

43. Lasserre P. Le dépoussiérage industriel. — Industries thermiques et aérogauliques, 1962, № 6.

44. Leighton P. A. Photochemistry of air pollution. — N. Y. — L.: Academic Press, 1961.

45. Matsuoka K. Современное состояние заболеваний, связанных с загрязнением воздуха, и проблемы лечения (на примере города Мидзусима). — Кагай кэнкю, Res. Environ. Disput Interdiscipl. Coop., 1979, № 2 (яп.).

46. Nucl. Eng. Intern., 1976, vol. 21, № 250, p. 38.

47. Sauer H. I., Reed L. E. et al. Minerals and the risk of chronic diseases. — Trace Subst. Environ. Health. 12. Columbia, Mo., 1978.

48. Schauble O. Öl in der Luft? — Zivilverteidigung, 1979, № 3.

49. Stern A. C. Air pollution, vol. 2. — N. Y.: Academic Press, 1962.

50. Strasburger J., Lampert H. Weiter klinisch-therapeutische Erfahrungen bei der Einatmung negativ jonisierter Luft. — Deutsche Mediz. Wochenschrift, Leipzig, 1933, № 34.

51. Touzard P. Les dépoussiéreurs à voie humide. — Rapport aux journées du dépoussiérage des fumées edesgaz industriels. — Paris: I. F. C. E., 1954.

52. Trivedi R. N. Air pollution: health effects, legislations and control methods. — Ind. India, 1980, № 9.

53. Watanabe H., Kaneko F. Загрязнение атмосферного воздуха и ежедневный уровень смертности. — Тайки оксен гаккайси. J. Jap. Soc. Air Pollut., 1980, № 6 (яп.).

А. Н. Дмитриев

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОСФЕРЫ

В своих орудиях человек обладает властью над внешней природой, тогда как в своих целях он скорее подчинен ей.

Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 172.

Вводные замечания

Обобщенная деятельность человечества, стимулируемая задачами творческого импульса, активного самосохранения и волеинтеллектуальной экспансии, выразилась техническим прогрессом. Технический поток организации форм и способов преобразования вещества (миллионы видов технических изделий) и энергии (триллионы киловатт) запускается психологической и физической способностью людей. Существование и развитие этого потока происходит изъятием вещества (триллионы тонн минерального сырья ежегодно) и энергии из их природного кругооборота. В целом на данном этапе технического прогресса

масштабы его определяются с одной стороны готовностью человечества все с большей полнотой и глубиной принадлежать этому прогрессу, а с другой стороны контролируются сырьевой и энергетической возможностями планеты [1].

Техническая последовательность процессов и возникновение устройств порождают техносферу, которая на самом высоком уровне организации жизни, поддержанном более низкими уровнями (продуктивность полезных животных и растительных форм непрерывно возрастает при искусственной стимуляции), в своем бурном развитии и усложнении, подлежит рассмотрению в популяционном и биогеоэкологическом аспектах. Но для такого рассмотрения проблемы уместнее прежде задаться вопросом о том, во что реально выливается экспансия человечества, задаваемая только экономическими критериями.

§ 1. Возникновение альтернатив

Знакомство со стратегией финансирования, планирования и путями организации развития основных держав мира показывает всестороннюю и глубочайшую готовность людей своей жизнедеятельностью создать каталитическую поверхность для размножения видового разнообразия и получения астрономических количеств процессов и предметов технического происхождения. Следовательно, угроза процессам техногенеза со стороны человеческой слагаемой технического прогресса сугубо гипотетична. Пассивная, или энергосырьевая, сторона этого прогресса подсоединена к так называемым ресурсным возможностям планетарного характера. При этом естественны следующие альтернативы:

— возможная деформация тех или иных видовых ветвей техники в связи с исчерпанием определенных видов сырья (минерального, биологического);

— переоборудование планеты в систему, оптимальную для «размножения» технических семейств, родов и видов устройств (так, классификация продукции только по автомобилестроению насчитывает более тысячи видов), может загрязнить каталитическую поверхность человеческого сознания, стимулирующего технический прогресс, что, вслед за человеческой деградацией, приведет и к техническому упадку;

— если патетика человеческой принадлежности техническим идеалам превзойдет все невзгоды фотохимических воздушных конденсатов, виброшумовых, радиационных и электромагнитных воздействий, то возможен общий отказ целостности функционирования биогеоэкологических систем планеты — явление, более широко известное под названием «экологический взрыв» [5].

Чтобы оценить масштаб преобразований на базе технического прогресса, следует рассмотреть имеющуюся сумму техничес-

ких воздействий, реализованных на Земле. При этом есть смысл подразделить все техногенные воздействия на планету на следующие три типа: воздействие на геологические процессы, воздействие на биологические процессы, воздействие на взаимодействие геологических и биологических процессов.

В целом, основными причинами, по которым «экологическая проблема» становится проблемой номер один (во всех измерениях социальных институтов: политика, экономика, наука, религия, искусство, военное дело и т. д.), являются [21, 23]:

1. Нерегулируемый и непознанный процесс народонаселения (демографическая проблема).

2. Истощение планетных ресурсов (вещественных и энергетических), оцениваемых человечеством в качестве материальных ценностей.

3. Повсеместное загрязнение среды во времени (например, реакция «современного» кислорода с древней нефтью) и пространстве (перевод золота из его природного состояния в состояние «банковских фондов» сопровождается массовым воздействием на естественную геохимию других элементов).

4. Разрастание психологических корней собственности и обогащения (прирост потребления минеральных ресурсов в 3,2 раза выше темпа прироста народонаселения) и «демократизация привилегий» составляют обобщенные условия абсолютизации экономических показателей. Отсюда первый парадокс экономики — «выгоднее и прибыльнее умереть, чем жить» (конструкция тракторов для холмистой местности предусматривает смерть тракториста, как «экономически обоснованную» — Англия, 1973).

В нижеследующих параграфах в необходимой последовательности даны краткие сведения о свойствах организации человеческой жизни, технических особенностях воздействия на планету и основное — общегеологические аспекты техногенного воздействия на планету.

§ 2. Биологические тенденции

Мы являемся участниками жизни на Земле в такой момент, в котором, как в фокусе луча, собраны созревшие формы активного противостояния человечества природе. Оснащенность людей в этом противостоянии развивается, усложняется, усиливается не столько в развитии самого человека, сколько в развитии технических средств воздействия на планету. Многие факты и мысли людей как будто убеждают нас, что природа теснима, но все более ясно проступает и тот единственный факт, что огромное устройство технической поддержки и стимуляции человеческой жизни повисает на усилиях и ответственности людей вне «ответственности природы за человека». Конечно, нет полной уверенности в том, что и со своей стороны при-

рода не концентрирует претензий человеку, в неявной пока для него форме [13, 25].

Источником строительного вещества, вовлекаемого в жизненные процессы всевозможных организмов Земли, служит земная кора. Источником движущей силы жизненных процессов в основном является улавливаемая солнечная энергия. Из этой уловленной энергии с помощью процессов фотосинтеза ежегодно аккумулируется $3 \cdot 10^{21}$ кал. в качестве организменного топлива, причем эта энергия обеспечивает жизнедеятельность организмов общей массой в 10^{23} г. Несмотря на то, что общая биомасса составляет тысячную долю массы земной коры и десяти-тысячную от массы всей Земли, жизнедеятельность организмов во многом служит основополагающим и управляющим моментом эволюционных этапов нашей планеты. Это обусловлено высокой восприимчивостью биосферы к любым космическим воздействиям таким образом, что Земля с помощью биосферы «слушает и отвечает» космосу жизненными организменными реакциями на планетные, солнечные и звездные влияния [12, 13].

Основная масса биовещества сконцентрирована в простейших организмах (до 95%). Сейчас считают, что за $5 \cdot 10^9$ лет существования земной коры на Земле было воплощено более двух миллионов видовых форм организмов, из которых более трехсот тысяч приходится на растительные виды. В настоящий момент число видов животных намного больше числа видов растений, однако масса животных более чем в 100 тысяч раз меньше массы растительного мира. Например, масса только лесных массивов составляет около 10^{17} г [3, 6].

Наблюдением над природными объектами и путем эксперимента установлена поистине фантастическая выживаемость простейших организмов. Жизнеспособность некоторых видов организмов наземного происхождения сохраняется при давлении 10^{-11} рт. ст., температуре -270°C ; под излучением в 2 млн. рад., при непрерывном кипячении, при многовековом метаболическом бездействии [18, 23]. Характерно, что основным «строительным кирпичиком» организмов является кислород (65—70% от общей массы), второстепенные строительные вещества организмов (до 35% массы) представлены 70-ю элементами таблицы Менделеева.

На современном этапе развития биосферы Земли основная мощность и разнообразие осознания жизнью самой себя сконцентрированы в человеке. Самосознание жизни в человеке дало ему непререкаемое и непрерывное могущество. Человек господствует над биосферой и, в конечном итоге, над всей землей. Действительно, несмотря на то, что масса «Всечеловека» составляет десятиллиардную часть от массы всей биосферы, масштабы человеческой деятельности соизмеримы мощным геологическим процессам целых эпох, поскольку человек влияет своей деятельностью на тонкие механизмы, управляющие рав-

новесием планеты. Естественно считать, что, вмешиваясь в управляющие процессы планеты, человек должен преисполняться чувством ответственности, уважением и глубоким пониманием этих механизмов. Следует посмотреть, так ли это на самом деле, и указать на некоторые факты преобразования биосферы, несовместимые с ее дальнейшим функционированием как сферы мощного жизненного ритма, вплетенного в космический ритм жизни [13].

Если в настоящее время «Всечеловек» по массе составляет около $1,5 \cdot 10^{14}$ г, то уже к 2090 году, при продолжающемся совершенствовании средств самосохранения вида, масса «Всечеловека» достигнет $1,75 \cdot 10^{15}$ г. Вопросы, связанные с приростом населения, почему-то связывают только с проблемой питания, хотя широко известно, что не хлебом единым будет жив человек. Действительно, проекторы будущего, например Дж. Берналл, считают приемлемой нормой народонаселения Земли численность в $3,4 \cdot 10^{12}$ человек. Конечно, превратив все производство земли и моря в «питательную базу Всечеловека», можно попытаться удовлетворить этот желудок. Но как устроить общежитие людей, если при таком их количестве на каждого живущего на Земле будет приходиться 50 м^2 суши? Некоторые «супергуманисты» благославляют Землю количеством людей с плотностью в $1,5 \text{ см}^2$ суши, приходящейся на каждого человека. Напомним при этом, что сейчас суши на одного человека приходится в Голландии 2800 м^2 , Японии — 3800 м^2 , Индии — 7400 м^2 и в Китае — 13.000 м^2 . Таким образом, продолжая идеалы размножения и принимая за окончательную ценность воплощение человека (без продуманного регулирования рождаемости), уже через 10 000 лет масса «Всечеловека» достигнет массы современной биосферы. Если принять, что люди в 500 тыс. раз улучшат использование биосферы, то есть гармонично снизят разрыв между массой «Всечеловека» и массой биосферы, то тогда соответствующая этому масса биосферы должна стать в 1000 раз тяжелее земного шара! Очевидно, что принципиальная невозможность этого ограничивает производительную мощность Земли по «человекобытию» [4, 6, 23].

§ 3. Техногенные тенденции

Масштабы воздействия человека на природу и характер этого воздействия хорошо иллюстрируются перспективными планами экономического развития государств. В качестве ускоряющего технического прогресс топлива выступает процесс синхронизации научного замысла и его технической реализации [2].

Процесс, именуемый промышленным производством, вовлекает до опасного большие количества вещества и энергии Земли. Так, ежесекундный прирост потребления энергии, порабощенной человеком, возрастет экспоненциально. За 60 последних

лет прирост энергии составил 3—4% в год, на будущее обещают прирост в 10%. При таком темпе прироста энергии уже через 100 лет величина искусственного радиационного баланса станет выше естественного. Сейчас при энергопотреблении в $4 \cdot 10^{19}$ эрг/сек. на каждую затраченную калорию человек отбирает у природы около 200 калорий [6].

Основным поставщиком энергии на земле является нефть, которая в XX веке играет роль рубильника энергетических, химических и политических систем мира. Характерно, что наиболее технически развитые государства мира до 80% энергопроизводства и потребления покрывают за счет нефти, ежегодный прирост добычи которой составляет тоже 8—9%. При обнаруженных запасах в $6,5 \cdot 10^{10}$ т только в 1967 году в мире добыто $1,8 \cdot 10^9$ т и получено $1,6 \cdot 10^{16}$ кал. энергии [2].

Употребляемая энергия используется для преобразования вещества земной коры и биосферы. Например, к 1970 году пропускная способность производственных процессов (горнодобыча, строительство, металлургия и т. д.) составила 10^{18} г вещества ежегодно. К 2000 году эта цифра вырастет на порядок, если темпы не снизятся [27].

Из потребляемого сейчас в мире вещества, чтобы извлечь воздух и воду от загрязнения, нужно прятать $2,3 \cdot 10^{14}$ т твердых отходов ежедневно. Стоимость этой процедуры для ряда отраслей производства составляет четверть доходов предприятий.

В настоящий момент на преобразование 5 км^3 вещества Земли, мобилизованного производственными процессами, тратится около 1000 км^3 воды. Суммарное (промышленное и бытовое) потребление воды для 4,5 млрд. человек составит $3,1 \cdot 10^{16}$ литров в год. Общеземной дебит чистой воды составляет $5,4 \cdot 10^{17}$ литров в год. Таким образом, дебит чистой воды к 2070—2090 годам будет равен ее расходу (по норме 1966 года). Экстремально дешевый способ опреснения воды для заводов с 15 млрд. литров потребления воды в год будет стоить более 1 млн. долларов в год. Экономическая стоимость потребляемой ныне воды составляет около 150 млрд. долларов в год [4, 6].

Наиболее угрожающее (хотя для масс людей это неясно) положение создается в связи с загрязнением атмосферы и изменением ее химизма. Начиная с 1860 года и поныне в атмосферу через бытовое и промышленное потребление горючих веществ выведено более 360 млрд. тонн углекислоты. Это количество вызвало повышение концентрации углекислоты на 13% и среднее повышение температуры Земли на $1,1^\circ\text{C}$ (эффект Зюсса). Сейчас промышленные и бытовые газовые отходы ежедневно насыщают атмосферу в количестве $5 \cdot 10^{10}$ г двуокиси серы, угарного газа, углекислого газа. Кроме того, от автомашин, дизелей и пр. в атмосферу попадает газ сгорающих нефтепродуктов — до $13 \cdot 10^{13}$ г. Только в США за год выпускают $1,3 \cdot 10^{12}$ г атмосферных загрязнений, включая и радиоактивные [2, 15].

В последнее десятилетие электромагнитное равновесие ионосферы интенсивно нарушается (высотные ядерные взрывы, ракеты, спутники). Например, старт ракеты по проекту «Ароло» обходится сгоранием 140 т/сек. высокоактивных веществ, загрязняющих ионосферу активными химическими радикалами, а также парами лития, натрия, железа, титана, бериллия и пр. Высотная авиация сжигает озон и нарушает равновесие верхних слоев атмосферы [19, 20, 28].

Механические воздействия (шахты, карьеры, скважины¹, плотины и пр.) меняют облик целых районов земли. Мощность коры выветривания возросла до 5 км. В темпах роста вовлечения минеральных ресурсов в производственный цикл ощущается нечто апокалиптическое. Так, через 100 лет человечеству «потребуется» 96 км³ в год, а через 500 — 1,3·10⁷ км³, что соответствует ежегодному срезанию суши пластом в 80—90 м [27].

В «дело» запущены «суперпромышленные» методы получения необходимых производству веществ. Например, в угольных шахтах Австралии, под руководством Р. Оппенгеймера («отца» атомной бомбы) производились ядерные взрывы для получения технических алмазов. Планируются серии «кавернозных» ядерных взрывов (средней мощности) для образования «полезных полостей» в земной коре с химическими и теплорегуляционными целями. Мрачный опыт использования ядерной энергии на поверхности Земли оказался совершенно неубедительным для людей.

За последнее время (в пределах последнего столетия) Землю навсегда покинули сотни видов животных и растений; сдвиг среды обитания продолжает интенсивно возрастать по таким направлениям [25, 29]: — изменен солевой режим рек, озер, морей, почв; 10% всей суши Земли распахано и на эту пахоту вносится ежегодно млн. т удобрений, инсектицидов; идет интенсивная деградация почв, оголенных вырубками;

— нарушен режим осадконакоплений локальных и региональных водных бассейнов (плотины, искусственные водоемы);

— нарушены состав и равновесие атмосферы и ионосферы (ядерные взрывы, авиация, ракеты) [26];

— естественный кругооборот веществ заменяется искусственным;

— органическое вещество трансформируется в не утилизируемую форму разнообразных пластических масс;

— разрушены сложные системы биогенозов, поставлены под угрозу истребления сотни ценных видов животных.

Таковы основные количества и качества результатов функционирования техносферы, запотокопированные навечно в Лике Земли. При всем этом положении основные направления

¹ В последнее время закладываются глубинные скважины в мантию для «дарового использования» тепла и веществ глубоких недр Земли.

перспективных отраслей деятельности человека связаны с проблемами порабощения новых видов энергии (термоядерные устройства, внутреннее тепло Земли) и веществ (химизация хозяйства человечества).

§ 4. Общегеологический ракурс

Совокупность геологических объектов, проявляемых и уничтожаемых множеством геологических процессов, последовательно развертывается в планетарных координатах пространства и времени. Формы, или геометрия этих объектов, задают внешнее и внутреннее структурированное пространство тела планеты, а количество внешних и внутренних вещественных преобразований геологических тел задает динамизированное время тела планеты. Общее количество структурных и вещественных² геологических преобразований составляет основу пространственно-временного континуума на общей траектории эволюции планеты [22]. В действительности же каждый геологический объект наделен своей траекторией пространственно-временной эволюции, а организованная совокупность этих траекторий составляет организационную основу жизни планеты как космической единицы солнечной системы. Такой ракурс исследований созрел и оповещен в работах большого числа геологов-исследователей.

Пространственно-временные отношения в геологии, на естественном отрезке эволюции геологических тел, содержательно уже изучены [22] и подвергаются количественному рассмотрению. В связи с масштабом технического производства ряд геологических объектов (месторождения полезных ископаемых, вода, атмосфера) подвергается интенсивному преобразованию [2, 24, 27]. В чем состоят основные различия между геологическими и технологическими преобразованиями геологических тел? Острота этого вопроса устанавливается практическими аспектами научно-технической революции, и поиск ответа на этот вопрос можно, с натяжкой, считать запаздывающим.

Особенность существования геологических тел характеризуется прежде всего особым видом отношения пространственных и временных координат. Эта особенность сказывается в своеобразной разнесенности координат времени и пространства на траектории эволюции геологических тел.

а) Геологическое пространство, как вместилище форм геологических тел, задает геометрию и конфигурацию взаимодействия множества геологических тел. Причем геометрия тел, в планетарном масштабе, является консервативной характеристикой, что приводит к факту «опережения» развития геологических

² «Структурные» и «вещественные» преобразования имеют смысл в масштабе геологическом, либо «вещественное» преобразование с точки зрения, например, физики твердого тела является и структурным.

тел по временной координате. То есть можно указать ряд временных интервалов, в пределах которых без изменения пространственных характеристик геологического тела происходит «внутреннее преобразование» [22]. Можно полагать, что «целое время» геологического тела расщепляется на «спектр времени», согласно которому происходят частные видоизменения геологических тел в пределах нерушимости их общей пространственной конфигурации. Это существование тел с «сохранением пространства» в медленно текущем геологическом времени. Вторым способом существования геологических тел является существование с «нарушением пространства». К явлениям этого порядка относятся все виды «быстропротекающих» геологических процессов, именуемых катастрофами. В этом случае в небольшие интервалы времени нарушается пространственная конфигурация большого количества геологических тел. В целом, весь спектр геологических процессов представляет собой полный набор скоростей и преобразований геологических тел в координатах пространства и времени. Удельное содержание геологических тел (с их естественными скоростями преобразований), приходящихся на тот или иной участок спектра скоростей пространственно-временных преобразований, и обозначает собой вид и темп эволюционного движения планеты. Миллиарды лет, потраченные Землей на свою эволюцию, обозначили этапы качества и темпа развития в наличном разнообразии способов существования геологических тел. В целом, историческая геология свидетельствует о преобладании геологических тел, существующих с «сохранением пространства», и о согласованном ритме этапов быстропротекающих геологических процессов [22]. То есть, в конечном итоге, организменная модель развития Земли становится все менее парадоксальной [3, 13]. Строгая же последовательность геологических событий (и их физических носителей геологических тел), распределенная по ячейкам времени [16], свидетельствует об иерархичности и порядке развития планеты.

Техногенные тенденции преобразования планет [15, 29] формируются в творческих способностях общего человечества. При этом эволюционная способность творческого человеческого потенциала, реализуемая в планетных условиях, неизбежно разветвляется в иных пространственно-временных условиях по отношению к траекториям естественного существования геологических тел.

§ 5. Количественные вопросы

Пусть началом отсчета времени, от которого развивается множество геологических процессов (не подверженных техногенным воздействиям), является момент t_0 («доантропогенный»). От момента t_0 до настоящего момента Θ проходит сквозная ось времени T , на которой с присущей им плотностью располагают-

ся геологические события. Набор этих событий имеет множество объектов L , носителей этих событий. Выделим из этого множества его конечное подмножество l_i , характеризующее неповрежденностью техногенными процессами. Если считать возникновение природных геологических процессов равномерным, то при отсутствии техногенных воздействий будем иметь:

$$l_i = L. \quad (1)$$

Это равенство указывает на полную природность геологических процессов, а Земля представляется системой, полностью независимой от видов человеческой деятельности, отторгнутых от стимулов и правил естественной эволюции планеты. В случае $l_i \neq L$ появляется неопределенность Земли на ее эволюционной траектории, вносимая «неприродным» воздействием технических потенциалов, подводимых к природным геологическим процессам, активизированным человечеством. Это пространственно-временное перемешивание техногенных и геологических процессов при условии $l_i \neq L$ делает необходимым вычисление еще одного конечного подмножества l_j , отражающего число поврежденных геологических процессов. С учетом l_j имеем $L = l_i + l_j$. Уточним содержательную трактовку множества L . Взаимодействие техногенных и геологических предметов и явлений приводит к тому, что часть геологических тел прекратила свое существование и продолжается в технических изделиях. Например, более 80 тыс. месторождений полезных ископаемых прекратило свою геологическую жизнь и в виде металлических изделий на колесах, крыльях и пр. передвигаются по планете в триллионах тонн вещества. Принцип безвозвратной потери геологических тел в процессе технического их преобразования и перемешивания свидетельствует о кинетических особенностях нового техногеопроцесса.

Если за $\left(\frac{\partial l_i}{\partial t}\right) \Theta_1$ принять величину естественного приращения геологических процессов в единицу времени на момент отсчета Θ , а за $\left(\frac{\partial l_j}{\partial t}\right) \Theta_1$ — убывание количества геологических процессов, то возможны такие альтернативы накопления и потери геологических процессов:

а) в случае накапливания геологических природных явлений при снижении «техногенного давления» имеем:

$$\left(\frac{\partial l_i}{\partial t}\right) \Theta - \left(\frac{\partial l_j}{\partial t}\right) \Theta_1 > 0; \quad (2)$$

б) когда «техногенное давление» на множество геологических тел прекращает их воспроизводство:

$$\left(\frac{\partial l_i}{\partial t}\right)\Theta - \left(\frac{\partial l_j}{\partial t}\right)\Theta < 0; \quad (3)$$

в) установлено динамическое равновесие между производством геологических природных явлений³ и их техногенным преобразованием (повреждением):

$$\left(\frac{\partial l_i}{\partial t}\right)\Theta - \left(\frac{\partial l_j}{\partial t}\right)\Theta = 0. \quad (4)$$

Можно видеть, что на различных участках Земли имеет место то или иное соотношение. Рассмотрим случаи планетной эволюции в соответствии с равенствами (1—4) следующим образом:

1) **Природная эволюция планеты** (равенство (1)) — без воздействия человека на природу; например, развитие Земли до появления человека и его воздействий.

2) **Антропогенная эволюция планеты** (неравенство (2)) — психологическое и физическое воздействие человека на эволюцию Земли в условиях профилирующих воздействий природных факторов.

3) **Техногенная эволюция планеты** (неравенство (3)) — психологическое и физическое воздействие человека на эволюцию Земли в условиях профилирующего господства технических доктрин.

4) **Согласованная эволюция планеты** (неравенство (4)) — эволюция Земли в условиях взаимного согласования темпов эволюционных тенденций природы и человечества в программе содружества.

Указанные альтернативы не являются исчерпывающими ни в количественном, ни в качественном отношении, тем не менее они отражают некоторые стороны состояния и осмысливания проблемы «человека и природы».

Рассмотрим некоторые возможности, возникающие в количественных аспектах по оценке интенсивности повреждения геологических систем и процессов техногенными воздействиями. Модель этого рассмотрения, по существу, является более теоретической, хотя в последующем может быть сведена к вычислительной.

Пусть на общей оси времени T фиксирован некоторый момент t_0 , что, за счет дифференциальных свойств времени может быть осуществлено в произвольной точке. Чтобы определить, как растет число геологических процессов (в предположении организменной эволюции планеты, что не противоречит и рабо-

³ Природные геологические процессы включают в себя все фазы естественного существования геологических тел, то есть рождение, сохранение и разрушение тел в пространственно-временных планетных координатах.

там [13, 29]), надо отыскать $l_i(T)$ как функцию геологического времени на момент отсчета t_0 . Если N — сумма природных процессов n_i и поврежденных процессов n_j на момент отсчета t_0 , так что

$$N(\Theta) = L; n_i(\Theta) = l_i; n_j(\Theta) = l_j,$$

то, в случае если за данный промежуток времени происходила неравномерная «закладка» геологических природных процессов и неравномерное их повреждение, — N процессов к моменту t_0 будет пропорционально времени в интервале от t до $t + dt$; тогда

$$N(t, t_0) dt = \alpha (t + dt), \quad (5)$$

где $\alpha = \frac{L}{\Theta}$ — коэффициент пропорциональности; для n_i (5) будет иметь вид:

$$n_i(t, t_0) dt = \alpha_i (t + dt). \quad (6)$$

Если для коэффициента пропорциональности принять

$$\alpha_i = \frac{l_i}{\Theta} = \frac{L}{\Theta} \cdot \frac{l_i}{L} = \alpha \cdot \frac{l_i}{L},$$

тогда (6) примет вид:

$$n_i(t, t_0) dt = \alpha \cdot \frac{l_i}{L} (t + dt).$$

Соблюдение условий соответствия $a = b$ для природных геологических процессов l_i к моменту отсчета времени Θ и соответствующее нормирование функции $l_i(t, \Theta) dt$ позволяет считать $l_i(t, \Theta) dt$ как вероятность нахождения геологических процессов, фиксируемых в момент Θ . Следовательно,

$$l_i(t, \Theta + d\Theta) = l_i(t - d\Theta, \Theta), \quad (7)$$

поскольку единственными природными процессами, сохранившимися на интервале времени t к моменту отсчета $\Theta + d\Theta$, представлены процессы, выстоявшие в течение времени $t - d\Theta$ в момент Θ .

Далее возможен такой вид равенства:

$$\frac{\partial l_i(t, \Theta)}{\partial \Theta} + \frac{\partial l_i(t, \Theta)}{\partial t} = 0. \quad (8)$$

Это значит, что если $l_i(t, \Theta)$ является функцией от независимой ($t - \Theta$) при $L_0(t) = l_i(t, \Theta)$, то решением для вероятности нахождения часов l_i будет выражение

$$l_i(t, \Theta) = L_0(t - \Theta). \quad (9)$$

Это соотношение является решением уравнения, а природные геологические процессы, сохранившие физическую и информационную целостность за время t к моменту их «ревизии» $\Theta = 0$, характеризуют геологическое время $t + \Theta$ на момент отсчета Θ .

Корреляции же между l_i и l_j зависят от «независимого» времени⁴ (в котором имеется масштаб соотношений между геологическим и техногенным временем), обозначающего собой интервал, на протяжении которого идет повреждение природных геологических процессов.

Любые процессы l_i по истечении времени $(t + dt)$ с момента их возникновения при воздействии техногенных процессов могут повреждаться и перейти в множество l_j . Если τ достаточно велико, $\tau \geq \Theta - t_0$, то число событий n_j , в течение указанного отрезка времени, будет увеличиваться пропорционально времени с коэффициентом

$$n_j(t, t_0) dt = a_i(dt, \Theta - t_0) = a \frac{n_i}{N}(dt, \Theta - t_0), \quad (10)$$

где $\alpha = \frac{L}{\Theta}$ — коэффициент приуроченности.

При $t = 0$ число поврежденных геологических процессов к настоящему времени можно выразить посредством:

$$l_j = n_j(\Theta) = l_i \frac{\Theta - t}{\Theta}. \quad (11)$$

Если τ достаточно мало $\tau < \Theta - t_0$, то увеличение числа процессов будет ограничено моментом $\Theta = t_0 + \tau$, являющимся одновременно и условием оптимального динамического равновесия между процессами l_i и l_j . Число порождаемых процессов будет равно числу процессов, поврежденных техногенным воздействием, таким образом, что

$$l_i(t, t_0) dt = l_j(dt, \tau + t_0). \quad (12)$$

При выполнении условия, вытекающего из соотношения (12), к моменту Θ будем иметь

$$l_j = n_j(t) = l_i \cdot \frac{\tau}{\Theta}, \quad (13)$$

то есть, поскольку τ мало, то n_j также мало. Но если τ сколько угодно велико, то l_j определяется

$$l_j = n_j(t) \frac{\Theta - t}{t}. \quad (14)$$

⁴ «Независимое» время τ есть время, в котором разворачиваются события геологические в геологическом времени и технические процессы в «техногенном времени».

Выражения (11, 13, 14) указывают на зависимость количества процессов подмножества l_j от τ времени действия техногенных процессов. Конечно, данные соотношения являются, во-первых, предварительными и, во-вторых, они отражают узкий класс возможных моделей взаимодействия множества природных геологических процессов с множеством технических процессов.

Далее перейдем к информационному аспекту поднятых вопросов. Накопление поврежденных геологических событий и тел при достаточно большом τ , либо в случае глобального и тотального воздействия технических процессов на природные геологические, неизбежно скажется на характере эволюционной траектории планеты. При этом следует учесть, что технические процессы воздействуют не на всю совокупность геологических процессов равномерно, а лишь на некоторые из них и некоторые геологические тела. Наибольшая плотность поврежденных геологических тел наблюдается среди тех, которые расцениваются человечеством как полезные ископаемые. К настоящему времени месторождения полезных ископаемых, выходящие на дневную поверхность, по существу все технически преобразованы, то есть $l_i \rightarrow 0$ (или, по крайней мере, $l_j \leq l_i$).

Природные процессы, порождающие геологические тела в их пространственно-временных координатах, до момента воздействия на них технических процессов содержат неискаженную память планетарного характера. Поэтому воздействие техногенных процессов на геологические можно рассмотреть в информационном отношении [7].

Пусть m — число возможных сообщений, характеризующих какое-либо геологическое событие, а n — конкретное число сообщений данной характеристики геологического события. Тогда выборы первого сообщения характеристики из m возможных сообщений и второго элемента из того же числа m заключены в числе комбинаций выбора двух сообщений m^2 . Если характеристика содержит n сообщений, то число их сочетаний составит $N = m^n$. Число N является количественной мерой сведений, содержащихся в характеристике, заданной сообщениями. Выбор такой меры требует выполнения условий аддитивности единиц меры. В данном случае количество сообщений, содержащихся в характеристике, должно быть пропорционально n . Тогда, согласно этому требованию, вдвое большая характеристика должна нести вдвое большее количество сообщений.

Следовательно, мерой количества сообщений, обобщенных характеристикой в сведения, будет не число N , а некоторая функция $I = f(N)$, основывающаяся на требовании аддитивности: приращение функции f пропорционально приращению сообщений в характеристике. Продифференцировав, получим $df = n \cdot dn$, при $dN = \ln m N \cdot dn$. С заменой df на dn имеем:

$$df = k \cdot \frac{dN}{N}, \quad (15)$$

а искомая функция выразится как

$$f = k \cdot \ln m = \log_n N,$$

что при выборе основания логарифма дает:

$$I = n \cdot \log_2 m, \quad (16)$$

а содержательная емкость характеристики устанавливается по соотношению, предложенному Хартли, вида:

$$I' = \frac{I}{n}. \quad (17)$$

Запись, с позиций теории вероятности, общего вида для количества информации на символ, в случае событий a, b, c, \dots, j , с априорной вероятностью $P_a, P_b, P_c, \dots, P_j, \dots$ дал К. Шеннон [30]:

$$I = -k \sum_j p_j \ln p_j. \quad (18)$$

Далее, информацию о природных геологических процессах будем рассматривать движущейся по каналу естественной траектории эволюции. Информация считается полной и неискаженной, если она не подвергается воздействию технопроцессов. Тогда техническое воздействие на множество сообщений о геологических событиях (движущихся в «канале связи» геологического времени) может быть выражено как

$$C'_{\max} = k' \cdot \log [1 + (R/M)], \quad (19)$$

где R — мощность сообщений, а M — мощность технических воздействий в канале потока сообщений. Следует иметь в виду, что геологические события, сменяющие друг друга в пространственно-временных координатах планеты, многократно перекодируют информацию по пути от далекого прошлого к настоящему, но для нас важен момент нового способа перекодировки — техногенного; тогда, для того, чтобы найти меру искажения информации (при термическом воздействии или техническом массораспределении вещества земной коры, или электромагнитном воздействии) на геологический код можно воспользоваться зависимостью

$$C = k' \cdot \log \left(1 + \frac{I \cdot V_s}{V_b} \right), \quad (20)$$

где V_s — число геологических вариаций кода за геологическое время и V_b — модификация количества вариаций, обусловленных техническими видами воздействия на геологическое кодирование информации. Возможно, что для функционирования технических воздействий на информацию геологического природного

характера существует информационная закономерность оптимального кода для каждой из четырех альтернатив (соотношения $(1-4)$).

За общее выражение емкости кода можно принять

$$C = k \cdot \log V_c \cdot F_b, \quad (21)$$

где V_c — количество вариаций кода, а F_b — технический воздействующий фактор $\frac{V_c - V_b}{V_c} = F_b$. Если техновоздействие не

имело места, то $V_b = 0$, а $F_b = 1$; передача информации не возможна, если $V_b = V_c$, а $F_b = 0$. Это случай такого, например технического воздействия, когда геологическое тело **нацело** уничтожено в естественной геологической памяти. Таким случаем может быть полная выработка железорудного тела (месторождения) и использование этого железа в технических изделиях. По железу ковша экскаватора невозможно установить информацию о месторождении, послужившем материалом для данного технического изделия, то есть происходит полная потеря естественной геологической информации.

§ 6. Ноосфера и модель перехода

Вопросы интенсивности, качества и количества техногенных воздействий на множество природных геологических процессов были в фокусе внимания многих видных естествоиспытателей. Особенно широко и глубоко эта проблема рассматривается в работах последнего периода жизни В. И. Вернадского [9—13].

Трактовка В. И. Вернадским научной мысли в ранге планетного явления, разума как движущей силы общепланетной эволюции и рассмотрение человечества как центра кристаллизации ноосферы предоставляют возможность построить некоторую содержательную модель ближайших общепланетарных перспектив в плане неограниченного технопроцесса⁵. Модель, которую строит В. И. Вернадский, в целом сводится к следующему. Имеется планета Земля, подразделенная на сферы. Рассмотрению подлежат следующие обобщенные подразделения: геосфера, биосфера, ноосфера.

1. **Геосфера** представляет собой совокупность вещественных и энергетических преобразований в пространственно-временных координатах Земли на ее общей эволюционной траектории.

2. **Биосфера**, в соответствии с предметом исследования, может быть рассмотрена в дополнительных подразделениях: а) косное вещество биосферы и б) живое вещество биосферы.

⁵ Это пока наиболее вероятная альтернатива, поскольку все мировые потоки финансирования осуществляются в направлении скорейшего технического прогресса с выходом к «экономическому процветанию».

3. Ноосфера — сфера ближайшего будущего, выдвигающаяся из биосферы путем преобразования последней.

Поскольку нас интересует феномен техногенеза, рассмотрим в требуемых деталях вопросы биосферы, ноосферы и процессы перехода одной в другую. Биосфера, как вместилище процесса жизни, стимулирует общепланетарные процессы в сторону необратимых эволюционных преобразований. Являясь посредником между косным веществом Земли и космической окрестностью Земли, биосфера представляет собой пластический субстрат, видоизменяющийся в соответствии с изменением окружающей обстановки. Наиболее пластическая и энергично эволюционирующая часть биосферы представлена совокупностью живых организмов — живым веществом. «Биогенный ток атомов» в органическом метаболизме растительных и животных форм жизни поддерживается тремя процессами жизнеобеспечения: питанием, дыханием и размножением. Живое вещество, организованное в таксономические подразделения видов, родов, семейств и т. д., находится в непрерывном вещественном и энергетическом взаимодействии с косным веществом биосферы (илы, почвы и пр.), причем масса живого вещества⁶ в общей массе биосферы составляет лишь 0,02%. Сотни миллионов лет существования биосферы на эволюционной траектории планеты организовали биосферу в разнородную, сложную динамическую систему, равновесие которой согласовано не только с активностью косного вещества геосферы, но и с космической обстановкой. Это динамическое равновесие, в основе которого лежат трудновскрываемые причины эволюции жизни, во времени необратимо, и на вершине эволюционных тенденций биосферы (особенно ее живого вещества) явился *Homo sapiens* [13, 17].

Человек, как ведущее звено эволюционных процессов в биосфере, охватил своим воздействием всю планету, оказывая давление на все средства ограничения человеческой экспансии. Добываясь и преодолевая сопротивление косной и живой среды биосферы, человек развил свой разум, который после утверждения человека становится ведущей геологической силой. То есть, человек, будучи живой частью живого вещества биосферы, в своем устремлении к идеалам разума возглавил эволюцию планеты, обобщая и перераспределяя по своему усмотрению энергетические и вещественные ресурсы планеты. Средство, которым достигается это глобальное воздействие на планету, называется техническим прогрессом. То есть давление, оказываемое человеком на биосферу, осуществляется с помощью машин. Это давление считается, во-первых, уместным, во-вторых, разумным и предназначено к переводу биосферы в ноосферу (сферу

⁶ Вещества, включенного в прижизненные состояния всего множества организмов.

разума, которой в своей эволюции достиг человек из всей совокупности животных и растительных видов) [8, 13].

Такова общая канва модели биосферы и ее перехода в ноосферу. С присущей В. И. Вернадскому глубиной и прозорливостью дана общая картина тенденций реализации замыслов «не знающего предела разума». Действительно, положение дел таково, каким его видел 40 лет назад В. И. Вернадский. Но эта модель с развитием знания и технического прогресса оказывается неполной и, конечно же, не единственной. В предыдущем параграфе даны 4 возможности стратегии поведения *Homo sapiens*. Модель В. И. Вернадского соответствует неравенству (3)

$$\left(\frac{\partial I_1}{\partial t}\right)\Theta - \left(\frac{\partial I_j}{\partial t}\right)\Theta < 0,$$

когда «техногенное давление», поощряемое стимулами «неограниченного разума», раздавливает не только косное вещество биосферы, но и живое вещество биосферы и косное вещество планеты.

Действительно, переход к ноосфере, редактируемый только экономическими стимулами и технической исполнимостью технических же задач, лишает биосферу ее пластического ядра — живого вещества. Вытеснение «техническим поголовьем» «биологического поголовья» уже очевидно в цифрах и фактах. При этом следует отметить, что виды механизмов являются короткоживущими по сравнению с растительными и животными видами — грубая оценка «периода полураспада механических видов» составляет по отношению к органическим животным видам $10^{-6} - 10^{-7}$.⁷ Кроме того, создание экосистем, оптимальных для технических средств функционирования вещества и энергии, приведет человека к биологическому одиночеству. Если это и есть та перспектива и итог прогресса, то, действительно, возникает новая «биосфера», в которой живым веществом остается человек и все, что он производит искусственно: косное вещество, динамизированное энергией молекулярного топлива, и вечно перерабатываемое косное вещество геосфер для косных тел технического происхождения. Уменьшение живого вещества в биосфере, увеличение технического давления на естественные экологические системы не являются ли прямой причиной демографической проблемы? Не восполняет ли природа потерю различного множества растительного и животного вещества воспроизводством живого вещества в «серийном» издании живого вещества в виде *Homo sapiens*? Эти вопросы весьма уместны.

⁷ Средняя продолжительность палеонтологических видов (в количестве 40) дает «живое время» в 187 млн. лет, то есть биологические виды — долгоживущие, некоторые более 500 млн. лет.

1. Следует признать жесткость сроков, в течение которых человечеству предстоит осознать, исследовать и решить в практическом формате ряд сложнейших проблем, возникших в сфере вражды человека с природой, частью которой он же и является [6, 8]. Решение этих проблем становится внутренней движущей силой самой жизни. Переходный период от биосферы к ноосфере характеризуется особым набором вещественных и пространственно-временных преобразований. В этой специфике настоящего времени все прижизненное человечество поставлено перед новыми наборами профилирующих целей и средств дальнейшей организации жизни. Любое количество патетики и приверженности к психологическим стандартам стимулов и идеалов, так же как и выбрасывание в бессвязную новизну, не прольют свет на проблему «загрязнения среды» как психологическую проблему.

2. Геологическая и геохимическая обстановка на Земле через активное воздействие технопроцессов дрейфуют в сторону от природного равновесия, установленного на интервалах миллионов лет. Кроме того, Земля как космическое тело подвергается постоянному воздействию космических сил (Солнце, звезды, планеты, метеорная пыль и др.). Подчеркнем, что природа космических сил «отстает» от темпов наземного технического прогресса, то есть все космические воздействия ведут диалог с Землей в соответствии с предыдущим опытом эволюционных качеств и количеств. Нет ограничений на предположение о том, что эволюционирующий космос имеет «свои программы» последовательного развертывания этапов эволюции. Возможно и то, что взрывная интенсификация человеческой наземной деятельности обязана не только внутренним стимулам людей, но и внешним программам космических маршрутов жизни. В таком случае возникает вопрос о согласованности этих «программ», поскольку весь пафос технических преобразований нацелен не на изменение человека, а на изменение среды. Причем, изменение среды производится неизменяющимся (или изменяющимся в соответствии с приспособлением функции «изменять среду») человечеством, и весь заряд эволюции самого человека стекает по производственным каналам в вещественные геологические и геохимические преобразования [2, 25, 27].

3. Конечно, если признать в качестве единственной возможности назначение человека «быть перерабатывающей земное вещество бактерией», то все идет как нельзя лучше. Но такой убийственный детерменизм («из праха — в прах»), прикрывающийся «человеческим могуществом», не единственная траектория наземной жизни людей. Конечно же, можно взвалить на свои плечи всю биосферную проблематику и попытаться длительную эволюцию косного вещества «переработать разумом»,

но возникает проблема обратной связи — как косное вещество подействует на сферу разума. Все многотысячное разнообразие технических изделий как раз и иллюстрируется потомством брачующейся пары «разума и косного вещества». Это потомство, потребляя биосферные ресурсы, с одной стороны, уничтожает других представителей планетной жизни, с другой — отчуждает само человечество от природных контактов. Это отчуждение связано с тем, что между природой и человеком появилась техническая изоляция, и диалог человека с природой уже ведется через техническое посредничество. Убирая эту «техническую прослойку», люди «разбиваются о жесткость природы»; беседуя с позиций технической силы, люди разбивают природу. Это и есть пафос вражды. Человечество выживает (не живет!) с помощью техники и побеждает ею же. Цель выжить, а не развиваться, замедляет темпы эволюции человечества.

4. Возможность установить перспективу наземной жизни человечества можно усмотреть на более гибком, пластическом основании. Действительно, будучи ведущим животным видом на Земле, люди могут пользоваться разными языками в общении с природой. При этом на начальных фазах установления взаимопонимания могут быть использованы:

а) «техногенный язык» — общение человека с природой «вооруженной рукой и разумом»;

б) «природный язык» — общение человека на уровне безоговорочных уступок природе;

в) «язык согласованный» — мягкое (длительное, нежесткое) последовательное видоизменение природы и себя в местах органического единства человека и среды.

Интенсивность, повсеместность и основные сферы применения того или иного языка подлежат выяснению. Это выяснение обязательно должно синхронизироваться с ревизией набора общечеловеческих целей и средств, прежде всего в местах хронической алчности и жестокости людей. Без выхода на принципиально новый уровень психологии людей избежать катастрофического снижения значимости человеческой жизни вряд ли удастся.

Список литературы

1. Агоштон Л. Особенности взаимодействия человека и природы в условиях научно-технической революции.— Вопросы философии, 1975, № 9.
2. Антропов П. Я. Топливно-энергетический потенциал Земли.— М.: Прогресс, 1976.
3. Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека.— Изв. АН СССР, сер. геогр., 1977, № 1, с. 16—24.
4. Беляев А. В. Комплексные зависимости водного баланса основных географических зон земного шара.— Изв. АН СССР, сер. геогр., 1977, № 1, с. 38—50.

5. Биосфера.— М.: Мир, 1972.
6. Биосфера и ее ресурсы.— М.: Наука, 1971.
7. Бриллиант Л. Наука и теория информации.— М.: Физматгиз, 1960.— 392 с.
8. Вассоевич И. В. Учение о биосфере.— Изв. АН СССР, сер. геол., 1977, № 1, с. 5—13.
9. Вернадский В. И. Биохимические очерки.— М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
10. Вернадский В. И. Несколько слов о биосфере.— Успехи современной биологии, 1944, т. 18, вып. 2, с. 113—120.
11. Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. Т. 2.— М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1939.
12. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения.— М.: Наука, 1965.—374 с.
13. Вернадский В. И. Размышления натуралиста.— М.: Наука, 1977.
14. Вьюницкий В. И., Крылова Н. С. Международный день охраны окружающей среды.— Вопросы философии, 1975, № 11, с. 163—166.
15. География, техника, проектирование.— М.: Знание, № 5, 1976.—47 с.
16. Дмитриев А. Н. Выбор интервалов при составлении геологической шкалы времени.— Геология и геофизика, 1966, № 7, с. 135—137.
17. Дмитриев А. Н. Необратимость — мера жизни.— Новосибирск: Зап. Сиб. книжн. изд-во, 1964.
18. Дубинин Н. П., Засухина Т. Д. Защитные механизмы клетки в условиях загрязнения окружающей среды.— Вестник АН СССР, 1975, № 11, с. 76—83.
19. Загрязнение окружающей среды и радиоэлектронная промышленность.— Электроника, 1973, № 7.
20. Золотухин А. Н. и др. Воздействие электромагнитного излучения на биологические объекты и физические основы защиты от него.— Зарубежная радиоэлектроника, 1975, № 1.
21. Лаптев И. Идеологические аспекты экологических проблем.— Коммунист, 1975, № 17, с. 65—73.
22. Методологические проблемы геологии/Под ред. акад. АН УССР А. С. Поваренных.— Киев: Наукова думка, 1975.— 131 с.
23. Одум Ю. Основы экологии.— М.: Мир, 1975.
24. Шилов Ю. С. Прогноз изменений гидрогеологических условий в ходе разработки месторождений газа севера Западной Сибири.— В кн.: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. М.: изд-во ВНИИЭГАЗПРОМ, 1976.
25. Сидоренко А. В. Человек, техника, Земля.— М.: Недра, 1967.—67 с.
26. Смирнов Б. М. Экологические проблемы атмосферы Земли.— Успехи физ. наук, 1975, т. 117, вып. 2, с. 333—332.
27. Фомин В. М., Толстихин О. Н. Значение и место геологических исследований в проблеме охраны окружающей среды.— Советская геология, 1975, № 6, с. 6—17.
28. Холодов Ю. А. Магнетизм в биологии.— М.: Недра, 1970.
29. Шварц С. С. Эволюция биосферы и экологическое прогнозирование.— Вестник АН СССР, 1976, вып. 2.

30. Шеннон К. Э. Работы по теории информации и кибернетике.— М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963.

Е. И. Гневковский, Д. И. Тебиева

**ПРОБЛЕМЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
И ОХРАНЫ МАЛЫХ РЕК
СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОЙ АССР
(на примере р. Камбилеевки)**

Малые реки Северной Осетии издавна играли важную роль в жизни проживающего по их берегам населения, будучи используемыми для многочисленных хозяйственно-бытовых потребностей (источник питьевой воды, для обводнения припойменных лугов и пастбищ, орошения садов, устройства водяных мельниц, рыболовства).

Наблюдаемое в настоящее время истощение водных ресурсов малых рек связано с хозяйственной деятельностью человека. Во-первых, этому способствует увеличение водопотребления на нужды развивающейся промышленности и сельского хозяйства, достигшее в настоящее время в целом по республике 677 млн. м³ в год [7]. Во-вторых, истощение водных ресурсов малых рек вызывается нарушением установившегося соотношения между площадями, занятыми лесами, древесно-кустарниковой и многолетней травянистой растительностью — с одной стороны и посевами однолетних сельскохозяйственных культур — с другой. Распашка пойменных земель, вырубка древесно-кустарниковой растительности в бассейнах рек и в прибрежных водоохраных зонах привели к резкому уменьшению меженного стока, обмелению и потере рядом рек своего значения (Майрамадаг, Хаталдон, Черная). Уменьшение меженного стока, в силу названных причин, а также вследствие интенсивного отбора воды на возрастающие хозяйственные нужды, способствует тому, что мезоформы рельефа русла, сформированные в период прохождения паводка, не могут быть реконструированы меженным потоком, поэтому практически любой весенний, осенний или дождевой паводок вызывает затопление пойменных земель. Ущерб, нанесенный хозяйству республики в результате затоплений и наводнений на малых реках за 1975—1981 гг., составил, по нашим расчетам, значительную сумму, поэтому нельзя оставлять без внимания вопрос о вредном воздействии поверхностных вод при нарушении их природного режима.

Вследствие уменьшения водности малых рек одновременно происходит снижение уровня стояния грунтовых вод, гидрологически связанных с рекой, поэтому возникает необходимость в