

ПАТОЛОГИЯ ПОЧВ И ОХРАНА БИОСФЕРЫ ПЛАНЕТЫ¹

В.А. Ковда

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения,
Пушино, Россия

Препринт статьи 1989 г.

Обосновывается необходимость научной разработки учения о «патологии почв», формах и мерах предупреждения патологических процессов в почвенном покрове и приемах их устранения с помощью агробиохимии, агротехники, геохимии и различных видов предупредительной и назревшей мелиорации. Показано, что патологический почвенный покров приводит к гибели экологических систем и разрушению биосферы как среды обитания человека (утрата возобновляемых ресурсов биогенной энергии, нарушение баланса и циклов кислорода, озона, углерода, азота, биологически чистой воды и др.). Предлагаемым выпуском открывается серия публикаций на русском и английском языках докладов, прочитанных и обсужденных на заседаниях научно-дискуссионного клуба «Биосфера».

Содержание

I. Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем.

1. Дефлорация почв.
2. Дегумификация почв.
3. Почвоутомление и истощение почв.

II. Патология почвенных горизонтов и профиля почв.

1. Отчуждение и выключение почв из действующих экосистем.
2. Эрозия и дефляция почв.
3. Образование бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов.

III. Нарушение водного и химического режима почв.

1. Сухость и опустынивание почв.
2. Селевые разливы и оползни.
3. Вторичное засоление почв.
4. Природная и вторичная кислотность почв.

IV. Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ.

1. Затопление пойменных и первых надпойменных террас.
2. Подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв.
3. Абразия берегов и засоление дельт.
4. Размыв и уничтожение почв приморских дельт.
5. Загрязнение и содовое (щелочное) засоление вод и почв.

V. Загрязнение и химическое отравление почв.

VI. Перохлаждение и вторичная мерзлотность почв.

1. Деградация ландшафтов и почв Крайнего Севера СССР.
2. Разрушение и исчезновение «ледяных земель».

VII. Разрушение почв военными действиями и атомной радиацией.

1. Обычные войны.
2. Ядерные войны и атомная радиация.
3. Аварии на АЭС и утечки радиоактивных материалов.

VIII. Патология почв и здоровье человека.

IX. Заключение.

Энергия Солнца, живое вещество (растения, животные и микроорганизмы), горные породы и минералы планеты за миллионы и миллиарды лет взаимодействия и общей истории развития создали современную биосферу Земли и почвенный покров суши и мелководий.

Важнейшая функция почвенного покрова и связанного с ним мира растений и микроорганизмов – это аккумуляция солнечной энергии в фито- и зообиомассе и почвенном гумусе. Ежегодно этим процессом вовлекается в энергетический бюджет планеты $n \cdot 10^{17}$ ккал. Суммарный вероятный запас этой биогенно активной энергии составлял на планете в период максимального развития лесного травянистого покрова суши и дельтово-мангровых мелководий и низменностей величину порядка $n \cdot (10^{19} - 10^{20})$ ккал.

Эрозия, денудация, делювиальный и аллювиальный снос, перенос и отложение осадочных пород сопровождался транспортом и накоплением органического вещества и связанной с ним энергии в толщах осадочных пород земной коры. Сюда включаются и месторождения углей, битумов, горючих сланцев. Все это – преобразованные погребенные остатки биомассы, продукты древнего почвообразования и выветривания, перемещенные денудационными процессами или оставшиеся на месте под покровом осадочных пород.

Анаэробное разложение, давление осадочных пород, термическое воздействие и другие геологические процессы способствовали преобразованию захороненного органического вещества почв, растений, животных, микробов. Таким образом, осадочные породы земной коры, образовавшиеся в большинстве за минувшие 300–400 млн лет, подвергались биогенному воздействию древних организмов и проходили в большей или меньшей мере через древнее почвообразование. Этим объясняется почти обязательное присутствие в осадочных отложениях органических веществ, хотя и в малых количествах, обязанное древнему почвообразованию в наземных или подводных условиях. Намеча-

¹ Публикуется с разрешения правообладателя – Института физико-химических и биологических проблем почвоведения. За получение разрешения редакция журнала «Биосфера» благодарит директора института проф. В.Н. Кудярова.

ется возможность полагать, что древнее и позднее почвообразование создало в земной коре запасы энергии, когда-то прошедшие через фотосинтез и почвообразование. Современная биосфера и экологическая среда на планете поддерживаются этими же процессами общеземного почвообразования, жизнедеятельностью растений и животного мира.

Биологическая продуктивность почвенно-растительного покрова планеты, его биоэнергетические и биогеохимические процессы (фотосинтез, накопление и сохранение активной химической энергии в форме возобновляемых запасов органических соединений, циклическая фиксация и эмиссия соединений углерода, кислорода, водорода, азота, фосфора и других биофильных элементов) являются основным ведущим механизмом функционирования нормальной биосферы Земли и главнейшим условием существования человека, его цивилизации и жизни на Земле.

Биосфера планеты сложилась благодаря возникновению и деятельности автотрофной системы почвы-растения. Формирование биосферы началось на Земле около 1,5–2 млрд лет назад, когда появились примитивные водоросли в водах океана и развился первичный фотосинтез. Но лишь после образования развитого наземного растительного покрова (300–400 млн лет назад) и завоевания суши лесной и травянистой растительностью Земля постепенно приобрела кислородно-азотную атмосферу, и на планете оформились полярные, лесные таежные и тропические, степные и пустынные зоны и ландшафты, их сложный и разнообразный почвенный покров. Последние 1–2 млн лет ознаменовались многократными оледенениями, межледниковыми потеплениями, таянием полярных и горных ледниковых покровов, колебаниями уровня Мирового океана и образованием обширных водно-аккумулятивных равнин на суше. Именно в этот драматический период истории нашей планеты около 1 млн лет назад появился человек.

Человек стал выходить из зоологического состояния лишь 40–50 тыс. лет назад. Ему пришлось пережить и последние оледенения (2–3), великие потопа межледниковий и периоды опустынивания суши материков. Пятнадцать-десять тысяч лет тому назад человек овладел огнем, затем стал скотоводом и позже – земледельцем. Человек XIX–XX вв., его хозяйственная деятельность (земледелие, индустрия, города, транспорт) стали могучим фактором изменения окружающей его географической среды и почвенного покрова. Вулканизм и сейсмика, горообразование, наводнения и оползни, похолодание и опустынивание, подтопление суши океаном, заболачивание и засоление почв и другие формы неблагоприятных природных процессов существовали независимо от древнего человека. Человек страдал от них. Они вызывали массовые переселения племен и народов. Но эти процессы протекали локально и регионально и в большинстве случаев с геологической скоростью, то есть крайне медленно (кроме наводнений, землетрясений и вулканических извержений).

В XIX и XX столетиях, особенно в последние десятилетия XX века, происходит не только значительное ускорение и усиление искони природных неблагоприятных процессов (эрозия и кислотность

почв, опустынивание, засоление почв). Возникают и широко распространяются быстротекущие чисто антропогенные формы деградации и полного разрушения почвенного покрова и его плодородия. Таковы, например, уничтожение растительного покрова почв, образование подвижных песчаных барханов и дюн, повсеместный смыв почв, вторичное засоление, осолонцевание и вторичная кислотность почв, цементация и переуплотнение почв, загрязнение почв радиоактивными и токсическими соединениями разного рода.

Эти процессы крайне разнообразны; они сочетаются между собой и с природными неблагоприятными явлениями. Нужны точные наблюдения и знание механизма начальных стадий проявления и скорости процессов ухудшения природного плодородия почв, их деградации и разрушения.

Почвы – это, строго говоря, «параживые системы», и научное понимание форм, степени и стадии их развития, деградации и гибели требует столь же глубокого анализа и изучения для диагноза и рекомендаций к действию, как в медицинской практике диагноз медика-врача и специалиста ученого.

Ныне известные науке процессы снижения плодородия, деградации и гибели почв насчитывают десятки и сотни различных локальных и зональных форм проявления. Поэтому возникает острая необходимость в научной разработке учения о «патологии почв», формах и мерах предупреждения патологических процессов в почвенном покрове и приемах их устранения с помощью агробиохимии, агротехники, геохимии и различных видов (предупредительной и назревшей) мелиорации. Ученые-натуралисты, технологи, экономисты, социологи, политические лидеры должны понять и усвоить важность тревожного общего научного вывода: патология почв – это глубокая патология и разрушение биосферы. Деградация почв, их разрушение, патологическая утрата ими плодородия губительна для человечества не только в связи с трудностями продовольствия и производством биологического сырья. Патологический почвенный покров и, еще хуже, его уничтожение приводят к гибели самих экологических систем и разрушению биосферы как среды обитания человека (утрата возобновляемых ресурсов биогенной энергии, нарушение баланса и циклов кислорода, озона, углерода, азота, биологически чистой воды и др.).

Учение о патологии и способах оздоровления почв должно развиваться в Академии наук СССР, в университетах, сельскохозяйственных и лесных вузах. Должны готовиться квалифицированные кадры для работы в институтах, опытных станциях, совхозных, колхозных лабораториях, в региональных и республиканской службах охраны земельных, лесных, водных ресурсов. В стране должен быть организован и налажен регулярный государственный «санитарный» контроль за состоянием земельных ресурсов и опасных патологических явлений в почвенном покрове. Этот орган должен быть в составе правительства СССР или состоять при Верховном Совете страны. Схематические обзорные почвенные карты, показывающие природные типы и виды почв местности на современном этапе развития ин-

дустрии, сельского, лесного, водного хозяйства, совершенно недостаточны. В дополнение к основным почвенным картам нужны карты патологии-деградации почв, показывающие в детальном масштабе явления и степень истощения, формы деградации, разрушения и гибели почвенного плодородия и самих почв.

Эти карты и показанные на них контуры должны быть иллюстрированы и обоснованы данными полевых и лабораторных режимных показателей физических, химических, биологических, агрохимических и биогеохимических аномалий, патологических явлений, а также рекомендуемых мероприятий по устранению установленных аномалий.

Высокопродуктивный почвенный покров необходим земледелию и лесному хозяйству. Но еще более он необходим для сохранения биосферы и благоприятной экологии человека.

Ниже в краткой форме рассматриваются важнейшие виды деградации почвы и наиболее типичные патологические явления, снижающие плодородие почв, эффективность вложений в земледелие и ведущие к разрушению нормальной экологической среды и биосферы.

1. Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем

1. *Девеgetация почв* – потери почвами лесного, кустарникового, травянистого живого растительного покрова – явление, ведущее к постепенному омертвлению почв, к снижению их биопродуктивности и к утрате их экологических функций.

Почвы с ослабленным растительным покровом или лишенные его полностью не возобновляют и утрачивают корневую биомассу, запасы ценных минеральных и органических веществ, теряют свои биоэнергетические ресурсы, становятся стерильными, снижают процессы фиксации атмосферного азота, становятся бесструктурными, легко развеваются и аэрируются, особенно в горах и на склонах, становятся менее обеспеченными влагой и постепенно снижают свое плодородие. Для борьбы с этим явлением необходимо обеспечивать: в пастбищном хозяйстве – оптимальную нагрузку поголовья скота, подсевы и подкормки трав, пастбищеобороты с системой загонов и изгородей; в полеводстве – правильные травопольные севообороты, регулярные органические удобрения, контурную организацию сети дорог и территорий хозяйств, контурную организацию полей с учетом рельефа; в лесном хозяйстве – быстрое возобновление и сохранение лесной растительности; в горных и склоновых ландшафтах – лесоплодовые насаждения и террасы; в дорожном и городском хозяйствах – древонасаждения, парки, травянистый дерновый покров во дворах, на улицах, вдоль дорог. Ухудшение и отсутствие растительного покрова почв отрицательно сказываются на климатическом, газовом (O_2 , N , CO_2) водном режимах биосферы. Суша без растительного покрова – патология. Каждый «клочок» земли должен быть «живым», то есть под покровом растений с их деятельной корневой массой.

2. *Дегумификация почв*. Широко распространенной формой деградации старопастбищных, старопашотных и горных обезлесенных почв является потеря ими главного носителя плодородия – гумуса. Одна тонна гумуса

содержит 4–5 млн ккал биологически ценной энергии. Гектар черноземных почв в своем гумусовом горизонте мощностью 100–150–170 см содержит до 500–800 т гумуса и удерживает уже сотни миллионов ккал активной энергии. Гумусовая оболочка почв суши всей планеты удерживает $n \cdot 10^{19-20}$ ккал энергии, то есть количество близкое к тому, которое Солнце ежегодно посылает Земле ($n \cdot 10^{20-21}$ ккал).

Девеgetация почв (см. выше), окисление гумуса в старопастбищных и старопашотных почвах и особенно эрозия повсеместно вызвали уменьшение мощности гумусовых горизонтов на 5–10–30 и более сантиметров и уменьшили содержание гумуса на 20–35–50%, и этим обусловили снижение плодородия почв и урожаев. На черноземах Русской равнины установлено, что снижение мощности гумусового горизонта на 1 см снижает потенциальный урожай зерновых на 1 ц/га. Гумус орошаемых почв (особенно на культуре риса) заметно теряется (до 50–200 кг/га С в год) вследствие анаэробизации, наступающего в почвах при их затоплении, и образования углеводов.

Опасность дегумификации почв была подчеркнута нами еще в 60–70-х гг. По новейшим оценкам (Б. Г. Розанов и др.) почвы суши теряли в среднем за минувшие 10 тыс. лет по $30 \cdot 10^6$ т/год. Но в последние 50 лет интенсивность потерь углерода почв во много раз возросла и составляет в год $\sim 700 \cdot 10^6$ т. В итоге весь почвенный покров потерял более 15% углерода, связанного в гумусе ($3 \cdot 10^{11}$ т). На обширных пространствах эродированных, истощенных, опустыненных почв потери углерода гумуса составляют от 70–90% до 100%. К этому надо добавить углерод биомассы погибших и уничтоженных лесов, травянистой растительности. Все эти источники увеличивали концентрацию CO_2 в атмосфере планеты и снижали уровень концентрации кислорода. Регулирование выпаса животных, фитомелиорации, правильные травопольные севообороты, органические удобрения, борьба с эрозией и дефляцией помогают сохранить и улучшить баланс гумуса в почвах. Эти же мероприятия улучшают баланс кислорода и окислов углерода в атмосфере.

3. *Почвоутомление и истощение почв*. Практиками земледелия и учеными давно замечено, что длительное бессменное возделывание одного и того же вида сельскохозяйственных растений через 4–6 лет приводит к «утомлению» почвы и снижению урожаев, несмотря на вносимые удобрения и высокую техническую вооруженность хозяйств. Это, в частности, отмечено при монокультуре хлопчатника (вилт, комсток, совка и др.), свеклы, кукурузы, картофеля, пшеницы и др.

Объясняется это рядом причин. В почвах накапливаются метаболиты и токсины, выделяемые корнями при вегетации растений и при разложении остатков после уборки урожая. Постепенно в пахотном слое начинают господствовать однотипные группы микроорганизмов и вредителей, вызывающие болезни, свойственные данной культуре. Стремление преодолеть эти болезни, вредителей и сорняки с помощью удобрений и различных биоцидов не только не приводит к увеличению урожаев, но отравляет почвы, птиц, опыляющих насекомых (пчел, шмелей), воды, биопroduкцию и человека.

Это особенно убедительно подтверждается практикой монокультуры хлопчатника и риса в орошаемых районах Средней Азии и Кавказа. Введение посевов люцерны в севообороты с хлопчатником или

рисом снимает эти отрицательные явления, урожаи возрастают, отравление почвы и человека прекращается. Правильный плодосмен и особенно периодическое возделывание люцерны, клевера, других трав в севооборотах свеклы, подсолнечника, зерновых хлебов, картофеля повысят урожаи, оздоровят почвы, воды, сельскохозяйственную продукцию и самого человека-земледельца.

II. Патология почвенных горизонтов и профиля почв

Почвенный покров суши в нормальном состоянии представлен многочисленными типами и разновидностями почв, которые, однако, имеют общие черты, отличающие почвы как особые природные образования от горных пород, грунтов и наносов.

Почвы, даже зачаточные, имеют темноокрашенный верхний гумусовый (перегнойный) горизонт, который обозначается индексом А. Чем плодороднее почва, тем ее гумусовый горизонт мощнее, у черноземов степей и луговых почв прерий он достигает 80–100–150 см. Гумусовый горизонт рыхло оструктурен, и объемный вес его массы колеблется в пределах 0,8–1,2 г/см³. Не входя в специальные детали, можно отметить, что гумусовый дернинный горизонт у наиболее плодородных почв мира (черноземы, брянские, луговые, лесные буроземы, рендзины) достаточно глубок и постепенно переходит в почвообразующую породу (индекс С) и затем в подстилающую рыхлую или плотную обломочную выветрелую горную породу D.

У менее плодородных и малоплодородных почв формируются в подгумусовом слое на разной глубине (иногда близко к поверхности) малоплодородные и бесплодные горизонты (подзолистые кислые, плотные солонцовые щелочные, солевые, плотные гипсовые и плотные известковые коры – арзык, глинистые щелочные коры – такыр, марганцево-железистые прослои – эйзенштейн, ортштейн, латериты), просто горная порода и подпочвенные грунтовые воды.

По развитости и по сочетанию гумусового и других горизонтов различают типы и подтипы главных почв мира, оценивают их плодородие и особенности рационального использования. Носителем плодородия экосистем суши, обеспечивающим существование растений и их фотосинтетическую деятельность, является почвенный покров и его гумусовая оболочка. К несчастью для человечества, именно этот главный аппарат биосферы разрушается ошибками хозяйственной деятельности людей с начала нашей цивилизации и особенно в текущем столетии.

1. *Отчуждение и выключение почв из действующих экосистем.* До 2 млрд га различных почв в мире выключено из экосистем биосферы городами, поселками, усадьбами, дорогами, тропами, портами, складами, линиями передач и связи, трубопроводами, шахтами, карьерами, водохранилищами, каналами, свалками. Так, например, общие потери земель в США от застройки и индустриального использования, по данным Департамента земледелия, в год составляют около 1,4 млн га, из которых 400 тыс. га агрономически ценных. Столько же теряется ежегодно в странах Западной Европы, Китае, СССР, Африке, Австралии. В мире ежегодно утрачивается из биосферы до 20 млн га продуктивных почв. Поверхностный гумусовый горизонт этих территорий унич-

тожен физически или утрамбован в породу, либо закрыт слоем асфальта, лишен жизни и отравлен. Растительность, почвенная фауна, микроорганизмы, биоэнергетика и биогеохимия сведены к минимуму.

Биосфера планеты утратила полностью значительную часть своего биоэнергетического и биогеохимического механизма. Дальше лишать среду нашего обитания главного экологического механизма существования будет слепотой и преступлением перед потомками. Физическое уничтожение и отчуждение почвенно-растительных экосистем из биосферы должно быть, как правило, прекращено или сведено к минимуму (специальные законы, надзор и др.).

2. *Эрозия и дефляция почв.* Эрозия и дефляция почв существовали и существуют в природе независимо от человека. Делювиальные воды на склонах, даже покрытых растительностью, смывают и уносят миллиметры почвы в виде взвешенных и растворенных веществ; на 1 га это может составить ежегодно 1–2 т. Но почвы склонов, лишенные леса, травянистого покрова и распаханые вдоль уклонов местности, ежегодно утрачивают от эрозии по 10–15 т/га, а в отдельные периоды ливневых дождей 20–30 и даже 50–75 т/га. Овраги и поверхностный смыв разрушают и уносят ежегодно миллиарды тонн почвенного мелкозема. Это приводит к тому, что гумусовый горизонт почвы смывается за 10–15 лет, а нередко и за 3–5 лет. В дальнейшем на поверхность выходят безгумусовые малоплодородные горизонты или даже бесплодная горная порода и скалы. Одновременно резко нарастает засушливость местности (влаги уходит, не задерживаясь), ухудшается на полях баланс углекислоты и азота, утрачиваются запасы фосфора, калия, удобрения смываются водой вместе с почвенной массой и поступают в реки и водоемы, урожаи резко уменьшаются.

Эрозией во всем мире и, в том числе, в СССР охвачено до 70–80% площади сельхозугодий. К водной эрозии прибавляются отрицательные последствия воздушной эрозии – дефляции (выдувание почв). Это явление, столь же губительное, как и водная эрозия, хорошо известно в сухих регионах США (тридцатые годы), на Украине и Северном Кавказе (пятидесятые годы), в степях Казахстана на бывших целинных землях (пастбищах), распашанных в 50–60-х гг. Дефляция уничтожает гумусовый горизонт, который выдувается и в распыленной форме оседает в водоемах, вокруг построек и насаждений. Эрозия и дефляция почв должны быть прекращены на территории нашей страны и на всей планете. Склоны круче 3–5° должны быть исключены из пахотного полеводства и отведены под пастбища, защищенные лесонасаждениями – и древесно-кустарниковыми культурами в сочетании с контурной (по горизонталям) организацией территории и террасированием особо опасных массивов. Равнинные и полого-склоновые территории земледелия должны быть обеспечены только контурной обработкой и распределением полей и дорог, а также защищены системой лесополос, расположенных с учетом господствующих ветров и необходимости снегозадержания на полях.

Обязательны, конечно, правильные севообороты с травами, органические удобрения и безоборотная плоскорезная обработка почв. Эти последние мероприятия поддерживают гумусность пахотного горизонта, его структурность и влагообеспеченность. Овраги, эта наиболее катастрофическая форма эрозии почв, все еще недооцениваются. Овраги

физически ежегодно уничтожают тысячи гектаров почв в степных областях СССР. Овраги усиливают засушливость почвенного климата местности. Рост оврагов должен быть прекращен в ближайшие годы (защитные непахотные полосы, инженерные сооружения, выполаживание, облесение, садоводство).

3. Образование бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов. Нормальные плодородные почвы обладают рыхлой комковато-зернистой структурой и характеризуются объемным весом одного кубического сантиметра не более 1,2–1,3 г. Движение тяжелых машин и обработка полей при высокой влажности (выше влажности «физической спелости» почв) за несколько лет крайне уплотняют почву и значительно понижают ее плодородие. Особенно резко это проявляется по краям полей, где машины выполняют поворотные заезды и чаще останавливаются. Объемный вес глыб пахотного горизонта увеличивается до 1,5–1,8 г/см³; при пахоте почвы не крошатся на структурные агрегаты, а выламываются в виде огромных прочных глыб («чемоданы»), которые долго сохраняются и крайне осложняют обработку полей, посевов, уход за полем. При орошении черноземных почв слабощелочными водами и под влиянием тяжелых машин образуются вязкие малопроницаемые во влажном состоянии горизонты. Они медленно просыхают и затем цементируются и превращаются в тяжелую прочную кору. Глубокие и широкие трещины разделяют кору на крупные бесструктурные полигоны. Естественно, что сельскохозяйственные растения при этом сильно страдают и гибнут. Полив «слитых» корковых горизонтов крайне затруднен. Восстановление плодородия таких почв – сложное и длительное дело, требующее применения органических удобрений, осторожного увлажнения, мелкой обработки и иногда – пескования. Наконец, необходимо отметить обычное для большинства старопашотных почв образование подпахотного переуплотненного горизонта. Чаще он формируется на глубине 20–40 см. Но наблюдаются случаи образования мощного – до 80 см – переуплотненного горизонта. Водное и минеральное питание растений, их аэрация на почвах с переуплотненными горизонтами всегда неблагоприятны. Растения хуже всходят и плохо развиваются, они страдают от недостатка влаги и от дефицита кислорода в почве.

Главное в этой проблеме – облегчение веса сельскохозяйственных машин, уменьшение числа обработок, периодическое глубокое (до 40–45 см) безборотное рыхление уплотненных почв, травосеяние и органические удобрения в севооборотах.

III. Нарушение водного и химического режима почв

1. Сухость и опустынивание почв. Для создания живой растительной биомассы (в том числе и урожая) абсолютная потребность экологических систем в доступной влаге исключительно велика. Если принять потребность фитобиомассы в минеральных веществах за 1, то потребность в остальных ингредиентах выражается примерно следующим порядком величин:

Минеральные элементы	N	C	H ₂ O
1	100–1000	10000	100000

Влага является важнейшим фактором почвенного плодородия. Оптимальная влажность почв для большинства растений находится в пределах 100–60% от полевой (наименьшей) влагоемкости.

Фактическая влажность почв пустынь и степей обычно ниже оптимума, ниже коэффициента увядания и чаще находится на уровне воздушной сухости. В пустынях и засушливых степях потенциальное и фактическое испарение лишает почву продуктивной влаги вообще. Соответственно, продуктивность пастбищ и полей этих ландшафтов низка и зачастую нулевая.

До 40–45% поверхности земной суши не обеспечено регулярным атмосферным увлажнением и представлено пустынями и засушливыми степями. Это является результатом общеземного последнедикового процесса опустынивания и уменьшения атмосферных осадков до 200–100–50 мм/год. Однако до 10–15% поверхности суши подверглось опустыниванию в результате ошибочных действий человека. Уничтожение лесов и кустарников на топливо, на строительство, при подсечном (огневом) земледелии резко понижает поступление и запасы влаги в почвах. Чрезмерно высокая численность поголовья животных (овец, крупного рогатого скота, верблюдов, лошадей) ведет к разрушению дернины, переуплотнению, бесструктурности и коркуемости поверхности почв. Почвы деградируют. Ежегодно опустыниванию в мире подвергается 5–7 млн га в прошлом более или менее продуктивных земель. Частота и суровость засушливых лет по этим причинам возрастают как на равнинах Евразии и Африки, так и в пампасах и прериях Южной и Северной Америки. Большие пространства песчаных почв на равнинах Азии, Африки, юго-востока Европы имели в прошлом покров травяно-кустарниковой псаммофитной растительности. Пески были закреплены этой растительностью. Но кочевники-скотоводы и оседлое население орошаемых оазисов в пустынях уничтожили эту растительность, и пески стали развеваться ветрами, образуя подвижные барханы и дюны. Особенно обширные пространства подвижных песков возникли вокруг населенных пунктов, вблизи колодцев, вдоль дорог. Пространства песчаных пустынь ныне являются ярким примером разрушения биосферы и ее локальных экосистем. Необходимы большие работы по закреплению подвижных песков лесонасаждениями и созданию лесозащитных полос. Фитомелиорации, пастбищеобороты и соответствие поголовья скота биопродуктивности угодий, выключение склонов из распахки, разумное чередование чистых и занятых паров, поддержание структурности почв, снегозадержание, минимальная и безборотная обработка почв с периодическим глубоким рыхлением – вот мероприятия защитного и агромелиоративного характера для борьбы с засухой и антропогенным опустыниванием суши нашей планеты.

2. Селевые разливы и оползни. Холмистые и горные ландшафты на земной суши занимают до 30–35% площади. В естественных и мало нарушенных человеком условиях эти ландшафты обычно покрыты разнообразной лесной, кустарниковой и травянистой растительностью, произрастающей на склоновых почвах укороченного профиля с маломощными гумусовыми горизонтами. По сравнению с равнинными территориями предгорья и горы

были всегда более обеспечены влагой (осадки, снеговой покров, родники, верховья рек), не страдали от засух и заболоченности, были обеспечены водой, топливом, стройматериалами, пищей для охотников и пастухов и кормами для животных. Поэтому горные ландшафты суши тысячелетиями интенсивно использовались кочевниками и оседлым человеком.

Горные ландшафты с их почвами и растениями играли и играют весьма большую роль в режиме биосферы: биогенная фиксация углекислоты и азота, эмиссия кислорода, образование огромных запасов биомассы и биофильных элементов, накопление и медленное таяние снежных масс, инфильтрация атмосферной влаги, запасы и питание стока речных и подземных вод на равнинах и низменностях – высокоблагоприятная для животных организмов и для человека экологическая ниша их существования и развития.

Но именно эти природные богатства гор и предгорий расхищались, уничтожались или непоправимо разрушались первобытным человеком, человеком доисторической эры и средневековым и особенно человеком XIX и XX веков.

Леса вырублены в горах на топливо, на сооружения, на нужды транспорта, индустрии, городов и поселений, истреблены пожарами, дорогами. Все это коренным образом изменило гидрологический режим горных ландшафтов. Без растительного древесного покрова таяние снежных масс стало очень ускоренным. Сток ливневых дождевых вод приобрел катастрофический характер.

Почвы оголенных склонов смываются настолько интенсивно, что за 3–5 лет исчезает не только мелкозем и гумусовые горизонты, но на поверхность выходит горная порода, кора выветривания, камни и скалы. Одновременно катастрофический сток снеготалых и ливневых вод, выходя из вмещающих их рек, сметает на своем пути мосты, поля, сады, стада животных, населенные пункты.

Эти наводнения, так называемые «сели», выносят в нижнее течение, на равнины огромные массы мутной воды, ила, мелких и крупных камней, обломки скал. Селевые выносы разрушают освоенные близ речных долин уголья и покрывают их наносами каменистого бесплодного ила и песка. В последние десятилетия частота катастрофических селей возросла. Почти каждый год об этом сообщают газеты и научные наблюдения на Кавказе, в Крыму, в Средней Азии, на Балканах, в Индии и Пакистане, Китае и других горных областях мира.

Причина одна – бездумное, бесхозяйственное уничтожение горных лесов и лугов. Экологии и биосфере наносится трудно поправимый ущерб.

Не менее грозным следствием уничтожения горных лесов являются обширные оползни на склонах гор и предгорий. Горы в большинстве своем продолжают медленный тектонический рост (1–5 мм/год). Они, как правило, расположены в сейсмически активных зонах.

Древние четвертичные, обычно лессовидные, и глинистые слоистые отложения при их подъеме на 1000–2000 м выводятся из первично горизонтального положения и приобретают повсеместно заметный наклон. Уничтожение человеком лесной и травянисто-кустарниковой растительности приводит, как отмечено выше, к глубоким изменениям снеготаяния, водного режима, стока, инфильтрации и накопления

водных масс в грунтах, в депрессиях рельефа, в строительных и дорожных выемках. При этих условиях огромные глыбы и массивы лессовидных и суглинистых грунтов (площадь в сотни и тысячи га) начинают скользить по переувлажненным глинам и сползают по уклону вниз, погребая людей, дома, поля, животных. Катастрофические оползни этого типа стали учащаться в предгорьях Северного Кавказа, в Закавказье, в Таджикистане, Узбекистане, Киргизии. Естественно, что почвенный покров в районах оползней полностью разрушается, и тем самым не только наносится тяжелый ущерб населению и сельскому хозяйству, но и разрушаются нормальный режим и функции биосферы.

Районы селей и катастрофических оползней должны тщательно изучаться и обеспечиваться научно обоснованными рекомендациями по облесению местности, по строительству заградительных плотин, защитных инженерных сооружений, бетонированных быстротоков и водоотводов.

Ярким примером эффективности таких сооружений являются плотины для защиты города Алма-Ата от селей и южного побережья Крыма от оползней. Но в целом губительное значение селей и горных оползней для биосферы, экономики и жизни населения горных регионов страны не осознано.

3. *Вторичное засоление почв.* Для пустынь и степей характерна природная засоленность грунтов, почвообразующих пород, почв и нередко подповерхностных горизонтов и грунтовых вод.

Существующая в мире современная практика орошения почв пустынь и сухих степей очень часто приводит к перемещению солей из подпочвенных (подгумусовых) горизонтов к поверхности и образованию вторично засоленных бесплодных почв и солончаков. В почвах при этом накапливаются токсические для растений углекислые, сернокислые и хлористые соли натрия и магния в количестве 2–5%. Происходит это потому, что оросительные каналы сооружают не в трубах или бетонных покрытиях, а в земляных руслах. Воду на поля подают без учета, с избытком. В итоге 50–60% поступающего на орошение объема вод фильтруется в грунт.

Фильтрационный поток растворяет соли, уходит в глубь и вызывает новообразование и постепенный общий подъем уровня соленых грунтовых вод к поверхности. С приближением уровня соленых грунтовых вод к глубине 3–2–1,5 м наступает вторичное засоление почв – вначале вдоль канала или водохранилища, а затем на всей площади оросительных систем.

В СССР из 20 млн га орошаемых земель засолилось и утратило плодородие около половины.

За историческое время в мире подверглось вторичному засолению и выпало из использования не менее 120–150 млн га. Особенно пострадали от вторичного засоления Месопотамия, Египет, Индия, Китай, Иран, США и в последние годы – Австралия, Мексика, Аргентина. Естественно, что вторично засоленные почвы теряют биопродуктивность и выключаются из биосферы планеты как база произрастания растений и механизм самоуправления биогеохимических циклов кислорода, углерода, азота, воды.

Техническая реконструкция существующей сети оросительных каналов для ликвидации фильтрационных потерь воды, гидроизоляция, очень экономные поливы полей (капельное орошение), строительство систем глубоких дренажных сооружений (2,5–3 м) поз-

волят предупредить подъем грунтовых вод и вторичное засоление, а также мелиорировать и восстановить плодородие ранее засоленных орошаемых почв.

Эти мероприятия особенно необходимы на оросительных системах СССР, которые терпят огромные убытки.

4. *Природная и вторичная кислотность почв.* Для большинства сельскохозяйственных растений оптимальная реакция почв находится в интервале pH 6,5–8,0. Почвы промывного водного режима (лесные буроземы, подзолистые, желтоземы, ферраллитные тропические) обладают повышенной кислотностью (pH 5–6, обменный водород, токсический подвижный алюминий). Еще выше кислотность болотных почв переменного окислительно-восстановительного режима – маягров, дельт и т. д. (pH иногда 4–3).

Плодородие и общая биопродуктивность кислых почв тем ниже, чем выше их кислотность.

В течение последних 3–4 десятилетий повсеместно, особенно в индустриально развитых странах, наблюдается резкое возрастание кислотности атмосферных осадков, озерных вод, поверхностного стока и почв. Это обязано выпадом из атмосферы на сушу, на растения и на воду соединений угольной, серной, азотной и даже соляной кислот, образующихся из газов, поступающих от транспорта, индустриальных предприятий, сжигания угля, нефти, сланцев.

Кислотные дожди повсеместно губят леса Европы, Америки, СССР и увеличивают кислотность вод и почв на 1–2 ед. pH. При этом резко возрастает в почвах и водах концентрация токсических для людей соединений алюминия, ртути, свинца, кадмия. Известкование снижает кислотность почв и вод, но она вновь растет, если антропогенные выпадения кислот продолжаются. Необходима полностью безотходная технология и сжигание горючего на предприятиях без выбросов окислов серы и азота.

Резко возрастает кислотность осушенных сульфидных болот Севера, приморских низменностей, мангровых и дельтовых почв тропического пояса. Окисление сульфидов железа и марганца (без известкования) сопровождается образованием серной кислоты и снижением pH иногда до индекса 3–2. Заметную роль в увеличении вторичной кислотности освоенных пахотных почв играет бесконтрольное применение физиологически кислых удобрений без одновременного известкования. Природная и особенно вторичная кислотность почв недооценивалась в мире и в СССР. Ухудшение состояния растительности и особенно массовая гибель лесов наносят глубокий ущерб биосфере всей планеты. Ныне нужны долговременные целевые программы предупреждения и ликвидации кислотности почв, рек и озер всего северного полушария и, особенно, территории СССР. Без этого сохранить леса и поднять урожаи на почвах нечерноземных зон суши будет невозможно.

5. *Переосушение почв.* Широко распространенная форма деградации почв наблюдается при осуществлении примитивно выполненных проектов строительства сети излишне глубоких осушительных каналов при отсутствии шлюзов, регулирующих сток и уровень отводных вод. При выполнении осушительных работ необходимо не только отвести избыточные воды,

вызывающие заболевание; необходимо установить и обеспечить оптимальный уровень залегания грунтовых вод на полях и пастбищах, при котором происходит подпочвенное увлажнение растений в сухие бездождные периоды (субирригация). На почвах разного механического состава оптимальная глубина подпочвенных вод различна (на песках и супесях 70–80 см, на суглинках – 100–180 см).

Заложение дрена и водоотводящих каналов без учета мезорельефа и механического состава почв и грунтов (то есть лишь по геометрически правильным линиям и искусственным границам полей) приводит к переосушке и снижению плодородия почв (особенно легких), а также часто к недоосушке («вымочке») участков тяжелых почвогрунтов. Рельеф, литология грунтов и почв при проектировании осушительных систем должны картироваться в масштабах 1:1000–1:3000 и тщательно учитываться при расположении осушительных каналов различного порядка. Кроме того, должно быть обеспечено на сети осушительных каналов создание водомерных постов и шлюзов, позволяющих управлять уровнем грунтовых вод, их оттоком и предупреждать опасность переосушки почв массива и соседних территорий.

Большой вред хозяйствам черноземной и нечерноземной зон был нанесен переосушкой малых рек. Обычно эти малые речки имели сложные меандры русел и развитые пойменные террасы с богатыми почвами, заливными лугами, пастбищами, огородами. Периодические паводки увлажняли пойменные почвы и регулярно обогащали их плодородным наилом. На омутах, прудах, расширениях русел разводилась рыба и водоплавающая домашняя птица.

Так называемая мелиорация пойм путем спрямления русел малых речек лишила эти ландшафты воды, периодического паводкового увлажнения и плодородного ила, снизила уровень воды в речках и вызвала переосушку (часто с содовым засолением) пойменных луговых почв и пастбищ. Спрявление русел рек как вид мелиорации должно быть запрещено и исключено из практики.

В Нечерноземной зоне СССР очень много заброшенных земель, выпавших из земледелия. Главная задача – не осушать новые пространства, а осваивать уже осушенные угодья и ранее заброшенные участки. Необходимо вообще разобраться в сомнениях, возникших у ряда ученых о целесообразности крупных осушительных работ, а именно, не вызовет ли переосушка заболоченных массивов севера Русской равнины иссякание вод, питающих верховья наших великих рек – Волги и Днепра, а также многих малых рек.

IV. Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ²

Двадцатый век ознаменован созданием многочисленных крупных и малых водохранилищ на реках. Это определялось необходимостью строительства гидроэлектростанций, интересами водного транспорта, планами орошения. Однако в последние 10–20 лет в мире накопилась обширная информация об отрицательном влиянии строительства и функционирования водохранилищ на экологические условия бассейнов рек и особенно на почвенный покров.

² Совместно с Алифановым

Одной из основных причин изменения почвенно-экологических условий при создании крупных водохранилищ является накопление ими масс наземных вод и подпор существующего стока подземных вод в водохранилища. Конечный эффект зависит от гидрогеологического и геоморфологического строения территории и принадлежности ее к определенной климатической зоне.

В этих многосторонних процессах затопление, подтопление и подъем уровня и испарение грунтовых вод, изменения, происходящие в почвенном покрове, являются определяющими в трансформации и перестройке всего природного комплекса. Создание водохранилищ приводит к изменениям естественного гидрологического режима водных артерий, в результате чего нарушается многолетняя целостность взаимосвязи климата, поверхностных и подземных вод, биоты и почв.

Изменение почвенно-экологических условий определяется сочетанием видов антропогенного воздействия на природные экосистемы бассейна (затопление, инфильтрация, подъем грунтовых вод, эрозия, абразия, анаэробнозис, испарение и др.), параметрами действующего фактора (размеры водохранилищ, высота подбора воды, химизм вод, степень изменения климата) и продолжительностью этого воздействия (постоянное, периодическое, эпизодическое). В зависимости от вида и характера воздействия на ландшафт выделяется: зона прямого влияния – затопление, подтопление вследствие инфильтрации из водохранилищ и каналов, здесь происходят наиболее глубокие изменения и разрушения ландшафтов и почв; зона косвенного влияния, где постепенно меняются гидрология, геохимия, почвы, растительность, климат.

Климатическое влияние водохранилищ заключается в запаздывании на несколько дней сроков снеготаяния весной и установления снежного покрова осенью, в уменьшении амплитуды колебаний суточных температур воздуха весной и в первой половине лета, вследствие чего меняется испарение с поверхности почвы, возрастает влажность воздуха и т. д.

Одним из наиболее распространенных вторичных процессов, вызванных водохранилищами, является развитие или усиление гидроморфизма почв, их заболачивание, анаэробнозис. Основной причиной этого является фильтрация подпертых плотиной речных вод. На проницаемых грунтах – песках, супесях – подтопление почв наблюдается при положении поверхности почвы над нормальным подпорным горизонтом (НПГ) от 0,2 до 1,0 м. На берегах, сложенных слабопроницаемыми породами (глины, суглинки) подтопление почв сказывается на высотах от 1–1,5 м до 2–3 м над НПГ.

Гидроморфизация почв, переувлажнение их при подтоплении будет иметь в северных регионах необратимый отрицательный характер. Главным лимитирующим фактором сельскохозяйственного производства на Севере является не заболоченность почв (в том числе торфяных), а их неблагоприятный мерзлотно-термический режим. Мерзлотно-термический режим ухудшается по мере усиления степени гидроморфизации почв. Малая сумма биологически активных температур еще более уменьшится в связи с возрастанием затрат тепла на оттаивание переувлажненных почв. Поэтому гидроморфизация почв

в зоне водохранилищ происходит как за счет подъема уровня грунтовых вод (подтопление), так и за счет вторичного накопления влаги вследствие снижения теплообеспеченности почв.

Важным является вопрос о времени и скорости, с которой меняется почвенный покров в зоне водохранилищ. Одни изменения происходят быстро (1–2 года – затопление), другие длятся от 4 до 8 лет (подъем грунтовых вод). Общий подъем уровня грунтовых вод, засоление и оглеение почв проявляются лишь через десятилетия.

1. *Затопление пойменных и первых надпойменных террас.* Водохранилища, особенно построенные на реках равнин, выключают из сухопутных экологических систем биосферы и из сельскохозяйственного использования затопленный почвенный и растительный покров. Утрачиваются миллионы гектаров площади ландшафтов, производящих ценную фитобиомассу, древесину, корма, кислород и фиксировавших углекислоту и азот.

2. *Подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв.* Водохранилища, теряя массу воды на фильтрацию и подпирая подземные воды и устья рек-притоков, постепенно вызывают на аллювиальной равнине данного бассейна общий региональный подъем уровня грунтовых вод, подтопление населенных пунктов, заболачивание почв и снижение их плодородия. В условиях аридного климата при этом развиваются бесплодные засоленные почвы. Площади засоленных и заболоченных водохранилищами почв в мире исчисляются миллионами гектаров. При этом страдают не только почвы пойм, но и почвы надпойменных террас. Такие явления наблюдаются в районе водохранилищ Волги, Днепра, Кубани, Дона и на многих малых реках.

Для борьбы с подтоплением, заболачиванием и вторичным засолением почв в зонах влияния водохранилищ необходимо специальное проектирование, строительство и тщательная эксплуатация систем вертикального и горизонтального дренажа. К сожалению, это не делается, и подтопленные уголья теряются для хозяйства и здоровой биосферы.

3. *Абразия берегов и засоление дельт.* Высокие берега водохранилищ под влиянием волнобоя и течения вод, вызванных стоком, погодой, прохождением судов и особенно бурями, обычно подмываются и обрушиваются в водохранилище. Абразия берегов наблюдается на водохранилищах Волги, Дона и других рек. Каждый год вдоль берегов и водоемов обрушивается несколько метров плодородных почв.

В сухих (слепых) дельтах и особенно в приморских дельтах водохранилища в верхнем и среднем течении снимают паводки, периодическое затопление и вызывают усиленное обсыхание пойменно-дельтовых почв; через 30–50 лет господства испарительного водного режима плодородные пойменно-дельтовые почвы (без паводков) постепенно превращаются в засоленные луговые почвы и в солончаки. При проектировании водохранилищ на реках аридных зон необходимо планировать сохранение периодического затопления пойменно-дельтовых луговых почв.

4. *Размыв и уничтожение почв приморских дельт.* Воды рек всегда транспортируют взвешенный ил, откладывают его при паводках на поймы и доносят в устья. Морские береговые течения, приливы и от-

ливы уносят дельтовый ил, но если приход аллювия в устье превышает его унос отливами, течениями, дельта сохраняется, растет и используется человеком для поселения и хозяйства. Водохранилища на реках задерживают сток (снос) ила и накапливают его в донных отложениях. Через ряд лет океанические приливы, отливы, течения начинают разрушать почвы не только в береговой ее части, но и в освоенной внутренней части. Так произошло и в дельте Нила после строительства Асуанской плотины. Для защиты почв дельты Нила пришлось проектировать специальные береговые устьевые сооружения, ослабляющие силу прибрежных течений и приливов.

Водохранилища и отъем вод для орошения на реках внутренних морей и озер (Каспий, Арал, Балхаш, Чад, Севан) при чрезмерных водозаборах приводят за 20–30 лет к сильному сокращению площади озера, росту минерализации их вод и интенсивному опустыниванию и засолению почв, грунтовых и поверхностных вод низменности бассейнов. В наибольшей степени эти патологические процессы проявились в дельтах Амударьи, Сырдарьи, вокруг усыхающего Аральского моря и вокруг оз. Балхаш.

5. *Загрязнение и содовое (щелочное) засоление вод и почв.* Водохранилища превращают текучую реку в систему стоячих полусточных озер. Ослабленный сток вод в системе озер-водоемов ведет постепенно к их значительному загрязнению различными химикатами и даже к слабому, но опасному засолению. Все это обязано постоянному притоку, неочищенных индустриальных и городских стоков, а также фильтрационных и дренажных вод с оросительных систем и сбросных вод крупных животноводческих хозяйств, смыву пестицидов и избыточных удобрений. На дне водохранилищ всегда остается много органических остатков (бревна, пни, кустарник, дернина трав, гумус почв и т. д.). К этому добавляются смытые почвы, органика, удобрения. При застойном режиме стока в водохранилищах складывается сильный дефицит кислорода и возникают сложные анаэробные реакции, ведущие к образованию метана, ацетилена, к десульфированию и к денитрификации сернокислых и азотнокислых солей водоема. При этих реакциях улетучиваются H_2S , NO_x , углеводороды. Одновременно образуются сульфиды натрия (Na_2S), которые, взаимодействуя с углекислотой, ведут к возникновению бикарбонатов и карбонатов натрия ($NaHCO_3$ и Na_2CO_3). При обычном наличии в водах $(NH_4)_2SO_4$ (остаток удобрений) образуется также углекислый аммоний. Щелочность вод водохранилищ возрастает до pH 8–8,5. При поливах и при испарении таких вод почвы становятся содовозасоленными с pH до 9 и выше, насыщаются обменным Na, имеют крайне плохие физические свойства. Плодородие таких орошаемых щелочных почв низкое, и их выключают из использования. Это явление биогенного содообразования в водах водохранилищ распространено на оросительных системах Украины, Молдавии, РСФСР и приносит большой вред.

Все эти патологические явления возможно и необходимо предупреждать: максимальное удаление органики при строительстве водохранилищ, их периодическая аэрация и прочность, защита от стоков избытка удобрений, городских, животноводческих стоков, кислые удобрения на орошаемых щелочных почвах.

V. Загрязнение и химическое отравление почв

Современный расцвет мировой индустрии, химической и горной промышленности, транспорта и городского быта сопровождается ежегодным образованием многих миллиардов тонн твердых, жидких, газообразных продуктов, различных отходов и мусора (табл. 1).

Наукой и индустрией ежегодно создается около 240 видов новых веществ, неизвестных ранее природе. А всего в современную биосферу поступило более 4 млн видов различных соединений. Из них многие являются потенциальными канцерогенами, мутагенами, тератогенами. Общая масса загрязняющих и токсичных веществ в виде аэрозолей, газов, пыли измеряется величинами порядка 1,5–2 млрд тонн ежегодно. Десятками миллиардов тонн измеряется масса шахтных, рудничных выбросов, городского и бытового мусора. Особенно опасны для человека полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Их насчитывается до 15 различных видов соединений.

Фоновое содержание ПАУ составляет 0–0,5 нг в 1 м³. На полях, вдоль дорог и в городах их концентрация измеряется 2–10 нг, а иногда 70–100 нг/м³. Эти количества ПАУ уже высокотоксичны и для почв, и для человека. Основным источником ПАУ является сжигание различных газо- и нефтепродуктов. Эти материалы и продукты генетически не связаны с почвенным покровом, но они различными путями включаются в биогеохимию местных почвенных ландшафтов, образующих закономерный нормальный общий геохимический фон территории. Вследствие этого на природном геохимическом фоне возникают неогеохимические антропогенные аномалии местности и почв, резко отличающиеся от фона (обычно в неблагоприятную сторону) по видам, свойствам и концентрациям. Такие антропогенные неоаномалии возникают вокруг шахт, рудников, крупных и малых металлургических и химических предприятий, особенно на территории и вокруг крупных индустриальных городов (Челябинск, Запорожье и др.). Так, в современных индустриальных центрах Урала, Сибири, Украины сумма различных выбросов заводов составляет 1–2 т на человека в год, что намного превышает ПДК. Сходные индустриальные неоаномалии создаются предприятиями нефтяной и нефтехимической промышленности. Так, на долгие годы плодородие почв убивается разливами нефти и нефтепродуктов на промыслах, вдоль нефтепроводов, близ нефтехранилищ. К этому добавляются многочисленные химикаты и препараты, ныне употребляемые в быту, в сельском хозяйстве, медицине (удобрения, биоциды, лекарства, моющие средства, свалки и др.). В результате в современном почвенном покрове суши возникают крайне сложные и разнообразные геохимические аномалии. Химические соединения этих аномалий, включаясь в локальные и региональные биогеохимические круговороты веществ и распространяясь в геохимические циклы речных бассейнов и суши, меняют обычную нормальную среду обитания человека. На фоне здоровой природной среды и нормальных экологических систем и почв образуются регионы почв и экосистемы, обогащенные биологически чуждыми и токсичными соединениями. Отравляются почвы, растения, биопродукция, воды, домашние животные, пища и в конечном счете – человек.

Чуждые биосфере и почвам техногенные соединения, индустриальная пыль и зола, сажа, газы (CO , CO_2 , CH_4 , Cl_2 , NO_x , SO_2 , H_2S , NH_3), полициклические ароматические углеводороды, различные формы соединений фтора, мышьяка, свинца, кобальта, меди, ртути, никеля, хрома, селена и др. выпадают на поверхность почвы и образуют вокруг источника этих продуктов концентрические зоны загрязненных почв, растений, водоемов. В среднем это загрязнение и отравление (в зависимости от мощности предприятий и локальных условий рельефа и климата) сказывается на расстоянии от источника до 80–150 км. Максимальное накопление токсических соединений проявляется в радиусе 10–15 км вокруг источника, Воздух, корма и питьевые воды, сельскохозяйственные продукты в этой зоне особо опасны для взрослого населения и детей. Хотя и слабее, но почвы, растения, воды на всей территории антропогенной аномалии отравлены и опасны для человека и животных. То же наблюдается и вдоль линий автомобильных и железных дорог. Здесь на расстоянии 15–25 м в обе стороны от дорог почвы к растениям загрязнены соединениями свинца, ртути, углеводородами и др.

Чуждые биосфере и нормальным почвам техногенные продукты со временем (10–20 лет), включаясь в региональные биогеохимические процессы, могут с наземными, речными, грунтовыми водами вызывать загрязнение и отравление пойменных почв, дельтовых почв и приустьевых заливов морей и озер. Именно такими процессами накопления в бассейнах рек и почвах соединений свинца, ртути и кадмия были вызваны массовые отравления жителей в Японии (болезни минамата, итай-итай).

Известно, что в экологических системах существуют так называемые «пищевые цепи», которые связывают между собой химический состав почв, вод и растений, травоядных и плодоядных животных, а затем и человека, потребляющего растительную и животную пищу. В каждом новом звене пищевых цепей происходит все большее накопление токсических веществ примерно с коэффициентом 10–15 раз в отношении предыдущего звена. Поэтому даже низкие и ничтожные примеси токсинов в почвах или водах могут создавать опасные концентрации этих отравляющих веществ в продуктах

питания (мясо, овощи, рыба, молоко животных, грудное молоко женщины).

Большой ущерб человеку приносит неумелое применение в сельском хозяйстве избыточных доз минеральных удобрений (особенно азотных) и различных биоцидов и гербицидов. В стремлении получить большие урожаи земледельцы часто вносят сверхвысокие дозы азотных удобрений (75–100 и более кг/га азота) и по 15–20 кг/га гербицидов, что отравляет почвы и урожай. Часто удобрения, гербициды, дефолианты (для хлопчатника) вносят с помощью авиации, а удобрения – зимой, по снегу. При этом до половины количества вносимых препаратов вообще не попадают на пахотные угодья, смываются и уходят в реки, отравляя почвы поймы и людей. В итоге в оросительных и питьевых водах, в овощах и в почвах содержание химикатов и особенно нитратов почти повсеместно далеко превышает допустимый уровень их концентрации.

Для борьбы с химическим загрязнением почв и биосферы нужны высокая культура и компетентность работников и руководителей, максимально безотходное хозяйство и технология, дисциплина, точность и понимание последствий небрежности, регулярный химический контроль и анализы, действительное исключение всех видов и объемов выбросов и стоков неочищенных городских и промышленных вод.

VI. Переохлаждение и вторичная мерзлость почв

Север Евразии и Америки находится в зоне вековой мерзлоты, которая прослеживается в виде «островов» до Северного Китая. Однако нижние террасы и поймы долин рек северного стока к Ледовитому океану вековой мерзлоты не имеют; это долины рек Енисея, Оби, Северной Двины, Печоры. Объясняется это тем, что реки, текущие с юга на север, несут большие запасы тепла, которое утепляет ландшафты долин, почвы пойм (во время паводков особенно) и низких террас. Здесь формируются гумусированные аллювиально-дерновые плодородные почвы, используемые под полевые и огородные культуры и пастбища (очаговое земледелие и животноводство). Исследования Л. А. Фоминых и В. Г. Чигира в 1988 г. убедительно показали, что отъем вод из рек северного стока на юг для орошения пустынь

Табл 1.

Наиболее распространенные токсические загрязнители почв*

Неорганические компоненты
Тяжелые металлы (Pb, Cr, Hg, Cd, Co, Ni и др.) нитраты, нитриты, аммоний, арсенаты, цианиды, сульфиды, высокие концентрации карбонатов, сульфатов, хлоридов натрия, магния.
Летучие органические компоненты
Полициклические ароматические фенолы, алифатические (хлорированные) углеводороды, нефтяные дистилляты.
Слаболетучие органические соединения
Полициклические ароматические углеводороды, органические хлорированные соединения (пестициды и др.) органические N и P, пестициды, нефть и нефтепродукты.
Радиоактивные изотопы и элементы
Радий, уран, торий, плутоний, углерод-14, йод-129, стронций-90, цезий-144 и др.

*W.F. Kooper and G.A.M. Mangnus «Contaminated Soils», ed. By I.W.Assink and W.J.Vondem. Dordrecht: Brink, 1986, 923 pp.) с добавлениями автора.

Средней Азии и степей юго-востока Русской равнины коренным образом изменит водно-термический режим почв и ландшафтов речных долин Севера и приведет к развитию здесь постоянной мерзлоты. Похолодание распространится также на почвы прилегающих к долинам территорий. Земледелие здесь станет невозможным. Экологическая обстановка крайне осложнится. Это возможное, по прогнозу ученых, явление было одной из причин для возражений против перераспределения части стока северных рек на юг. Дальневосточные исследователи (Е. С. Зархина, 1980) установили, что огромная утепляющая роль на почвах Дальнего Востока принадлежит лесу и степени облесенности территории. Облесенные территории накапливают глубокий снежный покров, который защищает почву от зимнего промерзания. Вырубка лесов уменьшает снежный покров и ведет к развитию вторичной мерзлотности и резкому ухудшению экологических условий и для человека, и для земледелия.

Сходные явления установлены и для степных и лесостепных регионов СССР. Снос ветром зимнего снежного покрова с озимых полей или чистых паров заметно усиливает сезонное промерзание почв, затягивает их размораживание и зачастую вызывает вымерзание озимых. Снегозадержание и снегонакопление на полях всегда оправдывает как фактор утепления и дополнительного увлажнения полей, а следовательно, и повышения урожая.

И советских, и зарубежных ученых тревожит вопрос о возможности смещении границ вековой мерзлоты к югу. Чисто почвенно-географические данные свидетельствуют, что в ряде регионов СССР мерзлота – явно вторичное явление, наложившееся на почвы немерзлотного генезиса. Возможно, что это патологическое явление чисто антропогенного происхождения (уничтожение лесного покрова, отъем теплых речных вод и уменьшение паводков и др.). Но нельзя исключать и возможность роли общеземных и космических факторов. Ведь чередование оледенений и межледниковий является законом развития климата Земли. Проблема должна изучаться на основе достоверных экспедиционных и стационарных наблюдений. Оснований для тревоги по поводу роста мерзлотности почв достаточно.

Атмосфера планеты ныне загрязнена пылью, золой, копотью, дымом. Поверхность суши без растительности (особенно без лесов) уплотнена и покрыта на больших пространствах цементными сооружениями и асфальтом с большим альбедо. Возможный парниковый эффект прироста CO_2 в атмосфере может приводить к росту общей облачности, усилению альбедо и к общему уменьшению поступления солнечного тепла на сушу. Все это вместе взятое может ускорить процесс завершения текущего межледникового, которое уже длится более 10 тыс. лет. Признаки похолодания заметно проявляются в погоде последних десятилетий. Есть сведения о росте ледников в Антарктиде, на Памире. Нет сомнений в том, что нужна большая коллективная работа ученых разных стран, чтобы разобраться в этой проблеме и подойти к обоснованному прогнозу и оценке роли и соотношения факторов космического характера и факторов антропогенных.

1. *Деградация ландшафтов и почв Крайнего Севера СССР.* Огромная территория Крайнего Севера, «дальние земли» нашей страны – это зона

мохово-кустарничковых и кустарничковых, лишайниковых тундр и предтундровых редколесий на берегах северных морей и океана. Сурова и разнообразна природа Севера в условиях широкого распространения мощных толщ многолетнемерзлых пород. В условиях замедленного и малоемкого биологического круговорота и преимущественно поверхностного поступления органического вещества здесь формируются почвы с маломощным профилем, со слабо выраженной связью между верхним органомогенным и нижележащим минеральным почвенными горизонтами. Это предопределяет чрезвычайную хрупкость и ранимость почвенного покрова и ландшафтов Севера.

Активное промышленное освоение природных богатств Севера стало причиной деградации, а местами и катастрофического уничтожения почвенно-растительного покрова на огромных территориях. На одном только севере Русской равнины от полуострова Канин до Полярного Урала создано более ста буровых площадок, обезобразивших лик тундры. Территория густо изрезана транспортными магистралями (следы гусениц тракторов и вездеходов, не «заживающие» по 3–4 десятилетия), нитками газопроводов, свалками промышленных и бытовых отходов вокруг промышленных объектов. Площади незатронутых земель, в том числе оленьих пастбищ, год от года неуклонно сокращаются: под гусеницами тракторов и вездеходов уничтожаются, гибнут и сокращаются площади ягельников. На оставшихся территориях оленьих пастбищ в результате перевыпаса стадами оленей развивается пастбищная дигрессия (выбивание и уничтожение растительности, активизация ветровой эрозии). Кормовые запасы этих угодий тают, не успевая возобновляться, ибо срок восстановления ягельного покрова не менее 20 лет. Активное промышленное освоение (лесозаготовки, нефтегазопромыслы, прииски) тундровых территорий, отданных «на откуп» ведомствам, ставит под угрозу существование этих хрупких ландшафтов, сводит на нет традиционные формы ведения хозяйства человеком на Севере, ставит под угрозу самое существование малых северных народов – их быт, культуру. Из вышеизложенного вытекает неотложная необходимость строжайшей локализации промышленных объектов в этих регионах, предоставления малым народам гарантированной законом реальной автономии, права национальным общинам на самоуправление, приоритетное природопользование. Ибо, пока будет развиваться традиционное хозяйство, до тех пор будет существовать национальная культура и сам народ. Для сохранения главного направления северных хозяйств – оленеводческо-промыслового – необходимо решение основной проблемы – охраны и восстановления оленьих пастбищ, упорядочения пастбы путем планомерного охвата всей территории пастбищ в соответствии с научно установленной их емкостью; а с учетом плохого состояния на сегодняшний день части пастбищных угодий – переход на запасание кормов, создание аварийного запаса кормов и т.д. Необходимо поднять стоимость одного гектара оленьих пастбищ от мифической цифры (в 59 к.) до научно рассчитанной стоимости порядка 20000 р.

2. *Разрушение и исчезновение «ледяных земель».* Так называемые «ледяные земли» севера и востока Сибири – уникальные памятники природы позднего плейстоцена. На севере и северо-востоке Сибири есть регионы,

где толщи многолетнемерзлых пород, сформированных в эпоху термического минимума (позднего плейстоцена) сохранились до наших дней, лишь частично «срезанные» современным протаиванием. Это останцы позднеплейстоценовой равнины, некогда простиравшейся на сотни километров. Останцы представляют собой мощные (до 50 м в обрыве) толщи мерзлых суглинков и алевроитов, сплошь пронизанные толстой сетью ледяных жил. Это уникальные памятники природы позднего плейстоцена, сохранившиеся до настоящего времени лишь в наиболее континентальных и высокоширотных районах Северного полушария – на Аляске, на западе и в центре Чукотки, приморских низменностях Якутии и локально – на самой северной оконечности суши Западно-Сибирской равнины. Суммарное содержание льда в этих толщах может составлять по весу и объему от 30–70 до 95% (!) в самых высокоширотных точках их современных ареалов. До сих пор нет единой точки зрения на генезис этих образований, разные ученые именуют их по-разному: «ледовый комплекс», «лессово-ледовая формация», «едомый комплекс» или – очень образно и точно – «ледяные земли». К этим толщам приурочены обильные находки костей (а иногда целые туши) крупных животных мамонтовой фауны. В современной (хотя и очень суровой) климатической обстановке эти реликтовые «ледяные земли» сохраняются только благодаря тому, что мощность покровного слоя над «головами» жил (1,0–1,5–2,5 м) больше, чем слой современного сезонного оттаивания почвогрунтов (варьирующий на едомных плакорах в пределах 0,5–0,8 м). «Ледяные земли» как ценнейший научный памятник – наследие позднеплейстоценового прошлого – крайне неустойчивы в современной климатической обстановке. Там, где река подмывает берега едомных «ледяных» останцов, идет активная термоэрозия этих образований, особенно в теплый период года. Линия обрыва отступает все дальше и дальше от берега, оставляя холмы вытаявшего грунта (байджерахи), некогда вмещавшие их ледяные толщи-жилы, превращаясь в массы воды, огромными грязевыми потоками спускаются в реку, образуя «лунный пейзаж». В случае жесткого необдуманного антропогенного вмешательства в природу таких уникальных территорий неминуемо наступают катастрофические явления. Создалась опасность полного исчезновения с лица Земли этих необычных реликтовых ландшафтов. Ныне они в буквальном смысле тают на глазах. Пожары, сдирание естественного растительного покрова тяжелой и сверхтяжелой современной техникой, промышленные разработки обуславливают мощное региональное протаивание грунта. Зона протаивания достигает кровли ледяных жил, и с этого момента процесс таяния сверхмощных подземных реликтовых жильных льдов вступает в фазу катастрофического, необратимого уничтожения современных ландшафтов, оставляя на их месте безжизненные «лунные пейзажи». Такая судьба неминуемо уготована для полуострова Ямал, самого западного форпоста сибирских «ледяных земель» на крайнем севере Западно-Сибирской низменности. Здесь начинается активное промышленное освоение новых девяти месторождений нефтегазоконденсата, большая часть которых находится в северной части полуострова, в подзоне арктической тундры. Ямал может повторить судьбу ряда регионов страны, погубленных неразумным промышленно-хозяйственным освоением, опережавшим (исключавшим) комплексные научные исследования, компетентные заключения и рекомендации экологического характера.

VII. Разрушение почв военными действиями и атомной радиацией

Военные конфликты, региональные и глобальные войны являются страшными разрушителями биосферы, экологических систем, культурных ландшафтов и почвенного покрова.

1. *Обычные войны.* Беспорядочное передвижение людских масс, армий, транспорта, артиллерии и танковых подразделений, тяжелой военной и обслуживающей техники, обширные лесные и степные пожары приводят к полному уничтожению естественных и агрономически биопродуктивных экосистем, переуплотнению и разрушению гумусового горизонта почв, к их «одичанию» и деградации. Противотанковые рвы, сеть окопов и траншей, доты и дзоты, землянки, взрывные воронки физически уничтожают нормальное строение почвенного профиля и создают специфический «батальный» рельеф местности. Требуются большие и дорогостоящие работы по выравниванию поверхности, по восстановлению плодородия почв, по воссозданию их гумусового горизонта, структурности, почвенной биоты. Необходимость поисков и удаления оставленных мин, неразорвавшихся бомб и снарядов, различных крупных осколков требует дополнительных земляных работ, обеспечивающих безопасность использования почв в хозяйстве. Великая Отечественная война 1941–1945 гг., войны в Корее, Вьетнаме, на Ближнем Востоке показали, как велик и трудно поправляем ущерб, наносимый экологии, почвенному покрову и плодородию почв военными действиями. На многих полях бывших военных действий разрушенные почвы и поныне не восстановлены.

2. *Ядерные войны и атомная радиация.* Губительными для человека и особенно разрушительными для почвенного плодородия являются атомно-ядерные войны. Атомные бомбы, сброшенные летчиками США на Нагасаки и Хиросиму в августе 1945 года, унесли и уносят поныне жизнь многих тысяч жителей, разрушили культурные продуктивные ландшафты огромных территорий и на несколько десятков лет создали обширный регион почв высокой атомной радиации, убивающей людей, вызывающей «лучевые болезни», рак, уродства, мутации разного рода. Биологическая продукция почв этого региона отличается повышенной радиацией, которая сохраняется десятилетиями. Повышенная радиация почв обязана поглощению и накоплению в сорбированном состоянии многочисленных радиоактивных изотопов, в том числе стронция, цезия, плутония, углерода и др. В момент взрыва атомных бомб в Хиросиме почвенный покров и растительность были разрушены мощной взрывной волной, сверхвысокой температурой (тысячи градусов), грозными пожарами, стерилизацией внутрипочвенного населения. В последующем главная отрицательная роль уже принадлежит радиоактивным изотопам в почвах, воде, пище. Радиоактивные изотопы поглощаются почвенными коллоидами и «более всего накапливаются в верхних 5–25 см почвы. Особенно опасны долгоживущие (десятилетия, столетия) радиоизотопы: ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U » (Почвоведение, ч. 1. М., Высшая школа, 1988).

Ныне по потенциальной силе взрывов в арсеналах США, СССР, Франции, Англии накоплены и готовы к взаимным бомбардировкам запасы, в миллионы раз превосходящие бомбу Хиросимы. При взаимных атомных бомбардировках будут также разрушены функционирующие и строящиеся (500–600) атомные электро-

станции, что окажет на экологию и на почвы в сотни тысяч раз более страшный эффект, чем авария Чернобыльской АЭС. Биосфера планеты, ее компоненты и наша цивилизация будут уничтожены или непоправимо разрушены.

Глубокий комплексный научный анализ последствий ядерной войны, выполненный учеными разных стран (ICSU, 1986), убедительно показал, что биосфера планеты, ее компоненты и современная цивилизация будут уничтожены или непоправимо разрушены практически на всех материках и в природных зонах Земли. Полностью будет уничтожен почвенный покров стран, непосредственно вовлеченных в ядерную войну. Высокой радиоактивностью воздуха, пожарами, радиоактивными выпадами пыли и осадков, послеядерной «зимой» и длительной темнотой (запыление атмосферы) будут уничтожены растительность, плодородие почв суши и мелководий практически всей планеты. Болезни, тяжелый голод, ядерную «зиму» предстоит перенести оставшимся в живых. Поэтому единодушное мнение ученых различных специальностей, которое сложилось в 70–80 гг., заключается в требовании запретить и предотвратить опасность ядерных войн, добиться ядерного разоружения, прекратить производство и испытания ядерных бомб.

3. *Аварии на АЭС и утечки радиоактивных материалов.* Нормальный для биосферы и экологической среды уровень радиации должен быть не выше 8–10 микрорентген. Но этот уровень далеко не всегда и не везде соблюдается. Единицей измерения уровня радиации служит так называемый РАД (100 эрг поглощенной энергии массой в 1 г). 250–300 РАД разрушают 50% живых клеток тела животных. При атомных взрывах и авариях уровень радиации исчисляется миллиардами РАД (гигарад). Но малые утечки радиации при авариях АЭС нередко вызывают опасное повышение уровня радиоактивности ландшафтов, почв, вод, пищи. По данным МАГАТЭ (Смит, 1988) на 1988 г. в мире действуют 417 атомных электростанций (в 26 странах), 326 научно-исследовательских реакторов (в 55 странах), 221 ядерная тепловая установка (в 30 странах), 130 гамма-облучателей (в 41 стране) и перевозится в год 18–39 миллионов пакетов разных радиоактивных материалов и изотопов.

Правила и режим радиационной безопасности часто нарушаются, и утечки радиоактивных соединений в окружающую среду растут. Ежегодно в мире происходит до 15 «утечек» радиоактивных материалов АЭС в окружающую среду; это постоянно сказывается на экологии, на почвах, пище и воде, на здоровье людей. Поэтому в ряде стран народные референдумы высказались против атомных электростанций. «Утечки» радиоактивных соединений имеют место также в той или иной мере при научных, учебных и испытательных взрывах атомных бомб, которые производятся США, СССР, Францией, Англией.

Кроме испытательных взрывов атомных бомб и утечек на АЭС, источниками загрязнения радиоактивными изотопами являются рудники урановых руд, предприятия, изготавливающие радиоактивные препараты, загрязненные строительные материалы, медицинские специальные препараты и процедуры, зола и дым некоторых видов каменных углей, примеси к фосфатным

удобрениям и др.

По данным атомного агентства ООН за период 1945–1987 гг. в мире зарегистрировано 80 случаев различных радиационных аварий на ядерных установках, в промышленности и научных учреждениях (табл. 2).

Как следствие таких аварий зарегистрировано около 60 смертельных и более 400 сильных облучений. Кроме того, в течение десятков лет сохраняется высокая радиоактивность почв, вод, пищи, что вызывает тяжелые заболевания и необходимость переселения жителей.

Ядерная катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1987 г. весьма сильно сказалась на территории Украины и Белоруссии. Пришлось переселять население и запретить использование воды и биопродукции, получаемой на обширной территории, затронутой прямыми выпадками радиоактивных изотопов йода, стронция, цезия. Рисунок иллюстрирует влияние Чернобыльской аварии на общий срок радиоактивности в СССР и смежных странах Европы (IAEA, News Features, 15/IV. 1988, Вена, Австрия).

Поглощенные почвенными коллоидами радиоактивные изотопы отравили почвенный покров и биоту на больших пространствах. Отрицательное влияние высокой радиоактивности (рак, уродства, мутации и др.) будет сказываться десятки лет на взрослом населении и особенно на детях. Нужны тщательные детальные исследования и картирование зараженных почв и разработка мер устранения опасной радиоактивности.

Почвы, отравленные радиацией, нельзя использовать в сельском хозяйстве. Методов их мелиорации нет. Поэтому территории с почвами повышенной радиации приходится либо выключать на десятки лет из использования, либо вывозить верхний радиоактивный горизонт за пределы данной территории и создавать новый насыпной горизонт с нормальной радиоактивностью. И то и другое крайне сложно и стоит крайне дорого, но здоровье населения и особенно детей неизмеримо дороже. По этим причинам в районах АЭС и различных научных центров на испытательных полигонах должен быть организован регулярный безупречный мониторинг радиоактивности почв, пищи, воздуха, вод, здоровья людей. По этим же причинам у населения складывается глубоко отрицательное отношение к атомным электростанциям и разворачивается непримиримая борьба за атомное разоружение.

VIII. Паталогия почв и здоровье человека

Острота проблемы патологии почв заключается не только в снижении плодородия почв и в уменьшении урожаев продовольствия и сырья. Опаснее и страшнее другое: деградация и патология почв влечет за собою патологические явления в здоровье, развитии и физиологии организма человека и даже в его умственной деятельности и психике. Человек как гетеротрофный компонент экологических систем потребляет растительную и животную пищу, воздух и воду экосистем ландшафта, региона, страны.

Человечество с самых ранних стадий развития, как и в современную эпоху, является активным звеном в локальных и региональных потоках энергии и биогеохимических циклах углерода, кислорода, водорода,

* Текст подразделов 1, 2 подготовлен Л.А. Фоминых

Табл. 2

Серьезные радиационные аварии, зафиксированные в период с 1945 по 1987 г.*

Тип установки	Количество случаев	Сильное облучение	Смертельные случаи
Ядерные установки:	27 (34%)	272 (64%)	35 (59%)
Неядерные установки:			
промышленные	42 (52%)	84 (20%)	20 (34%)
исследовательские	7 (9%)	10 (2%)	– (-)
медицинские	4 (5%)	62 (14%)	4 (1%)
Всего	80 (100%)	428 (100%)	59 (100%)

*Бюллетень МАГАТЭ, 1988, № 4, с. 14.

Примечание. Сильным облучением в данном контексте считается доза облучения всего тела, кроветворных или других жизненно важных органов, равная или превышающая 0,25 Зв; кожи – равная или превышающая 6 Зв; других внешних органов – равная или превышающая 0,75 Зв. В таблицу не включены случаи, связанные с пациентами, и случаи облучения людей за пределами площадки Чернобыльской АЭС. 1 Зв (зиверт) – биологическая доза, соответствующая 100 РАД.

азота, фосфора, серы, кальция и сотен других макро- и микроэлементов. В наш век эта роль человека и индустриальной цивилизации неизмеримо возросла. Можно утверждать, что в районах нормальных продуктивных «здоровых» экологических систем и почв рождаются и формируются здоровые физически и духовно поколения людей.

Известно (Ковда, 1985), что обитатели низких гор, предгорий и луговых степей Кавказа, Тянь-Шаня, Гималаев (Хунза), Украины отличаются поразительным здоровьем и долголетием. Население регионов кислых, бедных, сильно выщелоченных почв влажного климата отличается низкорослостью; дети нередко страдают рахитом и ломкостью костей (дефицит кальция). В регионах, удаленных от океана и морей, почвы, вода и пища бедны йодом и медью, и это вызывает у человека заболевание щитовидной железы (особенно у женщин).

Северо-восточные районы Азии известны так называемой урвской болезнью (уродливое развитие костей). Причины урвской болезни связывали с дефицитом кальция и наличием в почвенных и речных водах высокой концентрации окислов кремния (кремнезема). Западные исследователи находили связь между канцером желудочно-кишечного тракта и почвами речных долин. Распространение проказы тяготеет к засушливым регионам Азии и Африки. Кретинизм многие авторы связывали с дефицитом белка в пище человека и низким качеством урожая зерновых.

На эти природные биогеохимические связи человека и почвенного покрова ныне налагается в возрастающей степени влияние антропогенных биогеохимических аномалий (неоаномалий).

Растения, почвы, воды, воздух, продукты питания территорий крупных индустриальных городов, предприятий, шахт, рудников, свалок, дорожных магистралей, аэропортов и т. д., как показано выше, загрязнены и отравлены соединениями тяжелых металлов, углерода, углеводородов, окислов азота, серы. Стоки крупных животноводческих предприятий, избыток удобрений и различных биоцидов создают на больших пространствах опасность постоянного отравления почв, биопродукции и человека. Легочные и сердечные болезни, пониженная рождаемость и болезненные младенцы, слабосильные

мужчины, уменьшение продолжительности жизни – таковы тревожные следствия патологии почв и этих загрязнений для жителей загрязненного региона и зоны, а также для потребителей отравленной продукции при ее импорте.

Мировая общественность встревожена разрушением озонового экрана, защищающего жизнь и здоровье человека от космических излучений. В известной мере этому, вероятно, способствуют чисто земные (почвенные) факторы, ведущие к снижению интенсивности фотосинтеза и эмиссии кислорода. Заболоченные почвы генерируют неполные окислы азота, серы, углерода, метан, ацетилен, окисление которых может отрицательно сказываться на возобновлении озона (O₃) в стратосфере. Это же может быть вызвано также избыточными дозами азотных удобрений и их денитрификацией, ведущей к образованию неполных окислов азота (NO_x).

Антропогенные загрязнители почв и вод поступают в местные биогеохимические потоки миграции и круговорот веществ. Из автоморфных и транзитных ландшафтов загрязнители мигрируют и интенсивно накапливаются в аккумулятивных низменностях, в поймах и особенно в дельтовых областях суши и почвах морских и озерных побережий. В засушливом климате эти разнообразные токсины сочетаются с вредными легкорастворимыми солями почв и грунтовых вод низменностей. В этих случаях создается особенно тревожная и даже драматическая ситуация для населения. Примером может служить Приаральская низменность и дельты рек Амударьи и Сырдарьи; здесь предстоит осуществить обширную программу профилактических, агрохимических, мелиоративных мероприятий для восстановления нормальных экологических условий жизни населения Каракалпакии, Казахстана, Туркмении.

Срочной общегосударственной задачей является глубокое экологическое и биогеохимическое исследование и разработка программы необходимых оздоровительных мероприятий в других регионах экологических бедствий (низовья и дельты рек Дона, Днестра и др.). Столь же важно биогеохимическое районирование всей территории СССР с целью выявления районов почв наиболее экологически опасных для человека и страны. Необходима организация сети станций комплексных

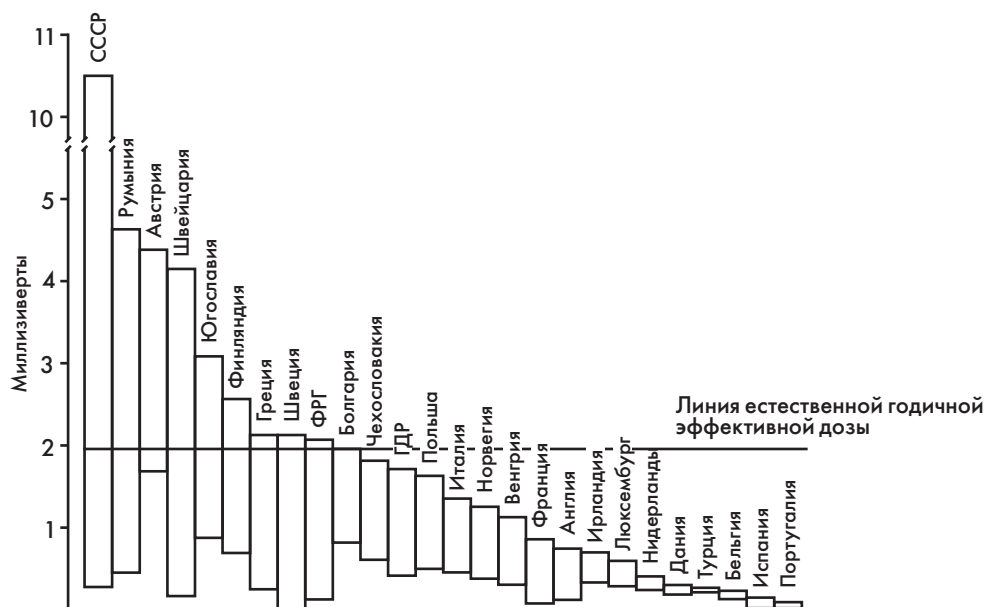


Рис. 1. Пределы изменения эффективной дозы облучения, вызванные Чернобыльской аварией.

почвенно-экологических наблюдений за состоянием почв, вод, растений, воздуха и здоровья человека.

IV. Заключение

Мы коротко рассмотрели наиболее тревожные формы патологии и разрушения почвенного покрова, ведущие не только к ухудшению условий и продуктивности сельского хозяйства, но и к общему ухудшению состояния биосферы Земли и экологической среды человека. Есть основания для печального вывода о том, что в настоящую эпоху автотрофный механизм функционирования биосферы разрушается. Процессы разрушения и деградации почв преобладают над процессами создания высокопродуктивных и биосферно активных (энергия, CO_2 , N_2 , O_2 , O_3 и др.) экосистем и почв. Планетой утрачено активных почвенно-экологических систем в биосфере на площади не менее 2,0 млрд га, а возможно и вдвое больше. Картографический учет состояния почв планеты еще не достоверен. Нельзя мириться с существованием этих процессов тем более, что они имеют тенденцию расширяться, усиливаться, сочетаться между собой и ведут к катастрофам местного и общего значения. Весь комплекс наук о Земле и о жизни, особенно почвоведение и биология, должен направить свое внимание и исследования на более глубокое познание природы, динамики, распространения и меры предупреждения этих явлений. Правительства и общественные органы должны осуществлять и развивать последовательную политику изучения, оценки состояния, использования и умножения биопродуктивности почвенного покрова и сохранения нормальных функций биосферы (баланс кислорода и озона, циклы углерода и азота и др.). Стихийное, разрушительное использование ископаемых, земельных, водных, лесных ресурсов за последние 20–30 лет уже затруднило в мире решение продовольственных проблем, ухудшило здоровье населения, создало экологические трудности в перспективе. Нужны специальные теоретические исследования состояния почвенно-экологических систем и биосферы, научно-производственные региональные программы изуче-

ния, достоверный детальный учет и оценка состояния почвенного покрова, методов его сохранения, комплексных приемов мелиорации и эффективного использования в хозяйстве и в экологии страны. Должны быть коренным образом усилены центральные и региональные научные институты почвоведения и факультеты почвоведения в вузах. В деятельности Верховного Совета СССР и его органов проблема рационального использования земельных ресурсов и их роли в сохранении биосферы и здоровья населения страны должна занимать видное место.

Почвенный покров является важнейшим компонентом экосистем биосферы. В природе экологические системы почвы-растения слагались тысячелетиями; они способны самоуправляться, производить биопroduкцию, поддерживать оптимальные уровни содержания в экологической среде, биогеохимические циклы потоков энергии, воды, углерода, кислорода, озона, азота и др. Этот механизм самоуправления экосистем человек разрушал своей неразумной хозяйственной деятельностью. Поэтому в нашу эпоху функции управления экологическими системами биосферы человек должен сознательно взять на себя. Механизмом и средствами управления режимом биосферы в современную эпоху является высокопродуктивное биологизированное земледелие и пастбищное животноводство, культурное плодоводство, парковое и особенно лесное хозяйство, разумный комплекс мелиорации и использования почв. Важнейшая практическая задача современности – повсеместное сохранение и расширение площади лесов, садов, травянистых лугов, высокоурожайных полей.

Это должно обеспечить эмиссию кислорода в возможно большем размере для выравнивания его общепланетарного и регионального баланса. Повышенная эмиссия кислорода необходима для всемерной защиты озонового экрана стратосферы от притока недоокисленных антропогенных соединений типа CO , CH_4 , SO_2 , NO_x , фреонов и др. Это должно быть обеспечено значительным увеличением интенсивности фотосинтетической деятельности растений и повышением

плодородия здоровых структурных почв, богатых гумусом, с нейтральной реакцией. Для решения этих задач нужны не только особо высокие урожаи в полеводстве, садоводстве, овощеводстве. Необходимо планомерное увеличение биопродукции (и продукции кислорода) всех лесных ландшафтов и травянистых пастбищ планеты от тундры до тропических саванн и горных лугов.

Наконец, абсолютно необходимо повсеместное облесение городов, поселений, дорог, а также максимально возможное восстановление и сохранение лесов, гор, равнин и мангровых побережий.

Роль и значение сельскохозяйственной деятельности и растениеводства вообще в наступающей эпохе неизмеримо возрастают по сравнению с прошлым. Как и прежде, на сельское и лесное хозяйство (в полном и широком понимании) ныне ложатся задачи производства продовольствия и промышленного сырья. Эта задача полностью и даже в возрастающей степени сохранится в ближайшее столетие. Ведь человечеству предстоит обеспечить нормальное питание и здоровое существование шести, а затем семи-восьми миллиардов людей и кормление вдвое большего числа домашних животных. Но на рациональное сельское, лесное

и водное хозяйство как на антропогенную форму автотрофии нашей планеты ныне легли новые задачи даже большего общечеловеческого значения, а именно:

- интенсивное и возможно более полное поглощение (ассимиляция) антропогенной двуокиси углерода и вовлечение его биомассы в органические соединения полезной биопродукции и почвенный гумус (Ковда, 1970);
- расширенная эмиссия кислорода и накопление в почвах биогенного азота и биофильных соединений;
- наконец, на сельское, лесное и водное хозяйство ныне ложится третья важнейшая функция – обеспечение потребностей нашей цивилизации в новых экологически чистых источниках биогенной энергии (древесина, спирты, горючие масла, биогазы).

Патология почв, их деградация, физическое разрушение почвенного покрова – это патология поведения человека и самоубийство человечества. Эти явления должны быть исключены в окружающей человека среде с помощью современной развитой науки, разумной техники, сознательной дисциплины и максимальной биологизации всех ландшафтов планеты.

Литература

1. Зархина Е.С. Лесные мелиорации на Дальнем Востоке. – Вестн. сельскохозяйственной науки, 1980, № 11, с. 95-107.
2. Источники излучения: Уроки Гоянии. – Бюлл. МАГАТЭ, т. 30, № 4, 1988, с. 11-18.
3. Ковда В.А. Почвоведение и продуктивность биосферы – Вестн. АН СССР, 1970, № 6, с. 83-90.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почв. М.: Наука, 1985, с. 262.
5. Почвоведение, ч. 1, М.: Высшая школа, 1988.
6. Розанов Б.Г., Таргульян В.О., Орлов Д.С. Глобальные изменения почв и почвенного покрова. – Почвоведение, 1989, № 5, с. 5-18.
7. Смит Х. Международная комиссия по радиологической защите: Исторический обзор. Бюлл. МАГАТЭ, т. 30, № 3, 1988, с. 45-47.
8. Фоминых Л.А., Чигир В.Г. Оазисы Севера. Пушкино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988, с. 170.
9. Contaminated Soils, 1986, Dordrecht, pp. 923. ICSU Consequences of nuclear war, Berne, 1986, 15 p.
10. IAEA, News Features, 15 April 1988. Vienna, Austria, p. 5.