2 , вн/ хя С е%б! =з%б=н, йя С ев/ ш=е2 я
%ж, д=ем/ еяв/ г%д/ ,ян2 %аД =в, 2 яС еделя, Я%льз%б=н, юя
в%дн/ хя еД! Я%взн=ч, 2 ельн%д =ньшея хя Яе! С=н, аха

б%я мн%е, хя меД =хя м, ! =я , я р%Я , я %2 меч=е2 Яя
б/ Д ! %ея ЗхЗдшен, ея Я%Д %ан, яя в%дн/ хя %б%* 2 %б,я
вСл%2 ьд%а =2 =Д ! % , чеЯ %е%а%С %Я я =чеД в=в%д/ я
Д %льяжеявСле2 ен/ явяед, нЗюя2* =ньямн%е, хяС , ! %дн/ хя
, я %б? еД венн/ хя С %цеД%б,я * =* а , я в%С %Я а в%дн/ хя
! еД! Я%ва л н%е, ея л% =льн/ ея* ! , з, Я я* =чеД в=я в%д/ я
Се! ех%д2 я вя * =2 =Д ! % / , я з=2 ! =г, в=ю? , ея в=жн/ ея
! ег, %н=льн/ ея в%С %Я , я * =з=л%Я б/ я н=С ямЗюя нея
Яяз=нн/ еяв%дн/ м, яС %блем=м, ха

т!= =Д =н, ея де- , ц, 2 =я в%дн/ хя ! еД! Я%ва , я
С %е! еД! ! Зю? ея ЗхЗдшен, ея , хя * =чеД в=я

%б/д, няю2 Яя С/дя %б? , мя С/ня2 , емя дег! =д=ц, , я
 С , ! %дн/ хяв/дхяр%Я , аС %блем=аЯ/х! =нен, яя, Я %йя
 в/д/ я Се! е! %Я=я вя %б? ег%Вд=! Я венн3ю,я 3и, 2 / в=ая
 м=Яи2 =б/ я *%м, чеЯ венн%е%я , я * =чеЯ венн%е%я
 , Я %а ен, яаС , ! %дн/ хяв/д;аС , ! %дн/ еяв/д/ а% =з=л, Яа
 р%Я , ян=, б%мееяС/дв! женн/ м, ядег! =д=ц, , я2 =* а* =* я
 %н, аЯи3ж=2 а %мле* 2 %д =м, аз=г! азнен, йя, зявЯхад! 3г, хя
 Я едя, явяЯяз, аЯаЯеи, - , * %йя! =Я%м%жен, ая%Я%вн/ хя
 з=г! азняю? , хяС %м/ шленн/ хя, аЯельЯ %х%зайЯ венн/ хя
 * %мСле* Я/вявяве! х%вьяхя, аЯ еднемя2 ечен, , а%Я%вн/ хя
 ! е* я р%Я, йЯ %йя Феде! =ц, , хя л =Яи2 =б/ я , я 2 емС/ я
 дег! =д=ц, , аС , ! %дн/ хяв/дхяр%Я , ян=мн%е%ав/ ше,ячеля
 д! 3г, хя С , ! %дн/ хя Я едя , я 2! еб3ю2 я ! еш, 2 ельн/ хя
 дейЯ в, йяе! езяЯеи, =льн/ еяцелев/ еяС %е! =мм/ хя

С2 %лья жея 2! ев%жн/ я Яведен, ая %а дег! =д=ц, , я
 С , ! %дн/ хяв/дхЯви, ая%амн%е, хяд! 3г, хяЯ ! =н=х,ах%2 ая
 С%мн%йям, ! %б%йя =! 2 , н/ аС% =ае? еяне2 хя

н звеЯ н%я ч2 %а ! =з! 3иен, ея Яи%жн/ хя Я, Я емя
 С % , Ях/д, 2 я С%а Яи=б%м3я звен3я н мяю2 Яя Я! безн/ ея
 %Я%в=н, аяС едС%м=г=2 ь,яи2 %ав/д/ аЯви, я, яеЯ ья2 =* %ея
 Яи=б%еявен%авя ! , з, ЯаЯ%Я %ан, аяк* %Я е! / хя

VI.3. Мировой океан. Влияние деятельности человека

VI.3.1. Основные геоэкологические особенности океанов и морей

Главная особенность Мирового океана – его огромные, подавляющие размеры. Широко известно избитое, но тем не менее верное замечание о том, что наша планета должна бы называться не Земля, а Океан. В самом деле, Мировой океан занимает 361 млн. кв. км, или 71 % всей поверхности планеты. Важнейшее глобальное следствие такого соотношения суши и моря - в его влиянии на водный и тепловой баланс Земли. Около 10 % солнечной радиации, поглощенной поверхностью океана, расходуется на нагревание воды и турбулентный обмен теплом между поверхностными слоями воды и нижними слоями атмосферы, остальные же 90 % затрачиваются на испарение. Таким образом, испарение с поверхности океана является как главным источником воды в глобальном гидрологическом цикле, так и, вследствие высокой скрытой теплоты испарения воды, важным компонентом глобального теплового баланса.

Масса океана составляет 94% массы гидросферы. Мировой океан – важнейший регулятор потоков в глобальном гидрологическом цикле: его объем велик по сравнению с любой составляющей цикла, средняя продолжительность обмена воды в океане весьма значительна, составляя 3000 лет.

о %ве! хн%Р н=ая з%н=а % е=н=а (глЗб, н%йя Ц-2Ця м%а
 %бл=д=е2 а веЪм=а зн=ч, 2 ельн%йя 2 еСл%ем* %Р ьюа , а
 н=, б%льшейя Я ед, а ге%Я е! а 2 еСл%б%йя , не! ц, ейяп н=а
 , г! =е2 а в=жнейшЗюа! %лья вя - %д м, ! %б=н, , а 2 е* З? ег%а
 * л, м=2 =а Сл=не2 / ,а ег%а С! %Р! =нР венн%е%а
 ! =Я еделен, ая , а , зменч, в%Р , а в%а в! емен, я
 в%здейР в, еяве2! =ан=аве! хн, йяЯ%йяв%д/ а%С еделаяе2 а
 %Я%вн/ ея че! 2 / а % е=н, чеЯ %йя ц, ! * Зляц, , а вя
 С%ве! хн%Р н%йя з%нея Ц, ! * Зляц, ая а % е=н=а
 %беЯсеч, в=е2 аял%б=льн%еяСе! е! =Я еделен, еяэнергииизя
 экваториальныхязонаяяполюсамяПоверхностнаяязонаяокеаная-а
 важнейшийякомпонентяклиматическойясистемы,япринимаяющийя
 активноеяучастиеяявформированииасреднегоягодовогояклимата,я
 егояизмененийяотягодаяягоду,яятакжеяяегояколебанийяямас-
 штабедесятилетийяястолетийяя

Внешниеявоздействияянаяокеаняосуществляютсяяпочтияисключи-
 тельнояпосредствомявоздействияянаянегояатмосферы,яблагодаря
 потокамятепла,япреснойяводьяяколичестваядвиженияяуповерхно-
 стияокеанаяТакимяобразом,яэволюцияяклиматаяяэволюцияяокеа-
 наявзаимосвязаныяя

с лЗб% , еяз%н/ а% е=н=аяяг%д =зд%аменьшейяР еСен, а
 чемя С%ве! хн%Р н/ ея з%н/ ,а С%дч, няю2 Яяя з=* %нЗя
 ге%е! = , чеЯ %йя з%н=льн%Р , а =а ч=? ея , а в%б%Яя нея
 С%дч, няю2 Яяяп Я%вн/ еялЗб, нн/ ея, аС! , д%нн/ еяС%2 % , а
 в%д/ а - %д м, ! Зю2 Яяя вя С%ля! н/ хя %бл=Р аяя , а
 н=С! =влен/ а вн=ч=лея * а С! %2 , в%С%л%жн/ мя С%люЯ-мя
 (! , Яя 15Чя Б%льшеея , л, а меньшеея , хя Зч=Р , ея вя
 С! , ! %дн/ хя С! %цеЯЯ-хя Зя С%ве! хн%Р , а % е=н=а , а
 , изменен, ея Р еСен, а х2 %е%а Зч=Р , ая -а в=жнейш, йя
 - =* 2 %д а изменен, ая%Я%вн/ хяе! 2 а* %Я е! / х

Глубинная (глубиной 2000–4000 м) и придонная (глубже 4000 м) зоны Мирового океана составляют 64% всего его объема. Температура воды в этих зонах от 3°С и менее. Средняя температура всей массы Мирового океана всего лишь около 4°С благодаря холодным глубинной и придонной толще. Вертикальная циркуляция океанических вод под влиянием разности плотности воды вследствие различий в ее температуре и солености вызывает перемещение вод с поверхности в глубинные слои, где она может оказаться изолированной от атмосферных воздействий, сохраняя теплозапас в течение тысячелетий и более. Высвобождение или, наоборот, накопление такого теплозапаса может оказаться решающим в долговременных изменениях климата.

т, з* =ая 2 емСе! =2 З! =я л , ! %б%е%я %* е=н=я , я ег%я %е! %ин=ая 2 еСл%б=ая , не! ц, ая , г! =ю2 я б=жнейшЗюя С=ле%е%е! = , чеЯ Зюя! %льх с лЗб, нн/ ея Яи%, я х2 %я нея 2 %ль* %я д%лг%Я %ин/ йя 2 еСл%д егЗля2 %д я Я Я ем/ я гелляхЯ Я лен, ея, л, я%Яи=блен, ея2 еСл%бмен=аеждЗя глЗб, нн/ м, я Яи%ам, я %* е=н=я , я ег%я С%ве! хн%Я ьюя , г! =е2 ,я С%-в, д, м%мЗ,я! еш=ю? Зюя! %льхвгЛЗб% , хя, я д%лг%Я %ин/ хя С! е%б! =з%б=н, яхя * л, м=2 =я гелл, я , ,я Я%2 ве2 Я венн%,явя, зменен, ахяееял=ндш= 2 %вхю! , я х2 %мя, зменен, яя2 еСл%бмен=агЛЗб, нн/ хям=Я%* е=н=я Яя С%ве! хн%Я н/ м, ,я =я 2 =* жея , я !=Я! еделен, ея С%ве! хн%Я н/ хя2 ечен, йям%е32 я, зменя2 ьЯявя2 ечен, ея деЯя2 * %вя ле2 ,я я 2 %я еЯ ья я ч! езв/ ч=йн%я б/ Я! %,а С! , н, м=а%б%бн, м=н, ея =з-я

я

р, Яа 15я п Ян%вн/ ея глЗб, нн/ ея 2 ечен, яя џ , ! %б%е%я
% е=н=я

я

я

ме! / а , ! %б%е%а%б% е=н=а! , Яа1б4яи2 %ам%же2 аА , веЯ , я
* я Я%лья жея б/ Я! %мЗя , зменен, юя А , ! %дн%а
%бЯ =н%б* , я

џ , ! %б%а%а%б% е=нях2 %а2 =* жея, а%а! %мн/ йя=* * ЗмЗля2 %д я
ве? еЯ в,я Яде! ж=? , йя , хя вя ! =Я в%д енн%мя в, дея вя
* %м, чеЯ вея% %м%а5џ1џ!5я2 х(т=С%мн, м,яч2 %аЯ едняяя
* %нцен2! =и, яя! =Я в%д енн/ хяве? еЯ вявям%д Я %а%б%де,я
, л, я ея Я%лен%Я ь,я -я 35я г/л%а С%лен%Я ья в%д/ я
, зменяе2 ЯаваА %Я! =нЯ ве,я%е%е%х, м, чеЯ , йяЯ%Я =вя
(вя%а%а%2 ацел%а%а%Я%Я =е2 ЯаС%Я %анн/ м%е же%дн/ йя
А , 2 % яЯ%лейявя% е=няА , ме! н%ан=яЯ%м%аС%д яд* %вя(вя
1џ!а ! =з%а меньшея , хя Яде! ж=н, яя вя % е=нея Э2 %а
%бЯ %а2 ельЯ в%а , г! =е2 я зн=и, 2 ельнЗюя ! %м%а вя
Я =б, л, з=и, , аб, %е%х, м, чеЯ , хяи, * л%вя, ях* %Я е! / авя
цел%м%а

п* е=няЯде! ж, 2 а% %м%а.1џ!2а2 аЗгле! %д=а%а =Я в%д е,я
вяв, деявзв%е%йя, авяж, в/ хя- %д м=х%т=яЯ%ше,явяж, в/ хя
%д г=н, зм=х,яС%мв=хя , я! =Я=д=ю? емЯя%д г=н, чеЯ %м%а
ве? еЯ ве,я Згле! %д=а А , ме! н%а вя 2џа ! =зя меньшея

Ф, з, *%-х, м, чеЯ, ея ЗЯ%в, яя вя % е=нея , я
 вз=, м%дейЯ в, ея Яа н, м, я м%д Я%йя б, %2 / я
 С ед%С еделяю2 я ! е= ц, юя % е=н=я н=я , зменен, ея
 %нцен2! =ц, , я Згле, Яи%е%а г=з=я вя =2 м%Я е! ея
 з гле*, Яи/ йяг=зя, зя=2 м%Я е! / я! =Я в%д яе2 Яявяв%дея
 , л, я С%ел%г =е2 Яяя , зя неея Сл=н* 2 %н%мя вя С %цеЯеяа
 %б! =з%в=н, аяаяСе! в, чн%йяяС %дЗ* ц, , ая(- %2 %Я н2 ез=Уаа
 Э2 %2 аа

я

я

я

я
 р, Яа 16я н изменен, яя вя !=Я%л%жен, , я - ! %н2=я
 х%л%бн/ х%б%д%ваСе! н%йяА2 л=н2 , * еяа

я

я

С %цеЯа нЗжд=е2 Яяя вя Яалнечн%мя Яе2 е,я Згле*, Яи%мя
 г=зея вя в%дея , я !=Я в%д енн/ хя б, %енн/ хя ве? еЯ в=хя
 (Яед, нен, ахя =з%2 =,я - %Я %д=я , я д! Зг, хя х, м, чеЯ , хя

хлемен2%бМя Л, м, 2, ! Зю? , мя - =* 2%д %мя %б/ чн%я
б/ в=ю2 аб, %кенн/ еяве? еЯ в=жа

о е! в, чн=аяС! %дЗ* ц, яя%б! =зе2 Яявяве! хн, х,ях%д %м%я
%бве? енн/ хяЯ%яхав%д/ ,я* Зд=аб, %кенн/ аС%Я ЗС=ю2 я, л, я
, зяСл=н* 2%н=,я%2 м, ! =ю? ег%ан=я2 ехяжеягЛЗб, н=х,я, л, я
жеяЯЯВш, я, я=2 м%Я е! / яо! , я%2 м, ! =н, , аСл=н* 2%н=я
Яде! ж=? , еяЗгле! %д%Я =2* , я%СЗЯ =ю2 Яявях%м%дн/ ея
гЛЗб, нн/ еяЯ%, я% е=н=я, ян=ядн%яб%я %нц%я* %нц%я%2 я
Згле! %д%я н=я зн=ч, 2 ельн%йя гЛЗб, нея С! ев! =? =е2 Яя
б=* 2 е! , ям, яя =Я в%д , мЗюяне%д г=н, чеЯ Зюя %д мЗ,я=я
м=л=яяг%ан=Я ья%2 л=г=е2 Яяяб, деад%нн/ хя%Я=д* %б%я

Э2%2 я С! %цеЯЯ, н%ед=я н=з/ в=ем/ йя"б, %м%е, чеЯ , йя
н=Я%Вя ч! езв/ ч=йн%я Я%женя Б, %м%е, чеЯ , йя н=Я%Я
Зменьш=е2 я* %нцен2! =ц, юяЗгле* , Я%е%аг=з=явяве! хнемя
Я%ея% е=н=,я=я2 =* жея, явя=2 м%Я е! е,я, яЗвел, ч, в=е2 я
%б? еяЯде! ж=н, еяЗгле! %д=явягЛЗб, нн%йя, аС! , д%нн%йя
з%н=хя% е=н=яБ, %е%х, м, чеЯ , еяС! %цеЯЯ, яВяз=нн/ еяЯ
С%л%? ен, емя Згле* , Я%е%а г=з=,я С! %, Я%д%я2 я
С! е, мЗ? еЯ венн%яв%С%ве! хн%Я н%йяз%нея% е=н=,я2 %ед=я
* =* ягЛЗб, нн=ая, аС! , д%нн=ая з%н/ я, г! =ю2 яв=жнейшЗюя
! %ья вя д%лг%Я %нн%йя =* * ЗмЗляц, , я Згле! %д=я о! %цеЯЯ
, н2 енЯ, вн%я, зЗч=е2 Яявян=Я %я? еяв! емя,ян%аС% =авЯя
жеяС%ня2 яед%Я =2 %нн%я

УУЗХад%ея2 ельн%Я ьяел%ве* =,я

вл, яю? =яян=я%Я %ан, ея% е=н%вя ям%д ейя

я

д%ея2 ельн%Я ья чел%ве* =,я в/ з/ в=ю? =ая , зменен, ея
гЛ%б=льн%е%а * л, м=2 =,я д%лжн=я вл, я2 ья * =* я н=я
Я%Я %ан, ея% е=н, чеЯ %е%язвен=яг, д! %Я е! / ,я2 =* я, ян=я
ег%а вз=, м%Вяз, я Я д! Зг, м, я ге%Я е! =м, я п дн=* %я
бл=г%д=! яя%меньяб%льш%йя* %н%е! в=2 , вн%Я , ял , ! %б%е%я

% е=н=,я м%жн%я н=дея2 ьЯ,я ч2 %я ег%я =н2 ! %С%енн/ ея
, зменен, ая %Д =н32 Яя незн=ч, 2 ельн/ м, я вя 2 ечен, ея
вЯг%я Се! , %д=я Се! ех%д=я * я Я%Д %ан, юя ЗД %йч, в%е%я
! =зв, 2 , ая Э2 =я %б? =я,я вя цел%мя %С2 , м, Д , чеЯ =ая
%цен* =я нея , Я люч=е2 я * =2 =Д ! % , чеЯ , хя
=н2 ! %С%енн/ хя Я 2 З=ц, йя н=я %2 дельн/ хя * в=2 %д , ая
, л, я =Я=ю? , хЯяЯСец, - , чеЯ , хв%С %Яв%я

Х%зайД венн=аядея2 ельн%Д ьачел%ве* =авял , ! %в%мя
% е=нея ! =зн%б! =зн=я п Ян%вн=ая ч=Д ья г! %м%зд* , хя
г! Зз%в,яв* люч=аяне- 2 ь,яСе! ев%з, 2 Яям%д ем%л , ! %в%йя
% е=ня -я , Д %нн, * я ! / бн/ хя , я д! Зг, хя б, %л%е, чеЯ , хя
! еЯ! Я%в%яЭ2 %а2 =* жея, я, Д %нн, * ям, не! =льн%е%яЯ ! ья,я
С% =я е? ея м=л%я , ЯС%льзем/ йя п* е=ня 2 =* жея
С%ел%з =е2 я , я С е%б! =ззе2 я С %дЗ* 2 / я дея2 ельн%Д , я
чел%ве* =я о %я ме! ея! %Д =я =н2 ! %С%енн%е%я д=влен, ая
х2 =С%Ямеднаяя Зн* ц, аяД =н%в, 2 ЯавЯеб%леев=жн%й%я
п Ян%внЗюя ч=Д ья % е=н=,я Зд=леннЗюя %2 я бе! ег%в,я
ч=Д %я Я =вн, в=ю2 я Яа СЗД / нейя н я дейД в, 2 ельн%,я
вел, ч, н=яСе! в, чн%йяС %дЗ* ц, , явя%2* ! / 2 %мя% е=неян=я
С%д яд% я меньше,я чемя н=я мн%е, хя С , б! ежн/ хя
=* в=2 %д , ахя о е! в, чн=ая б, %л%е, чеЯ =ая С %дЗ* ц, ая н=я
глЗб, нея 1Ця мя вя %Ян%вн%йя ч=Д , я л , ! %в%е%я % е=н=я
н=х%д, 2 Яявя%Ян%вн%мяв%С едел=хя%2 я15яд%абЦяг%Сям-
2г%д-1,я 2 %ед=я * =* я вД ! еч=ю2 Яя Са2 н=я в/ Я% %йя
Се! в, чн%йяС %дЗ* ц, , я 2Цяд%бЦяг%Сям-2г%д-1%я

К* яС =в, л%,ячемабл, жея* яС%бе! еж%ям,я2 ем%б%льшая
=н2 ! %С%енн=аян=г! Зз* =явнЗ2 ! енн, еям%д ая, аз=л, в/ я
%2 л, ч=ю2 Яя б%льшейя =н2 ! %С%енн%йя н=г! Зз* %йя С%я
Я =внен, юяЯ%2* ! / 2 / мя% е=н%м,яС , чемячемаб%льшая
Д еСеньяз=* ! / 2 %Д , яв%д%ем=,я2 %яеД ьачемаменьшая
в%д%бмена Я % е=н%м,я 2 ем,я С , я С %н, хя ! =вн/ хя
ЗЯ%в, ах,яв/ шеян=г! Зз* =ят=* %нец,яС , б! ежн/ еяз%н/ я

%2 л, ч=ю2 Яя н=, в/ Яи, мя =н2! %С%енн/ мя д=влен, емя
вЯедЯ в, ея= 2, вн%е%а! / б%л%вЯ в=а Яа Се! е! =б%2 * %йя
Зл%в=,я- Зн* ц, %н, ! %в=н, яя*! ЗОн/ хя, ямел*, хяС%д 2 %в/ хя
Я%д 3жен, й,я С%в/ шенн%йя Сл%2 н%Я, я Яв%х%дЯ в=,я
2! =нЯ%д 2 н/ хя Яязейя Яа вн32! , * %н2, нен2 =льн/ м, я
! =й%н=м, ,я! =зв, 2 %йя С! %м/ шленн%Я, я, яхне! ге2 , * , я
з=ч=Я Зюя н=а С! , в%зн%мя Я! бея , ,я н= * %нец,я
мн%е%и, Яенн%е%а, яб/ Я! %а =Я З? ег%и=Ялен, яя

о! , %д , 2 е2 / я вя ! ешен, , я ! =зл, чн/ хя м%д Я , хя
ге%х* %л%е, чеЯ , хяб%С! %Я%в%б%С! еделяю2 Яа,я* =а С! =в, л%я
вяз=в, Я, м%Я, я%2 аЯ еСен, я=н2! %С%енн%е%ад=влен, яя
о%х2 %мЗя Яи%жн%Я бя С! %блемя , я , н2 енЯ, вн%Я бя
ге%х* %л%е, чеЯ , хя С! %еЯ%в, яяцел%и, язвел, ч, в=е2 ЯаС%а
н=С! =влен, юя %2 а %2*! / 2 %е%а % е=н=а (м%д а%а * а
С%бе! ежъямхя

р=Яи%2! , мя%и%вн/ еяв, д/ адея2 ельн%Я, ямел%ве* =,я
вл, яю? , ея=а%Я%Ян, еям%д ейя

дея2 ельн%Я бя вя б=Яейн=хя! е*,я С! , в%д%а? =ая *я
, зменен, ямя г, д! %л%е, чеЯ %е%а ! еж, м=а м%д ейя
дея2 ельн%Я бячел%ве* =аяяб=Яейн=хя! е* а(! =Яи, ! ен, ея
Сл%а =д, я С=шн, ,я Я! %, 2 ельЯ в%а %д %Я 2 ельн/ хя
Я, Я ем,я в/! 3б* =а леЯ%в,я С! , менен, ея 3д%б! ен, йя , я
СеЯ, ц, д%в,я ! =зн%б! =зн%ея Я! %, 2 ельЯ в%а , я д! %а
вл, яе2 ян=яг, д! %л%е, чеЯ , йя! еж, мя! е*,я=яме! езянег%а, я
н=а еж, мяи%д ей, яя%Я%бенн%Я, яв=м* н32 / ххя

бян=ч=леяХХяве* =,явЯедЯ в, е,ягл=вн/ мя%б! =з%и,я
! =Яи, ! ен, яяземледел, я,я=н2! %С%енн=аяд%ляяС%2 % =я
н=н%Я%в%аЯаЯи, явям%д еяб/ л=аб%льшееЯ еЯ венн%й,явя
гл%б=льн%мя , л, я * %н2, нен2 =льн%мя м=Яи2 =бея бя
н=Я %а? еяяв! емяяСл%2 , н/ ян=а! е* =хя, я, ! ! , г=ц, %нн/ ея
Я, Я ем/ ,яС%Я! %енн/ еяС! е, мЗ? еЯ венн%а в%а в2 %д %йя
С%л%в, нея х2 %е%а Я %ле2 , я,я Се! ехв=2 / в=ю2 я , я

зн=и, 2 ельн%я Ян, ж=ю2 я Д% я н=н%Я/ва , я
=дЯ/д б, ! %б=нн/ хя н=я н, хя б, %еенн/ хя ве? еД в,я ва
%Я/бенн%Д , яДед, нен, йя %Я %д =жа

Ан2 ! %С/еенн/ йяС%2 % я =Д в%д енн/ хяяб%деяб, %еен%ва
ЯнЯш, яваС , б! ежн/ еяз%н/ ям%д ейя! =вен,я=я, н%ед=я, я
н=мн%е%яб%льшееяеД еД венн%е%яС%2 % =жаЭ2 %я%дн%я, за
С %авлен, йя , н2 енЯ - , * =и, , я гл%б=льн%е%я
б, %е%х, м, чеЯ %е%я, * л=б, %еенн/ хялемеи2 %ва

речн%йяД % яам%д ая2 =* же,явяцел%м,янеЯ %ль* %ан, жея
вЯедД в, еязвел, ч, вш, хЯяз=2 ! =2 яб%д/ ян=я, ЯС! ен, е,я
гл=вн/ мя %б! =з%м,я , з-з=я ! =зв, в=ю? ег%Яя %д %иен, яя
Сн, жен, ея Д % =я ! е* я С , в%д, 2 я* я ! %Д За Ялен%Д , я
м%д Я , хяб%дяз=м* н32 / хям%д ахя, яз=л, в=х,а2 =* , хя* =* я
Че! н%ея яАз%вЯ %еям%д ая л, яв=л, вяС=н-ф! =ни, Я %жа

н ЯС%льз%б=н, еземельябе! ег%б%йяС%л%еМемябл, жея
* яг! =н, цез! =здел=ямеждЗяб%д%йя% е=н=я, яВшей,я2 емя
%б/ чн%я б%льшая Сл%2 н%Д ья , ЯС%льз%б=н, ая земл, ,я , я
Я%2 ве2 Д венн%,яв/ шеядег! =д=и, аяземельябе! ег%б%йя
С%л%Я хя бя х2 %йя С%л%Яя %Д ! еез вЯег%я 2 =* жея , я
* %н* 3! ени, ая ва , ЯС%льз%б=н, , я земл, я междЗя ж, л/ м, я
* в=! 2 =л=м, ,я С%д 2 %б/ м, я , я С %м/ шленн/ м, я
Я%д 3жен, ям, хя л=вн=яябл=Д ьяз=г! азнен, ая-С%д 2 / ,я
* 3д=яз=г! азненн=аяб%д=аС%С=д=е2 аЯнВд%б,яД е* =е2 аЯн
г%д %дЯ , хя 2 е! ! , 2 %д , й,я * =* я ж, л/ х,я 2 =* я , я
С %м/ шленн/ х,яС%Д 3С=е2 явмеД еяЯн=н%Я-м, я! е* хя
г=ч=Д 3юя =* в=2 %д , , я С%д 2 %ва х3жея С %м/ в=ю2 Яя
2 ечен, ям, ,я гдея , я Язд=е2 Яя 3Д %йч, в=ая з%н=я
з=г! азнен, ая

ре* ! е=и, ая-яб! ьзнейш, йя %н* 3! ен2 яя ЯС%льз%б=н, , я
земелья бе! ег%б%йя С%л%Я хя л %д Я , ея С%бе! ежъяя -я
%Ян%вн%ея меД %я %2 д/ х=я С , вле* =ю? еез % %л%я
С%л%в, н/ я вЯхя ! е* ! е=н2 %ва м, !=,я , я * я 2Ц25я гя

С! %ен%з, ! Зе2 Яя, хяЗвел, чен, еявдв%еж%л%ль*%аС%бе! ежъяя
 С! ед, земн%е%а м%д яя ежег%дн%а С%е? =ю2 я ЯВ/ шея 1Ця
 млня 2З!, Я%в%я о!, 2% я м=Яя %2 д/ х=ю?, хя вя
 бе! ег%вЗюяС%л%Яяне, збежн%ав/ з/ в=е2 яеяз=г! язнен, ея
 , я дег! =д=ц, ю,я еЯ, я 2%ль*%а нея С!, н, м=ю2 Яя
 Яец, =льн/ еяме! / яд лязЗд%вле2 в%д, 2 ельн%е%а ешен, яя
 С! %блем/ я, ЯС%льз%в=н, яябе! ег%в%йяС%л%Я яне%бх%д, мя
 , н2 ег! , ! %в=нн/ йяС%дх%д%я яСл=н, ! %в=н, юяея =зв, 2, я,я
 Зч, 2 / в=ю?, , йяЯяЯ%Я%вн/ еяЯе 2 / С! %блем/ хя

Сб! %Явям%д еяз=г! язненн/ хяв%д%аС%бе! ежъяяК=* я, явя
 ЯиЗч=еяв%д%аВш, ,яВ? еЯ вЗю2 ядв=я%Я%вн/ хямех=н, зм=я
 з=г! язнен, яя в%д:я 2 %мечн%ея , я ! =Яяанн%ея п Ян%вн/ ея
 з=г! язн, 2 ел, :я С=2 %еенн/ ея м, *! %д г=н, зм/ ,я
 %д г=н, чеЯ, ея ве? еЯ в=,я Яед, нен, яя б, %еенн/ хя
 хлемен2 %в,я Я н2 е2, чеЯ, ея %д г=н, чеЯ, ея ве? еЯ в=,я
 2 ажел/ ея ме2 =лл/ ,я не- 2 еС! %дЗ* 2 / ,я з=г! язненн/ ея
 взвешенн/ еян=н%Я я е* хн н%ед=яз=ме2 нЗюя %лья, г! =е2 я
 , я2 еСл%в%еяз=г! язнен, еяв%д/ хп Ян%вн/ еяС%ЯедЯ в, яя
 з=г! язнен, яя-я, н- е* ц, %нн/ еяб%мезн, ,я хв2! % , * =ц, яя
 С!, б! ежн/ хяв%д%а, яде- , ц, 2 я*, Яи%д %д=,я 2 % Я, чеЯ %ея
 в%здейЯ в, ея! =зл, чн/ хях, м, чеЯ, хяве? еЯ вян=ялюдейя
 , С!, ! %дЗхя

Сб! %Я вя м%д ея з=г! язненн/ хя н=н%Я%в%я о%д 2 / ,я вя
 %Я%бенн%Я, я! =ЯС%л%женн/ еявяЗЯ ьяхя! е*, янЗжд=ю2 Яя
 вяС! %веден, , аС%Я %анн/ хяземлече! С=2 ельн/ хя! =б%2 аЯ
 Се! еме? ен, емяб%льш%е%а* %л, чеЯ в=ян=н%Я%в%яМ, Я / ея
 н=н%Я, ,я х%2 яя , я в/ з/ в=ю2 я не%бх%д, м%Я ья
 землече! С=н, я,я %Я%б%е%а х* %л%е, чеЯ %е%а в! ед=я нея
 С!, н%Я2 я п дн=* %а ч=Я ья землече! С=2 ельн%е%а
 м=2 е!, =л=я (С%а не* %2 %д / мя %цен* =м,я % %л%а 1Ц%М
 б/ в=е2 я з=г! язнен=я 2 ажел/ м, я ме2 =лл=м, ,я
 не- 2 еС! %дЗ* 2 =м, ,яб, %еенн/ м, я, яхл%д %д г=н, чеЯ, м, я

Ядед, нен, ям, жо ! %2 % ядель2 / ятев/ ,яе* =2 е! , н%в* =,я
Яде! ж, 2 я% %л%ка4Ця* гяЪ, ни=ан=а2 %ннЗян= %Сленн%е%ка
н=я дnea CeЯ =я , я , л=я т=я м%д Я %мя* ! =ея %дн%е%ка , за
%Ян%вн/ хя! З* =в%вадель2 / ярейн=,яС! %х%д%я? ег%я Я в%з%я
*! ЗСнейш, йя вя м, ! ея С%д 2 я гя р%2 2 е! д=м=я
(т, де! л=нд/ Ця н=м/ 2 я , Я ЗЪД венн/ йя %Д! %ва , за
з=г! язненн/ хя н=н%Я%ва п Д! %ва неС! , г%д%я дляя
%б, 2 =н, я,я н%ка м%же2 я б/ 2 ья , ЯС%льз%в=ня дляя
С! %, зб%дД венн/ хяцелей,я=С! , ме! ,яЯ л=д%в%ха

г=г! язненн/ м, я н=н%Я%м, я м%жн%ка вя %С! еделенн%йя
Д еСен, яЗС! =вля2 ь:яЪ! =Я/ в=2 ьян=я* ! =йяшель- =,яЯ
2 ем,я ч2 %б/ я %н, я з=2 емя Се! еме? =л, Яя бл=г%д=! яя
Я, л=мя г! =в, 2 =ц, , я вя б%меея глЗб% Зюя з%нЗя
м=2 е! , * %б%е%ка Я л%н=;я С%* ! / в=2 ья з=г! язненн/ йя
м=2 е! , =ля ч, Д / м;я =* * ЗмЗл, ! %б=2 ья н=н%Я/ я вя
Дец, =льн/ хя%н=хя%е! =н, ченн%е%ад%Д ЗС=я, ад! жа

ССец, =льн%йя С! %блем%йя являе2 Яяа Яб! %Я
С! %м/шленн/ хя %2 х%д%ва , я %2 Д %ая %н, Д н/ хя
Я%д Зжен, йяЭ2 , яве? еД в=ям%е32 яб/ 2 ьяч! езв/ ч=йн%ка
2 % Я, чн/ м, я П! =* , ея Яб! %Я я вя м%д ея безя %б! =б%2* , я
нелзяя в=л, - , ц, ! %б=2 ья н=че,я =* в=! в=! Д в%ка

п Яб=аяС! %блем=я-я! =ЯС! %Д! =нен, еяСл=Д , * %б%е%ка
мЗЯд! =ан=яС%ве! хн%Д , ям%д ейя, явас%л%ЯяС! , л, в=я, я
С! , б%каад=жеявя%2* ! / 2 %мя% е=неяег%ка вД! еч=е2 Яя
мн%е%каЭ2 %аб! %иенн/ ея, яС%2 е! янн/ еяЯб2 , ,яС%Сл=в* , ,я
ЗС=* %б* =я 2 %б=! %б,я б32 / л* , я , я С! я П! =* %йя мЗЯд я
С! =* 2 , чеЯ , я нея ! =зл=г=е2 Яя , я %Д =е2 Яя н=я
С%ве! хн%Д , яб%д/ я, л, ян=яСляж=хя%меньяд%лг%еяв! емяя
те* %2 %д / еям%д Я , еяж, в%2 н/ ея, яС2 , ц/ яз=гл=2 / в=ю2 я
Сл=Д , * %б/ йя мЗЯд ,я ч2 %ка С! , в%д, 2 я * я
небл=г%С! , я2 н/ мяС%ЯедД в, ямя ад=жея хя, бел, жа

о е! еб%з* =я %С=Ян/ хя ве? еД ва -я в=жн/ йя - =* 2 %д я
з=г! язнен, яям%д ейхавя%Я/бенн%Д , ях2 %а%2 н%Я 2 Яя* я
Се! еб%з* ея не- 2, я , я не- 2 еС %д3* 2 %ва С3д%х%дД в%а
%беЯеч, в=е2 я С , ме! н%а С%л%в, н3я =н2! %С%енн%е%а
С%Д ЗСлен, яя не- 2, я ва е , ! %б%йя % е=нх К=! 2 / я
з=г! язнен, яя% е=н=ане- 2 ьюя, я%Ян%вн/ хям%д Я , хял, н, йя
в%амн%е%м%Я/вС=д=ю2 хСб! %Я яз=г! язненн/ хяе? еД ваЯ
Явд%ваС%мн%Д ьюяз=С е? ен/ яяз=*! / 2 / хям%д ях,я2 =* , хя
* =* я С! ед, земн%е,я Че! н%е,я Ъ=л2 , йЯ %е,я К! =Ян%е,я
о е! Я дЯ , йяз=л, в,я АденЯ , йяз=л, в,я, яд! хяб%а мн%е, хя
меД =хяз=С е? ен=аС %м/ в* =а2 =н* е! %вх%П! еб%б=н, яя я
е? ея б%меея жеД * %м3я * %н2! %люя Я! %Я/ва Я Явд%ва
С%Д %анн%а3Я, л, в=ю2 Яя

п ченья! ЗСн/ еях* %л%е, чеЯ , ея =2 =Д! % / аЯяз=н/ аЯ
в/ л, в=н, емя не- 2, я , зя 2 =н* е! %ва ва ! е3зль2 =2 ея
* %д =бле*! Зшен, йя бе! %а2 н%я *! ЗСнейшейя
* =2 =Д! % %йя 2 =* %е%а 2 , С=я б/ ля Я! %Я ва % е=ня 3я
бе! ег%ва Ф! =ни, , я 22Ця 2 / Яя 2 я не- 2, я , зя 2! юм%ва
з=2 %н3вшег%а2 =н* е! =а" Ам% %аК=д, Я(1978яг%а31989я
гя2 =н* е! я" Э Яняб=льдеЯЯ, лЯяЯ* 3! Я-я, яС%л3и, ля
С %б%, н3я ва з=л, вея о! , нЯя з , лл, =мя н=я АляЯ ех
б/ л, л%Яя% %л%а 39я 2 / Яя 2 я не- 2, , яч2 %а С , вел%а* я
з=г! язнен, юя 55Ця * мя С%бе! ежъяя ва 3Я%в, ях,я гдея
Я-м%м, ? ен, ея С % , Я%д, 2 я ч! езв/ ч=йн%а медленн%а
вЯедД в, ея н, з* %йя 2 емСе! =2 3! / я в%д/ хя Ав=! , , я
неЯ %ль* %а меньш, хя м=Ям2 =б%в,я н%а 2 емя нея менеея
* =2 =Д! % , чеЯ , е,я С % , Я%дя2 я ежег%дн%а , я
не%дн%! =2 н%а р%ЯЯ йЯ , йя 2 =н* е! я "т=х%д" =Ва
Ямед%в=вш, йявяЯС%нЯ %м%ам%д е,яв%ав! емяяш2 %д м=я2я
янв=! яя1997яг%а =Я %л%лЯя, яз=2 %н3лх%ям%д еав/ л, л%Яя
5я 2 / Яя 2 я м=з32 =,я н%а х2 %а С , вел%а* я з=г! язнен, юя
б%льш%йяч=Д , яС%бе! ежъяя гл=вн%е%а%Д! %в=я ЯС%н, , я

Х%нЮжа Ъ/ ля н=неЯня веЪм=а зн=ч, 2 ельн/ йя 3? е! бя
д%б/ чея ! / б/ я , я м%д еС ! %д3 2 %в,я з=г! язнен/ я Сляж, я
%дн%йя, зав=жнейш, хяз%няС , б! ежн%е%а%2 д/ х=аяС%н, , я
d eЯ2 * , я2 / Ячяд%б! %б%льцевяя2 ечен, еянеделья3б, ! =л, я
С%бе! ежье,я б3 в=льн%я в/ че! С/ в=ая вед! =м, я
з=г! язненн%ея м%д ея , я С ! %2 , ! =ая 2 ! аС =м, я * =жд3юя
г=ль* 3яч=Сляж=хяя

бя1985ягяВдн%а" А! , =дн=ВяЪл%ан=а* =мн, яЗявх%д=явя
С%д 2 ял %е=д, ш%а(С%м=л, ЧяСЗдн%аЯсец, =л, з, ! %б=л%Ъя
н=я Се! еб%з* ея %С=Ян/ хя 2 % Я чеЯ , хя %2 х%д%в,я , я вя
м%мен2 я=в=! , , яЗянег%ан=яб%д 2 Зяб/ л%а1У5я! =зл, чн/ хя
х, м, чеЯ , хяве? еЯ вяб ЯедЯ в, ея* ! =йнейя%С=Ян%Я , я
дляя Я%Я%ан, яя м%д я,я х* Ясе! 2 =м, я Ютео я б/ ля
! =з! =б%2 =ня Сл=ня С%Я еСенн%йя ! =зг! 3з* , я Вдн=,я
* %2 %д =аяз=2 емяС ! %д%лж=л=ЪяВямеЯяцевяя

д ляя б%д ьб/ я Яз=г! язнен, емя м%д яя , л, я ег%а ч=Я , я
не%бх%д, м%я дейЯ в%в=2 яя н=я %Ян%вея д%мг%Я %нн%йя
* %мСле* Ян%йя С ! %е! =мм/ я дейЯ в, йя п Ян%вн=ая
* %нцеС, яя Я! =2 ег, , я * %н2 ! %лая з=г! язнен, яя
з= люч=е2 Яя вя 2 %м,я ч2 %б/ я Яб! %Я я нея С еб/ ш=л, я
еЯ еЯ венн3юя С%ел%2 , 2 ельн3юя ЯС%Я%бн%Я ья
з=? , ? =ем%йя ч=Я , я м%д яя з Я =н=вл, в=ю2 Яя
жел=ем/ ея цел, я Я%Я%ан, яя м%д Я %йя (, я бе! ег%б%й%а
Я ед/ ,я ,я Я%2 ве2 Я венн%я д%СЗЯ , м/ ея 3! %вн, я
Яб! %Я%в%ао ! %Я ейш, йя, яЗжеянеях- - е* 2 , вн/ йяЯС%Я%б%я
ЗС ! =влен, яя * =чеЯ в%м%я м%д Я %йя в%д/ я -я Яб! %Я
з=г! язнен, йявям%д еявян=деждеян=аег%аЯ=м%м, ? =ю? 3юя
ЯС%Я%бн%Я ьян н%ед=аЯ ! %а2 Яягг3б% %б%дн/ еяЯб! %Я ,я
%2 неЯнн/ еявеЪм=ад=ле* %а%2 ябе! ег=яп дн=* %а,я* = я, явя
ЯиЗи=ея Яа в%д=м, я Яви, я , я =2 м%Я е! н/ мя в%зд3х%м,я
! =зб=влен, ея -я нея х- - е* 2 , вн%ея Я едЯ в%а б%д ьб/ я Я
з=г! язнен, емяС , б! ежн/ хяз%ням%д ейя

д л я я 2 %и чн/ х я , Я %и н, * %в я %и %вн/ и я С32 в я - я
 Се! е Я! %и * = а 2 е х н %л %е , , я С % , з в %д Я в = а 2 = * , м я
 %б! = з %м, я ч2 %б/ я Я! = 2 , 2 в я %б / а м я , я Я м м! н з ю я
 2 % Я ч н % Я в я Я! % Я в я о ! % б л е м = а м % ж е 2 я! е и = 2 в Я я , я
 м е н е е я х - - е * 2 , в н/ м я Я % Я %б %м, я С % Я е д Я в %м я
 %и , Я н/ х я Я %д З ж е н, й, я З Я = н = в л, в = е м/ х я в я з = * л ю ч е н, е я
 2 е х н %л %е , ч е Я %е %а С %ц е Я Я , а 2 %а е Я в я н = я %и ц е я ! 36/ В а
 з С = в л е н, е я! = Я Я н н/ м я з = г! я з н е н, е м я з н = ч, 2 е л ь н %я
 Я %ж н е е я п н %я 2! е б з е 2 я С %и , м = н, я я С32 е и я
 ! = Я С % Я ! = н е н, я я С %л л ю 2 = н 2 %в я , я Я %2 в е 2 Я в з ю ? е г %я
 З С = в л е н, я я 2 е ! ! , 2 %д , я м, я , я = * в = 2 %д , я м, я
 С , б! е ж н %и я з %и / х я

г н = ч, 2 е л ь н/ м, я з = г! я з н, 2 е л я м, я м %д е и я в/ Я З С = ю 2 я
 ! е * , , я ч 2 %я ! = Я и, ! я е 2 я С %м я д е я 2 е л ь н % Я , я С %я
 ! е г З л, ! %в = н, ю я Я % Я %я н, я я м %д е и, я в * л ю ч = а я ц е л, * %м я
 ! е и н/ е я = Я Я и н/ х я

о ! , б л, з, 2 е л ь н = я, я Я %! З г л е н, е м я д %а л %б, Я ц е н * = а д %л, я
 в * л = д = а %и %вн/ х я , Я %и н, * %в я з = г! я з н е н, я я л , ! %б %е %я
 % е = н = а , я е г %я * %и С %и н е н 2 %в я Я л е д з ю ? = а : я Я % я
 з = г! я з н е н, й я Я Я и, я (* = * я С %я ! е * = м, я 2 = * я , я в я в, д е я
 ! = Я Я н н %е %а Я % = Я - а л %б, а в/ С = д е н, я я з я = 2 м %Я е ! / я - я
 м е н е е я л %б, я я Я %и н, * , я н = а м %д е я Я в д %х %д Я в %, а д %б/ ч = я
 н е - 2 , я , я д! ж а - я б %л е е я 2 Ц я %я С %2 в е 2 Я в е н н %я
 , Я %и н, * = м я з = г! я з н е н, я я д %л ж н = а! = з! = б = 2 / в = 2 в Я я , я
 Я ! = 2 е г, я я е г %я * %и 2 ! %л я, я в * л ю ч = а я * %и * ! е 2 н з ю я
 Я ! = 2 е г, ю я С %я * = ж д %и з я 2 %и ч н %и з я , Я %и н, * З я
 Я л е ! ! , г е н н %е я С % , Я %ж д е н, е я %и %вн/ и я м = Я / я
 з = г! я з н е н, й я З = з / в = е 2 я н = а С , %д , 2 е 2 н % Я в я д е и Я в, й я
 н = я Я и е, я 2 = * я ж е я * = * я , я н = я н е %б х %д, м % Я в я
 , н 2 е г! , ! %в = н н %е %а С %д х %д = я я З С = в л е н, ю а С , б! е ж н/ м, я
 з %и = м, х я

о ! , ни, С, =льн%ея%2 л, ч, ея м%д Я %е%а з=г! язнен, яя%2 я
! ечн%е%авя2 %м,яч2 %а Се! в%ея м%же2 а Се! еме? =2 ь Яявя
! =зл, чн/ хя н=С! =влен, яхя вя С! едел=хя м%д яя Э2 %а
%б~~А~~ 2 , вн%а С%бЗжд=е2 я Я! =н/ ,я ! =С%м%женн/ ея За
%дн%е%а , я 2 %е%а жея м%д я,я * а междЗн=! %дн%мЗя
Я%2! Здн, чеЯ вЗя дляя Я%х! =нен, яя , я ЗлЗишен, яя
Я%Я %ан, яя м%д яя Ял, С, чн=яя - , л%Я% , яя
нез=, н2 е! еЯв=нн%Я , я вя С%ЯмедЯ в, яхя Я%ейя
дея2 ельн%Я , я За Я! =н,я ! =С%м%женн/ хя в/ шея С%а
2 ечен, юя! е* , явяС! , менен, , я* а м%д Я %йяЯ 2 З=и, , янея
дейЯ вЗе2 хя

бя н=Я %а? ея в! еяя Я? еЯ вЗю2 я междЗн=! %дн/ ея
Я%ел=шен, яя С%а %2 дельн/ мя м%д ям,я ! егЗл, ! Зю? , ея
Я%вмеЯ н/ ея дейЯ в, яя С%а б%д ьбея Яа з=г! язнен, м,я
С! ед%2 в! =? ен, юя , я л, * в, д=и, , я х* %м%е, чеЯ , хя
* =2 =Я! % ,яС%а%д г=н, з=и, , яЯ%вмеЯ н/ хян=блюден, йя
з=я* =чеЯ в%мя в%д/ ,яС%а%х! =няем/ мя =* в=2 %д , ямя , я
2 е! ! , 2 %д , ямя , я д! Зг, мя ! =зн%б! =зн/ мя в%С! %Я=м,я
2! ебЗю? , мя Я%вмеЯ н/ хя Я%ел=Я%в=нн/ хя дейЯ в, йяКя
н, м,я вя ч=Я н%Я , я %2 н%Я2 Яя Я%ел=шен, яя С%а
Б=л2 , йЯ %мЗ,я С! ед, земн%мЗ,я Севе! н%мЗ,я
К=! , бЯ %мЗ,яЧе! н%мЗя , яд! Зг, мя м%д ямя , я м%д Я , мя
=* в=2 %д , ямхя

о %м, м%а ! ег, %н=льн/ х,я Я? еЯ вЗю2 я , я д! Зг, ея
междЗн=! %дн/ еяЯ%ел=шен, я,я! егЗл, ! Зю? , ея! =зл, чн/ ея
ге%х* %м%е, чеЯ , ея С! %блем/ я м%д ейя , я % е=н%вх
С%ел=шен, ея С%а м%д Я %мЗя С! =вЗя (ЛТя оЖфя СеВн
! =Ям=2! , в=е2 я мн%е, ея в%С! %Я хбв2 %мич, Яея дляя
С! , б! ежн/ хяЯ! =няЗЯ =н=вл, в=е2 Яяh Я люч, 2 ельн=яя
х* %н%м, чеЯ =аяз%н=а(ExclЖiveяEconотисяZone,яEEЗЧ
ш, ! , н%в2Цм, лья%2 ябе! ег=,явя* %2 %д %виз=аЯ! =н%в
х%зяЛ%в С%бе! ежъяя %Я =е2 Яя С! =в%а н=я

, Я лоч, 2 ельн%ея , ЯС%льз%б=н, ея , я * %н2 ! %лья м%д Я , хя
! еЯВ! Я%бхСЗ? еЯВ в3е2 я2 =* жеяЛ%нд%нЯ =яя %нвени, яаС%а
С ед%2 в! =? ен, юя з=г! азнен, яя м%д ая Яа ЯВд%бв , я
* %н* ! е2 н/ еяС %2 % %л/ я* янеВан мее2 Яа! ядя* %нвени, Я
С%а%х! =неям%д Я , хямле* %С, 2 =ю? , хя, ямн%е, еяд! Зг, ея
междЗн=! %дн/ ея Я%ел=шен, я,я* =Я-ю? , еЯа 3С =влен, яя
Я%Я %ан, емям%д еЯ, Я% е=н%бх

н ЯС%льз%б=н, ея неб, %л%е, чеЯ , хя м%д Я , хя ! еЯВ! Я%бх
g=С=Я а не- 2 , я н=я днея м%д еЯ Я%Я =вляю2 я % %л%а
С%л%б, н/ яеяз=С=Я%вян=яземн%маш=! ежКан=ч=л3а199Ц-хя
ггхя Сл%а =дь,я Се! Яе* 2 , вн=ая н=я не- 2 бя , я г=зя н=я
* %н2 , нен2 =льн%машель- е,я вя С едел=хя , я вбл, з, я
С , б! ежн%Лз%н/ яб/ л=а! =вн=я13ямлнх* м²,я=яч, Ял%а
%бн=! Зженн/ хя2 =машеЯ %д %жден, Я С ев/ ш=л%а7ЦЦа
г жея я1985ягхн=ашель- еям, ! =яб/ л%аС %б3! ен%аЯВ/ шея
2ЦЦа 2 / Яа С%, Я %б%!=звед%нн/ хя Я в=ж, нх те- 2 бя
д%б/ в=ю2 я н/ неян=я вЯхх* %н2 , нен2 =льн/ хяшель- =хя
м, ! =хя п ж, д=е2 Яа,я ч2 %а д%лая м, ! %б%Лз д%б/ ч, я н=я
шель- ея в%з! =Я е2 я з=я 199Ц-ея ггхя %2 я 8%а д%а 4Ц%х
g=г! азнен, еяв%д/ аС , ях2 %машС =* 2 , чеЯ , яне, збежн%а
б%С %Ява2 %м,ан=Я %ль* %а%н%ал% =льн%,я2 %аеЯ бя* =* а
%н%авл, яе2 явяцел%машн=яЯ%Я %ан, емям%д еЯа%аСе! н%маш
м%д еяСл=2 - %д м/ ,яЯ* %2 %д / хяС % , Ях%д, 2 яб3! ен, ея, я
д%б/ ч=я не- 2 , я , я г=з=,я вмеЯ ея Яа % ! Зж=ю? еЛз
=* в=2 %д , еЛз! =д, 3Я%маш3я* м,яз=н, м=ю2 яЦ,1%аСл%а =д, я
м%д ахх

д! Зг=аяС %блем=а-язд=лен, еяне- 2 ян/ хяСл=2 - %д маш
%2 ! =б%2 =нн/ хя 3и=Я* %ва 2 =* , хя =* в=2 %д , Лз * =* а
Се! н%ея м%д ея , л, я л е* Я* =нЯ , Лз з=л, вх п н, я
 , Яа, Яляю2 ЯаЯ%2 нам, я, а Ся2 Я в3ю2 яВд%х%дЯ в3а, я
! / б%л%бЯ в3хх

б%я мн%е, хя ме%д =хя н=я мел*%б%дьяхя С % , зб%д, 2 Яя
д%б/ ч=аСеЯ =а, а! =в, яадлая%д! %, 2 ель%д в=ад%б/ в=ю2 я
2 =* жея ме2 =лля , зя м%д Я , хя ! %Я/ Се%а , я желез%-
м=! г=нцев/ ея *%н*! ец, , я Э2 =я дея2 ельн%д%а
%2! , ц=2 ельн%авл, яе2 ян=аЯ%д %ан, еадн=,авя2 %мян, Яея
н=я бен2 %Яя Звел, ч, в=е2 я м32 н%д%а в%д/ я , я
С еСа2 %д в3е2 я / б%м%в%д в3яя

п Я%б/ %а в%С %а -я , Я%льз%в=н, ея хне! г, , я % е=н=я
г=С=Я ахне! г, , авянемая%е! %мн/ ,ян%аея*%нцен2! =ц, яя
невел, * =,я , я С%2 %м3я С% =я нея3д=е2 Яя! =з! =б%2 =2 %а
х- - е* 2 , вн/ ея 2 ехн%м%е, , я , звлечен, яя хне! г, , я
о! %б%д, л, Яя! 3Сн/ еях* Яе! , мен2 / аС%а, Я%льз%в=н, юя
хне! г, , я С , л, в%ва (ф! =нц, я,я СССр%а н мею2 Яя
С %е* 2 / я , Я%льз%в=н, яя хне! г, , я в%мн,я м%д Я , хя
2 ечен, %а ! =зн%д , я 2 емСе! =2 3! я С%ве! хн%д н%а , я
гл3б, нн%а в%д/ ,ян%а С%-в, д, м%м3,я%н, я нея в/ шл, я з=я
С едел/ яЯ! %мн/ хях* Яе! , мен2 %ва, я С %д =б%2 % ян=я
б3м=гея

н Я%льз%в=н, ея м%д Я , хя б, %м%е, чеЯ , хя ! е%В! Я%ва
р/ б=я-а%д, ня з%м%вн/ хя, %д %н, * %ваС, 2 =н, яamel%ве* =,я
н=аееад%мюяС , х%д, 2 Яя2%аС%2! ебляем/ хябел* %ва%а
не* %2 %д / хя %д! =н=хя С%2! еблен, ея ! / б/ я ве%м=я
зн=и, 2 ельн%а%ваЯС%н, , а-б9а г/челх%а%д,а%Жн%а%К%д ея
-а51а г,ян=аф, л, СС, н=хя-а34а г%ва2 ечен, еяС%Яедн, хя
де%а2 , ле2 , %ам, ! %б/ ея3л%б/ я! / б/ аз=ме2 н%ав/ ! %м, ,я
%2 а2амлн%а а%а195%а%д%ам=* Я м3м=а%а1989а%а =вн%е%а
1%амлн%а2 яр%д азл%б%ва%ам, ! еяС , вел%а азвел, чен, юя
С%2! еблен, яя! / б/ я н=я д3м3я Я едне%д =2 , %д , чеЯ %е%а
ж, 2 еляадемл, а%2 а%а г%ва195%а%д%а19а г%ва1989а%а ! , я
х2 %м%а! %д азл%б%ваб/ л%не3 л%нн/ м,яз=а, Я лючен, емя
неЯ %ль* , хяе2 а%а %нц%а196%а-хя, ян=ч=леа197%а-х%г%а %ед=я
ч! езме! н/ %а л%ва Я! д, н/ я 3я бе! ег%ва о е! 3я С%д%д в=ля

з=C=Я я х2 %е%я Д =д=я н=Д %ль* %,я ч2 %я С%МедД в, яя
Я =з=л, Яян=авел, ч, неа/б? ем, ! %б%е%аЗл%б=,я=аД =д%анея
в%ДД =н%б, л%Яд%аЯ, хас%а я

о %х%ж, ея Я 2 3=и, , я Я л=д/ в=ю2 Яа , я Яа д! 3г, м, я
в, д=м, я! / ба, ян=яд! 3г, хя=* в=2 %д , ахял =* Я м=льн%я
в%зм%жн/ ДЗД %Д, в/ ДЗл%б%я* =* %е%-л, б%ав, д=аз=в, Я 2 я
%2 я дВЗх%Ян%бн/ хя- =* 2 %д %б:я ч, Яенн%Д , я Д =д=я , я
ежег%дн%е%я С , ! %Д =я м%л%д, хя те%бх%д, м%,я ч2 %б/ я
зн=и, 2 ельн%еяч, Ял%а%Я%беДавяД =деям%ел%аЯ%з! е2 ья, я
д=2 ьяС%2 %мД в%,аС еждеям%я2 , ,зжеавз! %Ян/ ея / б/ я
бЗдЗД ав/ л%влен/ жа

бя Себе! н%мя м%д ея ежег%дн%я в/ л=вл, в=е2 Яа б%я
Д =д=я2! еЯ , я! =зл, чн%е%ав%з! =Д =аЯ! еЯ =аС%Я%бн=я
* я! =змн%жен, ю,ян=и, н=аяЯав%з! =Д =аче2 / ! ехале2 ,я, я
м%же2 я ж, 2 ья в%я 2 ечен, ея мн%е, хя ле2 я п дн=* %я в%я
Себе! н%мям%д ея2 %ль* %а4%я%Я%беДз2! еЯ , явяв%з! =Д ея
%дн%е%а%д=ад%ж, в=ю2 ад%аме2 / ! ехале2 хе л%б/ я2! еЯ , я
! %Ян, явя196Ц-еяггх%я, ад%Д , гл, ям=* Я мЗм=явяЗЦДз2 / Яа
2 я в%я 1972я гх%я 2 %ед=я * =* я м=* Я м=льн%я в%зм%жн/ Д
ЗД %Д, в/ ДЗл%б%б/ л,ас%-в, д, м%мЗ,я%б %л%а2ЦДз2 / Яа2 я
Э2 %2 аз! %веньяЗл%б%в%зде! ж, в=лЯад%а198Цгх%я=аз=2 емя
н=ч=ля Ян, ж=2 ья,я Я%Д =вляяя в%я н=Д %а? ея в! емяя
менея1ЦДз2 / Яа2 хп чев, дн%,я2 %ад=жеанезн=и, 2 ельн%ея
С ев/ шен, ея - =* 2 , чеЯ %е%я Зл%б=я н=дя м=* Я м=льн%я
в%зм%жн/ мя ЗД %Д, в/ мя Зл%б%мя С , в%д, 2 я * я
* =2 =Д! % , чеЯ %мЗя ЗхЗдшен, юя Я%Д %ан, яя ! / бн%е%я
Д =д=я о %х2 %мЗя Зл%б/ я в%я в%х%я С%д%бн/ хя ЯмЗн=ах%я
д%лжн/ аб/ 2 ьяЯ%б! =? ен/ ад%аЗ! %вняяз=ме2 н%аменьшег%,я
чем%ям=* Я м=льн%ав%зм%жн/ ДЗД %Д, в/ ДЗл%б%,я2 %б/ я
, збеж=2 ьяеС%С =в, м%Д%ам, б* , жа

бя199Ц-1993ягг%м, ! %б%ДЗл%б%б/ л%аменьше,ячем%я1ЦДз
млн%я2 хр=Яе2 / я, х2 , %л%е%б%е? еяз=а1Ц-15яе2 ад%ас, * =я

Зл%б=я С% =з/ в=л, ,я ч2%а г%д%б%б%а С! ,! %д я! / бн%б%а
б, %м=ЯЯ я Я%д=вляе2 я % %л%а 1ЦЦя млнх2 хя Э2%а
м= Я м=льн%а в%зм%жн=аяя вел, ч, н=я С! ,! %д=я
в%з%бн%б, м/ хя! еЯВ! Я%б%а! / б/ яз=я г%д, я2%а еЯд %а х2%а
С еделя ЗЯд %б%а, в%е%а ! / б%л%б%д в=,я С ев/ шен, ея
*%2 %д %е%а С! , веде2 я *я * =2 =Яд! % , чеЯ , мя
С%ЯедЯд в, ямхав%авЯехя17ягл=вн/ хя! =Ян=хям%д Я %е%а
! / б%л%б%д в=я (, л, ,я ч2%а 2%а же, явя*! ЗСн/ хя м%д Я , хя
х %Я Яд ем=х%ав/ л=вл, в=е2 ЯявЯе, яч2%а в%зм%жн%а, л, я
менея С ежн, хя в%зм%жн%Яд еЯа бя девя2 , я! =Ян=хя
Зл%б/ яЯн, ж=ю2 Яяя

о %х%же, я ч2%а %б? ем, ! %б/ ея Зл%б/ я! / б/ я д%Яд , гл, я
Я%е%а С, * =я ХЗже, я еЯм, я %н, я С евз%мл, я З! %венья
ЗЯд %б%а, в%е%а г%д%б%е%а С! ,! %д =, я С%2 %мЗяч2%а вях2%а
ЯмЗч=ея м%жн%а %ж, д=2 %а Ян, жен, яя! / бн/ хя! еЯВ! Я%б%а, я
д=льнеЯнег%а С=ден, яя Зл%б%б%ао! %ен%з/ яЗ* =з/ в=ю2 ян=я
2%а ч2%а *я 2ЦЗЦя гя Я еднея Яд =2 , Яд , чеЯ %ея
С%2! еблен, ея / б/ яЗС=де2 яд%а11я г/чел, я2%а еЯд %а С%м2 , я
ве! не2 Яяя яЗ! %внюя195Цяя

д%Яд , жен, ея С едельн%е%а З! %вняя м, ! %б/ хя Зл%б%б%а
Я%С! %б%жд=е2 Яя! еЗ* , мяЯ% ! =? ен, емяз=С=Я%аценн/ хя
С! %м/ Я%б/ хяв, д%в%ан=я! =зл, чн/ хя* в=2 %д , яхям, ! =, я
н=С! , ме! , ял%Я%Яян=ад=льнемяб%Яд %ея, яз=С=дн%мя
С%бе! еж%ея Сх Ая, яК=н=д/ , я%Яе2! %б/ хявяК=ЯС, ЯЯ%мя
м%д е, яЯельд, ,я* =мб=л/ , я2! еЯ , ,яС=л2 ЗЯявяСе! н%б%а
А2 л=н2 , * е, яЯ! д, н/ яв%н%ея=Свелл, нг=яЗябе! ег%б%а е! За
 , я д! хя дег! =д, ! %б=в%ея Яд =д%а Зжея нея
в%Яд =н=вл, в=е2 Яяяд%ааСе! в%н=ч=льн%б%аи, Яенн%Яд , я
 , яС! %дЗ* 2 , вн%Яд , яя

р=зв, в=е2 Яяя2 =* ж%а =зведен, ея / б/ яв%Яд* =х%б%а1991я
гя%н%ад=в=л%а12,7ямлнх2 яп дн=* %ан%а%б%х%д, 2 Яяябезя
С! %блем:я ! / бн/ ея %Я%б, я вя Яд* =хя С%д%е! жен/ я

хС, дем, ям, в/ ! =? , в=н, ея / б/ я2 ! ебзе2 зн=ч, 2 ельн/ хя
! =Як%д%ва зе! н=я н=я ея С, 2 =н, е, я =я *%н* 3! ени, яя Яа
д! 3г, м, я С%льз%в=2 елям, я земл, я з=я меЯ%я 3я
С%бе! ежъя, ягдеям%жн%яз=н, м=2 ьЯя! =зведен, емя! / б/ , я
веЯм=я%Я! =яо %х2 %м3яСе! Ясе* 2 , в/ я, Я 3ЯЯ венн%е%я
! / б%д =зведен, яяв! ядыл, ям%жн%я! =Яцен, в=2 ьяв/ Я% %я, я
вялюб%мяЯи3и=ея%н, янеям%е32 я! =Яи=2 ! , в=2 ьЯя* = я
=ль2 е! н=2 , в=еЯЯ еЯЯ венн%м3яС! %цеЯВяя

о%я вЯЯ в, д, м%Я , я д%Я , жен, ея С! едельн%я
в%зм%жн%е%яЯ%д =я! / бн/ хя! еЯ! Явяз=яг%дях2 %яе? ея
%д, ня Я гн=л, я г%б%д я? , Я %я д%Я , жен, , я С! едел%ва
 , Я%льз%в=н, яя х*%Я е! / , я %я 2! еб%жн%мя Я%Я %ан, , я
%дн%е%я, зяв%з%бн%в, м/ хяС , ! %дн/ хя! еЯ! Явя, я%дн%е%я
 , зя в=жнеЯи, хя , Я%н, *%ва С! %д%б%льЯ в, яя дляя
! =Я 3? ег%ан=Ялен, яям, ! =, я2 %аеЯ ья%б%е? ея%дн%мя
С! %авлен, , я н=! =Я =ю? ег%я гл%б=льн%е%я
г%х*%л%е, чеЯ %е%я! , з, Я=яя

я

я

УЯзвхс е%х*%л%е, чеЯ , еяС! %блем/ яи%д Я , хя
С%бе! еж, Яя
 , зн32! ени, хяи%д еЯ

я

е %д Я , ея С%бе! ежъя х2 %я 2 =я ч=Я ья С%ве! хн%Я , я
гемл, я гдея вз=, м%деЯЯ в3ю2 я Яви=, я % е=ня , я
=2 м%Я е! =я вя 3Яи%в, яхя зн=ч, 2 ельн%е%я , я вЯя
Звел, ч, в=ю? ег%Яя =н2 ! %С%енн%е%я д=влен, яя Э2 %я нея
2 %ь*%я %2 н%Я 2 ельн%я неш, ! % =яя з%н=я
неС%Я едЯ венн%е%явз=, м%деЯЯ в, яя2! ехяге%Я е! , ян%я
 , я б%леея ш, ! % =яя С%л%Я, я вя С! едел=хя *%2 %д %Я
 - 3н* ц, %н, ! 3ю2 яЯеи, - , чеЯ , еяС! , б! ежн/ еяС! , ! %дн%
х%з%ЯЯ венн/ еяЯ, Я ем/ яо %дым%д Я , м, яС%бе! ежъям, я

%б/ чн%а С%н, м=е2 Яая О %Д! =нД в%,я ЗЯ%вн%а
 %е! =н, ченн%ея, з%е, СЯ%Дз 2Ця мян=дя3! %внемя м%д ая, я
 , з%б=2 %Дз 2Ця мя н, жея 3! %вняя м%д ая о! , б! ежн/ ея
 С! , ! %дн%-х%зяДР венн/ ея Я Д ем/ я -я %меня в=жн/ Дз
 *%мС%нен2 я х%Я е! / ,я вл, аю? , Дз * =* я н=я м, ! %б%ея
 х%зяДР в%,е =* я ян=ял%б=льн/ еяС! , ! %дн/ еяС! %цеЯЯ/ я
 г%н=я С%бе! ежъяя м%д еДя з=* люченн=ая межд3я
 , з%е, СЯ=м, я -2Ця мя , я +2Ця м,я %2 л, ч=е2 Яая
 Мед3ю? , м, я%Я%вн/ м, яе! 2 =м, ,яяЯ%аЗ* =з/ в=ю? , м, я
 н=яеяеЯм=в=жн3юя %львах%Я е! е:я
 -яянеДз! %ж, в=е2 я% %л%б%Д%ан=Ялен, яам, ! =я
 -яп н=яв=н, м=е2 я8%аС%ве! хн%Д , ядемл, я
 -ябянеДз! =ЯС%л%жен/ ядвее2! е2 , яг%д %д%вям, ! =я Яа
 н=Ялен, ем%б%меея, бамл! джеля
 -ябянеДз- %д м, ! Зе2 Яая% %л%а че2 ве! 2 , яСе! в, чн%Дз
 б, %л%е, чеЯ %Дз! %дЗ* ц, , ам, ! =яя
 -яп н=яд=е2 я% %л%аД%вям, ! %б%е%аЗл%в=я / б/ яя
 я
 о! , б! ежн=аяз%н=яз=н, м=е2 явЯг%ал, шья8%аСл%а =д, я
 л , ! %б%е%а % е=н=я , я Я%Д=вляе2 я менеея Ц,5%я ег%а
 %б%Ам=я п дн=*%а вя неДз - %д м, ! Зе2 Яая 18-33%а
 б, %л%е, чеЯ %Дз! %дЗ* ц, , я % е=н=я о! , б! ежн=ая з%н=я
 С%ел%а =е2 я 75-9Ц%я Д% =я н=н%Я%вля ! е* я вмеДР ея Яа
 з=г! язняю? , м, я хяе? еДР в=м, яянеДз* * 3м3л, ! Зе2 Яая
 9Ц%я Я%в! еменн/ хя! / хл/ хя %2 л%жен, Дз м, ! =я бя неДз
 н=* =Сл, в=е2 Яая 2=* жея 8Ц%я 2%е%а %д г=н, чеЯ %е%а
 ве? еДР в=я * %2 %д %ея 3д=ляе2 Яая , зя=* 2 , вн%Дз ч=ДР , я
 гл%б=льн%е%а, * л=яг%ле! %д=яД2 , яд=нн/ еяЗ* =з/ в=ю2 ян=я
 в=жнеДизюя%б? ем, ! %в3юя %льаС! , б! ежн%Дз%н/ я
 бя! =зде,яС%Вя? енн%мя, зменен, юя* л, м=2 =я, яег%а
 С%ЯмедДР в, ям,я 3жея %б%Вжд=л, Яя в%С! %Я/ я вл, ян, яя
 , зменен, яя * л, м=2 =я , я ! %Д=я 3! %вняя % е=н=я н=я

С , б! ежн/ еяЯ Я ем/ ях , ! , н=аС , б! ежн%В%С%м%Я , ян=я
* %2 %д Зюя бЗде2 я вл, а2 ья ! %Я а З! %вняя м%д а, а
Я л=д/ в=е2 Яя з:яя

–яг%н/ аС ям%е%яз=2 %Слен, яавЯмедЯ в, еяС%в/ шен, яя
Я еднемн%е%ле2 нег%яз! %вняям%д а;яя

–яв ел, ч, н/ а%2 Я ЗС=н, яябе! ег%в%Вл, н, , явЯмедЯ в, ея
! =з! Зшен, яябе! ег=;я

–яг%н/ яв=2 %Слен, яяС , ян=г%н=хя ям2 %д м=хяя

т=С%мн, м, я ч2 %я , зменен, ея * л, м=2 =я %зн=ч=е2 я
, зменен, еянея2 %ль* %аег%яЯ едн, х, ян%а, я* ! =Лн, х, а2 %а
еЯ ья* =2 =Я ! % , чеЯ , хяС% =з=2 елеЛяв* люч=ая2 =* , ея
* =* а! %Я аС%в2 %д яем%Я , я, я, н2 енЯ, вн%Я , ям2 %д м%ва
, ям2 %д м%в/ хян=г%н%вав%д/ хяп ж, д=е2 Яя, ач2 %аЗ! %венья
л , ! %в%е%а% е=н=а я21ЦяаС%дн, ме2 Яян=а2Ц–86яЯм, я=я
ва Я еднемя н=я 5Ця Ям, я Я Я Я%2 ве2 Я вЗю? , мя
небл=г%С , а2 н/ мя в%здеЛД в, емя н=я С , б! ежн/ ея
Я Я ем/ я т=я СеЯм=н/ хя Сяж=хя Я ЗЯ =н%в, вш, мЯя
С % , лемя! =вн%веЯ, яя, зменен, еяЗ! %вняя% е=н=ян=а1я
Ям%зн=ч=е2 я, зменен, ея! =Я%м%жен, яя* ! %м* , яв%д/ ява
Сл=неяС , бл, з, 2 ельн%ян=а1–1,5ямяр%Я аз! %вняян=аЦ, 5я
м%бЗде2 Я%зн=ч=2 ьяСе! еме? ен, ея* ! %м* , яв%д/ янеяменеея
чемян=а5Цамхяг жеяЯЛн=ЯавЯмедЯ в, еяС%д Ям=яз! %вняя
в%д/ ява2 ечен, еяХХяЯ %ле2 , а, а7Ц%аСеЯм=н/ хябе! ег%ва
м, ! =ян=х%дя2 ЯяваЯ%Я %ан, , а =з! Зшен, яяя

Ан2 ! %С%енн/ ея С е%б! =з%в=н, яя С , ! %дн%
х%зяЛД венн/ хяЯ Я емям%д Я , хяС%бе! еж, Л%2 н%Я2 Яя
* а н=, б%леея , н2 енЯ, вн/ мя ва м, ! ея Ч, Яенн%Я ья
н=Ялен, яя х2 , хя 2 е! ! , 2 %д , Ля , я ег%а Сл%2 н%Я ья нея
2 %ль* %аЗжеяв/ Я% =, ян%а, аС %д%мж=е2 яЗвел, ч, в=2 ьяя
о ! , а х2 %м а С , ! %Я а н=Ялен, яя ва С , б! ежн/ хя з%н=хя
б%льше, а чема С , ! %Я а н=я внЗ2 ! , * %н2 , нен2 =льн/ хя

2 е! ! , 2 % , яхя вЯмедЯ в, ея С е, мЗ? еЯ венн%В
м, г! =ц, , яюдеВ С%бе! ежьямхя

Чемябл, жея я! =н, цез! =здел=ямеждЗяв%д%В% е=н=я, я
ВшеЛя2 емя%б/ чн%аб%льмеяСл%2 н%Я вя, ЯС%льз%б=н, яя
земл, ,я , я Я%2 ве2 Я венн%а в/ шея дег! =д=ц, яя земелья
бе! ег%б%В С%л%Я хя К%н- л, * 2 н=ая Я 2 З=ц, яя н=я
С%бе! ежьяхя в%зн, * =е2 я 2 =* жея вЯмедЯ в, ея! =зв, 2 , яя
2 З! , зм=,я 2! ебЗю? ег%а ч, Я %В в%д/ я , я ч, Я %а
С%бе! ежьяхн=ч, 2 ельн%Вш, ! , н/ я С! %2 аженн%Я , хя

л / я Зжея %бЯжд=л, я вя С едшеЯ вЗю? емя! =зделя
в%С! %Я аз=г! азнен, яяв%дяС , б! ежн%Вз%н/ хп * %л%аВ%
з=г! азнен, ЛяС%Я ЗС=ю? , хя ЯаВш, яв люч=аяб/ 2 %в/ ея
Я %н/ ея в%д/ ,я б, %ен/ я , я 2 % Я чн/ ея ве? еЯ в=,я
%Я =ю2 Яа вя С , б! ежн/ хя в%д=хя Б%льш=ая ч=Я вя
Сл%д%д %дн/ хя ЯельЯ %х%зяВЯ венн/ хя земелья
! =ЯС%л=г=е2 Яа вя С , б! ежн%В з%не,я в/ з/ в=ая
 , н2 енЯ вн%ея , хя , ЯС%льз%б=н, ея Яа Я%С2 Я вЗю? , м, я
х* %л%е, чеЯ , м, яС! %блем=м, ,я2 =* , м, я* =* аЗвел, чен, ея
Я % =аЯед, нен, Вб, %ен%вд, аеЯ , ц, д%вхя

СледЗе2 ян=С%лн, 2 ь,яч2 %а з=я С%меднеея Я %ле2 , ея
=н2! %С%енн/ ея С е%б! =з%б=н, яя С , б! ежн/ хя Я Я емя
С! %2 е* =ю2 я вя ЗЯ%в, яхя медленн%е%,я н%а неЗ л%нн%е%а
! %Я =аЗ! %вная% е=н=,яч2 %а д%С%лн, 2 ельн%а в/ з/ в=е2 я
зн=ч, 2 ельн/ ея%зяВЯ венн/ еяС! %блем/ хя

о! , б! ежн/ ея х* %Я Я ем/ ,я н=х%дяЯ Я ед, я
б%е=2 еВш, хявям, ! е,я Яа 2 %и* , аз! ен, яяб, %л%е, чеЯ %е%а
! =зн%б! =з, я,ян=х%дя2 ЯаС%дяЗг! %з%ВЯВ? еЯ венн%е%а
н=! Зшен, яя, яд=жея! =з! Зшен, яяС , ме! н%ан=яС%л%в, нея
бе! ег%вд м, ! =х пцен* =я! , Я=я дег! =д=ц, , я м%д Я , хя
С%бе! еж, Вб/ л=а в/ С%лнен=я вя н нЯ , 2 З2 ея м, ! %в/ хя
! еЯ! Я%вд%в=ш, нг2 %неад лая=н=л, з=аб/ л, яв/ б! =н/ я
Ся2 вя , нд, * =2 %д %в:я г%д %д=я Яа н=Ялен, емя б%леея 1Цд

2 / Яа челхя * ! 3Сн/ ея С/д 2 / ;я Сл%2 н%Д ья н=Ялен, яя
 С , б! ежн%Д з%н/ ;я Сл%2 н%Д ья д%д %а;я Сл%2 н%Д ья
 не- 2 ян/ хя, а=з%б/ хя2 ! 3б%С ! %б%д%бхн нд, * =2 %д / аб/ л, я
 з=2 емя %б-д, нен/ я вя , нде* Яа реззль2 =2 / я %цен*, я
 С едД =влен/ абд =блх1я

я

П=бл, ц=а 11я о ! %2 аженн%Д ья бе! ег%ва м, ! =я (вя %Мя
 н=х%д%? , хЯя С%д%а 3г! %з%Д ! , Я=я небл=г%С , я2 н/ хя
 С%МедД в, Д=н2 ! %С%енн%Ддеа2 ельн%Д , я

я

рег, %ная	л =л/ Д ! , Я а	т ме! енн/ Д ! , Я а	б/ Я%, Д ! , Я а
А- ! , * =а	48а	14я	38я
Аз, яя	31я	17я	52я
Ся , а Ця	71а	12я	17я
Аме! , * =а			
Юя	5Ца	24я	26я
Аме! , * =а			
е в! %С=а	14а	16я	7Ца
Б/ вш, Д	64я	24я	12я
СССря			
п* е=н, яя	56я	2Ца	24я
л , ! а ва	49я	17я	34я
цел%ия			

я

б я н=Д %а? ея в! емяя %М%бн/ м, я деДД в3ю? , м, я
 Я л=м, явахв%люц, , аС , б! ежн/ хяЯ Д емявям=М2 =бея
 %2 я ле2 я д%а деЯ2 , ле2 , Д явяю2 Яя =н2 ! %С%енн/ ея
 - =* 2 %д / ,я2 %ед=а* =аб%меед%лг%Я %нн/ ея, зменен, яя(вя
 м=М2 =бея%2 я деЯ2 , ле2 , Д д%а Д %ле2 , Д в/ зв=н/ я
 С , ! %дн/ м, я - =* 2 %д =м, я х%2 я,я в%зм%жн%я , я

Я %б%а, ! %в=нн/ м, ядеБД в, ям, ячел%ве* =я(, зменен, яя
* л, м=2 =а, аз! %бнаям%д аМаса

о!, я =н=л, зез %менья Я%жн/ хя Я Я емя ш, ! %*ея
О, менен, ея С%лЗч=ю2 я ме2 %д/ я , н2 ег! , ! %в=нн%а
%цен*, , я %б%ад, няю?, ея зн=н, яя ш, ! %*е%а *! Зг=я
д, Я, Сл, ня Яа цельюя глЗб%* %а %цен*, я Я 2 3=ц, , я , я
! =з! =б%2*, я Я%2 ве2 Я в3ю? еа Я! =2 ег, , я
т=О, ме! , я=н=л, зяЯе! хЯ%жн%а %блем/ я, зменен, яя
* л, м=2 =а Яа в/ ! =б%2* %а ! е* %менд=ц, а С%а
не%бх%д, м/ мя деБД в, ямя %Я? еЯ влялЯа н=я %Я%вея
ме2 %д=я , н2 ег! , ! %в=нн%а %цен*, я п ченья б%льш=яя
Я%жн%Я в Я! 3* 2 3! / я О, б! ежн/ хя Я Я ем, я , хя
вз=, м%ЯязеаЯавнешн, мя%*! Зжен, емя, язн=ч, 2 ельн=яя
Я еСенья не%О еделенн%Я, я , хя хв%люц, , я 2 =* жея
2! еб3ю2 я О, менен, яя ме2 %д%ва , н2 ег! , ! %в=нн%а
%цен*, , я ч2 %б/ я н=я , хя %Я%вея ! =з! =б=2/ в=2 вя , я
%Я? еЯ вля2 в Я! =2 ег, юя , н2 ег! , ! %в=нн%е%а
ЗО =влен, яя ЗЯ %а, в/ мя! =зв, 2, емя х2, хя %бл=Я еа
Э2 %2 я С%дх%д О, меняе2 Яа 2 =* жея , я дляя
 , н2 ег! , ! %в=нн%а %цен*, вн32! енн, хям%д еа

реж, мявн32! енн, хям%д еа%2 л, ч=е2 Яав=медленн/ мя
в%д%бмен%мяЯв , ! %в/ мя% е=н%м, я=адляам%д еа%зе! я
(К=Я, аЯ %е%а , я А! =льЯ %е%а , я ег%а С%лн/ мя
%2 Я2 Я в, емяп Ябенн%Я, вн32! енн, хям%д еаЯ, льн%а
з=в, Яа2 я %2 я О %цеЯ%в, я О %2 е* =ю?, хя н=я %бш, ! н/ хя
О %Я! =нЯ в=хя б=Яеа%ва х2, хя в%д%ем%ва
дн=ч, 2 ельн/ аО, 2 % а! ечн/ хяв%д%ав%авн32! енн, еям%д яя
вяЯме2 =н, , аЯ%Я=бленн/ мяв%д%бмен%мяЯв , ! %в/ мя
% е=н%мя вЯмедЯ в, ея %Ябенн%Я еа , хя м%д - %л%е, , я
%бЗЯ%вл, в=ю2 аС%н, женнЗюяЯмен%Я в%д%авн32! енн, хя
м%д еаая2-3я! =з=яменьшЗю, ячеля% е=н, чеЯ =аав/ н%Я
з=г! язенн, а Яав%д%б%д %ва Яа Я %* %мя! е* я% =з/ в=е2 я

Уб! безнеДиееевл, ян, еян=аге%х* %л%е, чеЯ %еяЯ%Д %ан, ея
вн32! енн, хям%д еВап н, я, ЯС/ 2 / в=ю2 яв%з! =Д =ю? Зюя
=н2! %С%ееннЗюя н=г! Зз* Зя н=я вЮя =* в=2%д , ю,я вя
%Я%бенн%Д , ян=аС%бе! ежьяха

т=л, ч, ея вн32! енн, хя м%д еВа -я %2 л, ч, 2 ельн=ая
%Я%бенн%Д ья р%Я, , хя п н, я не! =з! / вн%а Явз=н/ я Яа ея
вн32! , * %н2 , нен2 =льн/ м, я 2 е! ! , 2%д , ям, , я , хя
! еж, мя вя зн=ч, 2 ельн%Ва Д еСен, я еД ья ЯедД в, ея
С , ! %дн/ хя , , я в%а вЮя ЗЯ л, в=ю? еДЯя Д еСен, , я
=н2! %С%еенн/ хя С %цеЯ%ва н=я 2 е! ! , 2%д , яхя ! ечн/ хя
б=ДБ%В%хКян, мя%2 н%Я2 Яям%д аяе в! %СеДЯ %Дн=Д , я
Д! =н/ , я , ЯС/ 2 / в=ю? , ея н=, б%льшЗюя =н2! %С%ееннЗюя
н=г! Зз* З,я-Д=л2 , ДЯ %е,яМе! н%е,яАз%вЯ %е,я ! ЗнеДиеее
%зе! %ам, ! =К=ЯС, ДЯ %еам%д е,я-д =* жеяБел%еам%д ежа

р%Я, яя нея ! =Я%л=г=е2 я м%д Я , м, я С%бе! ежьям, я
зн=ч, 2 ельн%Ва С %2 аженн%Д , я вя гЗД %н=Яленн/ хя
! =Д%н=хяД! =н/ , ян%авЯях2 , аС%бе! ежьяя%2 н%Я2 Яя* я
вн32! енн, мям%д ямхЭ2 %ач=Д ьяС%бе! ежьяяФ, нЯ %е%а
з=л, в=я, яД=л2 , * , я, яч=Д ьяМе! н%м%д Я %е%,яАз%вЯ %е%а
 , я К=ЯС, ДЯ %е%а С%бе! еж, Ва Ценн%Д ья , хя неве! %а2 н%а
в/ Я% =адлаяД! =н/ явцел%мхП%емяб%лееяне%бх%д, м=я
! =з! =б%2 * =я Д! =2 ег, , я , хя ! =зв, 2 , яя Яа Зче2 %мя
д%мг%Я %нн/ хя , н2 е! еЯ%ва р%Я, , хя п б? е! %Я, ДЯ %Ва
з=д=чеВа д%мжн%а Д =2 ья 2 =* жея , н2 ег! , ! %в=нн%ея
! =зв, 2 , ея П, х%% е=нЯ , хя С%бе! еж, Ва р%Я, , я вя
%Я%бенн%Д , я ЯС%нЯ %е%а м%д ая те%бх%д, м=я 2 =* жея
! =з! =б%2 * =я Д! =2 ег, , я ЗД %Ва, в%е%а , ЯС%льз%в=н, яя
%бш, ! неДиеВа С , б! ежн%Ва з%н/ я м%д еВа Севе! н%е%а
Лед%в, 2 %е%д% е=н=ха

бя %Я%бенн%Д , я ЯедЗе2 я , ме2 ья вя в, дЗя вл, ян, ея
%ж, д=ем%е%а С%д-Ам=я З! %вняял , ! %в%е%а% е=н=хад ляя

х2%е%а Я%б/ 2, яя , мею2 Яя 2!, я Я! =2 ег, , я
х%зяБВ венн%е%аС%веден, аяо хАЖ=Сл, нМя

1я п 2 ЯЗлен, ея Я С%бе! ежъя,я еЯ, я з=2! =2 / я н=я
з=? , 2 н/ ея Я%д Зжен, яя С ев/ ш=ю2 я Я %, м%Я ья
з=? , ? =ем%е%а мЗ? еЯ в=яя

2яg=? , 2 =яС%бе! ежъя,я=ядляяЯве! н/ хя, яв%Я %н/ хя
м=л%н=Яленн/ хя С%бе! еж, Я з=? , 2 =я %2 дельн/ хя
г%д %д%в,я вя 2%мя ЯиЗи=е,я *%ед=я Я %, м%Я ья
н=и, %н=льн%е%а б%е=2 Я в=я С ев/ ш=е2 я з=2! =2 / я н=я
з=? , 2 Зяя

3я g=? , 2 =я Зн, * =льн/ хя %б%* 2%вя нез=в, Я, м%а %2 я
Я %, м%Я , яз=2! =2 ян=яз=? , 2 Зя(С=н* 2 -о е2 е! бЗ! гя, я
д! Яя

Ан=л, зя%ж, д=ем/ хяЯ 2 З=и, ЯС , веля* яЯедЗю? , мя
Яцен!=, ямядеБВ в, Яя

=М Б=л2, БЯ%ея С%бе! ежъея р%Я, я не%бх%д, м%а
з=? , ? =2 ья

бМьяо! , м%д Я%мя*! =е,яС=х=л, нЯ%ЛяК=мч=2 Я%Ля
л 3! м=нЯ%Я, яА! х=нгельЯ%Я%бл=Я ахяне%бх%д, м%а
з=? , ? =2 ья г%д %д=я , я д! Зг, ея *! Зн/ ея н=Яленн/ ея
СЗн* 2 / я

вМ т=я м=л%н=Яленн/ хя С%бе! ежъяхя К!= ел, , я
тенец*%е%,я Ям=л%-тенец*%е%а , я Ял=Лм/! Я%е%а
=в2 %н%мн/ хя%! Зг%в,я=а2 =* жеяЯ* 32 , , яМЗ* %2 Я%е%а, я
К%д я* Я%е%а Ап ацелеЯ%б! =зн=яЯ! =2 ег, яя"Се! ен%Я-я
Яи, =льн%-х* %н%и, чеЯ%е%а С%2 ени, =л=Я Я С%бе! ежъяя
вглЗбьяВш, я

я

я

Б=л2, БЯ%еяи%д ея

я

Э2%а! ЗнеДи, Дв%д%емям, !=аЯЯ%л%н%б=2%Дв%д%Дя
ег%аСл%? =дья37ЦЦЦЦя м²я, а%бАмя21ЦЦЦЦя м³яо л%? =дья
б=ЯЯДн=аБ=л2, *, а1,7ямлнх м²яп б?, Дя! ечн%ДяД% явя
м%д еяЯ%Д =вляе2 а% %л%а45Ця м³я

Ся з=С=д=,я че! езя d=2 Я, ея С %л, в/ ,я вя Б=л2, * За
С%Д ЗС=е2 аБ/ Я% %Я%лен=ая, аБ%е=2 =ая, Я%д %д%м%я%д=я
, за А2 л=н2, *, я Э2%а С %, Ях%д, 2 я не! ег3ля! н%я вя
! ег3ль2=2 ея Я льн/ хя з=С=дн/ хя ве2! %в%я g=я ХХя
Д%ме2, еБ/ л%а% %л%аДЦаб2 %д жен, ДЯ%лен%Д%д/ ,я%аЯ
1983ад%а1992ягг%янеяб/ л%ан, а%дн%е%яб%аянб!= ея1993яг%я
м%д ея С%Д ЗС, л%а, за А2 л=н2, *, я ЗЦЦя * м³я веЯ.м=я
Я%лен%Дя в%д/ ,я С%л%б, н=я * %2 %д %Дя б/ л=я н=Я? ен=я
, Я%д %д%м%я Пл=*, ея в2 %д жен, яя ЯС%Я%бД в3ю2 я
ЗлЗишен, юя Я%Д %ан, яя м%д я,я вя %Я%бенн%Д, я в%дн/ хя
м=Я.я з=н, м=ю?, хя гл3б% %б%дн/ ея вС=д, н/ хя бС=д, н/ я
, мею2 ягл3б, н/ ад%а249-259ямя, а! =зделен/ аС%д %е=м, я
гл3б, н%ДвЯег%ал, шья18-25ям%я

Сл%жн/ Дя ! елье- я дн=я , я С ,чЗдл, в/ Дя * %н2 З! я
бе! ег%б%Дя л, н, , я С ед%С еделяю2 я !=зн%б! =з, ея
г, д! %л%е, чеЯ, хя, яг, д! %х, м, чеЯ, хяЗЯ%б, Дям%д я,я%2 я
С%м2, аС еЯн%б%дн/ хяБ%2 н, чеЯ %е%а, аЯ, нЯ %е%аз=л, в%б,я
д%ав/ Я% %Я%лен/ хяС %л, в%б%яв%з=С=дн%Дн=Д, аБ=л2, *, я
, я %2 я С, емлем%е%а Я%Д %ан, яя в%д/ я вя цен2! =льн%Дя
ч=Д, я м%д яя За ег%а С%ве! хн%Д, я д%а в! емен=м, я
з=м%д н%е%аЯ%Д %ан, яя2 %е%Д ьяЯ%Д %ан, яя%2 ЯБ2 Д в, яя
!=Д в%д енн%е%а, Я%д %д=Ч%вяне* %2 %д / хягл3б% %б%дн/ хя
вС=д, н=х%а

б%б=ЯЯДнея м%д яяС %ж, в=е2 я% %л%а12Ця млн%ячел%я
С е, м3? еД венн%а вя южн%Дя, я юг%-б%Д %н%Дя ч=Д ях%
б=ЯЯДн=,я зян, х%ВЦамлн%ячел%ж, в32 а%а, б! ежн%Дз%не%я
бЯедД в, ея х%н%м, чеЯ %Дя дея2 ельн%Д, я * =* я н=я
С%бе! еж%е,я 2=* я , я вя б=ЯЯДнея Звел, ч, в=е2 Яя

з=г! язнен, ея в%д/ я м%д яя теС%Я ед%Д венн/ м, я
С, ч, н=м, я являю2 Яя Яб! %Я а б/ 2 %в/ хя Я% %в, я
С %м/ шленн/ хя Я% %ва , я !=Ябянн%е%я
ЯельЯ %х%зя%Д венн%е%я з=г! язнен, яя Э2 %а С, в%д, 2 я* я
хв2! % , * =ц, , я м%д я,я Ян, жен, юя *%нцен2! =ц, , я
* , Яи%д %д=явяв%де,ян=* %Слен, юя2 % Я, чеЯ, хяве? еЯ вая
С, ? ев/ хя цеСах,я Ян, жен, юя ! / бн/ хя ! еЯ! Я%ва , я
ч, Яенн%Д, я в%д%Сл=в=ю? еД С2, ц/ я , я м%д Я, хя
ж, в%2 н/ хя

С%Д %ан, ея Б=л2, *, я еД ья %2! =жен, ея Яи%жн%Д
* %мб, н=ц, , я - =* 2%д %в,я * =* а С, ! %дн/ х,я 2=* а , я
=н2! %С%енн/ хххх

ед, нД венн%а С =в, льн=ая Д! =2 ег, яя! егЗл, ! %в=н, яя
Я%Д %ан, яя Б=л2, ДЯ %е%а м%д яя з=* люч=е2 Яя ва
!=зв, 2, , я Я%2! Здн, чеД в=я междЗя вЯем, я Д! =н=м, я
б=ЯеДн=ям%д аяю е! в%еяЯ%ел=шен, ея%аЯ%2! Здн, чеД веа
б/ л%а С, ня2 %авя1974ягявяХельЯ н*, яБ/ л=я Я%зд=н=я
К%м, ЯЯ, яя С%а з=? , 2 ея м%д Я %Д Я ед/ я Б=л2, ДЯ %е%а
м%д я,я !=з! =б=2 / в=ю? =ая , я *%д д, н, ! Зю? =ая
%Д? еД влен, ея Я%вмеД н/ хя С %е! =ммхяЦен2! =льн%Д
з=д=чеД2 е* З? еДх* %л%е, чеЯ %Д С %е! =м.м/ яявяе2 Яя
Я% !=? ен, ея н=г! Зз*, я %2 я 2 %нечн/ хя , Д %н, * %ва
з=г! язнен, яя т=я 1996я гя , ден2, - , ц, ! %в=н/ я 132я
"г%д яч, хя 2 %н*, Д %Ябенн%а зн=ч, 2 ельн/ хя , Д %н, * %ва
з=г! язнен, явяС едел=хяб=ЯеДн=я, яведе2 Яя =б%2 =а%а
Я% !=? ен, юяЯб! %Я%ва, зян, хяе Д ья%Ян%в=н, яаС%л=г=2 ь,я
ч2 %аЯ%Д %ан, еям%д аям%же2 яб/ 2 ьяЯ%х! =нен%,я, яд=жея
ЗлЗишен%,ян%х2 %а2! ебЗе2 яд=льнеДн, хяЯ%ел=Я%в=нн/ хя
ЗЯ л, ДвЯхяД! =няб=ЯеДн=я

я

я

Че! н%еяи%д ея

я

о л% = дьяМе! н%е%ам%д яя42Ця2 / Яа* м², яег%яЯ едняяя
гЛЗб, н=я13Цям, я=ян=, б%льш=ая-я2212ям; а%б-Амяв%д/ я
м%д яя Я%Я = вляе2 я 547я 2 / Яа* м³яС! едняяя вел, ч, н=я
! ечн%е%аЯ % = авяМе! н%еям%д ея-я346я* м³явяг%д, я, зян, хя
d 3н=Лд=e2 я2Ця м³яМе! н%еям%д еяз=н, м=e2 яЛЗб% Зюя
2 е* 2 %н, чеЯ ЗюявС=д, нЗяЯ%н2, нен2=льн/ мяиель- %м, я
! =зв, 2 / мял, шьявяЯве! %з=С=дн%Зч=Я, ям%д яхМе! езя
С %л, вяБ%Я %д яС %, Ях%д, 2 я%б.меняв%д: а%б.лееяС! еЯн=ая
че! н%м%д Я=ая в%д=я Зх%д, 2 я С%я С%ве! хн%Я, я вя
л ! =м%д н%ея, яд=лееявяС! ед, земн%еям%д е, я=я Зядн=я
С %л, в=я вяМе! н%ея м%д ея в2 е* =е2 яб%леея Ямен=ая, , я
Яед%в=2 ельн%, я б%леея Сл%2 н=ая в%д=я л ! =м%д н%е%а
м%д яя Б%Я %д я, г! =е2 я ! %мья С%д %е=, я в/ з/ в=ю? ег%а
! =зделен, ех%дМе! н%е%ам%д яяС%ве! 2, * =л, ххх

о %ве! хн%Я н/ ея в%д/ я Ме! н%е%а м%д яя %2 делен/ я %2 я
%Ян%вн%д 2 %л? , я Яи%емя Яа С%в/ шенн/ мя г! =д, ен2 %мья
Сл%2 н%Я, я ЪЯедЯ в, ея х2 %е%а в%д/ я гЛЗб% %б%дн%д
ч=Я, я м%д яя С! =* 2, чеЯ, я л, шен/ я в%зм%жн%Я, я
%б.мен=аЯве! хн, м, я Яи%ам, хят=аб%льш, еягЛЗб, н/ янея
С%Я ЗС=e2 я*, Яи%д %д, я=я 2 %2, я ч2 %а б/ л, я С%лн%Я ьюя
, з! =Ях%д%в=ня н=я%, Яен, ея %д г=н, чеЯ %е%а ве? еЯ в=я
о %дя деЛД в, емя Я, л/ я 2 ажеЯ, я н=я дн%а %Яжд=e2 Яа
%д г=н, чеЯ %ея ве? еЯ в%, я С! %дЗи, ! Зем%ея вя ве! хнемья
=х! %бн%мьяЯи%еж%еЯ, Яи%д %дн%дЯ едеяС%д%деЛД в, емя
б=* 2 е!, д С! %, Ях%д, 2 я ! =зл%жен, ея %д г=н, *, я Яа
%б! =з%в=н, емяЯ! %б%д%д %д=хб%я! езЗль2 =2 ея% %л%а9Ц%а
м=ЯЯ я м%д яя з=н, м=e2 я з%н=а безя*, Яи%д %д=, я=я, за
ж, зненн/ хя %д м%вянеЛд! =зв, 2 / ян=х! %бн/ еяб=* 2 е!, , я
С! едняяяЛЗб, н=ае! хнеЛд! =н, ц/ аЯ! %б%д%д %дн%дЗз%н/ я
Я%Я = вляе2 я12Ц-13Цям%д %леб=н, ям, я%2 а%б%д%д21Цям%д

Э2 %я в=жнеДм=ая ге%х* %л%е, чеЯ =ая г! =н, ц=я Че! н%е%я
м%д аха

бя н=зн%а , я С%Зля! н%а Сеч=2, я С%авлял, Яя
С едС%л%жен, ая%яв%зм%жн%е, ав/ х%д=азн=ч, 2 ельн/ хя
м=Яя Яе! %б%д%д %д=а н=а С%ве! хн%е вя м%д ая , я вя
=2 м%Я е! ЗаЯл=* %еяЯб/ 2, еядеБД в, 2 ельн%яг! %з, л%я
б/ я Яе! безн/ м, я х* %л%е, чеЯ , м, я неС , а2 н%е ям, я , я
д=жея* =2 =е! % %а п дн=* %а, Ямед%в=н, ая С% =з=л, ,я
ч2 %я Я%а е%д %н/ я %м%вн%а Яе! %б%д%д %дн%а з%н/ я
%С=Ян%е вя Че! н%мЗя м%д юя нея г! %з, 2 я о! , ! %дн/ ея
С %цеЯ я вя немя н=х%д%2 Яя вя %С еделенн%мя
д, н=м, чеЯ %мя !=вн%веЯ , я о! еСа2 е в, емя дляя
С%д%м=а ве! хнеДз г! =н, ц/ я Яе! %б%д%д %дн%а з%н/ я
являе2 Яя Я%а С%в/ шенн%е%я г! =д, ен2 =а Сл%2 н%е, я
дляя ег%а! =з! Зшен, ая не%бх%д, м%,я ч2 %б/ я Ямен%е вя
С%ве! хн%е н%е%яЯ%аям%д аяв%з! %м=ян=а2-3%о,яч2 %ава
н=е %а? еев! емям=л%ве! %а2 н%я

б%д/ яд Зн=ая-яв=жнеДм, Дз, е %н, * ахв2! % , ! %в=н, ая
, аз=г! азнен, аяЧе! н%е%ям%д аяп г! %мн%ея* %л, чее в%а, я
ш, ! % , ДЯе* 2! яС %м/ шленн/ х,яЯельЯ %х%з%БД венн/ хя
, я б/ 2 %в/ хя з=г! азняю? , хя ве? ее в,я вя 2 %мя ч, Яея
б, %ен%в,я%д г=н, * , ,я не- 2 еС %д3* 2 %в,я ЯмеДз 2 ажел/ хя
ме2 =л%в,яСее , ц, д%ва, ад! Зг, хяз=г! азняю? , хяве? ее в,я
С , х%д%? , хя Я%а е% %мя , л, я =б%д б, ! Зем/ хя н=а
взвешенн/ хян=н%Ях,я%Яжд=е2 ЯявяЗе везд Зн=ая, ян=а
вЯмяшель- еяЯл=мяжевеЯм=ав/ Я% %а, аб=* 2 е! , =льн%ея
з=г! азнен, ея

бЯмеде в, ея С ев/ шен, ая Я%д %е, я С%2! еблен, ая
* , Я%д %д=ян=дяЯ%д %е ьюе%яС%е ЗСлен, аявяв%днЗюя
2 %л? За н=а шель- ея Яеве! %з=С=дн%а ч=е, я м%д ая
в%зн, * =ю2 я =н=х! %бн/ ея %н=г, я Яе! %б%д%д %дн%е%я
з=! =жен, аян=аглЗб, н=х%д%2 я8-1Цям%д%а35-38ямп н, анея

Связ=н/ я Яа%н%вн%а Яе! %б%д%д %дн%а з%н%а %2 * ! / 2 %а
ч=Я , я м%д яа б%а в! емяя Я%нн/ хя ве2 ! %ва з=! =женн/ ея
Яе! %б%д%д %д%мя в%д/ я н=С =вляю2 Яа * я бе! ег3я , я
д%Я , гн3в3ч=Я * %ва Яагл3б, н=м, я менее3ям,яв/ х%да2 я
н=я С%ве! хн%Я ь,яч2 %яведе2 я * ям=Я%б%аг, бел, я! / б/ я
н менн%а з=г! язнен, ея в%да Че! н%е%а м%д я,я =я неа , хя
Яе! %б%д%д %дн%еяз=! =жен, е,а С едЯ =вляе2 ян=, б%льш3юя
%С=Ян%Я ьдляе%х * %л%е, чеЯ %е%а Я%Я %ан, яам%д яаа

я

я

Аз%вЯ %еям%д ея

я

Э2 %амел * %б%дн%еям%д ея ЯаЯ едне3агл3б, н%а8ям3а, я
н=, б%льш3а14ям3а о л%а =дья м%д яа38я2 / Яа * м2яе2%а
%б Ям,я ! =вн/ а 3%а * м3,я Я%2 ве2 Я в3е2 я ! ечн%м3я
Я %3явям%д еявЯе%ал, шьяз=а8яле2 яЭ2 %2 аС% =з=2 елья
Я %лья б/ Я ! %е%а в%д%бмен=я 3' =з/ в=е2 я н=я
ч! езв/ ч=а%а зн=ч, 2 ельн3юя ! %лья в%д%б%д =я ва
ге%х * %л%е, чеЯ %ам3а Я%Я %ан, , я м%д яа о! , я м=л%а
=н2 ! %С%енн%а н=г! 3з* еях2 %аб/ л%ам%д ея Яан=, в/ Яне3а
б, %л%е, чеЯ %а С %д3' 2, вн%Я ьюя вЯедЯ в, ея
зн=ч, 2 ельн%е%а в/ н%Я-я б, %ен%ва Яа в%д%б%д =я , я
С%х2 %ам3,я , н2 енЯ, вн%е%а Я, н2 ез=я в3ам%д ея Се! в, чн%е%а
%д г=н, чеЯ %е%а ве? еЯ в=я п дн=* %а * я 199% / мя г3я ва
б=Яе3нея Аз%вЯ %е%а м%д яа я С %, зб%д, л%а 17%а
С %м/ шленн%а, а22%а ЯельЯ %х%з3а3а венн%а С %д3' ц, , я
б/ вшег%а СССр,я Яа Я%2 ве2 Я в3ю? , мя вл, ян, емя н=я
в%д%ем3а / л, я Я%д 3жен/ я в%д%х! =н, л, ? =ан=а%н%вн/ хя
! е* =х,я д%н3я , я К3б=н, я Ан2 ! %С%енн=ая н=г! 3з* =я н=я
м%д ея% =з=л%а я веЯм=ав/ Я% %а ч2 %а С , вел%а * яе%а
зн=ч, 2 ельн%а3а ! =нЯ %д м=ц, , я

бя нед=внеля С %ил%мя Аз%вЯ %ея м%д ея С%я Зл%в=мя
 ! / б/ ян=аед, н, цзяСл%? =д, аз=н, м=л%яСе! в%еямеЯ %ава
 м, ! ея Я ед, я м%д Я, хя в%д%ем%ва ег%я в/ Я% =ая
 ! / б%С %дЗ* 2, вн%Я бя %С еделял=Яя м=Ям2 =б=м, я
 в%Я %о, зб%дЯ в=я ! / бн/ хя з=С=Я%в,я %б, л, емя
 не! еЯ, л, ? я (н=я 1Ця * м²я = в=2%д , , я б/ л%я 1,3я * м²я
 не! еЯ, л, ? Чя н, з* %Я Ямен%Я ьюя (1Ц,5%оЧя б%льш, мя
 С , 2 % %мяч, Я %Я С еЯн%Я в%д/ я (41-59я * м³я вя г%дЧя
 в/ Я% %ЯЗ! %о н%Я ьюямел* %б%д, Яа

о %а ме! ея! =зв, 2, яях* %н%м, чеЯ %ЯдеЯ2 ельн%Я, ява
 б=ЯеЯнея м%д яя Звел, ч, л, Яя безв%зв! =2 н/ ея з=б%д / я
 в%д/ ,а С е, мЗ? еЯ венн%н=Яд %мен, ежяАз%вЯ %еям%д ея
 Я =л%яС%Я ЗС=2 ьяб%льшеея* %л, чеЯ в%яче! н%м%д Я %Я
 в%д/ яЭ2%яС , вел%я* яЗвел, чен, юяЯмен%Я, яч2%адляя
 Аз%в=я в/ з/ в=е2я %Ябенн%я б/ Я! / ея , я глЗб%, ея
 де- %д м=ц, , я б, %2, чеЯ, хя , я =б, %2, чеЯ, хя
 * %мС%нен2 %ва* %Я Я ем/ ам%д аяа

бя м%д ея Я! ечн/ мя Я %о %мя н=ч=л, я С%Я ЗС=2 ья вя
 б%льш, хя * %л, чеЯ в=хя Я%л, я 2 ажел/ хя ме2 =лл%в,я
 %Я =2*, я СеЯ, ц, д%в,я %д г=н, чеЯ, ея ве? еЯ в=,я
 не- 2 еС %дЗ* 2 / я , я д! хя Ся д! Зг%Я Я %д %н/ ,я С , 2 % я
 б, %ен%ва Я% ! =2, лЯя вЯедЯ в, ея Се! ехв=2 =я х2, хя
 хлемен2 %в,я %Ябенн%я - %Я %д =,я в%д%х! =н, л, ? =м, хя
 Э %л%е, чеЯ =ая Я Я ем=я м%д яя% =з=л=Яя вя ЗЯ%в, ая
 Я льнеЯмег%я=н2! %С%енн%е%я Я! еЯТ=хЯ, %л%е, чеЯ =ая
 С %дЗ* 2, вн%Я ьяЯ% ! =2, л=ЯяС%м2, явадв=я! =з=хат л%ва
 ! / б/ вЯ1976-1984ягхб/ лЯвЯ-Зя =з=яменьше,яемЯвЯ193бЯ
 гхд%б/ ч=аС %х%дн/ хя / бЯЯ% ! =2, л=Яяз=а2 %ажев! емяя
 вЯб-15я =з,вЯд %мя, ЯмеЯ%е2! %в/ хЯвЯ4-9я =зх

я
 я
 я

я

я

VII. Геоэкологические проблемы использования почвенных и земельных ресурсов

VII.1. Основные функции сферы почв (педосферы)⁸

Совокупность почв мира часто выделяют в особую часть экосферы, называемую сферой почв, или педосферой (от греч. педон – почва). По определению В.А.Ковды, педосфера – это общемировая биоэнергетическая и биогеохимическая система, способная к саморазвитию и саморегуляции, обеспечивающая существование и воспроизводство живых организмов. Именно эти черты педосферы обуславливают плодородие естественных и антропогенных (сельскохозяйственных, лесохозяйственных) экосфер. Справедливо говоря, почвы не образуют сплошную геосферу, поскольку встречаются только на суше. На суше их роль велика, потому что многие естественные глобальные механизмы, регулирующие состояние экосферы, так или иначе, прямо или косвенно, действуют в почвенном покрове. Не менее сильна зависимость состояния почвенного покрова от антропогенных событий и процессов.

Почва – многокомпонентное, но целостное природное образование. Она образуется на земной поверхности там, где проникают друг в друга и взаимодействуют все четыре геосферы (литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера), составляющие экосферу.

Почва – особое образование, на грани живого и неживого, названное В.И.Вернадским биокосным телом, с переплетающимися, сложнейшими биологическими, химическими и физическими процессами. Эти процессы зависят от природных условий каждого места, то есть они подчиняются определенным географическим

⁸Для более углубленного изучения этих вопросов рекомендуется учебник М.А.Глазовской и А.Н.Геннадиева “География почв с основами почвоведения”. М.: Изд-во МГУ, 1995. 400 с.

законам, что и привело к формированию генетически обусловленных, зональных типов почв, классификация которых была предложена более 100 лет тому назад В.В. Докучаевым. Можно сказать, что почвы несут отпечаток тех условий, как естественных, так и антропогенных, в которых они развиваются. Почва это сложно функционирующая динамическая система, в которой все три фазы состояния вещества: твердая, жидкая и газообразная, а также и живое вещество, – взаимодействуют друг с другом в результате множества процессов различной природы, скорости и интенсивности. При этом вещества могут преобразовываться из одной фазы в другую. К тому же они отличаются способностью перемещаться вверх и вниз по почвенному профилю.

Почва тесно связана с элементами геосфер в каждом ландшафте, а значит, и с Землей в целом, играя активную роль в глобальных биогеохимических циклах вещества. Происходит обмен между воздухом почвы и атмосферы. Движение воды сквозь почву в процессах инфильтрации, испарения, стока и пр. обуславливает активное участие почвы в глобальном круговороте воды. При этом вода также образует и переносит почвенные растворы, активно участвуя в процессах почвообразования. Верхняя часть литосферы, подверженная процессам выветривания, является источником минеральных компонентов в почве.

Таким образом, почва может рассматриваться как природное тело, как динамическая система и как часть ландшафта.

Основными функциями почвенного покрова, по В.А. Ковде, являются:

- биоэкологическая (почва это место размещения и функционирования живого вещества);
- биоэнергетическая (это место преобразования солнечной энергии, аккумулированной в гумусе и других органических веществах, в биомассу);
- функция фиксации азота и образования белков;
- функция активного агента в глобальных биогеохимических циклах основных химических элементов;
- функция преобразования подстилающих кристаллических пород в измельченные фракции (выветривание);

– гидрологическая функция (это область активного водообмена между геосферами);

– метеорологическая функция (это область, вносящая заметный вклад в формирование состава и режима атмосферы).

Эти функции определяют очень многие взаимосвязи в глобальном механизме функционирования экосферы как системы.

Итак, почва – это полифункциональная природная система. Из многочисленных важнейших функций следует выделить наиважнейшие, а именно определяющую роль почвы в производстве первичной биологической продукции как основы возобновимых природных ресурсов и главного источника питания человечества, и роль почвы как тонкой поверхностной оболочки экосферы, через которую осуществляется обмен веществом и энергией во многих звеньях глобальных биогеохимических циклов и регулируется химический состав вод и воздуха. Выражаясь языком журналистов, можно сказать, что роль почвы во многом похожа на роль кожи у животных.

Большая часть проблем геоэкологии так или иначе связана с педосферой. Химические изменения атмосферы и вытекающие отсюда последствия зависят от участия почвы в глобальных биогеохимических циклах вещества. Состояние океанов, окраинных и внутренних морей и, в особенности, прибрежных зон в сильной степени определяется выносом наносов, растворенных и взвешенных химических веществ со стоком с материков. А в формировании стока всех этих веществ, равно как и собственно жидкого стока, почвенный покров и его состояние играют очень большую роль.

Изменения состояния и продуктивности природных экосистем, в частности обезлесение и опустынивание, влияют на состояние почвенного покрова, а оно, в силу существования обратных связей, влияет на дальнейшее снижение продуктивности. Наконец, ряд проблем окружающей среды, возникающих в искусственно созданных или сильно преобразованных человеком экосистемах, таких как агроэкосистемы, также тесно взаимосвязаны с состоянием почвенного покрова или его воздействием на другие компоненты экосферы.

Что касается потенциального плодородия, то большая часть суши непригодна, малопригодна или неудобна для земледелия из-за следующих ограничений (в %% от общей площади свободной ото льда суши):

Засушливость	28%
Ограничения по минеральному составу	23%
Малая мощность почв	22%
Переувлажнение	10%
Вечная мерзлота	6%

Заметим, что почвы могут быть малопригодны сразу по нескольким признакам, и поэтому общая площадь непригодных к использованию почв меньше, чем сумма указанных выше показателей. Согласно одной из оценок, в мире имеется 32,8 млн. км² пригодных к пахоте почв, или 22% общей площади суши. При этом лишь 3% площади суши представляют высокопродуктивные почвы.

VII.2. Антропогенная деградация почв

Скорости природных процессов, протекающих в почве, и скорости антропогенных процессов, возникающих при использовании почвы, весьма различны. Например, ежегодные темпы водной эрозии пашни в десятки раз превышают естественные темпы восстановления почвы. Строго говоря, с естественно-научной точки зрения, почвы – это возобновимый природный ресурс, но практически, вследствие малых скоростей естественных процессов по сравнению с антропогенными, этот ресурс в большинстве ситуаций может рассматриваться как невозобновимый. Использование почв зачастую приводит к ухудшению их природных свойств, то есть к их деградации. В процессе деградации ухудшаются многие свойства почвы, в том числе уменьшается содержание почвенного гумуса и теряется часть наиболее ценной, тонкодисперсной фракции почвы. Применение удобрений и других

агротехнических приемов может временно компенсировать или затушевывать эффект деградации почв.

Деградация почв – явление столь же естественное, сколь и социальное. По определению Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), *деградация почв - антропогенный процесс снижения способности почв обеспечивать существование людей*. Явление деградации почв состоит из множества локальных проблем, складывающихся в общемировую мозаику.

В проблеме деградации почвенного покрова многочисленные и разнообразные локальные вопросы складываются в глобальную проблему. Деградация педосферы – одна из самых серьезных, долгосрочных, общемировых проблем, стоящих перед человечеством, потому что она играет столь важную роль в функционировании экосферы, и потому также, что она – один из важнейших факторов в проблеме обеспечения населения мира продовольствием.

Деградацию почв можно охарактеризовать как “ползучую”, как процесс, постепенно и потому незаметно ухудшающий их состояние (см. Раздел I.3).

Таблица 12. Площадь и степень деградации почв мира

Типы и степень деградации почв	Площадь	
	млн. км ²	%
<i>Тип деградации:</i>		
Смыв и разрушение водной эрозией	10,9	8
Развевание и разрушение ветровой эрозией	5,5	4
Химическая деградация (обеднение гумусом и биогенами, засоление, загрязнение, закисление и пр.)	2,4	2
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки и пр.)	0,8	1
<i>Степень деградации:</i>		
Слабая	7,5	6
Умеренная	9,1	7

Сильная	3,0	2
Очень сильная	0,1	0,1

Глобальная оценка деградации почв (Global Assessment of Soil Degradation – GLASOD), была выполнена ЮНЕП (1990 г.). Согласно оценке, только малонаселенные районы бореальных лесов и пустынь не затронуты антропогенной деградацией почв.

По оценке ЮНЕП, 15% деградированных сельскохозяйственных земель относятся к категории “сильно деградированных”. Это почвы, у которых исходные биотические функции – превращать биогенные вещества в формы, ассимилируемые растениями – преимущественно разрушены, и они более непродуктивны. Эти почвы столь сильно деградированы, что их восстановление или невозможно, или же трудно достижимо из-за технических сложностей и крайне высокой цены такой работы. Например, восстановление богарных (неполивных) почв в США обходится в среднем в 4000 американских долларов на гектар. Другая часть деградированных почв (46%) относится к категории “умеренно деградировавших”, со значительно сократившейся продуктивностью. Деградация почв происходит вследствие различных причин антропогенного характера. Водная и ветровая эрозия почв – важнейшие процессы, распространенные на 84% деградировавших почв. К другим основным процессам деградации можно отнести ухудшение структуры почвы, ее техногенное загрязнение, засоление, заболачивание и подтопление. Площадь и степень деградации почв мира, по данным GLASOD, приведены в табл. 12.

Основные причины деградации почв мира: сведение лесов, главным образом для сельского хозяйства; перевыпас скота; несовременное и неправильное сельское хозяйство; переэксплуатация почв. Категории эти не имеют четких границ и переходят одна в другую.

Как и в целом для мира, почвы на территории России значительно деградированы, при этом географическое распределение степени деградации неравномерное.

В России преобладают следующие процессы деградации почв:

- 1) Снижение содержания гумуса (дегумификация);

- 2) Обесструктурирование, в том числе уплотнение из-за использования тяжелой сельскохозяйственной техники;
- 3) Водная эрозия;
- 4) Ветровая эрозия, или дефляция;
- 5) Техногенное подкисление (выбросами промышленности и от удобрений);
- 6) Загрязнение пестицидами;
- 7) Промышленное загрязнение (вокруг крупных городов и мест горно-добывающей промышленности);
- 8) Деградация вечной мерзлоты;
- 9) Заболачивание и подтопление;
- 10) Вторичное засоление.

В особенности следует отметить, что около 2/3 всей пашни России располагается на черноземах различных типов, то-есть исходно на богатейших, наиболее плодородных почвах мира. Качество этих почв весьма сильно ухудшилось, как это демонстрируют данные для черноземов Русской равнины, с интервалом в 100 лет (табл. 13).

Таблица 13. Изменение содержания гумуса в пахотном слое (0–30 см) черноземов центральной части Русской равнины за 1881–1981 гг.

Год	1881		1981		Потери гумуса		
	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	За 100 лет, т/га	Ср. за год, т/га	За год, %
Лесостепь	10-13	300-330	7-10	210-300	90	0,9	23-30
Степь	7-10	221-315	4-7	150-263	52-71	0,5-0,7	17-32

Как видим, за сто лет эксплуатации почв и концентрация, и запасы гумуса существенно уменьшились. Запасы гумуса сократились примерно на одну четверть. Деградация почв России – это

колоссальная, трудно восполнимая потеря природного богатства. Однако деградация черноземов это ущерб не только для России, но и для человечества в целом, поскольку она связана со снижением потенциального плодородия почв мира и, следовательно, отрицательно влияет на решение проблемы продовольствия.

VII.3. Земельные ресурсы мира и их использование

Площадь суши составляет 149 млн. км², включая ледниковые покровы, практически безжизненные пустыни, водоемы, пустоши со слаборазвитой или разрушенной почвой. Из них ледниковые покровы занимают около 16 млн. кв. км, и свободная от льда суша – 133 млн. кв. км. Часть суши, относительно пригодная для какого-либо использования, не превышает 95 млн. км², или 64% от общей площади суши. Это тот ограниченный резерв, которым располагает человечество. С очень большим округлением можно сказать, что пашня занимает 10% всей суши, пастбища – 20%, леса – 30%, и неудобные земли разного типа – 40%.

Согласно другой оценке, сельскохозяйственные земли (пашня, пастбища и потенциально пригодные к использованию неудобья) составляют 37% всей свободной от льда площади суши, из которых примерно одна треть находится под пашней. В литературе встречаются различия в величинах площадей типов использования земель. Главным образом они связаны с нечеткостью определений что понимать, например, под пастбищем, лесом, пашней и пр.

Наиболее характерной чертой в использовании земельных ресурсов мира за последнее тысячелетие является увеличение площади пашни, отражающее рост потребностей населения мира в продовольствии. При этом итоговая площадь пастбищ как в мире в целом, так и в каждом из крупных районов изменялась в весьма малых пределах, тогда как площадь лесов сокращалась (табл. 14).

Данные для табл. 14 взяты с округлением. Видимо, авторы отнесли неудобные и неиспользуемые земли к категории пастбищ и лесов, что указывает на всеобщую произвольность и несогласо-

ванность выделения различных классов использования земельных ресурсов. Тем не менее, табл. 14 весьма наглядно иллюстрирует изменения площади основных категорий земельных ресурсов за 280 лет, за исключением последних двух-трех десятилетий, о которых речь пойдет ниже.

Таблица 14. Изменения основных типов использования земельных ресурсов мира, млн. кв. км

Год	1700	1850	1920	1950	1980
Леса	62	60	57	54	50
Пастби- ща	68	68	67	67	68
Пашня	3	5	9	12	15
Итого	133	133	133	133	133

Если основываться только на цифровых данных по историческим изменениям площади использования земель, то может создаться ложное впечатление, что расширение площади пашни происходило главным образом за счет исчезновения лесов. На самом деле, в зависимости от природной зоны, это происходило или за счет вырубki леса с последующей распашкой, или вследствие трансформации в пашню степей, прерий, саванны и других безлесных ландшафтов. Процесс преобразования классов использования земель неоднозначен. Он зависит от многих естественных и общественных факторов. Часть распаханых территорий может вновь зарастать кустарником, вторичным лесом, травами и пр. Результирующая сумма площадей того или иного класса земель зачастую не отражает эти сложные процессы.

Кроме того, происходит перераспределение использования земель. Растущая численность населения мира приводит к необходимости расширения площади, необходимой для расселения людей и обеспечения их необходимыми услугами, например, системами сбора и переработки мусора, дорогами и автостоянками, системами коллективного транспорта и пр. Как правило, при этом в

категорию городских переходят наилучшие сельскохозяйственные, преимущественно пахотные земли, потому что они наиболее удобны для населенных пунктов. Конкуренция между различными пользователями земельных ресурсов возрастает по мере усиления спроса на землю. При этом могут возникать неожиданные ситуации. Например, если бы Китай принял решение идти по пути автомобилизации, сравнимой с США, то это привело бы к потере 20% пашни, потому что эта земля и без того драгоценная, потребовалась бы на дороги и стоянки для сотен миллионов личных автомобилей.

В настоящее время площадь пахотных земель в мире составляет около 15 млн. кв. км. при годовом приросте всего лишь около 0,1% в год. Изменения площади пахотных земель в мире выглядят следующим образом (млн. кв. км):

1971–1975 гг.	1985 г.	2000 г.
14,8	15,0	15,4

Таким образом, рост пахотных площадей мира практически прекратился. Это связано прежде всего с тем, что территории, удобные для земледелия, уже почти все использованы. Таким образом, человечество вышло к еще одному пределу несущей способности экосферы. Достижение рубежа в особенности очевидно, если посмотреть на изменения площади пашни, приходящейся на одного человека. За период 1700–1950 гг. на душу населения мира приходилось 0,41–0,48 га/чел. Имея в виду не очень высокую надежность исходных данных, следует признать весьма высокую стабильность этого показателя в течение 250 лет. На этом фоне заметный прирост удельной площади пашни, от 0,41 до 0,48 га/чел., был в период между 1850 и 1920 гг., когда осваивались новые сельскохозяйственные территории в Северной Америке и на востоке России.

Однако во второй половине XX века рост населения привел к прогрессирующему снижению удельной площади пашни до 0,34 га/чел. в 1980 г. и 0,29 га/чел. в 1990 г. Дальнейшее снижение это-

го показателя неизбежно вследствие практически неизменной площади пахотных земель при возрастающей численности населения.

Площадь под зерновыми культурами в мире в 1981 г. достигла наивысшего за всю историю максимума 7,32 млн. кв. км, но к 1995 г. она понизилась до 6,69 млн. кв. км. За эти пятнадцать лет были заброшены сильно эродированные земли на территории бывшего СССР, часть пашни была потеряна при индустриализации в Азии, и доля пашни США, наиболее подверженная эрозии, снова стала залежью. Анализ ситуации для каждой из стран со значительной численностью населения показал, что с 1950 по 1990 гг. удельная площадь зерновых сократилась практически в каждой стране, и прогнозы указывают на их дальнейшее снижение к 2030 г. до катастрофически низких уровней – 0,02–0,05 га/чел. в таких странах как Египет, Эфиопия, Нигерия, Пакистан, Бангладеш, Индонезия.

При современной площади пашни, равной 15 млн. кв. км, предельная величина площадей, пригодных для земледелия, оценивается разными авторами с весьма большими вариациями, преимущественно от 24 до 32 млн. кв. км. Разница между потенциально пригодными и уже используемыми землями составляет 9–17 млн. кв. км. Освоить эти площади весьма трудно по разным причинам.

Часть земель подвержена водной или ветровой эрозии, засолению, заболачиванию и другим неблагоприятным геоэкологическим явлениям и потому находится в залежи.

Большой массив неиспользуемых, с точки зрения земледелия, территорий относится к зоне влажных экваториальных лесов в Южной Америке и Африке. Для этой зоны пока еще не найдены экологически устойчивые методы земледелия. Да и вряд ли было бы правильно стремиться к превращению влажных экваториальных лесов в пашню вследствие неизбежного нарушения глобального экологического равновесия.

Помимо того, в Африке значительные площади почти не используются человеком из-за распространения мухи це-це, с сопутствующими ей болезнями людей и домашнего скота. Это, в

основном, ландшафты саванны, и там можно, по-видимому, ожидать некоторого расширения посевных площадей, если борьба с болезнями и ее переносчиками окажется успешной. Земли с горным или расчлененным рельефом теоретически пригодны к использованию, но фактически затраты на экологически устойчивую эксплуатацию новых земель оказались бы слишком велики.

Весь вопрос в том, во что обойдется килограмм продукции земледелия, если посчитать все затраты. Если включать в стоимость освоения новых земель как экономические затраты, так и невозполнимые потери качества окружающей среды, такие как смыл почв и увеличение стока наносов, то стоимость урожая окажется чрезмерно высокой. Вероятно, человечество должно удовлетворять свои растущие потребности в продуктах сельского хозяйства главным образом используя земли, уже находящиеся в настоящее время в эксплуатации, так как они более устойчивы экологически, и полная стоимость продукта была бы не столь велика. По-видимому, основной стратегической линией в использовании земельных ресурсов мира для земледелия должно быть ограничение роста пахотных площадей на уровне, близком к современному.

Важнейшее использование земли — производство продуктов питания. Вследствие роста численности населения и его потребностей увеличение производства продуктов сельского хозяйства объективно необходимо. Оно зависит от двух основных факторов: площади земли, на которой возможна сельскохозяйственная деятельность, и потенциального плодородия каждой единицы этой земли.

Растущий спрос на продовольствие и расширяющаяся экономика мира оказывают серьезное воздействие на стратегию использования земельных ресурсов и их состояние. Если невозможно обеспечить растущие потребности в продовольствии посредством включения в производство новых земель, то остается другой путь — повышение плодородия почв посредством интенсификации сельского хозяйства. Но этот путь создает серьезную угрозу для экосферы, в том числе для устойчивого существования педосферы как основы жизни. Такая угроза уже реально проявляется в виде разного рода последствий сельскохозяйственной деятельно-

сти, и угроза может резко усилиться при дальнейшей интенсификации сельского хозяйства.

VII.4. Геоэкологические проблемы земледелия

Естественные экосистемы, как правило, замкнуты, то есть отличаются весьма малыми потоками вещества и энергии через их границы. Любая сельскохозяйственная экосистема существенно отличается от природных экосистем значительными потоками вещества и энергии через ее границы из-за выноса веществ с урожаем, поступления удобрений, воды для орошения, пестицидов, и т.п. Центральным звеном в агроэкосистеме является почва, в которой, несмотря на массивированные антропогенные воздействия, плодородие должно сохраняться на определенном уровне, чтобы обеспечивать ожидаемый уровень продукции. При этом возникает ряд проблем окружающей среды на уровне отдельного сельскохозяйственного поля. Другая группа проблем связана с воздействием сельского хозяйства на окружающую среду за пределами поля, и часто весьма далеко за пределами.

Основные неблагоприятные процессы на уровне поля снижают плодородие почв, модифицируя их физическое, химическое и биологическое состояние. Это водная и ветровая эрозия, последствия применения удобрений и пестицидов, уплотнение почвы, ее загрязнение, а также засоление, подтопление и заболачивание почв.

VII.4.1. Водная и ветровая эрозия почв

Эрозия почв – это естественный геоморфологический процесс, неотъемлемое звено как глобальных биогеохимических циклов, так и глобального цикла денудации-аккумуляции. Наибольшие величины естественной водной эрозии вне горных территорий наблюдаются в зонах полупустынь и степей. Здесь количество осадков, составляющее около 250–500 мм в год, еще достаточно

велико, чтобы обеспечить размыв и смыл почвы, а естественная растительность уже не полностью защищает почву от воздействия дождевых капель. Наименьшие величины естественной водной эрозии характерны для тех ландшафтных зон, где сплошная, зачастую многоярусная растительность защищает поверхность почвы от размыва (в зонах влажных лесов), или где осадков недостаточно для заметного смыва (зоны пустынь). Распределение естественной водной эрозии почв в мире в целом подчиняется закону географической зональности.

Максимум естественной ветровой эрозии располагается в аридных зонах (полупустыни и пустыни). На глобальном уровне роль ветровой эрозии приблизительно вдвое меньше, чем водной эрозии. Общая площадь в мире, подвергающаяся необратимым изменениям вследствие ветровой эрозии, невелика, но локальный эффект этого процесса может быть весьма серьезным.

При превращении природной экосистемы в сельскохозяйственное поле условия для эрозии резко меняются. Поверхность почвы становится слабо прикрытой растительностью, а значительную часть года и вовсе голой. Многочисленные данные указывают на то, что при преобразовании лесного ландшафта в полевую агроэкосистему величины эрозии увеличиваются по крайней мере на два-три порядка величины, а при преобразовании открытого (нелесного) ландшафта – на один-два порядка. Поэтому при сельскохозяйственном освоении территорий эрозия почв резко увеличивается и остается на высоком уровне.

В России почти половина площади почв подвержена водной и ветровой эрозии. На 5 млн. га бывшего СССР располагаются сильно эродированные почвы, на которых урожаи не превышают 40% от тех, которые были бы при неизменной почве. В последние годы существования СССР с полей выносилось 100 млн тонн гумуса и более 40 млн. тонн соединений азота, фосфора и калия в год. Это в полтора раза больше количества вносимых в то время в почву удобрений, и именно таким образом потенциальное плодородие почвы неуклонно снижается.

Многочисленные факты из других районов мира также указывают на чрезвычайно высокую степень снижения естественного плодородия почв.

В США за последние 200 лет смыто около трети верхнего слоя почвы, и естественное плодородие сократилось на 10–15%. Около двух третей пашни США нуждаются в защите от эрозии. Почвенная эрозия в США уносит приблизительно вдвое больше биогенных веществ, чем их вносится в почву в виде удобрений. Около половины наносов рек США обязаны своим происхождением эрозии почв.

Еще хуже ситуация с эрозией почв в развивающихся странах, где благоприятные для эрозии природные условия сочетаются, как правило, с низким уровнем противоэрозионной агротехники. На о.Ява, например, рост доходов сельскохозяйственного производства за последние 10–15 лет составлял около 4% в год, но эта величина примерно равна потерям плодородия почв в результате эрозии. В Зимбабве эрозия уносит втрое больше биогенов, чем их вносится ежегодно.

Главная причина эрозии почв – сельское хозяйство. Например, в штате Нью-Йорк (США) земледельческие системы занимают 20% площади, но они дают 63% всего объема эрозии почв штата.

Противоэрозионная способность почв зависит от содержания гумуса и карбонатов, концентрации катионов в поглощающем комплексе, механических и агрегатных свойств почвы. Каждый генетический тип почвы отличается характерным для него набором параметров. Наибольшей эрозионной устойчивостью среди почв Русской равнины обладают черноземы. К северу и югу от зоны черноземов устойчивость почв к водной эрозии снижается. С другой стороны, более 70% черноземов мира распаханно. Поэтому общий объем эрозии в черноземной зоне под влиянием земледелия значительно увеличился.

Насколько увеличилась эрозия почв мира вследствие трансформации естественных экосистем в пашню? Автором были выполнены расчеты влияния сельского хозяйства на водную эрозию почв мира. Установлено, что с полей смывается ежегодно не менее 90 млрд. тонн почвы. Для сравнения: твердый сток рек мира

оценивается в 22 млрд. т в год. В настоящее время водная эрозия почв по крайней мере в пять раз больше, чем она была при ненарушенных земледелием условиях. Объем смытой почвы содержит больше фосфора, чем все производство фосфорных удобрений в мире за год.

Главные потенциальные резервы земельных ресурсов под пашню располагаются в тропических и экваториальных районах. Расширение площади пашни приведет там к значительному росту эрозии почв. Продолжающееся обезлесение приведет к дальнейшему увеличению эрозии почвы, в особенности во влажной экваториальной зоне, где, по сравнению с доземледельческим периодом, эрозия уже увеличилась в 8 раз, и при условии использования всех доступных земельных ресурсов может вырасти в 24 раза.

Наибольшее увеличение эрозии почвы, в 33 раза по сравнению со временем до начала земледелия, отмечается в районах достаточного увлажнения умеренного пояса, где по климатическим условиям изначально произрастали леса и где площадь пашни весьма велика.

На уровне речного бассейна смытые почвы представляют собой наносы, переносимые реками. Увеличение стока наносов приводит к заилению водохранилищ, каналов, оросительных систем и судоходных путей. Для условий США подсчитано, что это приносит больший экономический ущерб, чем снижение плодородия почв в результате эрозии почв.

Далеко не весь рыхлый материал, образующийся вследствие эрозии пахотных почв, достигает больших рек и океана. Преимущественная часть его отлагается ниже по склону и в гидрографической сети первого порядка. Чем выше порядок сети или чем больше площадь бассейна, тем меньшая доля наносов попадает в реки.

В бассейне Оки, например, распределение отложенных наносов по элементам рельефа выглядит следующим образом:

В пределах склонов —	В долинах без постоянного стока —	В долинах малых рек —	В долинах средних рек и главной реки	Всего:
----------------------	-----------------------------------	-----------------------	--------------------------------------	--------

60%	ка – 20%	10%	– 10%	100%
-----	----------	-----	-------	------

Отношение объема наносов, достигших определенного створа на реке, к объему наносов, первоначально образовавшихся в этом бассейне, называется показателем поступления наносов (*Sediment Delivery Ratio* – SDR). Величина SDR находится в обратной нелинейной зависимости от площади бассейна. Обширный фактический материал, собранный в различных районах мира, позволил получить следующее выражение для определения показателя поступления наносов (SDR):

$$SDR = kS^n$$

где S – площадь бассейна, k и n – числовые параметры. При этом параметр n изменяется в пределах от -0,01 до -0,25.

Геоморфологические и геологические исследования подтверждают ведущую роль расширяющегося земледелия в увеличении эрозии почв и стока наносов. На юге Украины в балках, не имеющих постоянного стока воды, отмечены значительные отложения наносов, аккумулярованные 100–150 лет тому назад, то есть во времена земледельческого освоения южных степей. Анализ кернов осадков в Черном море показал, что средняя скорость осадконакопления в период 7000–2000 лет тому назад составляла 90 млн. т в год. Затем скорость накопления увеличилась до 250 млн т в год, причем она была наибольшей в X–XV вв., когда происходила наиболее активная трансформация лесов в бассейне Дуная в агроэкосистемы.

Русло реки Хуанхэ в нижнем течении чрезвычайно неустойчиво. Река течет в собственных отложениях, очень быстро и резко изменяя свое положение и вызывая катастрофические затопления. За последние 4000 лет было около 1500 наводнений, в результате которых русло реки перемещалось на десятки и сотни километров 26 раз. И все же до времени примерно 1000–2000 лет тому назад река Хуанхэ имела относительно нормальный объем стока наносов. Затем сельскохозяйственное освоение Китая привело к распашке поверхности Лессового плато в бассейне р. Хуанхэ, где

эрозии стали подвергаться чрезвычайно легко размываемые, тонкие отложения лесса. Мутность воды необычайно возросла и достигает сейчас 1 т/куб. м. Сток наносов Хуанхэ – около 1 млрд. т в год, или около 10% стока взвешенных наносов всех рек мира. Это ставит ее на второе место в мире после Ганга-Брамапутры. На реке построено несколько водохранилищ, работающих в специальном режиме, препятствующем накоплению большей части переносимых наносов, но выполняющих свою основную функцию увеличения стабильных водных ресурсов.

VII.4.2. Геоэкологические последствия применения удобрений

Для своего развития растения нуждаются в определенном количестве биогенных веществ (соединений азота, фосфора, калия и др.), обычно поглощаемых из почвы. В естественных экосистемах биогены, ассимилированные растительностью, возвращаются в почву в результате процессов деструкции в круговороте вещества: разложения плодов, растительного опада, отмерших побегов, корней и пр. Некоторое количество соединений азота фиксируется бактериями из атмосферы. Часть биогенов привносится с осадками. На отрицательной стороне баланса находятся инфильтрация и поверхностный сток растворимых соединений биогенов, их вынос с почвенными частицами в процессе эрозии почвы, а также преобразование соединений азота в газообразную фазу с уходом ее в атмосферу.

В природных экосистемах скорость накопления или расходования питательных веществ обычно невелика. Например, для девственной степи на черноземах Русской равнины соотношение между потоком соединений азота через границы избранного участка степи и его запасами в верхнем метровом слое составляет около 0,0001 или 0,01%. Можно сказать, что в масштабах жизни человека баланс биогенных веществ, так же как и гумуса для девственных (первичных) экосистем, замыкается с высокой точностью.

Сельское хозяйство нарушает естественный, практически замкнутый баланс биогенов. Ежегодный урожай уносит часть биогенов, содержащихся в произведенном продукте. В агроэкосистемах скорость выноса питательных веществ на 1–3

мах скорость выноса питательных веществ на 1–3 порядка больше, чем в природных системах, причем чем выше урожай, тем относительно больше интенсивность выноса. Следовательно, даже если первоначальный запас питательных веществ в почве и был значительным, в агроэкосистеме он может израсходоваться сравнительно быстро.

Всего в мире с урожаем зерна выносятся, например, около 40 млн. т азота в год, или примерно 63 кг на 1 га площади зерновых. Отсюда следует необходимость применения удобрений для поддержания плодородия почвы и повышения урожаев, так как при интенсивном земледелии без удобрений плодородие почвы снижается уже на второй год. Обычно применяются азотные, фосфорные и калийные удобрения в различных формах и сочетаниях, в зависимости от местных условий. В то же время, применение удобрений маскирует деградацию почв, заменяя естественное плодородие на плодородие, базирующееся в основном на химических веществах.

Производство и потребление удобрений в мире неуклонно росло, увеличившись за 1950–1990 гг. приблизительно в 10 раз. Среднее мировое использование удобрений в 1993 г. составляло 83 кг на 1 га пашни, из них примерно половина – азотных удобрений. За этой средней величиной скрыта большая разница в потреблении различных стран. В Нидерландах применяется больше всего удобрений, и там уровень применения удобрений в последние годы даже сократился: от 820 кг/га до 560 кг/га. С другой стороны, среднее потребление удобрений в Африке в 1993 г. составляло лишь 21 кг/га, причем в 24 странах применяли 5 кг/га и менее.

Наряду с положительными эффектами, удобрения создают также экологические проблемы, в особенности в странах с высоким уровнем их применения. О загрязнении природных вод нитратами и о связанной с этим эвтрофикации водоемов уже говорилось в главе, посвященной проблемам гидросферы.

Нитраты опасны для здоровья человека, если их концентрация в питьевой воде или продуктах сельского хозяйства выше установленной ПДК. Концентрация нитратов в воде, стекающей с по-

лей, обычно находится между 1 и 10 мг N/л, а с нераспаханных земель она на порядок меньше. По мере роста массы и продолжительности применения удобрений, все большее количество нитратов попадает в поверхностные и подземные воды, делая их непригодными для питья. Если уровень применения азотных удобрений не превышает 150 кг N/га в год, то в природные воды попадает примерно 10% от объема применяемых удобрений. При более высокой нагрузке эта доля еще выше. В особенности серьезна проблема загрязнения подземных вод после того, как нитраты попали в водоносный горизонт.

Водная эрозия, унося почвенные частицы, переносит также содержащиеся в них и адсорбированные на них соединения фосфора и азота. Если они попадают в водные объекты с замедленным водообменом, улучшаются условия для развития процесса эвтрофикации. В реках США главным загрязнителем воды стали растворенные и взвешенные соединения биогенов.

Зависимость сельского хозяйства от минеральных удобрений привела к серьезным сдвигам в глобальных циклах азота и фосфора. Промышленное производство азотных удобрений привело к нарушению глобального баланса азота вследствие роста объема доступных для растений соединений азота на 70% по сравнению с доиндустриальным периодом. Избыток азота может изменить кислотность почв, а также содержание в них органического вещества, что может привести к дальнейшему выщелачиванию питательных веществ из почвы и ухудшению качества природных вод.

По нашей оценке, смыв фосфора со склонов в процессе почвенной эрозии составляет не менее 50 млн. т в год. Эта цифра сравнима с годовым объемом промышленного производства фосфорных удобрений. По другой оценке, в 1990 г. столько же фосфора было вынесено реками в океан, сколько было внесено на поля, а именно 33 млн. т. Поскольку газообразных соединений фосфора не существует, он перемещается под воздействием силы тяжести, главным образом с водой, преимущественно с континентов в океаны. Это ведет к хроническому дефициту фосфора на суше и к еще одному глобальному геоэкологическому кризису.

Зависимость величины урожая от объема применяемых удобрений в целом похожа для любой культуры: растение заметно реагирует на первые порции применяемых удобрений, при последующих порциях прирост урожая становится меньше, а затем уже прироста практически нет (кривая зависимости в этой области стремится к асимптоте), а при дальнейшем увеличении нагрузки удобрениями может отмечаться и снижение урожая. Деградация почв, обсуждавшаяся выше, не остановила рост сельскохозяйственного производства, потому что фермеры в мире применяли все больше удобрений, чтобы компенсировать теряемое природное плодородие почв, и увеличивать урожаи.

В настоящее время рост применения удобрений вызывает все меньшее приращение урожая (на кривой зависимости урожая от нагрузки удобрениями эта ситуация находится в зоне асимптоты). Вследствие этой причины, а также вследствие изменения типа экономики в ряде стран, объем применения удобрений в мире не растет с 1990 г. В такой ситуации удобрения более не маскируют снижение плодородия почв, потому что они не могут заменить другие важные компоненты почвы как сложного природного тела: органического вещества, тонкой фракции почвы, водоудерживающей способности почвы, почвенной фауны беспозвоночных и микроорганизмов и пр.

В то же время, развивающиеся страны нуждаются в более высоком уровне применения удобрений для повышения сельскохозяйственной продукции, что, с другой стороны, неизбежно повлечет за собой рост геоэкологических проблем.

Научно обоснованные стратегии сельского хозяйства должны исследовать возможности сокращения объема применяемых удобрений с целью поиска оптимального уровня их применения, а также включать такие компоненты, как корректная технология их применения и защита почв от эрозии.

VII.4.3. Геоэкологические последствия применения пестицидов

Значительная часть урожая уничтожается вредителями и погибает вследствие болезней как на поле, так и, позднее, в хранилищах. Иногда потери достигают половины урожая (в бывшем СССР – до 30–40 %, в США – 33%). Одно из основных направлений борьбы с вредителями сельского хозяйства (насекомыми, грызунами, грибами, сорняками и пр.) – это применение химических веществ, называемых пестицидами. В США, например, необходимо бороться со 160 видами патогенных грибов и бактерий, 250 видами вирусов, 8000 видами насекомых и клещей, 2000 видами сорняков.

Пестициды – общее название для всех химических веществ, применяемых для борьбы с вредителями, а также и более узкое название для части веществ, применяемых против насекомых. Гербициды применяются для контроля сорняков, фунгициды – против грибов, родентициды – против грызунов. Основной потребитель пестицидов – сельское хозяйство. В СССР в 1989 г. 88% всей пашни обрабатывалось пестицидами.

Всего в мире используется не менее 180 пестицидов в виде нескольких тысяч препаративных форм. За десятилетия 1960-1980 гг. объем пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве мира, увеличился на порядок. Однако затем употребление пестицидов стало замедляться вследствие обнаруженных серьезных проблем. В России и прилегающих странах уровень производства и применения пестицидов понижается также вследствие экономической депрессии.

Большинство проблем применения пестицидов, возникает потому, что практически все пестициды являются ксенобиотиками – чуждыми для природы химическими соединениями.

По оценкам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире от применения пестицидов умирают 20000 человек и около 1 млн. чел. получают отравление со значительными последствиями для здоровья. Многочисленные исследования однозначно свидетельствуют, что любое увеличение пестицидных нагрузок повышает частоту распространения самых различных патологий, ведет к увеличению заболеваемости (в особенности детей) не только посредством прямого поражения организма че-

ловека, но и путем подавления иммунной системы, нарушения процессов роста, развития и обмена веществ. Если применение пестицидов в мире будет возрастать, то можно ожидать соответствующего увеличения заболеваемости и смертности.

Воздействие пестицидов на природу столь же серьезно, как и воздействие их на человека. Каждый вид, численность которого подлежит регулированию, обитает вместе с сотнями видов, численность которых изменять нежелательно. Поэтому обычно менее одного процента применяемых пестицидов достигает цели. Остальные 99% попадают в окружающую среду, загрязняя почву, воздух и воду и отравляя биоту, часто с непредсказуемыми последствиями.

Большую роль в плодородии почв играет почвенная биота. Подавляя вредителей пестицидами, человек снижает также численность почвенных организмов. В пойменных почвах Нечерноземья насчитывалось до 300 дождевых червей на 1 кв. м, пропускавших сквозь свой кишечник ежегодно до 10 кг почвы. В настоящее время их численность сократилась в десятки и сотни раз.

Многообразные пестициды различным неблагоприятным образом воздействуют на ландшафты и их компоненты. Группы животных, наиболее страдающих от пестицидов, оказываются (в порядке увеличения степени поражения): беспозвоночные, рыбы, птицы, млекопитающие, микроорганизмы. Внутренние водоемы загрязняются пестицидами и продуктами их распада. Пестициды сыграли, например, немалую роль в ухудшении состояния Аральского моря, его притоков и бассейна. Исследование поведения пестицидов в ландшафте в зависимости от географических условий – важная и пока недостаточно изученная проблема.

Попавший в окружающую среду пестицид включается в процессы *биоаккумуляции*, когда может происходить многократное (до сотен тысяч раз) повышение его концентрации по мере продвижения пестицидов по пищевым цепям. В результате отдельные, иногда отдаленные от пестицидной мишени звенья пищевых цепей могут оказаться крайне токсичными. Широко известен пестицид ДДТ, почти везде запрещенный к использованию (но это запрещение не всегда выполняется). Период полного распада

ДДТ составляет многие десятки лет, и около половины произведенного промышленностью препарата еще находится в окружающей среде. Биоаккумуляция ДДТ в экосистеме озера Мичиган приводит к его накоплению в рыбадных птицах в 180 тыс. раз большему, чем его концентрация в озерной воде:

ДДТ в воде	- 0,014 мг/л
ДДТ в зоопланктоне	- до 5 мг/л
ДДТ в мелкой рыбе	- до 10 мг/кг
ДДТ в крупной рыбе	- до 200 мг/кг
ДДТ в рыбадных птицах	- до 2500 мг/кг

Последствия биоаккумуляции пока еще не полностью поняты и могут оказаться даже более опасными, чем это видится сейчас.

Другая серьезная проблема применения пестицидов в том, что вредители привыкают к пестицидам, это привыкание передается по наследству, снижая эффективность пестицидов и заставляя вводить в использование все новые и новые химические вещества. Это явление, так называемая *резистентность*, привело к тому, что более десятка массовых видов насекомых развили нечувствительность ко всем основным классам применяемых соединений. К ним относятся домовая муха, таракан, колорадский картофельный жук, капустная моль и др. Резистентность к применяемым пестицидам вырабатывается через 10–30 поколений, так что в недалеком будущем, при современной стратегии применения пестицидов, все основные вредители могут стать резистентными.

Если обобщить проблемы применения пестицидов, то можно сказать, что их основная опасность заключается в нарушении жизнеобеспечивающих свойств экосферы и ухудшении состояния здоровья людей.

В долгосрочной перспективе большая часть применяемых химических веществ должна быть запрещена и заменена на биологические средства борьбы (или на интегрированные биологические, химические и другие средства защиты урожая). Однако немедленный запрет вряд ли возможен. На переходный период необходимо соблюдать несколько весьма очевидных правил. Следу-

ет вспомнить старый закон медицины: “Если можешь, не вреди”, то есть не применяй пестициды там, где не надо, и когда не надо. Должны применяться пестициды с относительно коротким временем распада. Не следует стремиться к поголовному истреблению вредителя, что вряд ли возможно, а лишь к поддержанию его численности на заданном, низком уровне. Поскольку менее 1% всех случаев смерти зарегистрировано в развитых странах, хотя в них применяется 80% всего объема пестицидов, необходимо специальное обучение людей, работающих с пестицидами.

VIII.4.4. Уплотнение почвы

Существуют две основные линии интенсификации сельского хозяйства: увеличивающееся применение или технологии (механизмов, энергии и пр.), или ручного труда. При технологически интенсивном сельском хозяйстве (где производится около половины продовольствия мира на одной пятой пахотной площади) широко используются сельскохозяйственные машины. Всего в мире в сельскохозяйственном производстве используется более 30 млн. тракторов, не считая комбайнов, плугов, сеялок и пр., а также грузовиков. Почти все эти машины очень тяжелые. Некоторые сельскохозяйственные машины превышают допустимую нагрузку даже на асфальтированные дороги.

Многократное использование тяжелых сельскохозяйственных машин за сезон и за многие годы приводит к уплотнению почв. Разрушается структура почвы, снижается ее пористость, ограничивается развитие корней растений, и таким образом неуклонно снижается плодородие почвы. Если эти процессы развиваются в верхнем слое почвы, то ситуация может быть скорректирована ежегодной вспашкой. Но все более интенсивное использование тяжелых машин приводит к уплотнению глубоких горизонтов почвы, что не может быть исправлено снятием нагрузки или вспашкой.

VII.4.5. Геоэкологические проблемы орошения

Орошение применяется издавна, чтобы обеспечить повышенный и устойчивый урожай. На 1995 г. площади орошаемых земель в мире составляют около 250 млн. га. Это всего лишь 17% пашни, но они обеспечивают около одной трети всех продуктов земледелия.

Большинство древних цивилизаций основывалось на орошаемом земледелии. Однако истинное расширение ирригации произошло в XX столетии, когда площадь орошаемых земель в мире выросла в 5-6 раз. В начале XX в. площадь орошаемых земель в мире не превышала 40 млн. га. Наиболее интенсивный рост площадей орошения был в 1950–1960 гг., но затем он замедлился, а в некоторых странах, например в США, стал отрицательным. Прирост орошаемых площадей в мире в течение XX в. превысил прирост численности населения и был, таким образом, важным фактором в решении проблемы продовольствия.

Имеется несколько причин современного снижения темпов развития орошения:

- высокая стоимость новых проектов, в среднем не менее 1000-2000 долларов США за гектар;
- невыгодность вложения средств в проекты орошения по сравнению с другими областями инвестиций;
- дефицит водных ресурсов;
- дефицит подходящих земель;
- потеря орошаемых территорий вследствие засоления, заболачивания и подтопления почвы;
- деградация оросительных систем.

На территории бывшего СССР заметный прирост орошаемых площадей, происходивший в течение 1955–1985 гг. резко остановился во второй половине 1980-х гг., сначала вследствие протестов экологических движений, полагавших, что в конечном итоге гидромелиоративные проекты приносят больше вреда, чем пользы, а затем из-за отсутствия средств вследствие деградации экономики.

Особенности развития орошения и сопутствующие ему проблемы ассоциируются с тремя основными геоморфологическими типами земель (в основном на материале Средней Азии):

а) Высокие и приподнятые подгорные равнины, первые террасы рек. Обычно они состоят из водопроницаемых отложений, таких как песок или гравий. Поэтому они не нуждаются в искусственном дренаже, а почвы не подвержены засолению. Это районы традиционного устойчивого орошения, существовавшего в течение столетий и даже тысячелетий.

б) Низкие подгорные равнины, межгорные депрессии, вторые и третьи террасы древних озер и рек. Они сложены лессами, суглинками, глинами и не обладают достаточными дренирующими свойствами. Почвы содержат значительные запасы солей. Эти территории нуждаются в искусственном дренаже из-за опасности засоления и заболачивания почв.

в) Морские и внутриконтинентальные дельты, низкие равнины и депрессии, террасы в низовьях рек. Они сложены глинами и суглинками и практически не обладают естественным дренажом. Подземные воды – соленые и залегают близко к поверхности. До начала развития ирригации необходимо промыть почвы и построить глубокий дренаж. В большинстве случаев резервы земель для орошения располагаются именно на таких территориях, что делает новые проекты орошения весьма дорогими, и со значительными сопутствующими экологическими проблемами.

Орошение – это, безусловно, благо для человечества, но одновременно оно приносит серьезные проблемы, прежде всего, геоэкологического характера. Превращение естественного ландшафта в агроэкосистему всегда приводит к очень глубоким преобразованиям состояния и режима территории. Это еще более верно, когда естественный ландшафт превращается в систему орошения, то есть в новую, почти полностью искусственную инженерную систему. Ведущие процессы коренным образом изменяются: вместо малого количества воды, поступающей с атмосферными осадками, что характерно для засушливых областей, поле получает большое количество воды. В результате изменяется основной тип водного режима почвы: вместо непромывного режима, когда во-

ды не промачивают ежегодно почвенный профиль, возникает промывной режим, при котором происходит ежегодное, обычно многократное промачивание почвы. Изменяются все особенности режима почвы, в том числе условия миграции химических соединений, а затем и физические свойства почвы.

При значительном развитии ирригации не только отдельное поле или оросительная система претерпевают глубокие геоэкологические изменения, но они захватывают речные бассейны, включая такие крупные как Нил, Колорадо, Инд или Амударья.

Опыт показывает, что какая бы территория ни находилась под влиянием орошения, будь это речной (озерный) бассейн, оросительная система, или поле, она приобретает тенденцию к деградации, и требуются постоянные, энергичные меры, поддерживающие ее устойчивость и, таким образом, контролирующие ситуацию. Существует масса примеров этого как из прошлого, так и из настоящего. Природа ничто не отдает бесплатно: чем больше ее нарушаешь, тем больше надо платить за это.

Основная задача ирригации – поддержание оптимальной влажности почвенного слоя для развития растений; орошение, этот главный пользователь воды в мире, забирает до 80% всей используемой воды.

С точки зрения ресурсов, главная проблема состоит в малой эффективности использования воды. Коэффициент полезного действия для поля или оросительной системы есть отношение объема используемой растениями воды к объему забираемой воды. Он сильно варьирует, в зависимости от многих условий, но в целом можно сказать, что обычно к.п.д. находится в пределах 0,4–0,6, часто и того ниже.

Существует много причин неэффективного использования воды. Одна из них, может быть, главнейшая, в том, что цена за воду (если она вообще есть) намного ниже, чем ее социальная стоимость. Во многих случаях и во многих странах вода для орошения бесплатна, или же она ниже даже затрат на поддержание систем орошения, не говоря уже о капитальных затратах. В результате воду не берегут, и чрезмерное расходование воды типично для большинства оросительных систем мира, независимо от типа эко-

номики.

Непропорционально высокое расходование воды, превышающее потребности растений, приводит к неблагоприятным геоэкологическим последствиям. Главное из них – подъем уровня грунтовых вод вследствие избыточного количества оросительной воды при недостаточно эффективном или отсутствующем дренаже. Это приводит к подтоплению или заболачиванию территории. (При подтоплении уровень грунтовых вод находится очень близко к поверхности почвы, а при заболачивании вода стоит на ее поверхности.)

Кроме того, соли, вымываемые из почвы, вместе с солями, находящимися в значительном количестве в грунтовых водах, оказываются в пределах почвенного профиля, вызывая тем самым чрезвычайно неблагоприятный для земледелия процесс – засоление почв. Предотвращение засоления заключается в обеспечении хорошего дренажа почв, то есть в обеспечении отвода избыточного количества воды. Существуют земли с хорошим естественным дренажом. Обычно это территории традиционного орошения. В остальных случаях необходимо строить инженерные системы дренажа. Для удешевления строительства это не всегда делается, но скупой, как известно, платит дважды, потому что мелиорация засоленных почв обходится дороже, чем первоначальное сооружение дренажа.

Примерно четверть орошаемых площадей мира в той или иной степени засолена, и очень большие территории совершенно выведены из обращения как прошлыми цивилизациями, так и в результате хозяйствования последних десятилетий.

Если главной геоэкологической проблемой ирригации на уровне поля или оросительной системы является проблема заболачивания и засоления почвы, то основной проблемой на уровне речного бассейна является значительное увеличение транспорта растворенных солей. По оценкам Н.Ф.Глазовского, общий перенос солей с дренажными водами с орошаемых полей мира составляет 2 млрд. т в год. Этот перенос стал одним из основных компонентов глобальных биогеохимических циклов. Для сравнения, естественный транспорт растворенных веществ с речным стоком мира

составляет 3 млрд. т в год.

При грамотном планировании развития орошения необходимо учитывать вновь возникающие потоки растворенных веществ. Это делается на основе анализа уравнений водно-солевого баланса, современного и проектируемого. С этой точки зрения, каждая территория уникальна, и перспективное планирование водно-солевого баланса требует междисциплинарных знаний, а управление большими орошаемыми территориями должно быть фактически сочетанием науки и практического опыта.

Развитие орошения, особенно в тропических странах, обычно сопровождается рядом социальных последствий. Одно из наиболее важных – рост болезней, связанных с переносчиками, таких как малярия, шистосоматоз или онкоцеркоз. Другие последствия – это ухудшение качества питьевой воды и заболачивание (подтопление) населенных пунктов вследствие неэффективного управления орошаемыми массивами.

Геоэкологические проблемы орошения указывают на необходимость учета полной стоимости ирригации, которая бы включала не только затраты на строительство и эксплуатацию оросительных систем, но и стоимость ухудшения состояния окружающей среды, затраты на решение экологических вопросов и социально-экономических проблем. Такая полная стоимость, несмотря на очевидные трудности подобных расчетов, помогла бы оценивать действительную эффективность проектов оросительных систем. Таким образом, орошение будет рассматриваться не как привлекательный и недорогой способ увеличения производства продуктов сельского хозяйства, а, как и в случае с сельскохозяйственными химикатами, как обоюдоострый меч, с которым надо обращаться с осторожностью, потому что он может принести как добро, так и зло.

VII.4.6. Геоэкологическая устойчивость сельского хозяйства

Анализ антропогенных факторов изменения состояния почв и использования земель мира говорит о том, что педосфера как основа живого вещества Земли, как критическое звено в глобальных биогеохимических циклах, как основной источник продовольст-

вия для быстро растущего населения мира, находится под угрозой. Деградация педосферы – одна из самых серьезных, долгосрочных геоэкологических проблем мира, потому что нигде более разрушение систем жизнеобеспечения Земли не зашло так далеко. Имеются более видимые и более впечатляющие общемировые проблемы, встречаются очень острые локальные проблемы, и они привлекают внимание. Но деградация педосферы все еще не расценивается так, как она того заслуживает.

Главная область беспокойства – сельское хозяйство, где возможность временно поправить ситуацию посредством внесения удобрений и пестицидов, введение искусственного полива, или же использование новых машин может временно отложить или скрыть наступающий кризис. С одной стороны, технологические вложения, лишь временно замещающие естественные факторы плодородия почв, приносят с собой ряд геоэкологических проблем, обсуждавшихся выше. С другой стороны, сами эти технологические вложения есть продукт экологически неблагоприятной промышленности или энергетики. В результате сельское хозяйство, играющее столь большую роль в трансформации экосферы, экологически весьма неустойчиво.

Тревожное состояние ресурсной базы сельского хозяйства можно видеть в большинстве стран мира, от самых богатых и развитых до наиболее обнищавших. Казалось бы, можно полагать, что сельское хозяйство США – это блестящая демонстрация того, что может быть достигнуто при весьма благоприятных природных условиях, умелых, трудолюбивых и предприимчивых фермерах, значительных вложениях со стороны науки и техники в виде постоянно совершенствующихся машин, химикалий, семян и пр. и благоприятной ситуации на мировом рынке сельскохозяйственных продуктов. И действительно, успехи весьма впечатляющие. Но нужно также помнить, что успехи американского сельского хозяйства идут во многом за счет потерь почвенных ресурсов, то есть вследствие его геоэкологической неустойчивости.

Известно, что половина толщины почвенного слоя штата Айова исчезла за последние 150 лет. Говорят, что один мешок произведенного зерна кукурузы в этом штате уносит с собой вследст-

вие эрозии два мешка почвы. Поэтому достижения в земледелии Айовы все более основываются на технологии и все менее на естественном плодородии почв. Но если столь значительная степень деградации характерна для штата и страны, располагающих высококласной Службой охраны почв, то что говорить о большинстве стран? Выше приводился пример Индонезии, где весь прирост сельского хозяйства происходит из-за потери плодородия почв, и это не самый худший пример. Об антропогенной деградации почв России и бывшего СССР уже говорилось. Четыре самые крупные сельскохозяйственные страны мира, США, Китай, Индия и бывший СССР, используют несколько меньше половины пахотных земель мира, но потери от эрозии и засоления почв превышают 50% общемировых потерь.

Геоэкологическая неустойчивость агроэкосистем отмечается на всех иерархических уровнях. Существует очень много примеров деградации почв на уровне поля вследствие эрозии, засоления, загрязнения, уплотнения почв. На уровне водосбора проявляются в основном проблемы химического характера, такие как увеличивающийся транспорт растворенных солей реками или рост концентрации нитратов в источниках водоснабжения. На глобальном уровне – нарушения, в основном, в социально-экономической сфере, но природные процессы также испытывают неблагоприятные воздействия. Например, животноводство Нидерландов в значительной степени зависит от производства корнеплодов (ямса, маниоки и пр.) в странах юго-восточной Азии, таких как Индонезия или Таиланд. В результате усиливается разрушение ресурсной базы в странах-производителях маниоки вследствие, например, эрозии почв, и возрастает загрязнение воды и почвы в Нидерландах вследствие избытка навоза, превышающего естественную способность его переработки на голландской территории.

Несмотря на продолжающееся ухудшение ресурсной базы сельского хозяйства, растущее население мира должно быть обеспечено питанием. Необходим переход к экологически устойчивому сельскому хозяйству. Стратегия перехода весьма сложна и требует очень больших усилий даже для ее разработки, не гово-

ря уже о выполнении. В сложной системе, какой является сельское хозяйство, элементы стратегии могут быть весьма далеки от состояния почв, но могут привести к желаемым результатам. К ним относятся эффективное управление численностью населения, оптимизация качества питания взамен максимизации объема производства, устранение или снижение государственных субсидий сельскому хозяйству.

Наряду с социально-экономическими элементами стратегии перехода к экологически устойчивому сельскому хозяйству, существуют экологически благоприятные методы ведения хозяйства. Они основаны на минимизации чуждых для природы агротехнических приемов, таких как применение пестицидов или минеральных удобрений. Это так называемое органическое земледелие. Его также называют биологическим, или экологическим (*organic, biological, ecological farming*). В среднем такой метод ведения хозяйства приносит меньшие урожаи, но их продукты отличаются высокими питательными качествами. Вследствие более высоких цен на такие продукты органическое земледелие может приносить не меньше дохода, чем высокотехнологичное сельское хозяйство.

Однако доля площади, обрабатываемой с применением органического земледелия, не превышает нескольких процентов даже в передовых странах. При этом отмечается определенная, хотя и слабая, тенденция к росту. В качестве переходной, или компромиссной стратегии можно рассчитывать на снижение количества вносимых химических веществ (удобрений и пестицидов), более эффективное их применение, более эффективное управление оросительными системами, разумное ограничение в строительстве новых оросительных систем, применение менее тяжелых машин за более короткое время и пр.

Мы уже приводили пример Нидерландов, где за 10 лет (1983–1993 гг.) уровень применения минеральных удобрений сократился на 47%, оставаясь при этом все же очень высоким (560 кг/га). При высоком уровне применения удобрений растения слабо реагируют на сверхвысокие дозы, и потому экономичнее снизить интенсивность применения удобрений, получив в то же время несколько более низкий урожай. Меньшая масса

мя несколько более низкий урожай. Меньшая масса применяемых удобрений приводит также к снижению уровня загрязнения окружающей среды (воды и почвы). От этой стратегии еще очень далеко до органического земледелия, но тенденция эта правильная, и она характерна для большинства развитых стран.

Человечество достигло многого в производстве продуктов питания. Но цена была столь высока, что пришлось занимать ресурсы у внуков. Больше занимать нельзя. Более того, пришло время отдавать, и единственный путь к этому – общемировая трансформация сельского хозяйства в духе концепции устойчивого развития.

VIII. Литосфера. Влияние деятельности человека

VIII.1. Строение Земли и литосфера⁹

Основная по массе, твердая часть планеты Земля состоит из ядра, мантии и земной коры. В свою очередь, ядро разделяется на внутреннее и внешнее. Внутреннее ядро имеет радиус 1250 км, объем около 0,7% и массу около 1,2% всей Земли. Предполагается, что оно является твердым телом, близким к состоянию плавления. Внешний слой ядра объемом 15,2% и массой 29,8% всей Земли располагается на глубинах 2900–5000 км. Считается, что он находится в расплавленно-жидком состоянии.

Мантия располагается на глубинах менее 2900 км. Она делится на три слоя: нижнюю, среднюю и верхнюю. В верхней мантии, на глубинах порядка 60–250 км, преобладают базальты, находящиеся в состоянии расплава или близком к этому. В этом слое вязкость вещества и его прочность на два-три порядка величины меньше, чем вязкость и прочность вышележащего жесткого слоя. Слой пониженной вязкости называется астеносферой (от греч. астенес – слабый).

Вышележащий жесткий слой, ограничивающий сверху твердую часть Земли, – это земная кора. Средняя плотность вещества коры 2,8 г/см³. Ее масса составляет 0,8% массы всей Земли. Средняя толщина земной коры около 30 км, с колебаниями от 4–6 км под срединными океаническими хребтами и некоторыми абиссальными впадинами (от греч. слова абиссос – бездонный) до 55–70 км под молодыми складчатыми горами.

В земной коре сверху вниз обособляются три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. В верхнем слое преобладают глины,

⁹Для более углубленного изучения вопросов геологии и геоморфологии имеется ряд учебников. Можно рекомендовать, в частности, “Основы геологии” Короновского Н.В. и Якушовой А.Ф. М.: Высшая школа, 1991 и “Общая геоморфология” Леонтьева О.К. и Рычагова Г.И. М.: Высшая школа, 1988.

глинистые сланцы, песчаные, карбонатные и вулканогенные породы. Толщина осадочного слоя изменяется от 20–25 км в глубоких впадинах до практически полного его отсутствия на кристаллических щитах. Средний слой земной коры состоит из пород, близких по своим свойствам к граниту (граниты, гнейсы, гранодиориты, диориты, кристаллические сланцы, амфиболиты). Он отсутствует под океанами, а на континентах его мощность достигает нескольких десятков километров. Базальтовый слой сложен кристаллическими породами основного состава, более плотными по сравнению с гранитным слоем. Под океанами его мощность составляет 2–7 км, а под континентами – 15–40 км.

Строение земной коры весьма разнообразно, но выделяют два основных типа коры: континентальный и океанический. В типичном разрезе континентальной коры сверху лежат осадочные породы средней мощностью 3 км и плотностью $2,5 \text{ г/см}^3$. Глубже следует гранитно-метаморфический слой средней мощностью 17 км и плотностью $2,6\text{--}2,8 \text{ г/см}^3$. Под ним располагается базальтовый слой средней мощностью 15 км и плотностью $2,9\text{--}3,3 \text{ г/см}^3$. В типичном разрезе океанической коры средняя мощность рыхлых отложений составляет 0,7 км. Они лежат непосредственно на базальтах.

Земная кора и прилегающая к ней часть верхней мантии образуют литосферу. Непосредственно под литосферой располагается астеносфера. В литосфере находятся очаги большинства землетрясений, причем преимущественно в верхних 30 км.

Самые верхние горизонты литосферы находятся в совместном и взаимосвязанном взаимодействии с другими геосферами. В результате такого взаимодействия на поверхности литосферы образуется кора выветривания, – совместный продукт действия воды, воздуха и живых существ. На корях выветривания развиваются почвы. Мощность кор выветривания и их строение в целом подчиняются закону географической зональности. В нивальном и аридном поясах мощность кор выветривания не достигает обычно и 10 м, при относительно простой ее структуре, в то время как в экваториальном поясе коры выветривания весьма сложно по-

строены, история их развития продолжительна, а мощность может превышать 60 м.

Верхние горизонты литосферы обычно не контактируют непосредственно с атмосферой и гидросферой. На суше литосфера покрыта чехлом почв (педосфера), растительности (биосфера) или же, особенно в холодных условиях, – льда и снега (криосфера). Лишь в пустынях литосфера непосредственно соприкасается с атмосферой, да и то сквозь кору выветривания. В то же время, сквозь почву и кору выветривания происходит активный газообмен между атмосферой и литосферой. В еще большей степени происходит взаимодействие между литосферой и природными водами таким образом, что подземные воды – это часть как гидросферы, так и литосферы.

Итак, самые верхние горизонты литосферы активно вовлечены во взаимодействие с другими сферами. Это взаимодействие достигает максимума интенсивности у земной поверхности и уменьшается как книзу, так и кверху. Оно еще более усиливается по мере возрастания роли человека.

Нижняя граница экосферы размыта и постепенно с глубиной сходит на нет. Активная деятельность человека (карьеры, шахты, подземные хранилища, объекты гражданского и гидротехнического строительства, свалки и пр.) охватывает в литосфере преимущественно верхние несколько десятков метров, плавно уменьшаясь с глубиной, хотя отдельные особо глубокие карьеры, шахты и скважины выделяются из общей картины.

Один из самых глубоких в мире открытых карьеров – разработки медной руды Бингем Кэньон в штате Юта в США. Глубина карьера – 774 м, площадь – 7,2 км², а масса удаленного из карьера грунта – 3,4 млрд. т. В России глубина карьера на Коркинском разрезе на Урале составляет 520 м. Значительны по глубине и площади многие другие карьеры и разрезы как в нашей стране, так и в мире, образующие горно-промышленные территории (КМА, КАТЭК и др.).

Отдельные шахты проникают до глубины 4 км. Буровые скважины также достигают глубин в несколько тысяч метров, а самая

глубокая в мире, на Кольском полуострове, запроектирована на 15 км в глубину и превысила отметку 12 км.

Многочисленные и обширные карьеры, в которых добываются уголь, железная руда, руды других металлов, строительные материалы и другие полезные ископаемые широко распространены на всех обитаемых континентах. Всего в мире за год из поверхностного слоя литосферы извлекается и перерабатывается более 1000 млрд. т минерального сырья. Добывается около 400 видов полезных ископаемых, обеспечивающих около 90% сырья для тяжелой промышленности.

Около 98% добываемых в литосфере материалов уходит в отвалы, и лишь не более 2% утилизируется человеком, да и то на относительно краткое время пользования данным продуктом. Иными словами, производится колоссальная антропогенная работа по перемещению материала в верхней части литосферы. Это в сильной степени затрагивает как экосферу в целом, так и отдельные ее части.

Вопросы антропогенного преобразования верхних этажей литосферы относятся к категории универсальных. Они встречаются во многих местах Земли, и в совокупности представляют собой весьма распространенную проблему экологической геологии.

По всей видимости, самая серьезная геоэкологическая проблема, касающаяся литосферы – антропогенная интенсификация экзогенной части большого “геологического” цикла, или цикла эрозии-седиментации.

VIII.2. Большой круговорот вещества и роль в нем человека

Взаимодействие литосферы с атмосферой, гидросферой и биосферой происходит в рамках глобального круговорота (цикла) вещества. Продукты коры выветривания, разрушающейся в результате действия комплекса природных факторов, перемещаются под действием силы тяжести, преимущественно при участии воды, а также ветра, ледников и других агентов. На поверхности Земли, в каждой ее точке взаимодействуют процессы накопления

или расходования вещества. Эти процессы называются экзогенными.

С другой стороны, процессы в недрах Земли (эндогенные процессы) приводят в конечном итоге к вертикальным и(или) горизонтальным тектоническим движениям и к проявлениям вулканической деятельности, сопровождающейся выносом на дневную поверхность и в верхние горизонты литосферы большого количества твердого материала.

Результирующая в каждой точке, то есть алгебраическая сумма величин опускания или поднятия отметки поверхности Земли, есть следствие взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов, формирующих рельеф Земли.

В областях преимущественного накопления твердого материала осадочные и вулканогенные отложения постепенно погружаются. По мере погружения, в течение геологически длительного времени они подвергаются воздействию весьма значительного и увеличивающегося с глубиной давления и температуры, а также глубинных растворов, и таким образом метаморфизуются. Часть магмы, образующейся в результате этих процессов, прорывается ближе к земной поверхности и преобразуется в кристаллические породы. Вулканогенные породы отлагаются в виде как глубинных интрузий, так и лав, излившихся на дневную поверхность. В областях горообразования вертикальные тектонические движения воздымают кристаллические и метаморфизованные породы на большие высоты, тем самым обеспечивая потенциальную возможность их денудации, разрушения и сноса. В самом верхнем этаже земной коры (зоне гипергенеза) кристаллические породы разрушаются, снова формируя коры выветривания и тем самым замыкая цикл. Этот круговорот отличается весьма малыми, с точки зрения геологии, скоростями процессов с характерным временем в миллионы и десятки миллионов лет.

Большой цикл вещества (иногда называемый большим геологическим круговоротом) – один из важнейших процессов Земли как системы, вовлекающих в нее глубинные сферы нашей планеты. Однако лишь часть геологического цикла, преимущественно экзогенные процессы, относится к области интересов геоэколо-

гии. Они развиваются преимущественно у дневной поверхности и ограничены десятками или первыми сотнями метров в глубину, то есть теми слоями, куда достигает деятельность человека и ее последствия.

По-видимому, человек пока в малой степени влияет на эндогенные процессы, хотя и имеются отдельные признаки или предположения о таком влиянии. Наиболее известны факты усиления сейсмической активности после строительства крупных водохранилищ. В то же время многие экзогенные процессы, преимущественно процессы денудации и сноса, находятся под сильным влиянием деятельности человека.

Рассмотрим важнейшую, с точки зрения геоэкологии, часть большого цикла вещества, относящуюся к литосфере в пределах суши. Если учитывать основные компоненты уравнения баланса массы всего объема суши, находящейся выше уровня Мирового океана, то оно выглядит, за длительный интервал времени, следующим образом:

$$\Delta M = S + D \pm V + I + A - G - W - B - F - K + C$$

Здесь ΔM – изменение массы всего выделяемого объема суши; S – сток наносов (взвешенных и влекомых) с суши в океан; D – сток растворенных веществ с суши в океан; V – баланс вещества, уносимого с суши и приносимого на сушу ветром; I – вынос вещества в океан покровными ледниками; A – разрушение (абразия) вещества в прибрежной зоне с выносом его в океан; G – аккумуляция продуктов вулканической деятельности на суше; W – связывание газообразного вещества атмосферы при процессах выветривания; B – биогенная аккумуляция вещества; F – приток вещества на сушу из более глубоких горизонтов литосферы в виде растворов и газов; K – приток вещества из космоса и потери его в космическое пространство; C – сжигание минерального топлива человеком.

В этом уравнении рассматривается весь массив суши в целом, находящийся над базисом эрозии, за который принимается средняя поверхность океана. Вертикальные тектонические движения в

данном уравнении не учитываются, так же как и изменения уровня океана. Передвижение масс твердого материала, в основном гравитационное, происходит внутри массива суши, не влияя на окончательный результат. Гравитационные перемещения материала в результате процессов в пограничной (экотонной) зоне суша-океан учитываются составляющей А.

Сток наносов рек мира в океан (S) оценивался многими авторами, и крайние оценки различаются в 3–4 раза. Наиболее вероятная величина находится в пределах 18–22 млрд. т в год. Крупнейший специалист по речным наносам Д.Уоллинг (Англия) считает, что эта величина равна 20 млрд. т в год. Реками выносятся в океан в основном взвешенные наносы, так что доля влекомых наносов в общем твердом стоке рек составляет не более нескольких процентов.

Сток растворенных веществ реками мира в океан (D) оценивается в 3 млрд. т в год. (В связи с невысокой точностью, величины компонентов уравнения баланса вещества суши даются с округлением до 1 млрд. т в год). Баланс эоловой (ветровой) денудации-аккумуляции (V) оценивается в 2–4 млрд. т в год выноса материала с континентов на поверхность океана. Примем в среднем величину 3 млрд. т. Величина выноса твердого материала в океан в результате ледниковой денудации (I) оценивается в 2 млрд. т в год. Абразия морских берегов с выносом материала в океан (А) меньше рассмотренных выше составляющих и, по весьма приближенной оценке, не превышает 1 млрд. т в год.

Вынос лавы и пепла на поверхность суши при извержениях вулканов (G) составляет приблизительно 1–2 млрд. т в год. Породы, сформировавшиеся в недрах Земли, достигают в процессе большого круговорота вещества верхних слоев литосферы, где они подвергаются процессу выветривания, вступая в химические реакции с кислородом, углекислым газом и водой. В результате масса вновь формирующихся пород (W) увеличивается примерно на 1 млрд. т в год.

При образовании карбонатных осадочных пород из атмосферы поглощается углекислый газ, и таким образом масса осадочных пород увеличивается (B). Среднее содержание соединений угле-

рода в осадочных породах Земли составляет 0,2–0,95% по весу. Величина биогенной аккумуляции в массиве всей суши мира – 1 млрд. т в год.

Интенсивность поступления вещества из космоса (К) пренебрежимо мала: на 3–4 порядка меньше интенсивности обсуждавшихся выше процессов преобразования земного вещества и потому в дальнейших расчетах не учитывается.

Процессы и величины сжигания топлива человеком (С) подробно обсуждались в разделе, посвященном климату и его изменениям. Напомним, что в атмосферу поступает (а литосферу, следовательно, покидает) вследствие сжигания горючих ископаемых $5,5 \pm 0,5$ млрд. т углерода в год.

Результат анализа компонентов баланса минерального вещества для массива суши мира приводится в табл. 15.

Таблица 15. Баланс минерального вещества суши мира, млрд. т в год

<i>Расход</i>			
Твердый сток (S)		20	
Сток	растворенных	веществ	(D)
3			
Вынос ветром (V)			
3			
Вынос с ледниками (I)			
2			
Вынос за счет абразии морских берегов (A)			
1			
Сжигание горючих минеральных ископаемых (C)			
6			
		Всего:	35
<i>Приход</i>			
Накопление продуктов вулканической деятельности (VI)			
1-2			
Увеличение массы суши при процессах выветривания (W)			
1			

Биогенная аккумуляция	-
<u>1</u>	
Всего:	4

Как видим, денудация и снос с суши мира за текущий период геологической истории Земли значительно преобладают над аккумуляцией. Основную роль в сносе вещества играют текущие воды, переносящие речные наносы и растворенные вещества. В сумме они составляют около 2/3 всего выноса материала.

Очевидно значительную роль в преобразовании наземной части верхних горизонтов литосферы играет деятельность человека. В разделе, посвященном педосфере и земельным ресурсам, мы уже отмечали, что эрозия и сток наносов заметно увеличились вследствие усиления антропогенных факторов. Изучение осадков в центральной части Черного моря показало, что сток наносов в море увеличился в последних 2000 лет втрое. Эта ситуация характерна для многих речных бассейнов мира со значительной антропогенной нагрузкой. Сток растворенных веществ также увеличился. Наконец, имеется новый, весьма заметный и быстро увеличивающийся, полностью антропогенный компонент баланса литосферы – сжигание минерального топлива. Таким образом оказывается, что человек играет ведущую роль в денудации и сносе твердого материала с суши, причем эта роль может быть оценена в 60% от общей величины денудации.

VIII.3. Антропогенные воздействия на неблагоприятные экзогенные процессы

Эрозия и седиментация играют выдающуюся роль в наземном, экзогенном звене большого (геологического) цикла вещества. В разделе, посвященном педосфере, уже говорилось о решающем влиянии сельского хозяйства на увеличение эрозии почв. Оценки автора показали, что вследствие распашки земель эрозия почвы увеличилась не менее чем в пять раз по сравнению с естественным смывом почвы. Если все пригодные к земледелию почвы бу-

дут распаханы, то почвенная эрозия еще увеличится, но всего лишь в 1,7 раза по сравнению с настоящим временем. Этот вывод указывает также на то, что эрозия почв – в большей степени проблема современности, чем будущего.

Поскольку основные резервы земель под пашню располагаются в пределах экваториального, субэкваториального и тропического поясов, именно там можно ожидать дальнейшего увеличения эрозии, если эти земли действительно будут когда-либо распаханы. О проблемах, связанных с дальнейшим освоением земель под сельское хозяйство в тропиках мы уже говорили выше.

Наибольшее увеличение эрозии почв вследствие распашки земель отмечается в районах достаточного увлажнения умеренного пояса, где она выросла более чем в 30 раз по сравнению с естественным процессом эрозии. В этих районах почти не осталось резервов пахотных земель, и потому это проблема настоящего времени, причем весьма острая. Переход наименее продуктивной пашни в залежные земли, характерный для некоторых развитых стран, приводит к снижению эрозии почв и стока наносов.

Анализ данных по *стоку наносов* 3600 рек мира, выполненный А.П.Дедковым и В.Т.Мозжериным, указывает на значительное антропогенное усиление стока наносов (табл. 16).

Таблица 16. Увеличение стока наносов рек мира в связи с деятельностью человека в бассейне, число раз (по А.П.Дедкову и В.Т.Мозжериному, 1984)

	Малые бассейны (<5000 кв. км)	Большие бассейны (>5000 кв. км)	Все бассейны
Равнинные реки (N = 1854)	13,0	8,1	10,0
Горные реки (N = 1811)	2,2	3,8	2,8

Водохранилища мира, заполняемые наносами рек, теряют ежегодно около 1% своего объема, или примерно 50 куб. км в год.

С другой стороны, сток наносов рек в океан снижается благодаря поглощению наносов водохранилищами. Например, Асуанское водохранилище поглощает около 100–130 млн. т наносов в год, и в нижний бьеф (то есть ниже плотины) поступает менее 2% наносов, приходящих в водохранилище. Пониженное содержание наносов ниже Асуанской плотины приводит к усиленной русловой эрозии Нила. За первые восемь лет существования плотины русло Нила в нижнем бьефе врезалось на 40–80 см. Вследствие пониженного стока наносов, а также некоторого повышения уровня океана за последнее столетие, баланс вещества дельты Нила отрицательный. В результате внешний край дельты отступает, и теряются драгоценные и столь необходимые Египту сельскохозяйственные земли. С начала XX столетия расположенные на внешнем краю дельты мыс Росетта и мыс Дамietta отступили соответственно на 2,5 и 3,0 км.

Благодаря действиям по охране почв, переводу части пашни в залежи и строительству водохранилищ, сток наносов р. Миссисипи в устье сократился за последние 50 лет вдвое, с соответствующим сокращением дельты. По тем же причинам сток наносов р. Колорадо с 1935 г. уменьшился со 150 млн. т в год до 100 млн. т. С другой стороны, сток наносов р. Хуанхэ в Желтое море продолжает увеличиваться несмотря на новые водохранилища.

По-видимому, общая мировая картина антропогенного изменения стока наносов рек в Мировой океан неоднозначна. Похоже, что в некоторых регионах мира рост стока наносов вследствие увеличения антропогенной эрозии почв компенсируется аккумуляцией наносов в водохранилищах, тогда как в других регионах сток наносов продолжает увеличиваться. Надо также иметь в виду, что увеличение эрозии почв и транспорта материала внутри бассейнов рек может не полностью отражаться в росте стока наносов рек из-за значительного переотложения и накопления рыхлого материала в пределах бассейна. В целом, вероятно, можно говорить о некотором увеличении стока наносов рек в Мировой океан, и о необходимости дальнейших исследований.

Увеличивающаяся доля сжигания органических веществ в балансе наземной части литосферы, рост стока растворенных веществ и увеличение стока наносов внутри континентов предопределяют усиление взаимосвязи между литосферой (ее верхними этажами) и другими геосферами.

Глобальные антропогенные воздействия в литосфере проявляются также, наряду с процессами эрозии, в усилении интенсивности и повторяемости неблагоприятных экзогенных процессов, таких как оседание и провалы на поверхности земли, оползни, оплывины и сели.

Оседания и провалы грунта. Разумеется, не все проседания вызваны действиями человека. Достаточно вспомнить карстовые и суффозионные воронки естественного происхождения. Однако действия человека, такие как откачка воды, нефти или других жидкостей из горных пород, подземные выработки, уплотнение осадочных пород, протаивание мерзлых грунтов и многие другие, делают эти явления чаще встречающимися и более интенсивными. Известны случаи провалов крупных сооружений, например жилых домов, сопровождавшихся человеческими жертвами.

Многолетние откачки воды для нужд местных жителей непосредственно под населенными пунктами приводят к постепенному, но зачастую значительному проседанию поверхности земли в городах. Откачки обычно не компенсируются притоком воды с поверхности в результате ее использования и протечками из водоразводящих систем. В результате в крупных городах, стоящих на осадочных породах, таких как Мехико, Бангкок, Токио и многих других, просадки распространяются на большие площади и достигают 8–10 м, а в отдельных случаях и больше. Москва также подвержена значительной опасности крупных просадок грунтов в результате неблагоприятных инженерно-геологических условий, особенно в районах, расположенных на осадочных породах. Города, расположенные на равнинах, едва возвышающихся на уровне моря, и проседание грунта на несколько метров вызывает необходимость защиты городских кварталов от затопления.

Оседание поверхности земли начинается с локальных очагов, но постепенно охватывает площади до 10–15 тыс. кв. км при понижении поверхности со скоростью до 20 см/год, достигая глубины 7–9 м.

Оседания грунта очень разнообразны как по причинам, так и по характеру их проявления. Всемирный ущерб может быть оценен миллиардами долларов ежегодно. Среди результатов – разрушенные плотины, испорченные железные и автомобильные дороги, ставшие ненадежными мосты, потрескавшиеся здания, деформированные оросительные каналы и т.п.

Обвалы и оползни – другая категория неблагоприятных явлений экзогенного происхождения. Устойчивость склонов зависит не только от конкретных инженерно-геологических и геоморфологических условий места, но также и от состояния природной среды большей территории, включающей проблемный участок. Соответственно и методы предотвращения неприятной проблемы должны быть комбинацией локальных, конкретных решений в сочетании с более широкими, ландшафтоведческими подходами.

Сели требуют для своего возникновения в селевом бассейне комбинаций трех основных условий: достаточного количества рыхлого материала и воды при значительном уклоне. Частота и размеры селей в некоторой степени зависят от деятельности человека. Основной канал антропогенного воздействия – накопление рыхлого материала, доступного действию воды. Факторами усиления селеобразования может быть вырубка лесов, подрезка склонов дорогой, трубопроводом или другими инженерными сооружениями.

Однако важнейший фактор – усиление взаимодействия человека и природы. Например, во многих горных районах Средней Азии (Памиро-Алай, Тянь-Шань) частота селей, приносящих ущерб, увеличилась. Это связано не с природными факторами, а с ростом численности населения при ограниченности территорий, пригодных для жизни, что заставляет людей селиться на границах потенциально селеопасных зон. Таким образом, действует старая истина: “Опасность увеличивается, когда в горы приходит человек”.

IX. Биосфера и ландшафты Земли. Влияние деятельности человека

IX.1. Основные особенности биосферы и ее роль в экосфере¹⁰

В научной литературе встречаются несколько понятий, обозначаемых словом “биосфера”. В особенности распространены два понятия. Согласно одному, более широкому, биосфера это область существования живого вещества вместе со средой его обитания. В этом смысле биосферу понимал В.И.Вернадский, и в этом же смысле оно часто встречается в литературе, в особенности популярной. Понятие “биосфера” во многом совпадает с понятием географической оболочки, или экосферы, и потому в таком смысле в этой книге не используется. В более узком смысле биосфера – одна из геосфер Земли. Это область распространения живого вещества, и именно в таком смысле мы рассматриваем биосферу в данном курсе.

Биосфера сконцентрирована в основном в виде относительно тонкой пленки на поверхности суши и преимущественно (но не исключительно) в верхних слоях океана. Она не может функционировать без тесного взаимодействия с атмосферой, гидросферой и литосферой, а педосфера без живых организмов просто не существовала бы.

Наличие биосферы отличает Землю от других планет Солнечной системы. Особо следует подчеркнуть, что именно биота, то есть совокупность живых организмов мира, создала экосферу в том виде, как она есть (или, точнее, какой она была до начала активной деятельности человека), и именно биота играет важнейшую роль в стабилизации экосферы. Кислородная атмосфера,

¹⁰Для более углубленного изучения особенностей биосферы рекомендуется учебник А.Г.Воронова “Биогеография с основами экологии”. М.: Изд-во МГУ, 1987.

глобальный круговорот воды, ключевая роль углерода и его соединений связаны с деятельностью биоты и характерны только для Земли. Биота играет значительную, если не определяющую роль во всех глобальных биогеохимических циклах. В основном благодаря биоте обеспечивается гомеостазис экосферы, то есть способность системы поддерживать ее основные параметры, несмотря на внешние воздействия, как естественные, так и, в возрастающей степени, антропогенные.

Напомним, что главным процессом образования органического вещества является фотосинтез (см. раздел II.4). Процесс фотосинтеза, то есть создания живого вещества из неживого обеспечивает устойчивое образование важнейшего из природных ресурсов – первичной биологической продукции.

IX.2. Биотическое управление экосферой и роль деятельности человека

Величина первичной биологической продукции – это общее количество органического вещества, создаваемого в ходе фотосинтеза за единицу времени (обычно за год) на определенной площади. Как правило, в литературе рассматривается *“чистая” первичная биологическая продуктивность, представляющая общую биопродуктивность за вычетом расходов синтезированного органического вещества на дыхание растений.*

Величины биопродуктивности выражаются обычно или в массе органического вещества (в сухом состоянии), или в массе содержащегося в нем углерода. Средний коэффициент пересчета от массы органического вещества к массе углерода принимается равным 0,45, а чтобы получить величину массы органического вещества из массы углерода необходимо последнее умножить на 2,2. Удельные величины биологической продуктивности выражаются обычно в г/м² или в т/км² за год, а в российской литературе также и в центнерах с гектара за год.

Вследствие сложностей расчетов или полевых измерений биомассы и ее прироста, величины биопродуктивности, полученные

различными исследователями, заметно различаются. Для суши мира она составляет в год около 130 млрд. т органического вещества, или около 60 млрд. т углерода. Для Мирового океана эти величины, соответственно, 90 млрд. т и 40 млрд. т. *Общемировая величина “чистой” первичной биологической продуктивности составляет 220 млрд. т за год в органическом веществе, или приблизительно 100 млрд. т углерода.* Средняя для мира удельная биологическая продуктивность составляет приблизительно 430 г/м², или 43 ц/га. Средняя для всей свободной от ледников суши удельная продуктивность органического вещества равна около 1000 г/м², или 100 ц/га. Для океана эта величина равна всего лишь 250 г/м², или 25 ц/га.

Фитомасса составляет подавляющую часть биомассы суши, а масса лесов представляет 87% фитомассы. Подавляющая часть массы живого вещества находится на суше, но вследствие большего, чем на суше, количества беспозвоночных и микроорганизмов, отличающихся более высокой скоростью метаболизма, океан производит за год лишь вдвое меньше первичной биологической продукции, чем суша.

Общая масса живого вещества Земли составляет величину порядка 1300 млрд. т, или 590 млрд. т углерода. Общая масса неживого органического вещества в биосфере оценивается в 3200 млрд. тонн, что приблизительно соответствует 1300 млрд. т углерода (Д.Алькамо, 1994).

Первичная биологическая продукция является основой жизнедеятельности большинства живых существ. Она расходуется на питание на всех трофических уровнях экологической пирамиды. В предшествующих главах мы уже говорили, что баланс углерода как для экосферы в целом, так и для первичных (незатронутых человеком) экосистем замыкается с весьма высокой степенью точности. Можно сказать, что в масштабе времени до 1000 лет для первичных экосистем существует квазистационарный баланс источников и стоков.

Результирующая баланса за год в этом масштабе времени составляет весьма малую величину, как правило, всего лишь около 0,1% от биопродуктивности, но именно она предопределяет есте-

ственную эволюцию экосистем. *Остаточный член баланса органического вещества (или баланса углерода) называется чистой экосистемной продуктивностью.* Если экосистемная продуктивность положительна, то это указывает на накопление углерода в экосистеме, и наоборот.

Вследствие деятельности человека величина экосистемной продуктивности углерода (то есть степени разомкнутости его баланса в экосистеме) возрастает и начинает оказывать решающее влияние на глобальные геоэкологические процессы. В разделе, посвященном факторам парникового эффекта, например, указывалось, что вследствие антропогенного преобразования экосистем, главным образом в тропической и экваториальной зонах, в атмосферу из ландшафтов Земли (то есть из биосферы) выносится $1,6 \pm 1,0$ млрд. т углерода в год, что составляет уже 3% первичной продукции, а это говорит о высокой степени разомкнутости баланса углерода и органического вещества экосферы.

Расчеты по одной из моделей современного цикла углерода для суши показали, что при глобальной чистой первичной продукции экосистем суши равной 60,6 млрд. т углерода в год экосистемная продукция составила 2,4 млрд. т углерода, или 4% первичной продукции. На 2050 г. ожидается, что вследствие изменения климата чистая первичная продукция увеличится и составит 82,5 млрд. т в год при экосистемной продукции равной 8,1 млрд. т. Таким образом, степень разомкнутости увеличится до 10%, что указывает на прогрессирующее неблагополучие экосферы, в том случае, если стратегия человечества в отношении проблем геоэкологии не будет коренным образом изменена.

Процесс фотосинтеза – основа жизнеобеспечения на Земле, а его результат, биологическая продукция, – наиважнейший возобновимый ресурс. Эти 220 млрд. тонн органического вещества в год – главнейший возобновимый ресурс экосферы, обеспечивающий сельское хозяйство, лесоводство, рыбное хозяйство и другие сектора экономики, связанные с использованием возобновимых природных ресурсов.

Еще более важна роль биологической продукции и биоты в целом в обеспечении устойчивого функционирования экосферы. Об

этой наиважнейшей, стабилизирующей роли биоты часто забывают. Синтез и соответствующая ему деструкция органического вещества лежат в основе глобального биогеохимического цикла углерода, а в локальном плане – в основе устойчивости экосистем. При этом, согласно В.Г.Горшкову¹¹, на глобальном уровне синтез и деструкция балансируются с точностью 10^{-4} для промежутков времени продолжительностью порядка 10000 лет.

Антропогенное нарушение глобальных и локальных циклов углерода связано со многими факторами. Суммарная для мира первичная биологическая продуктивность неизменных человеком ландшафтов (“потенциальных ландшафтов”) представляет, по-видимому, верхний предел глобальной естественной биопродуктивности. Антропогенные воздействия, преобразующие ландшафты, приводят, как правило, к снижению биопродуктивности. Земледелие в мире использует 15 млн. км² земли, на которых выращивается примерно 2500 млн. т сельскохозяйственных продуктов (в сухом весе). Таким образом, средняя урожайность составляет 17 ц/га.

Значительна роль биоты в глобальном гидрологическом цикле. Поскольку живое вещество приблизительно на 90% состоит из воды, то ежегодно биота связывает во вновь фотосинтезированном органическом веществе 60 млрд. т углерода и около 500 куб. км воды. В процессе синтеза органического вещества растительность пропускает сквозь себя на два порядка больше воды, чем то, которое в конце концов оказалось связанным в органическом веществе. Эта вода забирается растениями из почвенной влаги, участвует в функционировании растений, а затем транспирирует в атмосферу. Таким путем в биологическом звене глобального круговорота воды (гидрологического цикла) участвует около 30000 куб. км воды в год. Это около 25% суммарного количества осадков, выпадающих на поверхность суши.

Величина солнечной энергии, используемой для построения органического вещества в процессе фотосинтеза, составляет

¹¹Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 472 с.

133×10^{12} ватт. Это в 13 раз больше общемирового потребления энергии человеком, но всего лишь 0,16% приходящей к поверхности Земли солнечной радиации. Отношение затрат энергии на синтез биомассы к общему количеству поглощенной солнечной радиации находится в пределах от 0,1% до 1%, а в среднем порядка 0,5%.

Средняя величина коэффициента использования фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), приходящей в течение вегетационного периода, растительным покровом территории бывшего СССР составляет примерно 0,8%, с колебаниями от 0,1% в пустынях Средней Азии до 1,8–2,0% на Черноморском побережье Кавказа. Средний для СССР коэффициент использования суммарной солнечной радиации составляет около половины коэффициента использования ФАР, или примерно 0,4%. Величины коэффициента использования солнечной радиации для синтеза первичной продукции на первый взгляд кажутся весьма низкими. Некоторые специалисты рассматривают повышение первичной биологической продуктивности как один из важнейших путей решения фундаментальных проблем человечества, таких как его обеспечение продовольствием или энергией. Казалось бы, решить эту задачу можно посредством увеличения доли ассимилируемой солнечной энергии. Однако усилия в этом направлении пока безуспешны, и можно полагать, что природа не случайно “установила для себя” столь низкий к.п.д., потому что антропогенная разбалансированность этого соотношения может привести к серьезным нарушениям глобального баланса углерода и, следовательно, к нарушениям устойчивости экосферы.

Передача энергии в пределах экологической пирамиды от первичной биологической продукции к более высоким уровням сопровождается значительными потерями энергии. Отношение биомассы организмов к количеству потребляемого ими органического вещества обычно не превышает 10–20%. При перемещении к более высоким трофическим уровням это приводит к быстрому сокращению биомассы и потребляемой ею энергии. В природных экосистемах с одного трофического уровня экологической пира-

миды переходит на другой, более высокий ее уровень в среднем не более 10% энергии (и вещества в энергетическом выражении).

Еще более жесткое соотношение обуславливает устойчивость природных систем: эмпирически установлено, что изменение энергетики системы в пределах всего лишь 1% выводит ее из равновесного (квазистационарного) состояния. Не случайно доля суммарной радиации, используемой для устойчивого процесса фотосинтеза составляет только 0,16% приходящей суммарной солнечной радиации.

В.Г.Горшковым было установлено, что в пределах биосферы биота сохраняет способность контролировать условия окружающей среды, если человек в процессе своей деятельности использует не более 1% чистой первичной продукции биоты. Остальная часть продукции должна распределяться между видами, выполняющими функции стабилизации окружающей среды. Следовательно, с точки зрения человечества, биота представляет собой механизм, обеспечивающий человека питанием (энергией) с коэффициентом полезного действия 1%, а 99% идет на поддержание устойчивости окружающей среды.

Если рассматривать человека как биологический вид, находящийся на вершине экологической пирамиды, то ему, по законам биологической экологии, полагалось бы на питание лишь несколько процентов производимой на суше первичной биологической продукции, то есть порядка 10 млрд. тонн в год. Фактически, благодаря использованию пашни, пастбищ и лесов, человек поглощает сельскохозяйственные и лесные продукты общей массой 31 млрд. т. Кроме того, вследствие деятельности человека, современная первичная продуктивность меньше исходной на 27 млрд. т вследствие: а) деградации естественных ландшафтов и б) превращения естественных экосистем в антропогенные. Тогда общее количество потребляемой и разрушаемой человеком биомассы суши равно 58 млрд. т в год, или почти 40% первичной биологической продукции суши. Эти величины, полученные в 1986 г. П.Витусеком с соавторами (США), стали широко известны в мире среди специалистов как еще один показатель глобального эколо-

гического кризиса. Менее известно, что подобные результаты получены В.Г.Горшковым в России еще в 1980 г.

Ясно, что потребление первичной биологической продукции человеком превосходит все мыслимые пределы уже сейчас. При дальнейшем росте населения мира его потребности можно будет удовлетворять только за счет потребностей других живых организмов, а это неизбежно, рано или поздно, приведет к катастрофической деградации биосферы и, следовательно, и экосферы в целом. В проблемах деградации биосферы есть два наиболее серьезных аспекта: во-первых, как мы только что видели, чрезмерное, не соответствующее установленному природой уровню антропогенное поглощение и разрушение возобновимых биологических ресурсов и, во-вторых, снижение роли биосферы в стабилизации состояния экосферы. Обе проблемы чрезвычайно серьезны, но, вероятно, вторая проблема более важна, потому что она затрагивает основные, глубинные, системные процессы функционирования экосферы. Можно считать, что величина антропогенной доли поглощения и разрушения первичной биологической продукции суши – важнейший геоэкологический индекс чрезвычайно неблагоприятного, кризисного состояния экосферы.

IX.3. Современные ландшафты мира

Величина биологической продуктивности каждого участка земной поверхности зависит от соотношения тепла и влаги, поступающих к этому участку. Чем больше величина солнечной энергии, поглощаемой поверхностью земли, или, что то же, радиационного баланса, тем лучше условия для синтеза первичной биологической продукции. Однако это верно только в том случае, если этот участок получает оптимальное количество воды, то есть такое, когда количество осадков и величина испаряемости равны. Если осадков меньше, чем величина испаряемости, то биопродуктивность будет сдерживаться дефицитом влаги, и чем меньше влаги, тем хуже условия для прироста биомассы. А если осадков больше, чем может испариться, то переувлажнение почв также будет подавлять прирост.

Наибольшая величина первичной продуктивности характерна для влажных лесов экваториального пояса (около 4000 т/км^2 в год). Субтропические леса производят 2000 т/км^2 , а тайга – 700 т/км^2 . В этом ряду различных типов лесных ландшафтов определяющим фактором является тепло, то есть радиационный баланс.

Если взглянуть на картину распределения ландшафтов с точки зрения убывающего увлажнения, то саванны тропического пояса имеют биопроодуктивность примерно 1500 т/км^2 , степи (в целом получающие меньше осадков по сравнению с саваннами) – около 900 т/км^2 , а пустыни – не более 200 т/км^2 .

Таким образом, не только величины тепла и влаги, но и их соотношение, определяют величину первичной биологической продукции и, в конечном итоге, формирование основных типов растительности. При этом можно видеть, что, например, леса произрастают в условиях достаточного или избыточного увлажнения, но в зависимости от поступающего тепла принимают различный облик. С другой стороны, при сокращении увлажнения растительность становится все более сухолюбивой, так что при одном и том же радиационном балансе, но убывающем количестве осадков, мы наблюдаем направленное чередование типов растительности: от влажного леса к саванне, затем к степи и, наконец, пустыне. Таким образом, распределение основных типов растительности не случайно, а подчиняется определенным закономерностям.

Им же подчиняются другие природные явления, такие как основные типы почв и геохимических процессов, особенности климата, водного баланса и режима, многие геоморфологические процессы и т.п. Это так называемый закон географической зональности, обобщенный М.И.Будыко и А.А. Григорьевым.

Закон географической зональности позволяет описать не только пространственное распределение основных черт зональных процессов, но и их сочетаний в виде природно-территориальных

комплексов, или ландшафтов в том виде, какие сейчас существовали бы на Земле, если бы на ней не действовал человек¹².

Деятельность человека весьма значительно преобразовала первичные, или потенциальные ландшафты Земли. Значительные массивы земель (в прошлом степи, леса, саванны и пр.) были распаханы. Многие безлесные типы ландшафтов подверглись глубоким преобразованиям под влиянием продолжительного выпаса скота или антропогенных пожаров. Большие площади лесов вырублены, а часть первичных лесов сменилась на вторичные. Саванна преобразована человеком до такой степени, что трудно установить, какой она была до того, как человек начал там выпасать скот, выжигать траву перед сезоном дождей, вырубать на дрова деревья и кустарники. Орошение и осушение земель коренным образом преобразовали аридные и, соответственно, переувлажненные территории. Построены города и другие населенные пункты, дороги, промышленные предприятия, появились карьеры и рудничные отвалы, земли с полностью смытой почвой и пр. Этот список антропогенных преобразований еще далеко не полон.

На 20–30% площади суши человек преобразовал ландшафты практически полностью. На территориях с высокой плотностью населения естественные экосистемы почти не сохранились. Вместо этого, их территории на 40–80% заняты сельскохозяйственными землями, населенными пунктами, дорогами, промышленными сооружениями и прочими результатами деятельности человека. На остальной части встречаются вторичные или специально выращиваемые леса, деградировавшие земли, и водохозяйственные системы, находящиеся, как правило, в далеко не идеальном состоянии. При этом внешне такие территории могут выглядеть благополучно (что и наблюдается, например, в Западной Европе или США), но фактически это области дестабилизации экосферы.

В результате некоторые зональные типы ландшафтов исчезли, другие были трансформированы, так что возникли антропогенные

¹² Более детально с основными особенностями зональности ландшафтной сферы Земли можно ознакомиться в учебнике “Физическая география материков и океанов” под редакцией А.М.Рябчикова, М.: “Высшая школа”, 1988. Раздел “Основные черты развития геосферы и планетарная дифференциация ее ландшафтов”. С. 6–66.

модификации природных ландшафтов. Из 96 зональных типов ландшафтов, выделенных на равнинах мира, 40 типов исчезли или были коренным образом преобразованы.

На многих остальных территориях произошли менее заметные изменения, часто невидимые, такие как изменения потоков химических веществ, изменения теплового или водного баланса и многие другие. Всего около 60% территории мира в той или иной степени преобразовано человеком.

Территорий, совсем неизмененных человеком, в мире не осталось. Даже в отдаленных от центров экономической деятельности областях, таких как Антарктида или северо-восток нашей страны, выпадения химических веществ из атмосферы изменили, хотя и в малой степени, первоначальное, доантропогенное состояние ландшафтов Земли. Деятельность племен охотников-собирателей, обитающих в слабо измененных ландшафтах, тем не менее также внесла свой вклад в антропогенное преобразование мира.

И все же большие территории на Земле остаются почти нетронутыми. Они играют огромную, общепланетарную роль в сохранении гомеостазиса экосферы, и потому должны рассматриваться как ценнейшее достояние всего человечества.

По степени антропогенной трансформации современные ландшафты Земли могут быть разделены на две большие группы: А. Коренные (или первичные) и Б. Природно-антропогенные. Ландшафты второй группы делятся на вторично-производные, антропогенно-модифицированные и техногенные.

Коренные (первичные) ландшафты – это зональные типы ландшафта, не подвергшиеся прямому воздействию хозяйственной деятельности, то есть практически не трансформированные. В некоторых случаях на них могут повлиять локальные факторы хозяйствования в прошлом или настоящем, не приводящие, однако, к качественным изменениям ландшафта. Поэтому правильнее называть эти типы ландшафтов условно коренными.

Эта категория включает ландшафты ледниковых пустынь, некоторых тропических пустынь, подавляющую часть высокогорных районов, а также значительные части ландшафтов бореальных лесов (то есть лесов умеренного пояса Северного полушария)

и тундры. Сюда относятся также заповедники и другие строго охраняемые территории. Ряд исследователей рассматривает первичные (коренные) ландшафты как важнейший природный ресурс, играющий важную роль в экологической стабилизации экосферы. В этой связи надо отметить, что Россия обладает наибольшей в мире площадью свободных ото льда коренных ландшафтов.

Вторично-производные ландшафты — это природно-антропогенные ландшафты, сформировавшиеся на месте первичных в результате хозяйственной деятельности в настоящем или прошлом, существующие в относительно устойчивом состоянии на протяжении десятилетий или первых столетий благодаря естественным процессам саморегулирования. Такие ландшафты отличаются хозяйственной деятельностью средней интенсивности, или же в малоизмененном ландшафте встречаются отдельные пятна высоко интенсивной деятельности.

Имеется много примеров вторично-производных ландшафтов, таких как мелколиственные (берзовые и осиновые) леса Русской равнины, ксерофитные (сухие) кустарники и леса средиземноморского типа, деградировавшие степи, трансформированные саванны и многие другие. Общим для всех ландшафтов этой категории является видимое преобладание значительно измененных человеком сообществ растительности (вторичной растительности). Наряду с этим происходят изменения особенностей почв, микроклимата и других компонентов ландшафта.

К категории антропогенно-модифицированных ландшафтов относятся ландшафты с весьма высокой степенью трансформации. В них антропогенные изменения отличались большей скоростью, чем природные вариации географических условий. Эти ландшафты управляются, с одной стороны, как природные системы, а с другой стороны, они в очень большой степени зависят от деятельности человека.

В эту категорию входят прежде всего сельскохозяйственные модификации ландшафтов: поля (орошаемые и неорошаемые), огороды, сады, плантации и пастбища разного типа. Сюда относятся также территории интенсивного, целенаправленного выращивания древесины (сильвикультура). К категории антропогенно-

модифицированных ландшафтов относятся также охраняемые рекреационные области, парки прежде всего.

Техногенные ландшафты – это природные системы, управляемые преимущественно деятельностью человека. Это городские системы со всей городской и пригородной инфраструктурой: жилые кварталы, улицы и площади, места отдыха, промышленные зоны, пути сообщения, системы жизнеобеспечения (водоснабжение и канализация, сбор и переработка мусора, энергоснабжение и отопление) и пр. Это места добычи и переработки минеральных ресурсов (карьеры, шахты, нефтяные промыслы и пр.). Это ландшафты гидротехнических сооружений (плотины, водохранилища, каналы, насосные станции и т.д.) с прилегающими акваториями и территориями деятельности человека антропогенные ландшафты могут быть разделены на следующие категории: ландшафты районов неорошаемого земледелия, ландшафты районов орошаемого земледелия, пастбищные ландшафты, лесохозяйственные ландшафты, горнопромышленные ландшафты, урбанизированные ландшафты, рекреационные ландшафты. Анализ особенностей каждого типа антропогенных ландшафтов выполнен Л.И.Кураковой (1976)¹³.

Основные особенности антропогенной трансформации ландшафтов и экосистем заключаются в следующем:

- * Система из почти полностью замкнутой превращается в разомкнутую (открытую), главным образом вследствие отчуждения биомассы в виде продукции, используемой человеком. Степень открытости системы является, по-видимому, индикатором степени ее антропогенного преобразования.

- * Увеличивается однообразие ландшафтов. Снижение внутриландшафтного разнообразия также может быть индикатором антропогенной трансформации.

- * Продуктивность ландшафтов снижается в прямой (возможно, нелинейной) зависимости от интегрального антропогенного давления за определенный интервал времени.

¹³ Куракова Л.И. Антропогенные ландшафты. М.: Изд-во МГУ, 1976.

* Чем выше интегральное антропогенное давление, тем в большей степени нарушено эволюционное развитие ландшафтов и экосистем.

* Химическое равновесие, сложившееся в ландшафтах и экосистемах в процессе их эволюции в доантропогенную эпоху, нарушено. Антропогенные потоки химических элементов и их соединений часто на один-два порядка превышают уровень естественных потоков химических веществ.

* В особенности интенсифицировались потоки биогенных веществ.

* Происходит непрерывная трансформация земельного фонда.

Общей особенностью ландшафтов мира является ухудшение их состояния (деградация), выражающееся, прежде всего, в снижении их естественной биологической продуктивности. При этом главные процессы – это обезлесение в сравнительно влажных ландшафтах и опустынивание в относительно сухих ландшафтах. Природные условия, благоприятные для развития этих двух процессов имеются на более чем 90% территории суши без ледников, а антропогенные воздействия превращают эту возможность в реальность.

IX.4. Проблемы обезлесения

Мы уже обсуждали выше исключительную роль, которую играет биота в целом в стабилизации экосферы Земли. В том числе высока роль лесов. Если чрезвычайно важно воздействие растительности на состояние экосферы, то понятно, что влияние лесов, составляющих около 85% фитомассы мира, не может не быть определяющим. Действительно, леса играют важнейшую роль в формировании как глобального цикла воды, так и глобальных биогеохимических циклов таких элементов как углерод и кислород. Леса мира регулируют важные особенности климата и водного режима мира. Экваториальные леса являются особенно важным резервуаром биологического разнообразия, сохраняя 50%

видов животных и растений мира на 6% площади суши. Вклад лесов в мировые ресурсы не только значителен количественно, но и уникален, поскольку леса это источник древесины, бумаги, лекарств, красок, каучука, плодов и пр.

Леса с сомкнутыми кронами деревьев занимают в мире 28 млн. км² при примерно одинаковой их площади в умеренном и тропическом поясе. Что касается лесов с разомкнутыми кронами различной площади проективного покрытия, то граница между лесом и нелесом может быть проведена лишь весьма условно, и критерии выделения лесов различаются от страны к стране и от места к месту. Например, Каракумы в районе Репетекской станции в Туркменистане квалифицируются как государственный лесной фонд, тогда как произрастающая там древесная пустынная растительность (преимущественно саксаул) с ландшафтной и геоэкологической точек зрения вряд ли все-таки образует лес. Имея в виду условности такого рода, можно сказать, что общая площадь лесов (сплошных и разреженных) в мире составляет менее трети всей свободной ото льда суши. Согласно Международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), в 1995 г. естественные и саженные леса покрывали 26,6% свободной от льда суши, или примерно 35 млн. км².

В результате своей деятельности человек уничтожил не менее 10 млн. кв. км лесов, содержащих 36% фитомассы суши. Главной причиной уничтожения лесов была потребность увеличить, вследствие роста численности населения, площади пашни и пастбища.

Заселение и антропогенное преобразование зоны влажных тропических лесов происходило постепенно. Впервые в зоне влажных тропических лесов люди появились 25–40 тыс. лет тому назад в юго-восточной Азии и Океании, 10 тыс. лет назад – в Амазонии, 3000 лет тому назад – в Африке, и еще позднее на Мадагаскаре и Новой Зеландии. Во всех случаях, антропогенные изменения лесов были незначительными, поскольку обитающие там племена охотников-собирателей оказывают минимальное воздействие на состояние лесов. Вместе с тем, в течение последних 200 лет в этой зоне появилось плантационное сельское хозяйство, выращивающее продукцию на продажу (сахарный

рацующую продукцию на продажу (сахарный тростник, табак, кофе, какао, чай, каучук, кокосовая и масличная пальмы). После Второй мировой войны возник и вырос спрос на длинные, прямые, твердые сорта древесины. Тогда же были разработаны современные технологические методы ее добычи. Экспорт тропической древесины с 1950 г. увеличился в 16 раз. Наряду с этим резко выросло население, что и привело в конце концов к существенному обезлесению и деградации лесов.

Сельскохозяйственная “колонизация” Европы началась с эпохи великих государств древности, когда были ликвидированы или трансформированы леса Средиземноморья, и закончилась в конце средних веков, когда были вырублены первичные широколиственные и хвойные леса. Сокращение лесов умеренного пояса Евразии и Северной Америки также отвечало необходимости расширения сельскохозяйственного производства. Оно происходило несколько позднее, чем в Западной Европе. Сокращение площади лесов умеренного пояса остановилось в первой четверти XX века. Основные районы расширения пашни располагались в пограничных областях между территориями лесных и травяных формаций, таких как средиземноморские леса, лесостепь, прерии, леса областей достаточного увлажнения умеренного пояса.

В то время как обезлесение умеренного пояса к настоящему времени в основном прекратилось, сокращение площади тропических и экваториальных лесов продолжается. Потери находятся в пределах 11–20 млн. га в год. В другом источнике указывается, что ежегодная потеря площади тропических лесов составляла 13,7–15,5 млн. га за год. В развитых странах площади лесов изменялись незначительно, в среднем увеличиваясь на 1,8 млн. га за год. В некоторых развивающихся странах (например, в Малайзии, Таиланде, Индонезии, Филиппинах, Нигерии, Кот д’Ивуаре, Коста-Рике и др.) сокращение площади лесов происходит особенно быстро (рис. 17). Кроме того, речь идет также о различной степени антропогенной трансформации, или деградации лесов, от практически нетронутых лесов, через час-

Рис. 17. Средняя величина обезлесения за год по странам мира, в %% от общей площади лесов за период с 1980 по 1990 гг. тично используемые до полностью вырубленных и расчищенных территорий.

Распространено мнение, что значительное обезлесение происходит в бассейне р. Амазонка. Однако оценки, выполненные различными исследователями на основе детального анализа спутниковых данных за 1978–1994 гг., показали, что скорость обезлесения была 15–20 тыс. кв. км в год, а общая потеря лесов с начала освоения территории, то есть приблизительно с 1970-х гг., составила около 6% от исходной площади леса, равной примерно 5 млн. кв. км. Оценку величины обезлесения в Амазонии Д.Скоул (США) с коллегами выполнял на основе следующего соотношения:

$$\text{ЧО} = \text{ВПЛ} - \text{ЗВЛ} + \text{ВВЛ},$$

где ЧО – “чистое” (итоговое) обезлесение; ВПЛ – вырубка первичного леса; ЗВЛ – зарастание вторичным лесом; ВВЛ – вырубка вторичного леса.

Установлено, что “освоению” подвергаются в основном территории, располагающиеся не в сплошном лесу, а в пограничной зоне между экваториальным лесом и саванной, в таких штатах на юго-западе Амазонии как Мату-Гросу или Рондония. Таким образом, сохраняется закономерность в размещении антропогенного сокращения лесов, отмеченная для умеренного пояса и заключающаяся в том, что вырубаемые леса находятся в экотонной полосе между лесными и травяными формациями.

В расширении антропогенных ландшафтов экваториальной зоны, включая Амазонию, ведущую роль играет строительство дорог. Например, после того как в 1950-е гг. была построена автомобильная дорога Белем – Бразилия, более 2 млн чел. переселились за десятилетие на прилегающие к дороге территории. Вторичные дороги в Бразилии строятся вглубь леса перпендикулярно к основным дорогам на глубину до 80 км. Затем земля нарезается на участки площадью около 100 га каждый с выходом к дороге.

На снимках со спутников такие территории отличаются характерным рисунком, напоминающим рыбий скелет.

Другие факторы сокращения лесов Амазонии – строительство плотин и водохранилищ, добыча и переработка полезных ископаемых (золото, железо, олово и др.).

Существует много причин тропического обезлесения и комбинаций этих причин. Они различаются от страны к стране и от места к месту. В ряде стран, в особенности в бассейне Амазонки, имеются государственные программы хозяйственного освоения лесных территорий. Можно назвать следующие основные причины обезлесения:

* Освоение новых земель под поля, плантации и пастбища как крестьянами-переселенцами, так и крупными фирмами (в основном, животноводческими). Новые дороги, прокладываемые в районах освоения, являются опорой для дальнейшей колонизации территории. Во многих районах основная трудность в сельскохозяйственном освоении – быстрое зарастание расчищенных участков лесной растительностью. На некоторых территориях Бразильской Амазонии через 5–10 лет после расчистки вырастают деревья 50–75 видов высотой до 8 м. Поэтому площадь фактического обезлесения бывает заметно меньше, чем площади ежегодной вырубki. Часто под поля и плантации крестьяне предпочитают расчищать относительно молодой вторичный лес, образовавшийся после сплошной вырубki в процессе лесозаготовок. Это в особенности характерно для стран юго-восточной Азии. Исследован, то проблема заключается в разработке методов устойчивого сельского хозяйства на расчищенных от леса участках. Эта проблема пока не находит успешных решений в полеводстве. В Амазонии, например, расчищенные поля обрабатываются не дольше пяти лет, после чего плодородие падает, и их приходится забрасывать. Несколько успешнее дело обстоит с плантациями и с комбинациями земледелия и лесного хозяйства (агролесное хозяйство, или agroforestry).

* Расширение площади земли, используемой под подсечное земледелие, вследствие роста численности населения племен, практикующих этот метод землепользования.

* Добыча древесины. В отличие от лесов умеренного пояса, в тропических лесах часто производится не сплошная, а выборочная рубка отдельных ценных видов деревьев. При их транспортировке из чащи к дороге гибнет значительное количество леса (согласно одному из исследований, на одно срубленное дерево приходится два погибших или серьезно поврежденных; по другим сведениям, эта пропорция еще больше). Поэтому зачастую основной геоэкологический результат лесозаготовок – деградация лесов, а не сокращение их площади.

* Помимо потребностей в ценной древесине, тропические леса удовлетворяют потребности местного населения в дровах. (В большинстве африканских стран от 70 до 95% домашних потребностей в энергии, главным образом для приготовления пищи, удовлетворяются за счет дров.)

Эффективное использование территорий влажных экваториальных лесов приносит немалые трудности. Основная масса биогенных веществ находится преимущественно в деревьях, и при вырубке удаляется вместе с ними, а почвы остаются мало плодородными. После вырубки лесов почвы подвержены также неблагоприятному воздействию прямых лучей солнца и сильных дождей. В почвах влажных тропиков отмечается дефицит фосфора и калия, а в сухих тропиках – азота. Плодородные почвы встречаются лишь в специфических местах, таких как склоны вулканов или поймы и дельты рек. В целом чем больше величина осадков за год и продолжительнее сезон дождей, тем сложнее вести сельское хозяйство.

Вследствие очень сложных связей в экосистемах, небольшие изменения в них могут привести к непредвиденным последствиям. Например, определенный вид дерева может оказаться ключевым в обеспечении существования ряда видов в засуху. Многие виды животных и растений нуждаются в большой площади для поддержания своего существования, что весьма затрудняет управление территориями. Некоторые виды играют особую, часто не вполне понятную роль в экосистемах. Это так называемые ключевые виды (keystone species), требующие особого внимания.

По Д.По и Д.Сейерс (Англия), основные принципы управления территориями влажных тропических лесов выглядят следующим образом:

1) Принятие во внимание геоэкологических ограничений на всех стадиях осуществления хозяйственных проектов.

2) Предоставление тропического леса для удовлетворения потребностей, не связанных с функционированием леса, допускается только после всесторонней (экономической, социальной и экологической) оценки проекта и в диалоге с местными жителями.

3) Тропический лес может быть превращен в другие виды использования земель только в том случае, если доказано, что это выгоднее и целесообразнее, чем использование леса.

4) Деградивировавший лес должен и далее использоваться, где возможно, для хозяйственных целей, тогда как естественный лес должен сохраняться.

5) Специальное внимание должно уделяться тем лесным территориям, основная задача которых – сохранение биологического разнообразия или осуществление водозащитных функций на водосборах.

6) Население тропических лесов должно иметь возможность участвовать в управлении ими.

При управлении тропическими лесами часто не принимается во внимание, что выгоды от использования лесов в их устойчивом состоянии могут приносить больше дохода, чем выгоды, связанные с расчисткой лесов и использованием древесины. Показано, например, что сбор плодов, ягод, лекарственных растений, каучука и пр. приносит не меньший, а часто и больший доход, чем вырубка леса, а при этом и лес сохраняется.

Вообще говоря, отношение к тропическим лесам только как к ресурсу имеет право на существование, но следует помнить, что очень большие территории пока еще существующих лесов играют важнейшую роль в стабилизации состояния экосферы. В конце концов, один ресурс может быть замещен другим, а экосистемная функция тропических лесов незаменима. Стратегия управления тропическими лесами должна основываться на признании леса как общего и неисчисляемого достояния человечества.

В лесах умеренного пояса наибольшие проблемы встречаются в Российской Федерации. Россия отличается наибольшей площадью лесов на Земле, достигающей 7,7 млн. км², что составляет 46% всех нетропических лесов мира. Расчетная лесосека страны (то есть ежегодный прирост древесины) используется лишь частично. Экономическая депрессия привела к сокращению объема добываемой древесины. В 1996 г. вырубка леса составила лишь 21,4% от расчетной лесосеки, но в некоторых районах Европейской России, например, в Татарстане, Коми и Чувашии она превышает 100%, то есть площадь лесов сокращается.

Во многих районах России первичные леса замещены вторичными. Часть лесов страдает от кислотных осадков, в особенности вокруг городов. Леса России несут большие потери от пожаров и вредителей, распространяющихся на площадях около 1 млн. га в год.

Вследствие общемировой роли лесов в стабилизации экосферы нужен глобальный подход к управлению ими. Необходимо разработать и принять международную конвенцию по лесам, которая определила бы основные принципы и механизмы международного сотрудничества в этой области с целью поддержания устойчивого состояния лесов и его улучшения.

Один из компонентов этого сотрудничества успешно функционирует. Это Международная Организация по древесине, объединяющая как страны-потребители, так и страны-владельцы лесных ресурсов (не только тропического, но и умеренного пояса). Голоса стран-участников имеют различный вес, в зависимости от объема владения или потребления древесины. Участники Организации согласились, что к 2000 г. вся древесина на международном рынке должна происходить из экологически устойчиво управляемых лесов.

IX.5. Проблемы опустынивания

Существует неправильное представление о том, что опустынивание это наступление пустынь на более продуктивные террито-

рии. На самом деле Международная Конвенция по борьбе с опустыниванием, заключенная в 1994 г., дает следующее определение процесса опустынивания: “Опустынивание означает деградацию земель в засушливых ... районах, которая происходит вследствие различных факторов, включая колебания климата и деятельность человека”. И далее: “Деградация земель означает сокращение или полную потерю ... биологической или экономической продуктивности ... неорошаемых и орошаемых земель, или же пастбищ и лесов, вследствие использования земель, или других действий, ведущих к таким процессам как ветровая и водная эрозия почв, ухудшение физических, химических и биологических свойств почв, и к долгосрочной потере естественной растительности”.

Почвы районов опустынивания отличаются низким плодородием, что в сочетании с малыми и изменчивыми осадками приводит к тому, что биологическая продуктивность в районах значительного опустынивания не превышает 400 кг/га в год сухого вещества.

В соответствии с климатическими условиями пустыни должны занимать в мире площадь около 48 млн. км² (включая ледниковые покровы, то есть ледяные пустыни). Фактически, в соответствии с почвенно-ботаническими данными, их площадь достигает 57 млн. км². Разность между этими двумя цифрами, равная 9 млн. км², представляет антропогенные пустыни. Опустынивание различной степени развивается еще на 25 млн. км². Распространение территорий, подверженных опустыниванию, показано на рис. 18.

Около 3/4 аридных территорий Африки и Северной Америки подвержены деградации, то есть опустыниванию. Одна шестая часть населения мира живет в зоне угрозы опустынивания. Мировые экономические потери от опустынивания, по состоянию на 1990 г., оцениваются в 42 миллиарда долларов ежегодно. В Российской Федерации опустыниванию подвержены территории, расположенные главным образом в бассейне Каспийского моря, в особенности Калмыкия.

Признаками опустынивания являются: сокращение степени покрытости почвы растительностью, увеличение отражательной способности (альбедо) поверхности почвы, значительная потеря

многолетних растений, особенно деревьев и кустарников, деградация и эрозия почвы, кое-где наступание песков и засоление почв. Все эти природные процессы типичны для аридных ландшафтов, и они регулируются естественным образом. Но когда они взаимосвязаны с действиями человека, многие изменения становятся необратимыми.

С климатической точки зрения, согласно Международной Конвенции по борьбе с опустыниванием, зона риска опустынивания находится в следующих пределах:

$$P/PET = 0,05-0,65,$$

где P – осадки за год, и PET – потенциальная эвапотранспирация. В эту категорию попадают аридные земли различной степени засушливости. Отметим как пока редкий случай использование геоэкологического критерия в международном юридическом документе.

Как видно из определения, опустынивание развивается вследствие неблагоприятного сочетания естественных и социально-экономических факторов. Сахель, обширная территория к югу от Сахары, в наибольшей степени страдает от опустынивания. В Сахеле количество населения и скота очевидно превысило потенциальную емкость этой территории. В 1968 г. там началась многолетняя засуха (период с пониженным количеством осадков), продолжавшаяся двумя волнами, в течение приблизительно 20 лет (рис. 19). Это привело к снижению продуктивности полей и пастбищ, высыханию колодцев, уменьшению речного стока, падению уровня озера Чад и другим катастрофическим последствиям. Во время первой волны засухи (1968–1973 гг.) погибло от голода свыше 250 тыс. жителей и 40% скота. В Мали и Мавритании погибло более 90% скота.

Рис. 18. Пространственное распределение территорий мира, подверженных опустыниванию

Рис. 19. Колебания годовых сумм осадков в Сахеле за 1897–1990 гг.

Климат – важнейший естественный фактор формирования территорий различной степени опустынивания. В особенности это хорошо видно на примере Сахеля, где в направлении с севера на юг имеются резкие гидроклиматический и геоэкологический градиенты, определяющие пространственные изменения основных типов хозяйства. С севера на юг увеличиваются осадки, снижается их изменчивость от года к году, увеличивается продолжительность влажного сезона, улучшается водный баланс за сезон дождей. Соответственно роль земледелия в сельском хозяйстве к югу усиливается, а скотоводства, наоборот, сокращается. Из приведенной на стр 290 таблицы видно, что уровень 600 мм осадков в год разделяет районы с устойчивым и неустойчивым земледелием. Однако эта средняя многолетняя величина не вполне показательна. Малая продолжительность влажного сезона и его вариации во времени от года к году делают земледелие рискованным даже при большем количестве осадков. Земледелие в Сахеле вследствие климатических условий всегда рискованно. К тому же краткость сезона дождей резко ограничивает возможности земледелия, заставляя крестьянина выращивать только культуры с коротким вегетационным периодом. Соответственно, и в скотоводстве большая изменчивость осадков от года к году изменяет условия существования скота и его хозяев, от почти изобилия до крайнего дефицита воды и пищи.

Неприятная дополнительная агроклиматическая особенность Сахеля в том, что как влажные, так и сухие годы складываются обычно в серии лет, образуя засушливые или влажные периоды. Как земледельцы, так и скотоводы, обычно располагают опытом выживания в пределах одного сухого года, но они не в состоянии пережить серию засушливых лет, что приводит их к катастрофе.

В Сахеле благодаря климатическим условиям при перемещении к югу увеличивается биологическая продуктивность территории, а поэтому и плотность населения. При этом во всех типах ландшафтов и соответствующих им типах хозяйства численность населения превышает потенциальную емкость территории. В осо-

бенности сложная ситуация складывается в зоне неустойчивого земледелия с осадками 400-600 мм, где высокая плотность населения сочетается с конфликтными интересами скотоводства и земледелия, что вызывает, в конечном итоге, усиление опустынивания.

С этой точки зрения, территорию Сахеля можно разделить, по изогие 400 мм, на преимущественно земледельческую и скотоводче-

Врезка 5.

Геоэкологические факторы опустынивания в Сахели

скую зоны. В первой, вследствие роста населения, сокращаются площади залежных земель. Они превращаются в пашню, довольно быстро деградируют, что снова приводит к необходимости отпустить часть пашни в залежь и к необходимости новой распашки, в то время как площади залежи и время “отдыха” земли сокращаются, что вызывает дальнейшую деградацию этих территорий. Так возникают новые очаги опустынивания в этой зоне, весьма далеко от Сахары.

В скотоводческой зоне, несмотря на невысокую биологическую продуктивность на единицу площади, естественная растительность лучше, чем в земледельческой зоне. Производительность пастбищ в Сахеле (на единицу площади) в 1,5–10 раз выше, чем в современных хозяйствах Техаса или Австралии, потому что разнообразный скот в стадах населения Сахеля поедает всю растительность: коровы – траву, овцы – кустарник, козы – ветви деревьев. К тому же в Сахеле на 1 км² приходится 10 пастухов, а в современных хозяйствах США – один пастух на 100 км², то есть их плотность в Сахеле в 1000 раз выше. Эти обстоятельства делают, казалось бы, примитивную систему скотоводства фактически весьма эффективной, приспособленной к агроэкологическим условиям района и практически не угрожающей экологическому состоянию скотоводческой зоны. Однако система скотоводства,

созданная опытом многих поколений не выдерживает повышающегося антропогенного давления.

В процессе циклического отгонного животноводства в пределах скотоводческой зоны скот зимой перегоняют к югу, а летом (в сезон осадков) – на север, в направлении Сахары. На юге зоны количество и качество пастбищ хуже, чем на севере, вследствие высокой плотности населения и конфликта интересов скотоводов и земледельцев. В результате эти земли подвергаются сверхэксплуатации и деградируют.

В благоприятные годы и серии лет несколько расширяется площадь более увлажненной зоны, с соответствующим смещением к северу основных типов хозяйства. Тем серьезнее проблемы последующих лет: деградация пашни и пастбищ, гибель скота, а зачастую и людей. Избыточное антропогенное давление в сочетании с неблагоприятными погодными условиями в течение ряда лет приводят к усилению опустынивания. Поэтому трудно различать вклад человека и вклад природы в процесс деградации аридных земель.

Сахель – лишь типичный и наиболее известный пример, но процессы опустынивания во многом схожи во всех аридных районах мира.

Эффективная борьба с опустыниванием должна основываться на глубоком понимании системы взаимодействующих естественных и социально-экономических факторов и, в конечном итоге, на стратегии социально-экономического преобразования стран, страдающих от опустынивания. Международная Конвенция по борьбе с опустыниванием – один из основных механизмов участия всех стран мира в решении этой проблемы.

IX.6. Проблемы сохранения биологического разнообразия Земли

Биологическое разнообразие (далее в этом разделе – БР) – это совокупность всех форм жизни, населяющей нашу планету. Это то, что делает Землю не похожей на другие планеты Солнечной системы. БР – это богатство и многообразие жизни и ее процес-

сов, включающие разнообразие живых организмов и их генетических различий, так же как и разнообразие мест существования, сообществ, экосистем и ландшафтов, в которых организмы существуют. БР делится на три иерархические категории: разнообразие среди представителей тех же самых видов (то есть на уровне генов), между различными видами и между экосистемами.

Генетическое разнообразие чрезвычайно велико. Под ним понимаются вариации генов внутри видов. До недавних пор изменения генетического разнообразия исследовались преимущественно на породах домашних растений и животных, а также на популяциях отдельных видов, находящихся в ботанических садах и зоопарках. По-видимому, исследования глобальных проблем БР на уровне генов – дело будущего.

Что касается видового разнообразия, то до сего времени подсчеты числа видов на Земле, выполненные различными авторами, различаются на порядок. Среди растений и хордовых животных описаны 85-90% видов, но во всех других таксонах описано много менее половины видов. Оценки общего числа видов, по данным различных авторов, находятся в пределах между 3,6 млн. и 112 млн. Столь большое различие связано преимущественно с тем, что число видов насекомых оценивается в пределах от 2 до 100 млн. видов, но даже если не принимать во внимание столь расходящиеся данные по насекомым, все равно уровень знания биологического разнообразия остается невысоким. Наиболее авторитетная оценка видового разнообразия, которая привлекла к этой работе около 1500 специалистов, выполнена в ЮНЕП в 1995 г. Согласно этой оценке, наиболее вероятное количество видов – 13–14 млн., из которых описаны лишь 1,75 млн., или менее 13%.

Наивысший иерархический уровень биологического разнообразия – экосистемный, или ландшафтный. Мелкомасштабные карты зональных типов ландшафтов мира или континентов по сути дела отражают это биологическое разнообразие высшего иерархического уровня.

Наибольшим видовым разнообразием отличаются нижеследующие ландшафты (в убывающем порядке): влажные экваториальные леса, коралловые рифы, сухие тропические леса, влажные

леса умеренного пояса, океанические острова, ландшафты средиземноморского климата, безлесные (саванновые, степные) ландшафты. Богатство влажных экваториальных лесов особенно велико: например, на 200 га леса в Индонезии произрастает столько же видов деревьев, сколько их имеется во всей внетропической Северной Америке. Не меньшим видовым разнообразием отличаются коралловые рифы.

Согласно авторам карты “Глобальное биоразнообразие. Количество видов сосудистых растений” масштаба 1:85 млн. (по экватору), составленной в Боннском университете (Германия) в 1996 г., фиторазнообразие играет фундаментальную роль в экосфере, предопределяя биоразнообразие экосистем суши. Высшие растения, общим числом в мире до 400000 видов, доминируют с точки зрения биопродуктивности и биоразнообразия. От них зависят 20 млн. видов консументов и редуцентов, то есть организмов, обеспечивающих потребление и распад органического вещества. В среднем один вид сосудистых растений обеспечивает жизнедеятельность примерно 66 видов животных, грибов, бактерий и пр. Таким образом, есть серьезные основания полагать, что карта числа видов сосудистых растений репрезентативно отражает пространственное распределение общего разнообразия жизни. Упрощенный вариант карты представлен на рис. 20.

По всей видимости, карта отражает две основные глобальные закономерности БР:

- 1) Четкую зависимость степени биоразнообразия от зональных ландшафтных условий таким образом, что во влажных экваториаль-

Рис. 20. Схематическая карта биологического разнообразия суши мира

ных и тропических лесах степень фиторазнообразия наивысшая – 3000–5000 видов на 10000 км², в зоне тайги и смешанных лесов умеренного пояса она составляет примерно 500 видов, а в тундре и пустынях она не превышает 200 видов на ту же площадь. Все

остальные зональные типы ландшафтов закономерно укладываются в промежуточные значения фито- (и био-) разнообразия.

2) На эту картину в ряде районов тропиков и субтропиков накладываются специфические природные условия, такие как высокое разнообразие рельефа, почв, климата, а также и история развития этих территорий, служивших убежищами (рефугиумами) видов при резких изменениях природной обстановки. В результате отмечаются глобальные центры максимумов биоразнообразия и прочие центры высокого биоразнообразия. Многие центры были первоначально выделены Н.И.Вавиловым в 1920-е гг.

Авторы карты фиторазнообразия выделяют шесть центров максимального глобального биоразнообразия. Каждый центр содержит более 5000 видов сосудистых растений на 10000 км²:

1. Чоко (Коста-Рика);
2. Тропические Восточные Анды;
3. Приатлантическая Бразилия;
4. Восточные Гималаи (провинция Юннань в Китае);
5. Северный Борнео;
6. Новая Гвинея.

Помимо глобальных центров, выделяются еще 16 центров высокого биоразнообразия (3000 видов и более на 10000 кв. км), в пределах которых встречаются пятна наивысшего разнообразия. К таким центрам высокого биоразнообразия относятся, например, Средиземноморье (включая Кавказ), Тянь-Шань – Памиро-Алай, Восточно-Африканская рифтовая долина, Капский центр (юг Африки), Мадагаскар, Гвианское нагорье и др.

В последние два десятилетия биологическое разнообразие стало привлекать внимание не только специалистов-биологов, но и экономистов, политиков, а также общественность, в связи с очевидной угрозой антропогенной деградации биоразнообразия, намного превышающей нормальную, естественную деградацию.

За последние 500 млн. лет на Земле было пять периодов массового исчезновения видов. Из них последний был примерно 65 млн. лет тому назад. Для восстановления биологического богатства каждый раз необходимо было примерно 10 млн лет. В настоящее время, вследствие деятельности человека, имеется ре-

альная опасность еще одного периода массового сокращения биологического разнообразия, но со скоростью, значительно превышающей как скорость в предшествующие периоды массового уничтожения, так и современную естественную скорость уничтожения и замещения видов.

Согласно “Глобальной оценке биологического разнообразия” (Global Biodiversity Assessment, UNEP, 1995), перед угрозой уничтожения стоят более чем 30000 видов животных и растений. Скорость исчезновения видов млекопитающих в этом столетии в 40 раз превышала максимальные скорости, зафиксированные в геологическом прошлом. За последние 400 лет исчезли 484 вида животных и 654 вида растений.

Причины современного ускоренного снижения биологического разнообразия следующие:

- * Быстрый рост населения и экономического развития, вносящие огромные изменения в условия жизни всех организмов и экологических систем Земли.

- * Не принимаются во внимание долговременные последствия действий, разрушающих условия существования живых организмов, эксплуатирующих природные ресурсы и интродуцирующих неместные виды.

- * Рыночная экономика не в состоянии оценить истинную стоимость биологического разнообразия и его потерь.

- * Увеличение миграции людей, рост международной торговли и туризма.

- * Усиливающееся и распространяющееся загрязнение природных вод, почвы и воздуха.

За последние 400 лет основными непосредственными причинами исчезновения видов животных были:

- 1) Интродукция новых видов, сопровождавшаяся вытеснением или истреблением местных видов (39 % всех потерянных видов животных);

- 2) Разрушение условий существования, таких как потеря территорий, заселенных животными, и их деградация, фрагментация, усиление краевого эффекта (36% от всех потерянных видов);

- 3) Неконтролируемая охота (23%);

4) Прочие причины (2%).

Основные факторы биоразнообразия схематически представлены на рис. 21.

Рис. 21. Основные факторы изменения биологического разнообразия

Почему необходимо сохранять генетическое разнообразие? Существует несколько основных причин.

* Первая из них – этическая: все виды (какими бы вредными или неприятными они ни были) имеют право на существование. Это положение записано во “Всемирной хартии природы”, принятой Генеральной Ассамблеей ООН.

* Наслаждение природой, ее красотой и разнообразием также имеет высочайшую ценность, не выражающуюся в количественных показателях.

* Разнообразие – это основа эволюции жизненных форм. Снижение видового и генетического разнообразия подрывает, следовательно, дальнейшее совершенствование форм жизни на Земле. Существует серьезная экономическая целесообразность сохранения биоразнообразия, по крайней мере, вследствие двух главных причин: а) дикая живая природа – источник селекции домашних растений и животных, а также и генетический резервуар, необходимый для обновления и поддержания устойчивости сортов; б) дикая природа – источник лекарств: от 25 до 40% лекарств содержат естественные биологические компоненты.

Более детально экономическая ценность биоразнообразия представлена ниже, на стр. 299.

Имеется много способов защиты биологического разнообразия. На уровне видов выделяются два основных стратегических пути: *in situ* (то есть в месте обитания) и *ex situ* (вне места обитания).

Стратегия *in situ* – основная. При ней отдельные виды или популяции охраняются законом, регулируется охота на них и торговля ими (в том числе международная), разрабатываются и осуществляются стратегии по охране отдельных, наиболее ценных и редких видов (например, носорог, уссурийский тигр), или стратегии по реинтродукции видов в дикую природу (лошадь Пржевальского, бизон, зубр). На уровне стран принимаются законы, регулирующие вопросы охраны диких животных и растений.

При стратегии *ex situ* для сохранения ограниченного количества особей диких животных используются зоопарки, ботанические сады, аквариумы, коллекции семян и микроорганизмов. Выпускаются также *Красные книги*, содержащие список видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Охрана биоразнообразия на уровне видов – дорогой и трудоемкий путь, возможный только для избранных видов, но недоступный для охраны всего богатства жизни на Земле. По-видимому, главное направление стратегии должно быть на уровне

экосистем и таким образом, чтобы планомерное управление экосистемами обеспечивало бы и охрану БР на всех трех иерархических уровнях.

Наиболее эффективный и относительно экономичный способ охраны БР на экосистемном уровне – охраняемые территории. В соответствии с классификацией Всемирного союза охраны природы (IUCN), выделяются 8 видов охраняемых территорий:

1. Заповедник. Цель – сохранение природы и природных процессов в ненарушенном состоянии.

2. Национальный парк. Цель – сохранение природных областей национального и международного значения для научных исследований, образования и отдыха. Обычно это значительные территории, в которых использование природных ресурсов и другие материальные воздействия человека не допускаются.

Экономическая ценность биологического разнообразия
(по “Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy-Makers.” UNEP, 1995)

Используемые ценности:

Непосредственная ценность: Стоимость тех компонентов биоразнообразия, которые удовлетворяют потребности общества.

Потребительское использование генов, видов или экологических сообществ, или же биологических процессов, для обеспечения таких нужд, как продовольствие, топливо, медицина, энергия и древесина.

Непотребительское использование компонентов биоразнообразия для отдыха, туризма, науки или образования.

Опосредованная ценность: Использование биоразнообразия для обеспечения экономической или другой деятельности общества. Эта ценность вытекает из роли биоразнообразия в сохранении тех “услуг” экосистем, которые поддерживают биологическую продуктивность, стабилизируют климат, поддерживают плодородие почв и очищают природные воды и воздух.

Неиспользуемые, или пассивные ценности:

Ценность для блага других членов современного общества: Это то, за что люди готовы платить (или выгоды, от которых они согласны отказаться) с тем, чтобы другие члены данного поколения могли использовать определенные компоненты биоразнообразия.

Ценность завещания для будущих поколений: Это то, за что люди готовы платить (или выгоды, от которых они согласны отказаться) с тем, чтобы будущие поколения могли использовать определенные компоненты биоразнообразия.

Ценность существования биоразнообразия: Это то, за что люди готовы платить (или выгоды, от которых они согласны отказаться) с тем, чтобы обеспечить непрерывное существование биоразнообразия или его определенных компонентов. Иногда ее называют истинной ценностью.

3. Памятник (достопримечательность) природы. Это обычно небольшие территории.

4. Управляемые природные резерваты. Сбор некоторых природных ресурсов разрешается под контролем администрации.

5. Охраняемые ландшафты и приморские виды. Это живописные смешанные природные и окультуренные территории с сохранением традиционного использования земель.

В статистику по охраняемым территориям обычно включают земли категорий 1–5.

6. Ресурсный резерват, создаваемый чтобы предотвратить преждевременное использование территории.

7. Антропологический резерват (резервация), создаваемые для сохранения традиционного образа жизни коренного населения.

8. Территория многоцелевого использования природных ресурсов, ориентированная на устойчивое использование вод, леса, животного и растительного мира, пастбищ и для туризма.

Имеются еще две дополнительные категории, накладывающиеся на вышеперечисленные восемь:

9. Биосферные заповедники. Создаются с целью сохранения БР. Включают несколько концентрических зон различной степени использования: от зоны полной недоступности (обычно в центральной части заповедника) до зоны разумной, но достаточно интенсивной эксплуатации.

10. Места всемирного наследия. Создаются для охраны уникальных природных особенностей мирового значения. Управление осуществляется в соответствии с Конвенцией по всемирному наследию.

В России различаются следующие категории охраняемых территорий:

а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные;

- б) национальные парки;
- в) природные парки;
- г) государственные природные заказники;
- д) памятники природы;
- е) дендрологические парки и ботанические сады;
- ж) лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Всего в мире в 1994 г. было 9793 охраняемых территорий категорий 1–5 по классификации IUCN общей площадью 9,6 млн. км², или 7,1% от общей площади суши (без ледников). Цель, которую ставит перед мировой общественностью Всемирный Союз охраны природы, – добиться расширения охраняемых территорий до размеров, составляющих 10% площади каждой крупной растительной формации (биома) и, следовательно, мира в целом. Это способствовало бы не только охране биоразнообразия, но и повышению устойчивости экосферы в целом.

В Северной и Центральной Америке имеется 2549 охраняемых территории, занимающих 10,2 % площади континента.

На территории России в 1996 г. было 94 заповедника общей площадью 0,31 млн. км², или 1,5% от территории страны. В России имеются также 31 национальный парк, 66 природных заказников федерального значения, более 1600 заказников регионального значения, 1347 памятников охраны природы, но все это общей площадью лишь чуть более 0,1 млн. км².

Стратегия расширения числа и площади охраняемых территорий находится в противоречии с использованием земли для других целей, в особенности имея в виду растущее население мира. Поэтому для охраны биологического разнообразия необходимо, наряду с охраняемыми территориями, в возрастающей степени совершенствовать использование “обычных”, заселенных земель и управление популяциями диких видов, причем не только исчезающих, и местами их обитания на таких землях. Необходимо применять такие приемы как зонирование территорий по степени использования, создание коридоров, соединяющих массивы земель с меньшим антропогенным давлением (например, леса), сокращение степени фрагментации очагов биоразнообразия, управление экотонами (пограничными зонами между различными эле-

ментами ландшафта), сохранение природных переувлажненных земель, управление популяциями диких видов и местами их обитания.

Весьма эффективным может быть биорегиональное управление значительными территориями и акваториями, в особенности если такие территории полностью или частично относятся к категории охраняемых с различной степенью охраны в пределах заповедника (национального парка). К ним относятся, например, Йеллоустонский национальный парк в США, Большой Барьерный риф в Австралии, национальный парк Серенгети в Танзании, восточная часть Северного моря (Ваддензее) и др.

К эффективным способам защиты биологического разнообразия относятся и международные соглашения, общее число которых в области охраны БР весьма значительно. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.) приняла Международную конвенцию по охране биологического разнообразия, являющуюся центральной и важнейшей в этой области. Этот всеобъемлющий документ, обязательный к исполнению участниками Конвенции, ориентирован на вопросы использования и охраны биоразнообразия. Он требует, чтобы страны-участницы разработали и осуществляли стратегию устойчивого использования и защиты биоразнообразия. Конвенция обеспечивает форум для продолжения дискуссий по вопросам биоразнообразия.

Важным соглашением является Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения (CITES). К Конвенции присоединились более ста государств. Существует также ряд других конвенций, охраняющих различные аспекты биологических ресурсов и биоразнообразия: Конвенция по охране мигрирующих видов диких животных, Конвенция по охране водно-болотных угодий, Конвенция по защите китов и др. Наряду с глобальными конвенциями существуют и многочисленные региональные и двухсторонние соглашения, регулирующие конкретные вопросы биоразнообразия.

К сожалению, пока можно констатировать, что несмотря на многочисленные меры, ускоренная эрозия биологического разно-

образия мира продолжается. Однако без этих мер защиты степень потери биоразнообразия была бы еще выше.

Часть IV.
Геоэкологические аспекты
природно-техногенных систем

X.1. Природно-техногенные системы

В результате деятельности человека за всю историю его существования, и в особенности за последние 50–100 лет, на Земле сформировались такие системы, в которых большую, если не определяющую роль играют не только естественные, но и техногенные процессы. Эти системы можно назвать природно-техногенными. К ним относятся разнообразные городские и сельские поселения, сельскохозяйственные системы, отдельные промышленные предприятия и индустриальные зоны, транспорт и транспортные коммуникации, энергетические системы, горно-рудные предприятия вместе с зонами их влияния, рекреационные системы и др.

Природно-техногенные системы (ПТС) существенно преобразовали ту природу, которая была до появления человека. Уже в древнем Риме горно-промышленные предприятия заметно влияли на состояние окружающей среды. Несмотря на то, что ПТС и сейчас обычно занимают относительно небольшую площадь, их влияние на экосферу и ее составные части весьма велико.

Природно-техногенные системы отличаются двойственностью, как это видно из самого термина. С одной стороны, первоначальные природные их особенности в значительной степени изменены, и состояние ПТС определяется антропогенной нагрузкой на них. С другой стороны, основные особенности их функционирования во многом зависят от природных условий, в которых эти системы размещаются. Основные компоненты ландшафта, такие как рельеф, геологическое строение, климат и до некоторой степени природные воды сохраняют свои основные особенности и в пределах ПТС, оказывая решающее влияние на состояние при-

родно-техногенной системы. Даже в больших и древних городах (как, например, в Москве), несмотря на продолжительную и интенсивную антропогенную нагрузку, первоначальные естественные черты просвечивают сквозь позднейшие антропогенные наслоения.

Геоэкологические проблемы природно-техногенных систем также двойственны. Они несут в себе как антропогенные, так и естественные черты. В самом деле, многие геоэкологические проблемы горно-промышленных городов похожи, потому что тип производства, характер и уровни загрязнения среды подобны. Но они в то же время могут весьма сильно отличаться друг от друга, потому что их природные условия (геолого-геоморфологические и гидроклиматические) могут быть столь же различны, сколь различаются, например, Кольский полуостров и юго-восточная Бразилия.

Отличительная особенность геоэкологического взгляда на ПТС заключается в том, что главным объектом геоэкологии является исследование взаимосвязей между собственно технической системой и пронизывающей ее природой, в то время как анализ экологических процессов на предприятии (транспортной системе, населенном пункте, сельскохозяйственном поле и пр.) относится к инженерии, агрономии, архитектуре и другим прикладным областям знания. Объектом геоэкологии может быть взаимодействие нефтепроводов и окружающей среды в Аравийской пустыне или Сибирской заболоченной лесотундре на вечной мерзлоте, тогда как вопросы функционирования механизмов и инженерных систем в этих специфических природных условиях относятся к категории инженерной экологии. Однако четкую границу между инженерной экологией и геоэкологией природно-техногенных систем провести затруднительно.

Вследствие острой практической необходимости прикладная экология развивается интенсивно во многих отраслях прикладных наук. Чаще всего ее обозначают на русском языке термином “инженерная экология”. Для желающих познакомиться более детально с этим разделом знания, в том числе с принятыми в нашей

стране экологическими стандартами и нормативами, имеется ряд публикаций.¹⁴

В Части IV будут очень кратко рассматриваться основные геоэкологические особенности и проблемы важнейших типов ПТС. При этом неизбежно некоторое повторение излагаемого ранее материала, поскольку в соответствующих разделах, но под другим углом зрения, уже обсуждались такие вопросы, как геоэкологические аспекты урбанизации, энергетики, интенсивного сельского хозяйства, промышленности, транспорта и другие.

Х.2. Геоэкологические аспекты урбанизации

Одна из важнейших общемировых проблем – урбанизация, или быстрый рост городов и городского населения. Этот процесс относится к категории важнейших глобальных изменений. В 1996 г. городское население мира составляло 2,64 млрд. чел, или 46% всего населения. На фоне общего роста численности населения мира городское население за 1990–1995 гг. увеличивалось со скоростью 2,5% за год, тогда как сельское – всего лишь 0,8%. Ежедневно к городскому населению развивающихся стран мира добавляется около 150 тыс. чел.

Основные непосредственные причины роста численности городского населения: а) миграции людей в города из сельской местности, а также и из других стран, и б) прирост населения в городах благодаря превышению рождаемости городского населения над его смертностью.

Рост численности городского населения в недавнем прошлом и на ближайшую перспективу столь же впечатляющий (табл. 17).

Таблица 17. Рост городского населения мира

¹⁴ См., например, учебное пособие “Инженерная экология” для студентов высших технических учебных заведений, подготовленное И.И.Мазуром, О.И.Молдавановым и В.Н.Шишовым. М.: “Высшая школа”, 1996, под общей редакцией И.И. Мазура. Том 1. Теоретические основы инженерной экологии. 637 с. Том 2. Справочное пособие. 655 с.

Континент	Численность, млн. чел.			Доля городского населения, %		
	1975	1995	2025	1975	1995	2025
Африка	104	250	804	25	34	54
Европа	454	535	598	67	74	83
С. и Ц. Америка	235	332	508	57	68	79
Ю.Америка	138	249	406	64	78	88
Азия	592	1198	2718	25	35	55
Океания	15	20	31	72	70	75
Мир	1538	2584	5065	38	45	61

Всего лишь два десятилетия тому назад, в 1975 г., примерно треть населения мира жила в городах. В десятилетие после 2000 г. больше половины населения станет городским, а к 2025 г. городское население составит почти две трети от мирового.

В ныне развитых странах заметный рост доли городского населения отмечался приблизительно столетие тому назад. За время текущего пятидесятилетия (1975–2025 гг.) доля городского населения этих стран увеличивается уже незначительно, приближаясь к верхнему пределу переходной (логистической) кривой. Но зато около 90% прироста численности городского населения происходит за счет развивающихся стран. Жители Африки и Азии, лишь третья часть которых живет сейчас в городах, к 2025 г. также перейдут отметку в 50%. Численность и доля сельского населения стабилизируется или будет уменьшаться, в зависимости от континента. С абсолютным преобладанием городского населения на всех континентах экосфера в целом станет другой, с относительно редким сельским населением и многочисленными городами различных размеров, включая сверхкрупные, так называемые мегаполисы. Понимание этого переходного процесса в экосфере в его взаимосвязи с деятельностью общества – одна из важнейших проблем геоэкологии как междисциплинарного направления.

Величины прироста городского населения сильно изменяются от города к городу и от страны к стране. Наивысшие показатели,

равные примерно 5% в год, характерны для беднейших, наименее развитых стран. В некоторых государствах (Буркина-Фасо, Мозамбик, Непал, Афганистан и др.) прирост городского населения достигал даже 7% в год. Напомним, что при таком показателе численность населения города удваивается всего лишь за 10 лет!

Вследствие большой численности населения развивающихся стран, даже небольшое увеличение показателя прироста (в %%) означает значительное приращение численности.

Городское население растет не только в развивающихся странах, если имеются особые причины для его роста. Регионом со значительным современным ростом населения городов вследствие благоприятной экономической конъюнктуры на фоне мягкого климата является, например, северо-запад США (штаты Вашингтон, Орегон и частично Калифорния), где он обусловлен как миграцией из других районов США, так и иммиграцией из других стран бассейна Тихого океана. Текущий ежегодный прирост числа жителей региона достигает здесь 12% (1990-е гг.).

Чрезвычайным, хотя и все более типичным явлением, становятся крупнейшие города (мегалополисы). Фактически во всех этих случаях мы имеем дело не с одним сверхкрупным городом, а с агломерацией городов и других населенных пунктов. Если принять за нижний уровень сверхгорода городские скопления населения численностью от 8 млн. чел., то в 1950 г. в мире было всего два таких мегалополиса – это Нью-Йорк с населением 12,3 млн. и Лондон с 8,7 млн. чел. К 1990 г. их стало 21, причем 16 – в развивающихся странах. К 2015 г. ожидается 33 мегалополиса, в том числе 27 – в развивающихся странах.

Разумеется, численность города зависит также от административного решения по выбору его границ. Например, Париж и Москва в основном ограничены кольцевой дорогой, хотя городские кварталы продолжают и за кольцевой, в то время как Токио включает значительные города, фактически слившиеся со столицей.

Вследствие чрезвычайной геоэкологической важности и специфичности мегалополисов, ниже приводится список тридцати наиболее крупных городов мира. Эти сверхгорода и прилегающие

к ним территории подвергаются значительной антропогенной нагрузке, во многих случаях в течение столетий. Степень техногенности этих территориальных систем чрезвычайно высока.

Крупнейшие города мира, млн. чел., по состоянию на 1995 год

1. Токио (Япония), 27,0	15. Дели (Индия) 9,9
2. Мехико (Мексика) 16,6	16. Карачи (Пакистан) 9,7
3. Сан-Пауло (Бразилия) 16,5	17. Каир (Египет) 9,7
4. Нью-Йорк (США) 16,3	18. Париж (Франция) 9,5
5. Бомбей (Индия) 15,1	19. Тяньцзинь (Китай) 9,4
6. Шанхай (Китай) 13,6	20. Манила (Филиппины) 9,3
7. Лос-Анджелес (США) 12,4	21. Москва (Россия) 9,3
8. Калькутта (Индия) 11,9	22. Джакарта (Индонезия) 8,6
9. Буэнос-Айрес (Аргентина) 11,8	23. Дакка (Бангладеш) 8,5
10. Сеул (Южная Корея) 11,6	24. Стамбул (Турция) 7,9
11. Пекин (Китай) 11,3	25. Лондон (Великобритания) 7,6
12. Осака (Япония) 10,6	26. Чикаго (США) 6,8
13. Лагос (Нигерия) 10,3	27. Тегеран (Иран) 6,8
14. Рио-де-Жанейро (Бразилия) 10,2	28. Лима (Перу) 6,7

29. Бангкок (Таиланд)

6,5

30. Эссен (Германия)

6,5

Помимо отдельных сверхкрупных городов, возникли и так называемые конурбации, или скопления городов. В Японии на о.Хонсю городская застройка протягивается практически без перерывов от Токио до Кобе, более чем на 500 км, включая указанные города, и второй по величине город Японии Осаку, и крупнейший порт страны, важный промышленный центр Нагоя, а также и другие города. На восточном побережье США конурбация захватывает не менее значительную полосу городов, от Вашингтона до Бостона и включает Нью-Йорк, Филадельфию, Балтимор и др. Более подробные сведения о крупнейших конурбациях мира приводятся во прилагаемой сводке.

Многие города среднего размера растут быстрее, чем мегалополисы, со скоростью, заметно превышающей 5% в год. В результате возникает весьма много городов с населением между 1 и 10 млн. чел. Ожидается, что к 2015 г. в мире будет 516 таких городов по сравнению с 270 в 1990 г. Небольшие города, в которых живет около половины всего городского населения мира, также очень быстро растут. В этих городах в большей степени ощущается недостаток финансирования экологических систем и “услуг”, потому что во многих странах основные средства направляются в столицы и другие крупные города.

Степень антропогенных преобразований городских территорий, в особенности мегалополисов, чрезвычайно высока. Природные городские ландшафты весьма примитивны. Это парки и скверы, редко леса антропогенного происхождения и побережья морей и рек. Из фауны сохранились отдельные виды птиц и животных в очень простых и неустойчивых экосистемах. Широко встречаются немногие, толерантные к человеку виды, паразитирующие на отходах деятельности человека. Это крысы, вороны, тараканы и пр. Лишь литогенная основа остается наименее трансформированной, да климат изменяется в значительно меньшей степени, чем биогенные компоненты.

Ландшафты крупных городов не могут сохраняться устойчивыми без поддержки человека. Зброшенные или малоухоженные кварталы мегалополисов представляют собой наихудший вид антропогенной пустыни.

Природные условия, в которых города находятся, во многом определяют их геоэкологические проблемы. Загрязнение воздуха, характерное в зимнее время года для городов Средней Европы, Сибири, Северо-Восточного Китая, возникает благодаря инверсии температуры, вызывающей устойчивую стратификацию воздуха. Низко-

Врезка 8.

Крупнейшие конурбации мира

Наименование и страна	Основные города конурбации	Количество элементов в конурбации	Площадь, тыс. кв. км	Население, млн. чел.	Плотность, чел./кв. км	Протяженность, км
Северо-Восточный, США	Бостон, Нью-Йорк, Филадельфия, Балтимор, Вашингтон	40	170	50	295	1000
Приозерный, США	Детройт, Кливленд, Питсбург, Чикаго	35	160	35	220	900
Калифорнийский, США	Сан-Франсиско, Лос-Андже-	15	100	18	180	800

	лес, Сан-Диего					
Токай-до, Япония	Токио, Иокогама, Кавасаки, Нагоя, Киото, Осака, Кобе	20	70	55	780	700
Мидландс, Англия	Лондон, Бирмингем, Манчестер, Ливерпуль	30	60	30	500	400
Рейнский, Германия	Ранштадт, Рейн-Рур, Рур-Майн	30	60	30	500	500

качественный уголь, используемый для отопления во многих местах этих районов и выделяющий при сжигании большое количество загрязнителей воздуха, вносит свой вклад в эту проблему. Весьма высокое загрязнение воздуха в таких городах как Лос-Анджелес, Мехико и Сантьяго связано не только с большим количеством автомобилей в условиях инверсии температуры, но и вследствие расположения этих городов в межгорных котловинах, благоприятных для развития инверсий.

В городах умеренного пояса практически не встречается малярия не потому, что они располагаются в относительно бога-

тых странах с высокими расходами на здравоохранение, а благодаря относительно прохладному климату, в котором возбудитель малярии не в состоянии пройти полный цикл развития.

В Джакарте природные условия города определяют ряд серьезных геоэкологических проблем, в том числе проблемы качества воды. Равнинный рельеф предопределил выбор канализационной системы города, представляющий сеть открытых коллекторов, собирающих неочищенные бытовые стоки. Эта система была эффективной, когда ее построили для населения города, не превышающего полмиллиона человек. В настоящее время она не может справиться с продуктами жизнедеятельности городского населения численностью 11,5 млн. человек. Загрязнения поступают не только в поверхностные, но и в подземные воды, и являются серьезной опасностью при водоснабжении. Диаррея, возникающая, в частности, вследствие употребления загрязненной воды, является в Джакарте причиной 20% случаев смерти детей в возрасте до пяти лет.

Плотность населения городов – весьма репрезентативный показатель степени антропогенной нагрузки на эти системы, хотя она изменяется весьма сильно в зависимости от имущественного уровня, месторасположения, традиций, транспортных и других условий. В некоторых районах Шанхая и Калькутты плотность составляет 800-1000 чел/га, что можно сравнить с густотой заселения квартир и домов в богатых странах. Плотность населения Бангкока и Сеула также весьма высока и составляет 300–400 чел/га. С другой стороны, этот показатель для городов США обычно равен 70 чел/га и менее.

Большие города, как гигантские агломерации, так и менее крупные города-“миллионеры” – это зоны экологического бедствия различного вида и напряженности.

Геоэкологические аспекты урбанизации весьма различны в развитых и развивающихся странах. Чрезвычайно быстрый рост городов беднейших стран приводит к резко усиливающемуся давлению на окружающую среду. К тому же, все системы жизнеобеспечения, без которых город не может существовать, оказываются перегруженными, а их рост не поспевает за приростом населения. К ним относятся системы водоснабжения,

канализации, сбора и переработки мусора, снабжения электроэнергией и пр., а также системы образования, медицинской помощи и социального обеспечения. В результате создается обстановка, опасная для жизни и здоровья жителей городов. По крайней мере, 220 млн. жителей городов не имеют источников пригодной питьевой воды. Более чем 420 млн. чел., живущих в городах, не имеют доступа даже к простейшим туалетам. От 30 до 65% городского мусора не убирается. Он постепенно накапливается, в особенности в зонах, где проживает самое бедное население. Такие зоны мало напоминают город, но именно на таких территориях проживает значительная часть населения, которое лишь условно можно назвать городским.

В развитых странах некоторые важные геоэкологические проблемы городов в той или иной степени решены. Например, во многих городах за последние десятилетия улучшилось качество воздуха и воды. В Токио в 1960-х гг. полицейские, управлявшие уличным движением, нуждались в кислородных масках. Сейчас состояние воздуха стало значительно лучше.

Городские системы потребляют, перерабатывают и превращают в отходы значительную массу воды, продовольствия и топлива (рис. 22). При этом города развитых стран отличаются повышенным потреблением всех услуг систем жизнеобеспечения. Среднестатистический житель Нью-Йорка потребляет втрое больше воды и производит в восемь раз больше мусора, чем житель Бомбея. Точно так же и уровень потребления услуг городских систем жизнеобеспечения в различных районах в пределах одного города резко зависит от уровня благосостояния его жителей. В этом отношении невозможно сравнить, например, находящиеся в одном и том же городе Рио-де-Жанейро поселения на склонах холмов (“фавелы”) и кварталы вдоль роскошных пляжей побережья Атлантики, таких как Копакабана или Ипанема.

Некоторое улучшение геоэкологического состояния городов развитых стран благоприятно для их жителей. Вместе с тем сами эти

Рис. 22. Схема метоболизма города с населением 1 млн человек (т в сутки) (по Г.В.Стадницкому и А.И.Родионову)

города оказывают неблагоприятное воздействие на состояние экосферы на уровне континентов или мира в целом. Расходование природных ресурсов и эмиссия парниковых газов на душу населения городов развитых стран намного превышает соответствующие показатели для беднейших городов развивающихся стран, так что в конечном итоге жители городов развитых стран вносят весьма заметный вклад в усиление глобальных геоэкологических проблем.

Говоря о геоэкологических проблемах городов, не следует забывать об их роли как центров, влияющих на антропогенную трансформацию значительных прилегающих территорий. Условия и причины могут быть различными. В Африке, где в отдельных странах до 90% населения все еще готовит себе пищу на дровах, все пригодные лесные ресурсы в радиусе 50–80 км от крупных городов истощены. Из-за недостатка дров беднейшие семьи в городах многих стран Африки готовят себе горячую пищу только один раз в день.

В зонах высокого загрязнения воздуха вследствие функционирования предприятий промышленности или энергетики растительность трансформирована или полностью уничтожена на десятки километров вокруг города или по направлению вдоль

преобладающих ветров. Такова ситуация в Норильске и окрестностях, где весьма уязвимая естественная растительность практически уничтожена на расстоянии до 100 км от промышленных предприятий.

Все крупные города, располагающиеся на реках, вносят весьма заметный вклад в загрязнение воды этих рек, вплоть до полного уничтожения жизни в воде на многие километры вниз по течению. Отмечено много ситуаций, в особенности в тропиках, когда в реке, протекающей сквозь большой город, концентрация патогенных бактерий увеличивается на несколько порядков.

Несколько сотен крупных городов мира и тысячи более мелких вызывают локальное, пятнистое ухудшение состояния окружающей среды. Взятые вместе, они в очень заметной степени влияют на глобальную ситуацию. Это весьма типичный пример универсальной геоэкологической проблемы, имеющей локальное, но часто встречающееся распространение, и потому не менее важной. Как пишет один из американских исследователей, “отрицательное воздействие домашнего загрязнения воздуха и выплескиваемых с водой отходов на детскую смертность и ожидаемую продолжительность жизни женщин имеет не меньшие глобальные размеры, чем, скажем, разрушение тропических лесов, и с точки зрения неотложности задач оно может оказаться наиболее срочной из всех общемировых экологических проблем”.

В этой связи, наряду с “зеленой” программой, адресованной на глобальные проблемы, такие как изменение климата, озоновый слой или биологическое разнообразие, ряд международных организаций и экспертов выдвигают “коричневую” программу, которая включала бы проблемы бедности, загрязнения окружающей среды и экологической безопасности в городах. Такие программы решают практические вопросы улучшения качества жизни в городах, включая совершенствование систем водоснабжения, канализации, удаления и переработки отходов.

Х.3. Геоэкологические аспекты энергетики

Энергетика – важнейшая сторона деятельности человека. Без использования энергии невозможны практически все другие его действия: извлечение и переработка природных ресурсов, производство промышленной продукции, транспорт, сельское хозяйство, освещение, отопление, здравоохранение и т.д. Эволюция общества и цивилизации происходила и происходит в тесном взаимодействии с развитием энергетики.

Энергия – важнейший товар в международной экономике, а надежное обеспечение стран источниками энергии стало важнейшей геостратегической проблемой XX столетия. Глобальные энергетические стратегии и проблемы системно взаимосвязаны с основными общемировыми вопросами, такими как рост численности населения, увеличение имущественных различий между отдельными слоями общества, распространение бедности, дефицит продовольствия и воды, состояние здоровья и здравоохранения, неудовлетворительное качество воздуха в городах, изменение климата, деградация экосистем, их ацидификация, распространение ядерного оружия и др. Из этого следует, что вопросы энергетики должны решаться таким образом, чтобы не ухудшилось состояние других глобальных проблем.

История развития мировой энергетики поучительна. Первым источником энергии для любого вида деятельности человека был он сам, его мускульная энергия. Затем изобретение способов добывания огня для сжигания древесины обеспечило человеку горячую пищу, отопление жилища, новые материалы, такие как бронза и железо. Использование энергии домашних животных предопределило прогресс в сельском хозяйстве, транспорте и промышленности. Изобретение пара как рабочего вещества явилось важнейшим технологическим фактором промышленной революции и способствовало освоению таких энергетических ресурсов как уголь, нефть и природный газ.

С тех пор и до настоящего времени наша цивилизация основана на использовании горючих ископаемых. Величины коммерческого (то есть рыночного) потребления энергии по источникам ее происхождения показаны в таблице 18.

Общая мощность производимой или же потребляемой в мире энергии составляет 10 тераватт, или 10^{10} вт, и продолжает увеличиваться. Из этого количества около 90% энергии получают благодаря сжиганию угля, нефти и природного газа. По всей вероятности, этот показатель сохранится на ближайшие десятилетия, а количество производимой энергии будет все еще увеличиваться. Объем и доля

Таблица 18. Коммерческое потребление энергии в мире, 1991 г.

	Нефть	Газ	Уголь	Атомная энергия	Гидро- и прочие возобновим.	Сумма
В 10^{18} Дж.	119	76	94	23	9	321
В %%	37	24	29	7	3	100

атомной энергии, вероятно, останется на ближайшую перспективу скромной. Суммарная величина производимой гидроэлектроэнергии будет увеличиваться, но ее доля в производстве и использовании энергии останется небольшой.

Другие, преимущественно возобновимые источники энергии, такие как энергия солнца, ветра, морских приливов, волнения воды, разности температур поверхностных и глубинных слоев воды океана, специально выращиваемой биомассы, геотермальная энергия и прочие, несмотря на некоторые оптимистические прогнозы, не спешат занимать сколько-нибудь значительное место. Экономические и экологические удельные затраты на производство энергии из возобновимых источников неуклонно снижаются, и имеются заметные достижения в их практическом использовании, хотя доля этих источников в мировом энергетическом балансе пока не достигает и 1%.

Производство и потребление энергии в мире, за редкими исключениями, неуклонно росли, в особенности в последние десятилетия. За 20 лет, с 1971 по 1991 гг., потребление энергии в мире увеличилось на 45%. Соответственно расходовались и запасы горючих ископаемых. Тем не менее, благодаря успешным

поискам новых месторождений и их разведке, запасы продолжали увеличиваться. По состоянию на 1990 г., при современном уровне разведанных запасов и ежегодной добычи, угля хватило бы на 209 лет, нефти на 45 лет и природного газа на 52 года.

Производство и использование основных источников тепловой энергии практически всегда сопровождаются неблагоприятными последствиями, влияющими на экосферу и на здоровье людей. Ожидаемый дальнейший рост производства и использования энергии приведет к еще большему усилению экологических проблем. Геоэкологические ограничения могут стать столь серьезными, что они станут диктовать основные элементы стратегии энергетики. В частности, мы уже обсуждали возможную ситуацию, когда не дефицит горючих ископаемых, а значительное ухудшение состояния экосферы приведет по необходимости к трансформации глобальной энергетики на основе возобновимых и экологически более чистых источников энергии. Геоэкологические вопросы энергетики уже излагались в соответствующих разделах книги, и здесь лишь кратко отметим основные проблемы.

Опора в энергетике на использование горючих ископаемых и чрезвычайно высокая их доля в производстве энергии предопределяют специфический набор связанных с этим геоэкологических проблем. По объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу тепловая энергетика является наиболее крупной отраслью промышленности (27 % от общего количества выбросов всей индустрии России). Составляющими выбросов в основном являются твердые частицы (31% от общего количества выбросов), диоксид серы (42%), оксиды азота (24%).

Современная ТЭЦ мощностью 1000 мвт выбрасывает в воздух за год 165000 т газов и 500000 т твердых частиц. Тепловое загрязнение, то есть неиспользуемый выброс тепла, составляет около 60% производимой энергии. Каждая ТЭЦ нуждается в 4 км² площади, не считая площадей для складов, подъездных путей, градирен, линий электропередач, свалок и пр.

Загрязнение воздуха, ассоциирующееся со сжиганием нефти, угля и газа, неблагоприятно влияет на экосистемы и здоровье

людей. Из трех основных источников тепловой энергетики более всего загрязнений и парниковых газов производится и выбрасывается в атмосферу в результате сжигания угля, и наименьшее – при сжигании газа. Кислотные осадки, возникающие как следствие функционирования тепловых электростанций, наносят ущерб экосистемам, – озерам, рекам, лесам, а также и урожаю, строениям, памятникам материальной культуры. Современная энергетика является важнейшим фактором накопления в атмосфере парниковых газов и, следовательно, наиболее важной причиной антропогенного изменения климата.

Атомные электростанции несут с собой высочайший риск катастрофы вследствие выделения в экосферу радиоактивных изотопов. Как показывает печальный опыт Чернобыльской АЭС, радиоактивное загрязнение вследствие взрыва всего лишь одного атомного реактора нанесло невосполнимый ущерб жизни и здоровью людей, состоянию естественных и агроэкологических систем, по сути дела, вывело из нормального использования чрезвычайно большую территорию в пределах Белоруссии, России и Украины.

В атомной энергетике остаются нерешенными проблемы хранения и переработки радиоактивных отходов деятельности АЭС. Подошли также сроки выведения первых атомных станций (не только в России, но и в других странах мира) из эксплуатации. Поскольку неизвестно, что с ними делать дальше, они подлежат консервации. Как это делать безопасно и эффективно, – пока еще плохо проработанная задача.

Основное направление в стратегии снижения геоэкологических проблем энергетики – повышение роли возобновимых и экологически более чистых источников энергии. Однако абсолютно безвредных источников практически не бывает.

Как мы уже обсуждали в другой главе, гидроэлектростанции приносят свой специфический набор геоэкологических проблем: потери затопляемой земли, зачастую весьма ценной, переселение населенных пунктов из зоны затопления, изменения водных и наземных экосистем и их плодородия, а в тропических и экваториальных районах и усиление частоты и серьезности заболеваний многими тропическими болезнями, ассо-

цирующимися с водой (малярия, шистосоматоз, речная слепота и др.)

Непосредственное использование солнечной энергии также не оказывается полностью оправданным с экологической точки зрения: аккумуляторы солнечной энергии различных типов часто требуют большой территории. Сбор солнечной энергии зависит также от метеорологических и, следовательно, физико-географических факторов: облачности, угла солнца над горизонтом и пр., а потому он эффективен преимущественно в тропических районах со значительной продолжительностью солнечного сияния. Если в процессе производства энергии используются фотоэлектрические батареи, то в одном или нескольких звеньях технологической цепочки их производства возникает значительное загрязнение окружающей среды.

Опосредованное использование солнечной энергии, в природе проявляющейся в виде ветра, волнения, приливов, биомассы и пр., столь же несвободно от геоэкологических обстоятельств. Например, ветровые электростанции вызывают неприемлемые шумовые эффекты, и потому должны располагаться вдали от населенных пунктов; энергия морских волн значительна, но задача ее концентрация для производства электроэнергии технически очень не проста.

Использование геотермальной энергии влечет за собой значительное загрязнение воды, воздуха и земли. Геотермальная электростанция мощностью 1000 мвт выпускает в атмосферу 10^4 – 10^5 т газов в год и загрязняет 10^5 – 10^8 м³ воды и требует значительной площади (до 20 км² на одну станцию).

Энергетические системы состоят из двух равноценно важных частей: подсистемы, касающейся предложения энергии, и подсистемы спроса на нее. Мы только что кратко обсуждали некоторые важные вопросы, касающиеся предложения. Для эффективного функционирования систем энергетики не менее важны проблемы спроса. Экономия энергии играет здесь важнейшую роль.

Больше половины производимой ежедневно энергии теряется вследствие технических особенностей энергетических систем или недостаточно эффективной деятельности человека.

Экономия энергии должна быть частью стратегии снижения расхода энергии на единицу продукта, причем социально-экономическое развитие или привычный стиль жизни людей по крайней мере не должны ухудшаться. Мы уже указывали на то, что после двух энергетических кризисов 1970-х гг. эффективность использования энергии в развитых странах значительно повысилась. Меры по экономии энергии и повышению ее эффективности менее успешны в странах с переходной экономикой и развивающихся странах, где промышленность зачастую расходует в 2–5 раз больше энергии на ту же величину продукции вследствие того, что оборудование, технологические процессы, транспортные системы и пр., как правило, устарели и нуждаются в модернизации.

Обсуждая стратегии выхода человечества из глобального геоэкологического кризиса, мы говорили также о необходимости и принципиальной технической возможности повысить в обозримом будущем эффективность использования энергии на порядок, то есть примерно в 10 раз. Такие действия вполне соответствовали бы осуществлению одной из обсуждавшихся нами ранее переходных стратегий, направленных на решение глобального геоэкологического кризиса.

Х.4. Геоэкологические аспекты промышленности

Разнообразная деятельность промышленности и ее геоэкологические последствия могут быть схематизированы в виде производственно-экологической пирамиды, несколько похожей на экологическую пирамиду (рис. 23).

В основании пирамиды лежит добыча сырья, преимущественно минерального. Известно, что около 98% добываемого на этом этапе сырья идет в отходы в виде пустой породы, руды низкой концентрации, грунта, нестандартной древесины и пр.

Только 2% сырья достигает следующего уровня, который можно назвать уровнем переработки сырья. В результате получают промежуточную продукцию, например, железо, сталь, прокат различного

Рис. 23. Соотношения типов промышленности, использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды

сортамента, цветные металлы, разнообразные химические вещества, различные пиломатериалы и пр.

Промежуточная продукция используется на следующей стадии, условно называемой машиностроением и легкой промышленностью, производящей разнообразные орудия труда и предметы потребления. На этой стадии доля полезного продукта от исходного количества сырья еще более сокращается.

Наконец, на высшей стадии промышленного производства мы имеем дело с современной индустрией высокой сложности и точности, производящей аппараты электроники и прецизионного машиностроения, композитные материалы, продукты биотехнологии и прочие товары так называемой “высокой технологии” (high-tech). На этой стадии объем используемых материалов минимален, главные вложения оказываются в виде личного опыта персонала, передовой технологии и дорогостоящих комплектующих.

Одна из тенденций современной индустрии в том, что значительная часть промышленности высокой сложности и точности перестала продавать свою продукцию. Вместо этого, продукция сдается в аренду потребителю, а компания-изготовитель обеспечивает ее сервис. Так происходит переход к стадии услуг, и роль услуг имеет тенденцию к росту.

Стадия “высокой технологии” есть результат современной научно-технической революции. Зачастую, при чтении литературы, создается ошибочное впечатление, что человечество или, по крайней мере, развитые страны целиком и полностью перешли на эту стадию. На самом деле, все четыре стадии необходимы одновременно и нуждаются в развитии и совершенствовании, а без низшей стадии невозможно достичь более высокой. По-прежнему необходим металл, энергия, продукция химической промышленности и пр., без них не достичь высот “высокой технологии”.

В соответствии со стадиями промышленного производства возникают определенные тенденции изменения геоэкологических проблем: а) Объем извлекаемых ресурсов и перерабатываемого сырья снижается; б) Объем загрязняющих отходов, сбрасываемых в окружающую среду, сокращается; в) Однако токсичность сбросов резко увеличивается, так что результирующее загрязнение может и не уменьшиться.

Геоэкологические воздействия промышленности охватывают всю технологическую цепочку, от добычи сырья и первичной обработки через собственно процессы производства, до использования конечного продукта и размещения отходов. Промышленность – весьма важный потребитель природных ресурсов (металлических и неметаллических руд, продуктов

сов (металлических и неметаллических руд, продуктов сельского хозяйства, энергии различных видов). В результате индустриальных процессов возникает необходимость в запланированных или неожиданных сбросах вредных газов, твердых отходов и разнообразных жидких стоков. Это может случиться в процессе производства или позднее при использовании продукта. Некоторые из отходов и продуктов промышленности весьма токсичны и могут нанести значительный ущерб. Геоэкологические последствия для конкретных областей промышленности показаны ниже.

Врезка 9

Геоэкологические воздействия различных отраслей промышленности

Вид промышленности	Сырье	Воздух	Вода, кол-во	Вода, кач-во	Твердые отходы и почва	Риск	Прочие проблемы
Текстиль	Шерсть, синтетика Хим. в-ва	Пыль, запахи, SO ₂ , HCl	Использование воды	БПК, взвеси, соли, токс. металлы, сульфаты	Пром. илы		Шум машин, вдыхание пыли
Кожевен.	Шкуры, хим. в-ва	Запах	Использование воды	БПК, взвеси, сульфаты, хром	Отстой с соедерж. хрома		
Черная металлург.	Железная руда, лом, известняк	SO ₂ , NO _x , пыль, HCl, CO, H ₂ S, кислотн.	Использование воды, промывка скрубберов	БПК, взвеси, нефть, металлы, кислоты, фенол, сульфиды, сульфаты,	Шлак, отходы, пром. илы	Риск взрывов и пожаров	Аварии, контакт с токсичн. в-вами, пыль, шум

		туманы		аммиак, цианиды			
Нефте- пера- ботка	Неор- ган. хим. в- ва	SO ₂ , NO _x НС, СО, запахи, пыль	Вода для ох- лажд. и про- мышл. процес- са	БПК, ХПК, нефть, фе- нол, хром, др.	Пром. илы, использ. ката- лиз., смолы	Риск взрывов и пожа- ров	Риск аварий, шум
Хими- ческая	Неор- ган. и орга- нич. в- ва	Орга- нич. хим. в- ва, запахи, фреоны		Органич. хим. в-ва, тяжелые металлы, взвеси, цианид, ХПК	Пром. илы от очист. воздуха и воды, хим. от- ходы	Риск взры- вов, по- жаров и хим. выбро- сов	Воз- можн. контакт с ток- сичн. и опас- ными в- вами
Цветная метал- лург	Боксит	Фтор, СО, SO ₂ , пыль	Вода для про- мывки скруб- беров	После про- мывки скруб- беров, с фтором, взвесями, НС	Пром. илы, обли- цовка печей (уг- лерод и фтор)		

Мик- ро- элек- тро- ника	Хим. в- ва (напр. рас- твори- тели), кислоты	Токсичн. газы		Отравление почв и гр. вод токс. в- вами. Случайн. сбросы токс. в-в	Илы		Риск кон- такта с ток- сичн. в-вами
Био- тех- ноло-				Использ. очистные воды, изме- нен. биолог.	Очистка отравл. почвы		Опасность попадания микроорга- низмов в

гия				виды			окр. среду
-----	--	--	--	------	--	--	------------

Для борьбы с неблагоприятными геоэкологическими последствиями промышленного производства существует два принципиальных подхода:

- а) Управление загрязнениями на конечной стадии производства;
- б) Системная перестройка производственного цикла.

По сути дела, при стратегическом подходе типа а) управление загрязнениями осуществляется *после* завершения технологического цикла, в виде как бы дополнения к нему. Этот подход носит условное название “на конце трубы”. Переработка загрязнений “на конце трубы”, как правило, не сокращает объем или массу загрязнителей. Она попросту перемещает отходы, после их обработки, из одной среды в другую, более удобную при данном технологическом цикле, например, из воздуха в землю. Во многих случаях обработка отходов перемещает эмиссии, выпускаемые в воздух, в водную среду. Такого рода операции нежелательны в долгосрочном плане, хотя и могут казаться приемлемыми как временная мера. Обработка отходов за пределами основного технологического цикла, то есть “на конце трубы” чрезвычайно широко распространена, хотя по сути не решает экологических проблем. Такая технология носит название “малоотходная” или, более того, “безотходная”, что, как мы видим, неверно.

При стратегическом подходе типа б) в качестве долгосрочной, и скорее всего, недостижимой на 100% цели ставится задача добиться такого производства, которое было бы полностью замкнутым, подобно космическому кораблю в продолжительном, автономном полете. С этих позиций, существует три класса технологических подходов, требующих системной перестройки промышленного производства для действительного снижения объема, массы и токсичности отходов, сбросов и эмиссий:

- 1) Экономия сырья, материалов и энергии.

К этой категории относятся изменения производственного цикла, в том числе такие мероприятия, как внедрение более экологически и экономически эффективных производственных

процессов, использование новых материалов, а также такие мероприятия как повышение теплоизоляции производственных помещений, установка более эффективного освещения, применение более легких грузовиков, и пр.

2) Увеличение степени использования промышленного продукта.

К этим мерам относится организация вторичного рынка таких использованных товаров как автомобили, одежда и обувь, электроника, мебель, книги и многие другие, сбор и переработка утиля (лом цветных и черных металлов, стекло, бумага, использованная упаковка и пр.), при соответствующем сокращении производства новых товаров.

3) Извлечение полезных продуктов из промышленных отходов.

Первой этим стала знаменита американская корпорация 3-M, получающая значительный доход от извлечения побочных продуктов. Ее лозунг “Pollution Prevention Pays” (PPP), который можно перевести как “Предотвращение загрязнения платит за себя” широко известен в деловом мире.

Имеются и более сложные, системные примеры экономически целесообразной борьбы с промышленным загрязнением.

В г. Калундборг (Дания) имеются три основных, первичных промышленных предприятия, – нефтеперегонный завод, тепловая электростанция (ТЭЦ), работающая на угле, и фармацевтическая фабрика. Объединив эти предприятия в систему, стало возможным значительно сократить их отходы, не увеличив в то же время стоимость продукта. ТЭЦ снабжает попутным теплом фармацевтическую фабрику, а также рыбоводческое хозяйство и теплицы. Зола с электростанции продается цементному производству, а сульфат кальция, улавливаемый установкой по десульфуризации отходов, поступает к изготовителю обоев. Нефтеперегонный завод снабжает ТЭЦ отходящими углеводородами как дополнительным топливом, а сера как продукт десульфуризации нефтепродуктов поставляется химической компании, производящей серную кислоту. Наконец, органические отходы фармацевтического предприятия потребляются рыбо-

водческим хозяйством и используются как удобрение в теплицах.

Несмотря на то, что такие комплексы экологически и, вероятно, экономически целесообразны, пример Калундборга, насчитывающего уже примерно 30 лет опыта, не получил широкого распространения. По-видимому, локальная координация усилий различных производств в деле улучшения состояния окружающей среды слишком сложна. Казалось бы, система централизованного планирования должна способствовать развитию подобной кооперации. Однако опыт СССР и других подобных стран не был более успешен, чем опыт стран с рыночной экономикой. В чем, по-видимому, центрально-плановая экономика показала преимущество, это в совместном производстве электричества и тепла для крупных городских районов и даже целых городов.

Исследования Департамента энергетики показали возможность сокращения промышленных отходов в США на 1,3 млрд. т за период между 1996 и 2010 гг. Потенциальная выгода от этого может увеличить валовой продукт страны за тот же период на 1936 млрд. долларов (в ценах 1992 г.). Одновременно возрастет занятость на 16 млн. чел. в год в течение 15 лет. Таким образом, национальная политика сокращения промышленных отходов может принести как экологическую, так и экономическую выгоду.

Х.5. Геоэкологические аспекты транспорта

Услуги транспорта играют важную роль в экономике и повседневной жизни людей. Транспорт – один из важнейших компонентов общественного и экономического развития, поглощающий значительное количество ресурсов и оказывающий серьезное влияние на окружающую среду. Использование практически всех видов транспорта на всех континентах возрастает и по объему перевозимых грузов, и по количеству тонно-километров, и по числу перевозимых пассажиров. Некоторые виды транспорта уходят в прошлое (например, морские

пассажирские линии дальнего плавания или гужевого транспорт в развитых странах). Однако во многих странах все еще используется тягловая сила животных, передвижение на велосипедах или пешком. Вместе с тем, увеличивается использование дальней авиации и трубопроводов при относительно стабильном использовании железнодорожного транспорта.

Но особенно большую роль играет постоянное и неуклонное увеличение использования автомобилей для перевозки грузов и как средство личного транспорта. Этому сопутствует рост автомобильных, в том числе скоростных дорог. Около половины добываемой в мире нефти используется для автомобильного транспорта, рост которого значительно опережает рост населения. Увеличение числа автомобилей неразрывно связано с обсуждавшимися выше процессами урбанизации. Многочасовые заторы стали обычной картиной на улицах многих городов мира. Не лучше ситуация и в России. Количество автомобилей в Москве в несколько раз превышает допустимое для имеющейся сети городских дорог.

Транспорт – очень важный неблагоприятный фактор состояния окружающей среды:

Во-первых, почти все виды транспорта загрязняют окружающую среду, в особенности воздух, а также и воду, и вызывают значительный шум и вибрацию.

Во-вторых, поглощаются много земельных ресурсов для транспортной инфраструктуры – автомобильных и железных дорог, морских и речных портов, трубопроводов, аэропортов и пр. и связанных с ними складов, вокзалов, причалов и т.д. Транспортная инфраструктура создает значительные по площади техногенные ландшафты.

В-третьих, значительное количество природных ресурсов расходуется на производство автомобилей и сооружение элементов транспортной инфраструктуры.

В-четвертых, все виды транспорта представляют серьезную опасность для жизни, здоровья и имущества людей.

Загрязнение воздуха – наиболее серьезная геоэкологическая проблема, ассоциированная с транспортом. В странах Организации экономического и социального развития (OECD) эмиссия

в воздух от автомобилей увеличилась за период 1975–1990 гг. на 20–75%. В развивающихся странах этот показатель выше. В Москве эмиссия выхлопных газов автомобилей составляет не менее 70% всего загрязнения воздуха. От 40 до 70% оксидов азота, от 70 до 90% окиси углерода (СО) и не менее 50% свинца в атмосфере вызваны выхлопом автомобилей. Последствия загрязнения воздуха становятся важнейшей глобальной геоэкологической проблемой.

Загрязнители воздуха, непосредственно продуцируемые автомобилями, такие как окись углерода, оксиды азота, углеводороды или свинец, главным образом накапливаются по соседству с источниками загрязнения, т.е. вдоль шоссе, улиц, в тоннелях, на перекрестках и пр. Таким образом создаются *локальные* геоэкологические воздействия транспорта.

Часть загрязнителей транспортируется на большие расстояния от места эмиссии, трансформируется в процессе переноса и вызывает *региональные* геоэкологические воздействия. Наиболее распространенным процессом этой категории является ацидификация, обсуждаемая более детально в главе об атмосфере.

Двуокись углерода и другие газы, обладающие парниковым эффектом, распространяются на всю атмосферу, вызывая *глобальные* геоэкологические воздействия.

Вследствие значительных воздействий транспорта на локальном, региональном и глобальном уровнях необходимо стремиться к осуществлению следующих направлений координированной общемировой стратегии как компоненты устойчивого развития:

- Потребление горючих ископаемых для транспорта должно сокращаться.
- Должны быть установлены основанные на передовой технологии общемировые стандарты выбросов в атмосферу для всех видов транспорта.
- Каждой стране следует разработать и осуществлять программу контроля эмиссии всех источников и видов транспорта.
- Совершенствовать и развивать надежную и общедоступную систему общественного транспорта.

– При планировании развития транспортных систем использовать системный подход, направленный на комплексное решение экологических проблем. Устранять причины, а не следствия геоэкологических проблем на транспорте.

Общая цель в системном управлении транспортом заключается в нахождении оптимального соотношения между обеспечением потребностей общества и снижением загрязнения окружающей среды. Стратегии управления будут зависеть от локальных ситуаций и потому будут различными для конкретных стран, регионов и городов.

Х.6. Геоэкологические аспекты сельского хозяйства

Сельское хозяйство – наиболее широко распространенный антропогенный фактор преобразования экосферы, или, иными словами, глобальных изменений. Это важнейшая система жизнеобеспечения общества: сельское хозяйство обеспечивает 98–99% массы продуктов питания людей на Земле, в том числе 87% белкового питания. Поэтому чем выше численность населения и больше его потребности, тем больше роль сельского хозяйства и тем значительнее его воздействие на экосферу.

Сельскохозяйственные системы, как земледельческие, так и животноводческие, занимают в мире около 50 млн. км², или 38% свободной от льда суши. Из них пашня занимает около 30%, и пастбища – 70%.

Разнообразие типов сельскохозяйственных систем огромно. Оно зависит как от природных условий, так и особенностей применяемых технологий. Поэтому сельскохозяйственные системы называют также агроэкосистемами. В простейших системах земледелия агротехнические операции сводятся, последовательно, к несложной подготовке почвы к посеву, заделыванию зерна во влажную почву, борьбе с сорняками и вредителями, сбору того, что выросло, переработке урожая и сохранению части его в качестве семян для следующего сельскохозяйственного года. С другой стороны, в сложных системах уровень технологии чрезвычайно высок. Например, в польдерах Нидер-

ландов осуществляется управление оптимальным режимом развития растений. Уровень капиллярной каймы грунтовых вод регулируется таким образом, чтобы корни культурных растений постоянно находились в этой зоне, не выше и не ниже, а питательные вещества в почве были бы доступны растению в необходимом, но не чрезмерном количестве. Соответственно, и урожаи, получаемые в различных агроэкосистемах, разнятся в десятки раз.

Не менее велико разнообразие животноводческих систем, в зависимости от природных и хозяйственных факторов. Наконец, существует большое количество комбинаций типов земледелия и животноводства.

Несмотря на свое разнообразие, сельскохозяйственные системы отличаются одной общей особенностью: все они оказали и продолжают оказывать глубокое воздействие на экосистемы и ландшафты. В процессе развития агроэкосистем преобразуется растительность: от естественного покрова – к пашне или пастбищу. В земледельческих системах естественный, флористически богатый растительный покров, часто многоярусный, замещается на единственную для данного сезона или года культуру. Система коренным образом трансформируется и упрощается.

При введении орошения изменяется и тип водного режима: от обычно непромывного к промывному.

Как и земледелие, животноводство имеет много разнообразных форм в связи с различиями природных условий и уровней развития общества. В животноводческих агроэкосистемах геоэкологические изменения более постепенны, но не менее глубоки. Не случайно, одна из проблем геоэкологии заключается в определении того, каким было исходное, доантропогенное состояние африканской саванны, поскольку она постепенно трансформировалась под влиянием многотысячелетнего и весьма интенсивного выпаса скота. В засушливых районах мира основная геоэкологическая проблема пастбищного скотоводства – постепенное истощение пастбищ, то есть прогрессирующее антропогенное опустынивание вплоть до уничтожения растительного и почвенного покрова.

В умеренном поясе преобладающее пастбищно-стойловое животноводство также приносит немало геоэкологических проблем, связанных с загрязнением почвы и воды отходами животноводства. Мы уже говорили о проблеме накопления навоза в Нидерландах в связи с понятием потенциальной емкости территории. Эта проблема характерна для всех районов интенсивного пастбищно-стойлового животноводства.

Естественные системы отличаются высокой степенью замкнутости баланса органического вещества и других компонентов. Разность между приходной и расходной частями баланса вещества в природной системе за год не превышает 1%, а обычно меньше. За счет этой малой доли и происходит направленная эволюция естественных систем. В сельскохозяйственных же системах цикл вещества разомкнут: вещество забирается человеком из системы в виде урожая, а семена, органические и минеральные удобрения, а также и пестициды, в нее вносятся. Вынос вещества составляет десятки процентов (обычно 40–80%) от годовой продукции биомассы. При этом чем продуктивнее агроэкосистема, тем больше отчуждение продукции, и тем система более неустойчива. Антропогенный привнос веществ в агроэкосистему оказывается на один-два порядка больше их естественного поступления. Таким образом, система коренным образом трансформируется.

Изменяются и физические процессы. Водная и ветровая эрозия почв усиливаются на один-три порядка. Почва уплотняется под воздействием сельскохозяйственных машин и орудий. Структура теплового баланса изменяется вследствие изменения как величины альбедо, так и затрат на эвапотранспирацию. Соответственно изменяется и водный баланс, и режим влаги в почве.

Биологические особенности, такие как биомасса, ее прирост, трофические соотношения, видовой состав, включая микроорганизмов и беспозвоночных и пр., коренным образом меняются.

Вследствие эволюции земледелия и животноводства сокращается сложность структуры ландшафтов, их устойчивость

снижается и может поддерживаться только благодаря действиям человека.

Геоэкологические проблемы сельского хозяйства относятся к категории универсальных, то есть встречающихся в мире повсеместно. Они – продукт некоординированных действий миллионов крестьян. Главная задача каждого хозяина – максимизировать урожай, сохраняя в то же время (а по возможности и повышая) естественное плодородие почв. Таким образом, они, каждый на своем поле, ведут постоянную и многовековую работу по достижению устойчивого сельского хозяйства. Результаты их действий, сложенные вместе по континентам и миру в целом, имеют глобальное значение.

Не всё в мире в процессе развития устойчивого сельского хозяйства было успешным. Пахотные площади увеличивались, но во многих случаях вследствие ухудшения состояния агроэкосистем снижалась урожайность культур. Значительная часть земель безвозвратно потеряна для сельского хозяйства в результате водной и ветровой эрозии почв, их засоления и заболачивания, и антропогенного опустынивания. Общая площадь безвозвратно потерянных и сильно деградированных земель находится в пределах 15 млн. км² (11% свободной от льда территории мира), то есть сравнима с современной площадью пашни мира. Еще на 6 млн. км² (5% территории мира) биологическая продуктивность значительно понижена в результате деятельности человека. Деградация как природных систем, так и агроэкосистем продолжается.

Сельское хозяйство оказывает существенное влияние на водный режим и водный баланс как небольших территорий, так и крупных, масштаба континентов или всего мира. Как правило, увеличивается поверхностный сток; соответственно снижается подземный сток и запасы влаги в почве. О решающей роли сельского хозяйства в многократном увеличении эрозии почвы уже говорилось выше.

Как уже обсуждалось ранее, деградация почв и снижение биологической продуктивности – одна из важнейших, может быть, наиважнейшая геоэкологическая проблема, потому, в частности, что снижение биопродуктивности сопровождается не-

уклонным ростом потребностей населения мира в продуктах питания.

Выше уже отмечалось, что растущий спрос на продовольствие может быть удовлетворен двумя путями: расширением пахотных площадей и интенсификацией сельского хозяйства. В обоих случаях неизбежно усиление геоэкологических проблем вследствие ухудшения состояния земель и повышения транспорта наносов и химических веществ. Таким образом, истинная стоимость продуктов сельского хозяйства (с включением геоэкологических потерь и затрат в величину стоимости) на перспективу будет возрастать.

Часть V. Заключение. Выживание человечества?

Рост численности населения и опережающий его рост потребностей общества поставили перед человечеством общемировые задачи обеспечения продовольствием необходимой калорийности и состава, водой приемлемого количества и качества, территорией, обеспечивающей многие аспекты деятельности человека, энергией, не вызывающей глобальных геоэкологических кризисов, продуктами индустриальной деятельности, не приводящей к неприемлемому уровню загрязнения экосферы. Эти потребности неуклонно возрастают, переводя экосферу из кризисного, но все же устойчивого состояния к неустойчивому, а при дальнейшем развитии неустойчивости – и к глобальной катастрофе.

Все эти и подобные потребности удовлетворяются благодаря надежному функционированию экосферы и ее процессов, таких как глобальные биогеохимические циклы, глобальный гидрологический цикл, глобальный энергетический баланс и его географическое распределение, синтез и деструкция органического вещества, системы циркуляции атмосферы и Мирового океана и др. Значительная часть нужд человечества обеспечи-

вается также благодаря добыче и переработке невозобновимых минеральных ресурсов (нефти, угля, руд, металлов и др.).

Из обсуждений в предшествующих главах можно заключить, что по отношению к интересам и задачам человечества, в масштабах времени нескольких поколений, экосфера выполняет четыре основные функции:

- 1) Устойчивое поддержание систем жизнеобеспечения;
- 2) Устойчивое поглощение и переработка продуктов жизнедеятельности человеческого общества;
- 3) Устойчивое воспроизводство возобновимых природных ресурсов (преимущественно биологических);
- 4) Обеспечение невозобновимыми (преимущественно минеральными) природными ресурсами.

Последняя из вышеупомянутых функций целиком вызвана деятельностью человека. Она чужда природе, и ее усиление вызывает рост неустойчивости экосферы. Первые три функции органически присущи экосфере и, в определенных пределах, устойчивы. При увеличении антропогенной и(или) естественной нагрузки, с ее выходом за допустимые пределы, устойчивость каждой из первых трех функций резко уменьшается. Роль человечества в снижении, а затем и разрушении устойчивости каждой из функций, – решающая.

С проблемами ограниченности природных ресурсов (возобновимых и невозобновимых) и загрязнением окружающей среды человечество в принципе может справиться, и такие подходы обсуждались в этой книге. Что касается восстановления антропогенно нарушенных глобальных систем жизнеобеспечения, то оно во многом находится за пределами возможностей человечества.

По всей видимости, эта ситуация сохранится на ближайшую перспективу, даже если правительства стран мира коренным образом изменят систему приоритетов по отношению к экосфере и ее элементам. Отсюда вытекает реальная возможность переступания через порог устойчивости экосферы с возникновением опасности для существования всего человечества. Так возникает проблема выживания человечества, и поэтому со-

хранение устойчивой экосферы – важнейшая проблема XXI века.

При этом результаты исследований глобальных изменений показывают, что предел устойчивости экосферы, зависящий от все возрастающего антропогенного давления на нее, – не ресурсный, а геоэкологический. В истории эволюции экосферы локальные и частные экологические кризисы возникали неоднократно. Во второй половине XX века человечество впервые столкнулось с глобальным геоэкологическим кризисом антропогенного происхождения. Глубокие исследования сложных, междисциплинарных процессов глобальных изменений, их взаимодействия с обществом, и разработка стратегий, основанных на этом понимании, может стать важнейшим вкладом геоэкологии в решение проблемы выживания человечества.

Вопрос выживания человечества может рассматриваться как обеспечение устойчивости системы взаимосвязанных глобальных проблем кризисного характера: геоэкологической, водной, демографической, энергетической, продовольственной, минерально-ресурсной. Как мы видели в предшествующих главах, эти проблемы возникают, потому что пока еще неограниченно растущие потребности общества приходят в противоречие с ограниченными природными ресурсами и “услугами” экосферы.

Невозможно сказать, какая из выше перечисленных кризисных проблем наиболее опасна или наиболее приоритетна. Приоритеты человечества в преодолении кризисов изменяются со временем, но сами проблемы не снимаются. Они становятся более комплексными, и проблема выживания все более усложняется.

Усложнение и углубление кризисных проблем в конечном итоге может привести к глобальной катастрофе, проявляющейся не только и не столько в ухудшении общемирового состояния окружающей среды и менее эффективном функционировании геоэкологических “услуг”, но и в распаде ранее устойчивых политических, экономических и социальных систем, ухудшении здоровья людей, межнациональных конфликтах, голоде, военных столкновениях и пр.

По-видимому, не все кризисные проблемы подойдут к порогу возможной глобальной катастрофы одновременно. Наоборот, они, скорее всего, достигнут своего пика в различное время, но какая из них вызовет катастрофу, сказать заранее невозможно. Как уже обсуждалось выше в разделе 4.1, чтобы избежать катастрофы, необходимо разработать и осуществлять стратегии разрешения кризисных проблем на переходный период, от текущего состояния, близкого к неустойчивости, к устойчивости.

Проблема деградации систем жизнеобеспечения экосферы (гео-экологический кризис) – основной вопрос данной книги. Она вызвана увеличением антропогенного давления на природные и природно-общественные системы. В результате возникают такие вопросы как ограниченность природных ресурсов, как возобновимых, так и невозобновимых, дефицит пространства, загрязнение окружающей среды и антропогенная деградация систем жизнеобеспечения (снижение естественной биологической продуктивности, нарушение глобальных биогеохимических циклов, трансформация и деградация естественных ландшафтов, изменение естественного климата, деградация озонового слоя, ухудшение состояние почв и пр.). Основная стратегия на переходный период – сохранение эффективного функционирования систем жизнеобеспечения на основе понимания того, что предотвращение деградации систем существенно проще и экономичнее, чем их восстановление.

Для выполнения этой сложной задачи необходимо сотрудничество всех государств мира. Именно в этой области накоплен наибольший опыт разработки и выполнения международных конвенций по защите или восстановлению глобальных систем жизнеобеспечения. К этой категории относятся упоминаемые выше соглашения ООН, такие как Конвенция по изменению климата, Конвенция по защите озонового слоя, Конвенция по борьбе с опустыниванием, Конвенция по охране биологического разнообразия и др. Не все конвенции пока эффективно осуществляются, но само согласие правительств сотрудничать в этой области уже является важным фактором политической жизни.

Другие глобальные проблемы кризисного характера теснейшим образом связаны с геоэкологической проблемой.

Проблема дефицита водных ресурсов и ухудшения их качества (водная проблема) заключается в том, что во многих районах мира имеющиеся водные ресурсы приемлемого качества не обеспечивают потребность в них, что вызывает серьезные социальные, экономические и политические трудности. По мере роста населения и его потребностей дефицит водных ресурсов будет усугубляться и становиться все более серьезным препятствием в обеспечении устойчивости.

Стратегия на переходный период заключается в более тщательной разработке динамического равновесия между водными ресурсами и их потреблением в рамках долгосрочной системы управления устойчивым развитием региона. Кроме того, многие водные объекты относятся к нескольким государствам. Региональное международное сотрудничество, основанное на совместном управлении разделяемыми реками, озерами и морями, – важнейший инструмент устойчивости и мира. К этой категории относятся несколько сотен водных объектов, включая такие крупные и важные как Нил, Дунай, Меконг, Парана, Каспий, Арал, Балтика, Великие озера, Черное море и др.

Демографическая проблема заключается в росте численности населения мира и еще большем увеличении его потребностей, так что объем природных ресурсов и геоэкологических “услуг”, приходящихся на душу населения, сокращается. Стратегия на переходный период должна заключаться в постепенном замедлении роста численности населения, а затем, возможно, и в ее сокращении. Одновременно должно снижаться потребление ресурсов и услуг.

Энергетическая проблема заключается в необходимости обеспечения человечества достаточным количеством энергии в настоящее время и на перспективу при условии сохранения благоприятного состояния экосферы с точки зрения климата, биогеохимических циклов и пр. Она решается посредством перехода от современной энергетики, основанной преимущественно на сжигании органического топлива, к использованию солнечной энергии в различных ее формах.

Продовольственная проблема это задача обеспечения растущего населения Земли продуктами питания при сохранении почвы как ресурсной базы сельского хозяйства, а также и соблюдении устойчивого состояния экосферы, то есть при условии решения геоэкологической проблемы. Основное направление стратегии на переходный период – укрепление устойчивости сельского хозяйства при неизбежном росте его интенсивности.

Минерально-ресурсная проблема связана с возрастающей потребностью общества в полезных ископаемых. Скорость образования полезных ископаемых значительно меньше скорости их добычи, и потому неизбежны частичные кризисы, связанные с дефицитом того или иного ископаемого, возрастающей стоимостью их добычи и ухудшением состояния окружающей среды вследствие горнорудной деятельности. Стратегия на переходный период заключается в экономии сырья и сохранении устойчивого состояния экосферы, а в более далекой перспективе – в неизбежном переходе к возобновимым заменителям.

Оценки будущего состояния экосферы выполняются на основе сценариев, отвечающих на вопрос “что будет, если ...?”. Согласно одному из реалистичных сценариев, разработанных в ООН, при условии, что во всех странах мира среднее количество детей в семье снизится до 2,1 чел., пик численности населения мира придется приблизительно на 2050 г., когда он достигнет 9,4 млрд. чел. Если отношение общества к использованию природных ресурсов и “услуг” экосферы не изменится, то к 2050 г. можно ожидать увеличения потребностей в продовольствии, по сравнению с настоящим временем, в 2 раза, в энергии – в 2,2 раза, в воде в 1,9 раза. Рост валового производства в мире должен стать за этот период четырехкратным. При этом географическое распределение природных ресурсов и геоэкологических “услуг” в целом не изменится, но станет еще более контрастным.

Дальнейшие антропогенные изменения экосферы при таком сценарии неизбежны. Использование земли для сельского хозяйства (земледелия и скотоводства) увеличится до 50% всей свободной от ледников площади суши, при этом площадь лесов

сократится еще на 10%. Спрос на рыбу и другие морские продукты возрастет до 200 млн. т в год, тогда как ежегодный прирост рыбных ресурсов мира не превышает 85 млн. т. Соответственно будет расширяться разведение рыбы и других морских продуктов в садках (марикультура), что вызовет конфликты между пользователями прибрежной зоны, неблагоприятно повлияет на ее состояние, в особенности на мангровые побережья. Несмотря на усилия стран контролировать рост парникового эффекта, эмиссия углекислого газа в атмосферу может увеличиться в 2,3 раза, с соответствующими последствиями, обсуждавшимися в разделах V.2.4 и V.2.5. Городское население составит 72% всего населения Земли. Разница в доходах на одного человека в развитых и развивающихся странах увеличится в 2,8 раза, что приведет к дальнейшему росту политической неустойчивости. Хотя в целом продовольствия в мире будет достаточно, голод в отдельных странах сохранится, потому что он будет связан не с производством продуктов питания, а с их распределением.

Выход экосферы за пределы устойчивости может совершиться не только вследствие развития глобального кризиса, но и из-за обострения региональных проблем. Например, водная проблема, связанная с неизбежно прогрессирующим снижением обеспеченности водными ресурсами (на душу населения) ряда стран Западной, Южной и Юго-Восточной Азии, может привести к таким социальным потрясениям, что раскачается и выйдет за пределы устойчивости вся мировая хозяйственно-политическая система, а через нее и вся экосфера.

Из-за взаимосвязанности явлений в экосфере последствия могут возникать не там, где имеется наибольшее антропогенное давление. Возьмем одну из важнейших проблем – обеспечение растущей потребности в энергии. Потребление горючих ископаемых нарастает очень высокими темпами, но весьма вероятно, что фактором, выводящим экосферу за пределы устойчивости, окажется не дефицит доступных горючих ископаемых, а неприемлемые геоэкологические последствия парникового эффекта, усиливающегося благодаря увеличивающимся, кумулятивным последствиям сжигания угля, нефти и газа.

Проблемы геоэкологии можно рассматривать в различных аспектах:

- По геосферам или их частям, как это было преимущественно выполнено в данной книге. При этом чрезвычайно важно учитывать взаимосвязи с другими геосферами; природным поясам и зонам, например, экваториальному, или тропическому муссонному, что предопределяет основные зональные особенности природопользования в части эксплуатации возобновимых ресурсов;
- По крупным экологическим системам, таким, например, как Аральское море и его бассейн, или гидрогеологическая формация Огаллала, обеспечивающая водой для орошения ряд штатов Великих Равнин США;
- По политико-административным единицам, как, например, штат Калифорния в США или Красноярский край;
- По центрам и механизмам климатической активности, оказывающим природное и экономическое влияние на территории, соизмеримые с площадью континентов. К таким механизмам, можно отнести муссонную циркуляцию в Азии, или Эль-Ниньо-Южную Осцилляцию (ENSO).

Геоэкология как междисциплинарное научное направление еще только формируется, и деятельность человечества, преобразующая экосферу, неизбежно потребует дальнейшего развития этого направления.

я

ре*%мендзем=аяа, 2 е! =2 3! =я

я

я

б ян%я =х я2 е* я2 ея н, г, яа, веден/ ян=, мен%б=н, яя
, зд=н, Лян=я! 3яя%мяяз/ * ея(вя%ян%бн%мяЗибн, *%б%я
С%зб%ляю? , хя ! =ян, ! , 2 бя *! 3г%з%д я , я
- Знд=мен2 =льн/ ея зн=н, яя ч, 2 =2 елая вя %бл=я2 , я
%ян%бн/ хяд, Яу, Сл, н,я%2 н%б%я? , х яя* а я2 емеян=3* ,я
я%я2 =вляю? , х яе%х* %л%е, юяя

д ляя б%леея 3г%збленн%е%я , зЗен, яя б%а %я%вя
ге%х* %л%е, , я н, жея а, б%д, 2 яя я, я% а СЗбл, * =ц, Ля
межд, Яу, Сл, н!= н%е%ях!= * 2 е! =,я2 =* жеян=я! 3яя%мя
яз/ * е,я =д! е яю? , х яя* а *%мСле* ян/ мя а %блем=мя
! =зл, чн%Зб%жн%я2 , ,я%б%вжд=ем/ м яд=нн%Зя н, ге:я

я

А! Я, Ля Юя хя d=н, л%б-d=н, льяня б х хя g=л, х=н%ва
л м хя%нд! =2 ьевяК хя%2 ля* %б%б% хя%я%ваК.С.я
Э* %л%е, чеЯ, ея а %блем/ :я ч2%я а %, я%д, 2 ,я* 2%я
в, н%б=2 я, яч2%ядел=2 ь?ял хя н зд хял тЭо г ,я1997я
332яяя

с%д и*%вабх яф, з, чеЯ, ея, яб, %л%е, чеЯ, ея%ян%б/ я
3я2%я, б%я2, яж, зн, ял х%h m h ял, 1995я472яя
Л%я%ваК.С.хя с%д и*%вабх хя%нд! =2 ьевяК хя%2 ля* %ва
б% хя g=л, х=н%ва л м хя d=н, л%б-d=н, льяня б х хя
с=б!, л%ва н ял хя с%мЗбевя с я хя ревя*, ня б х хя
с! =*%б, чяб х%о! %блем/ я х* %л%е, , я р%я, ял хя
б h m h ял, 1993я

е , лле! я яяЖ, зньявя%! 3ж=ю? еЛяЯ едея я%мя1-3я
о е! еб%дяя=нгл, Ля%е%яо %дя! едхя хА хя%д, н=хл хя
"о! %е! е яВ1993-1996я

m=шея %б? ееея б3д3? ееея d% л=дя л ежд3н=! %дн%а
K%м, Я, я C%а %! 3ж=ю? е.а Я едеа , я !=зв, 2 , юя
о е! ев%аа=нгл, а %а%а хя"о! %а! е.а.а1989а372аа
ре.аие! а тхф.а о! ,! %д%С%льз%б=н, ея Сл%б=! ь-
а =в%ин, * а а / а.а,а199аа638аа
р%з=н%а.ах.ап а%б/ а3чен, ая%ба%! 3ж=ю? е.а.а едеа
л х.а.а.а.а с.а,а1984а372аа

а