

Каждая эпоха рождает свой тип мировоззрения. Новые знания и новый опыт вносят свой вклад, и идет непрерывная трансформация наших взглядов на нас самих, на окружающий мир и на наше место в нем (Моисеев, 2000, с. 6).

Сохранение экологии планеты не только сегодня, но и для будущего поколения, однозначно зависит от способа нашего мышления, уровня образования (парадигмой) и планкой интеллекта. Индуктивный или аналитический уровень образования целиком отравил наше сознание. Давление индуктивного уровня по всем каналам образования доказывает субъекту его правоту. Оно приводит к топтанию на месте, потому что в наших моделях мышления постоянно должна проследиваться связь от индукции к дедукции и, наоборот, – от дедукции к индукции. Но она не проследивается. В результате мы имеем половинчатые модели, удерживающие наше сознание целиком на индуктивных моделях. И почти бесполое предлагать дедуктивные построения. Они будут не поняты и не поддержаны. Такая ситуация является «нормальным» состоянием, пока не случаются экстренные кризисные или аварийные ситуации. Например, написал В.И. Вернадский «Биосферу» в 1922 г., но более чем 50 лет она была никому не нужна, пока пол-Европы и Япония не оказались в экологическом кризисе. Природа – целостная система, и изучать ее надо целиком. Такому подходу мешает расчлененность науки и образования на многочисленные дисциплины и специальности. И только лишь экология стала развиваться по пути, игнорирующему междисциплинарные барьеры.

В экологии осознается, что существует целостная относительно устойчивая независимая система «материки – океан – атмосфера – континентальные воды (включая грунтовые и подземные воды)», и каждая из подсистем развивается как мощная тепловая машина. Энергией этих машин управляют поток солнечной энергии, внутренняя энергия Земли, гравитационные, солнечно-лунные приливные силы, и другие. В последнее время элементами этой системы стал активно управлять человек. Но управление имеет пока что большей частью негативный характер. Для оценки последствий своего управления человек использует несколько стандартов нормирования, имеющих большей частью режим реального времени. Все они антропоцентричны. Отсутствует еще один, – перспективный: выбросы не должны превышать естественное удаление загрязнений с территорий поверхностным, дренажным и речным стоками.

Поддержание устойчивости процессов на Земле осуществляется существованием круговоротов веществ. Каждый новый цикл круговорота хоть немного, но отличается от предшествующего, что ведет к непрерывной эволюции природы. Человек на фоне слабо изменяющегося состояния устойчивости создает не свойственные природе технические системы с отсутствием замкнутых циклов, чем вносит в природные процессы свои коррективы. Загрязнения на долгие времена остаются там, куда они были выброшены, либо мигрируют на другие территории, кроме загрязнений, распадающихся на простые соединения.

Магии с загрязнениями не случается. Создавая многочисленные системы очистки выбросов, сбросов, и захоронения твердых отходов, человек пытается уменьшить свое влияние на природу, обманывая себя техническими достижениями в инженерной защите ОС. Самообман заключается в том, что непрерывное самоочищение атмосферы от рассеянных выбросов и самоочищение воды от загрязнений из разбавленных сбросов приводит в конце концов к накоплению загрязнений в почвах суши и донных отложениях водных систем, которые через некоторое время (особенно почвы) проявляют свой эффект кумуляции, передавая загрязнения в пищевые цепи, грунтовые и подземные воды.

Биосфера – гарант жизни на Земле. Она поддерживается в первую очередь растительностью. Растительность может существовать только в атмосфере. Последняя обладает наименьшей массой, по сравнению с другими сферами Земли, поэтому атмосфера наиболее уязвима к загрязнениям.

Из недр Земли ежегодно добывается примерно 1 млн т/год минерального сырья, и почти на порядок больше – топливного сырья. Люди используют также другие материальные ресурсы. В совокупности человек выбрасывает в атмосферу Земли около 2 млн т в сутки различных загрязнений. Их поведение в биосфере полностью определяется естественными процессами, независимо от желания человека. Но чтобы защитить человечество от уничтожения, необходимо знать, что происходит с загрязнениями после их выброса, сброса или захоронения. Наши знания зависят не только от специальности образованного человека, но они зависят в первую очередь от мировоззренческой ориентации каждого человека.

В Пензенской области около 100 работающих предприятий обеспечивают выбросы в атмосферу порядка 34 тыс. т/год загрязнений. В основном, это предприятия электроэнергетики и теплоэнергетики, на которых возросло потребление мазута. Основная часть вредных веществ – 26 тыс. т (77 %) выбрасывается в атмосферу без очистки. Твердых веществ выбрасывается по области примерно 6 тыс. т, газообразных и жидких – 20 тыс. т. На очистные сооружения поступает только 8 тыс. т (23 %) выбросов. Очистные сооружения улавливают 7,4 тыс. т загрязнений, а 600 т выбрасывается в атмосферу. Кроме этого, около 2–3 тыс. т/год пыли и аэрозолей в Пензенской области поставляют в атмосферу стирающиеся покрышки автомобилей. Таким образом, в атмосферу выбрасывается 77 % неорганизованных, или диких, выбросов. Это означает, что на фоне общего объема выбросов по Пензенской области инженерно-технические методы защиты атмосферы являются как бы второстепенными. И так, примерно, по всему миру.

Загрязнение любого объекта имеет определенную структуру: исток, загрязненная область или тело, сток. Сток может быть по плотности концентраций рассеивающим, или кумулятивным, по химическому составу – быть в виде пыли, солей, или кислот, приводя к разным комбинациям загрязнений.

Механизмом концентрирования загрязнений является циклон. Иногда это наиболее частое направление ветра, или узкое ущелье. Выпадение загрязнений приводит либо к образованию кислотных дождей, либо к засолению территорий.

Пенза относится к городам со средним уровнем загрязнения. Возвышенность в центре города приводит в летнее время к частым послеполуденным дождям. Триггером появления дождевых туч являются аэрозоли и пыль над городом. Дождь очищает атмосферу, и все загрязнения в атмосфере аккумулируются в культурных поверхностных отложениях г. Пензы, развивающихся вместо почв. Останец в виде горы посреди г. Пензы потенциально может быть либо мотильщиком города, если загрязнения будут накапливаться в почвах и культурных отложениях г. Пензы, либо будет поддерживать чистоту экологической обстановки, если сток и дренаж вод будут очищать поверхность. Переход г. Пензы в потенциально возможную предкризисную экологическую ситуацию может быть вызвано тем, что низкой

устойчивостью к вредным воздействиям загрязнений являются геозэкосистемы, обладающие повышенным потенциалом концентрации вещества (горы, возвышенности, низины, избыточное увлажнение и др.).

Поэтому весьма важным является рассмотрение способов распределения и миграции загрязнений в атмосфере, способов самоочистки атмосферы, а также управление (оптимизации) ОС посредством рационального распределения предприятий топливно-энергетических систем (ТЭС).

Важность подобной работы заключается в том, что выделениями ТЭС, сбросами и выбросами предприятий и коммунальным хозяйством в ОС, ОС можно управлять. Управление может быть организовано в виде положительных воздействий на ОС.

Хвойные леса бедных таежных ландшафтов существенно повреждаются и усыхают через 10–20 лет уже при средних концентрациях SO_2 в приземной атмосфере 0,003–0,006 мг/м³ в год. Существуют и эмпирически установленные коэффициенты удельного повреждения лесов в зависимости от объема дымовых выбросов диоксида серы в регионе. При поступлении к земной поверхности 4–5 г/м² SO_2 , в экосистеме начинают проявляться изменения, а при поступлении к земной поверхности 15–20 г/м² SO_2 в год гибнут леса (Казаков, Чижова, 2001).

В принципе, наблюдаемые даже в кризисных ситуациях структурные изменения в геозэкосистемах развиваются медленно по сравнению с временем жизни человека или общества, и воспринимаются они как процесс естественного или близкого к нему развития. Но некоторые микрорекосистемы или их составляющие все равно преодолевают экологические микроразрывы и даже микрокатастрофы, почти не сказывающиеся на хозяйственной деятельности. Постепенно ландшафт и хозяйственная деятельность подстраиваются друг к другу. Этот процесс можно ускорить и направить в нужное русло ландшафтно-экологическими и эколого-технологическими инженерными мероприятиями. При сильных и резких воздействиях повреждаются ландшафтные структуры высоких рангов, а элементарные геозэкосистемы трансформируются сильнее и на большей территории. В результате в нарушенных ПТК возрастают контрасты и градиенты, активизируются плохо регулируемые естественные процессы и постепенно разрушаются организационные структуры ландшафтов. Другими словами, вначале изменяется и деградирует один из уровней организации геозэкосистем, из него как бы вырываются отдельные звенья, регулирующие интенсивность связывающих геозэкосистемы разномасштабных круговоротов. Затем, в том числе и под влиянием активизированных естественных процессов, начинают изменяться и отмирать структуры геосистем более высоких уровней организации (особи, популяции, виды; или урочища и их группы, местности, ландшафты).

Так в сферах влияния кислотных дымовых выбросов диоксидов серы и азота в первую очередь повреждаются, а затем и деградируют, элювиальные геозэкосистемы хвойных лесов на песчаных почвах, которые распространены разномасштабными участками в долине р. Суры и в других местах. Если воздействия не очень интенсивны и процесс усыхания хвойных деревьев растягивается на 20–40 лет, то в лесной зоне в элювиальных природных комплексах их постепенно замещают более устойчивые (в 4–10 раз) к этим загрязнителям мелколиственные породы. Соответственно меняются и другие элементы биогеоценозов – травянистая растительность и почвы.

Одно из важных конструктивных направлений преодоления или смягчения кризисных экологических ситуаций – это технологическое комбинирование производств, позволяющее либо использовать отходы одного производства в технологических циклах другого производства, либо нейтрализовать их вредное влияние (кислотных или щелочных выбросов) на ландшафты путем размещения предприятия в тех ландшафтах, на которые выбросы данного предприятия либо не влияют вовсе, либо влияют положительно. Установлено, что выбросы в атмосферу от топок на основе газа и мазута менее вредны для лесов, а топки на основе угля – менее вредны для степей (Казаков, Чижова, 2001).

В борьбе с загрязнением вод имеют значение геохимические барьеры, которые необходимо создавать вокруг промышленных предприятий с вредными выбросами и таким путем локализовать загрязнение, не дать ему распространиться на значительную площадь. Если, например, на пути миграции сернокислых шахтных вод поместить дробленые известняки или другие карбонатные породы, то на этом щелочном геохимическом барьере будут задерживаться тяжелые металлы, подвижные в кислой среде. В Молдавии для борьбы с загрязнением ландшафтов медью, используемой для опрыскивания виноградников, Н.Ф. Мырлян предложил создавать на пути миграции медного купороса техногенные щелочные барьеры (Перельман, Касимов, 1999, с. 444).

В России рекламируются и используются программные разработки фирмы «Интеграл», например, «УПРЗА» – универсальная программа по расчету загрязнений в атмосфере, позволяющая оценивать приземные концентрации газов и отражать их графически в виде изолиний разных концентраций. По программе, являющейся общенормативным документом (ОНД-86), просчитываются варианты концентраций каких-либо загрязнений, программа наикратчайшим путем приводит к потере бдительности человека: раз концентрации, например диоксида серы (SO_2), ниже ПДК, то достигнута экологическая безопасность. Точка зрения ошибочная в отношении перспектив экологической безопасности территорий, ведь вычисления проводятся в расчете на ПДК населенных мест. Например, при выбросе в атмосферу 1 кг/с SO_2 безопасные приземные концентрации достигаются уже при высоте трубы 200 м. Управляя высотой трубы, рассчитывается безопасная приземная концентрация загрязнений. Но за одни сутки выбрасывается 84,6 т SO_2 , за один месяц – 2592 т, а за год – 31 млн т. Эти концентрации, ниже критических значений ПДК населенных мест, локально приводят со временем к загрязнению трех сред: атмосферы (изменение концентрации SO_2 в верхней части тропосферы приводят к изменению параметров так называемого парникового эффекта), почв и воды, изменяя кислотность почв и воды, загрязняя водоемы химическими элементами и соединениями, вымытыми из почв кислотными дождями. Ровно столько SO_2 выбрасывают США в течение года. Если эту величину пересчитать на кислотность дождя для всей Земли, то значение pH этой величины, равное в чистой геохимической среде 5,6, понизится всего на 0,005 (pH станет равным 5,595), что, в общем, ничто. Но атмосферная влага, приводящая к образованию кислотных дождей, не позволяет SO_2 перемещаться на большие расстояния. Кислотные дожди выпадают вблизи источника их выбросов, распространяясь, судя по космоснимкам, в виде полосы загрязнений на 300–400 км, а затем их «след» теряется. Реже площадь загрязнений значительно больше, например, полоса кислотного загрязнения снега вдоль побережья Северного ледовитого океана возле Воркуты и Норильска.

Несмотря на малую длительность взвешенного существования сернистого ангидрида в атмосфере, и низкую величину его распределенного вклада в параметр кислотности, сера имеет влияние на оптические свойства облаков, что вызывает охлаждение Земли. Здесь сера образует отрицательную обратную связь, созданную человеком. О величине этого воздействия трудно судить, но оно сравнимо с парниковым эффектом, с противоположным знаком. Если бы не серные выбросы, то наблюдаемое

увеличение средней глобальной температуры было бы, возможно, в два раза большим (Глобальное потепление, 1993).

Параметр кратности смешения сбросовых вод, являющийся одним из важных параметров защиты ОС, также ведет к потере бдительности человека. Несмотря на то, что смешение загрязнений с незагрязненными водами приводит к достижению ПДК локально, сама масса загрязнений все равно поставляется в систему. Со временем она попадает в донные илы рек, осадки прибрежной полосы морей, океанов. Если подсчитать, то выпадающие концентрации за секунду, сутки, год могут оказаться не очень большими, но время десятилетий приводит к накоплению уже огромных запасов загрязняющих веществ, которые, со временем, обнаруживаются в грунтовых и подземных водах, попадая туда через разные циклы круговоротов веществ. Поэтому качество питьевой воды из подземных источников непрерывно ухудшается. Ухудшение качества подземных вод – показатель неэффективности инженерной защиты ОС. Неэффективность связана с тем, что загрязнения большей частью минуют эту защиту. И это осуществляется благодаря усыплению бдительности, вырабатываемой индуктивно на основе программ «Эколог 2», «Эколог 3» и др. Человеку нужно какое-то время, чтобы понять пагубность идей этих программ, преподносимых в образовании как кардинальное решение экологических проблем. Ничего другого в моделях «Эколог N» не преподносится. Их необходимо сопровождать блоком расчетов, куда, в конце концов, рассредоточиваются рассеянные загрязнения, пока человечество не погубило под «научность» следствий этих программ.

Таким образом, несмотря на существование всевозможных нормативных документов, загрязнение биосферы продолжает возрастать. Этот фактор связан с повсеместным давлением загрязнений по любым возможным каналам. Якобы от загрязнений человечество может защитить специальность «Инженерная защита окружающей среды», но, как видно, например, по Пензенской области, существующая «инженерная защита» может вмешиваться в поток загрязнений только на уровне 23 %, а 77 % загрязнений минуют инженерные защитные сооружения. Единственный выход из сохраняющейся кризисной экологической ситуации – для защиты ОС от загрязнений использовать методы инженерной географии, предлагающей рационально распределять производства с учетом свойств ОС. При другом способе сохранения биосферы можно использовать свойства ОС, которые сами способствуют нейтрализации загрязнений. Например, перевод кислотных вод в сульфатные позволяет сбрасывать такие загрязненные воды в морские акватории без дальнейшей очистки, так как для морской воды сульфаты не являются загрязнителями. Самоочищающие процессы в природных водах не уступают инженерным техногенным приемам (табл. 1), изложенным, например, в книге (Родионов и др., 1989).

Часть ученых-классиков со всей откровенностью, и, как им кажется, беспристрастностью, стремится к изоляции своей специальности от других. Это глубокое заблуждение, – старый мотив, ибо общеизвестно, что искусственная самоизоляция любой системы ведет к ее кризису. Не является исключением специальность «Инженерная защита окружающей среды», на которую человек делает ставку в охране ОС. В конечном итоге, не стагнация специальности повинна в высоком уровне неконтролируемого загрязнения (77 % по Москве и по Пензенской области). Просто нас стало много. И стал преобладать другой, – не промышленный тип загрязнения. Мы грязним своей численностью. Поэтому надо искать новые способы инженерной защиты ОС. Сделать это можно только путем выхода за пределы границ собственных дисциплин, обращаясь к опыту других дисциплин. Каких? Иногда ответ приходит не сразу. Но поиск вести надо через осваивание новых языков, ну, к примеру, инженерной географии. В указанных дисциплинах, или направлениях исследования, уже формируется новый самоорганизующий язык с семантическими ресурсами будущего, которые (ресурсы) надо начать материально реализовывать уже сегодня. Ибо, будущее планеты определяется не столько объемом промышленных загрязнений, сколько нашим интеллектом сегодня. Существующие нормативные значения типа ПДК, ПДВ и другие имеют количественные значения выше естественных фоновых. Поскольку количественные значения общенормативных документов превышают фоновые, то фоновые концентрации будут непрерывно увеличиваться и, в конце концов, достигнут нормированных значений во всех сферах и средах.

Таблица 1. Сравнение способов очистки вод в технических и природных системах

Процесс	Технические методы очистки сточных вод	Природные способы очистки вод от примесей и загрязнений
Циклы повторного использования (рекуперации)	Оборотное водоснабжение	Круговорот воды в природе
Очистка от грубодисперсных примесей		
Гравитационное осаждение	Отстаивание грубодисперсных примесей	Отстаивание в местах спокойного течения, в озерах, морях и океанах
	Осветление во взвешенном осадке	Осветление при изменении скорости течения и плотности воды
Всплывание	Флотация	Флотация в виде налипания на плавающие объекты и в виде насыщения разными газами
Инерция	Центробежное фильтрование и отстаивание	Центробежное отстаивание на излучинах рек; широко представлено в меандрах
Процеживание и фильтрация	Процеживание и фильтрация	Процеживание в зарослях растений и фильтрация в почвах; фильтрация животными-фильтровальщиками
Очистка от мелкодисперсных примесей		
Укрупнение частиц	Коагуляция	Коагуляции при смешении воды соединяющихся рек и при впадении рек в моря, океаны; в процессах морских и океанических течений
	Флокуляция	Флокуляция на основе активного диоксида кремния ($x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$)
	Электрокоагуляция	Флокуляция в виде слипания коллоидных частиц за счет сил Ван-дер-Ваальса
	Электрофлотация	
Очистка от минеральных примесей		
Испарение и возгонка	Дистилляция	Испарение
Ионный обмен	Ионный обмен на основе неорганических (минеральных) и	Ионный обмен на основе цеолитов ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$), глинистых

	органических катионитов и анионитов	минералов, полевых шпатов, слюд, фторапатита $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$ и гидроксиапатита $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$ особенно в гидротермальных процессах
Осмотического давления	Обратный осмос	Прямой и обратный осмосы и ультрафильтрация в глубинных горизонтах на глинистых «мембранах»
Электрохимический	Электродиализ	Электродиализ крайне широко распространен в грунтовых и подземных водах
Охлаждения	Замораживание	Вымораживание приводит к дифференциации воды на лед и остаточные обогащенные солями воды и минерализованные воды
Химический	Реагентные	Химическое взаимодействие примесей (загрязнений) при смешении вод в разных ситуациях; геохимические барьеры в недрах литосферы
Очистка от органических примесей		
Регенеративные		
Растворение	Экстракция	Растворение и экстракция
Испарение	Ректификация	Испарение с последующей конденсацией
Электростатический	Адсорбция	Адсорбция
Осмотическое давление	Обратный осмос и ультрафильтрация	Прямой и обратный осмосы и ультрафильтрация в глубинных горизонтах на глинистых «мембранах»
Деструктивные		
Биохимический	Биохимические	Биохимические
Химический	Жидкостного окисления	Жидкостного окисления
	Парофазного окисления	Парофазного окисления и восстановления в гейзерных и гидротермальных системах
	Окисления	Процессы окисления – восстановления
Радиационный	Радиационного окисления	Радиационное окисление – восстановление
Электрохимический	Электрохимического окисления	Электрохимическое окисление – восстановление
Очистки от газов		
Физический	Отдувка	Отдувка в гейзерах
	Нагрев	Нагрев – охлаждение в метаморфических и гидротермальных процессах
Химический	Реагентные способы	Реагентные способы взаимодействия вод с газами, особенно в гейзерах
Прочие методы		
Физический	Термическое уничтожение	Высокотемпературные (до 600–800 °С) химические процессы в гидротермальных и пневматолитовых системах
Пространственное рассредоточение	Устранение	Консервация в глубоких горизонтах недр
	Закачка в скважины	Естественная циркуляция вод по трещинам
	Захоронение	Обновление грунтовых и подземных бассейнов вод
	Закачка в глубины морей	Дампинг

Это эволюционный путь загрязнений, декларируемый нормативной экологией. Так как загрязнения, поступающие в чистую среду, вовлекаются в круговороты веществ и пищевые цепи, то они, таким образом, увеличивают фоновые концентрации.

В водной среде вещества 1-го класса опасности способны вызвать экологическое бедствие уже при 3-х кратном значении ПДК. Вещества 4-го класса опасности – при 20-и кратном. Вещества 2-го и 3-го классов опасности попадают примерно на линию, соединяющую вещества 1-го и 4-го классов опасности. Как правило, малоопасные вещества обладают к тому же относительно высокими значениями величин ПДК. Вещества сильно опасные – низкими значениями концентраций ПДК.

Из геохимии и минералогии известно, что сильно рассеянные элементы не образуют собственных минералов. Понимать это надо так, что вещества 1-го класса опасности не могут выпадать в осадок из-за собственных низких значений концентрации. Если они оказываются в высоких концентрациях, то в реках на протяжении нескольких километров гибнет рыба. Вещества 3 и 4-го классов опасности могут достигать в ОС более высоких концентраций, и, поэтому, могут выпадать в осадок.

Следовательно, существует ситуация, что вещества 1-го класса опасности в ОС рассеиваются, а 3-го и 4-го классов опасности – накапливаются. В водных средах загрязнения выпадают в осадок на геохимических барьерах. В морях и океанах загрязнения осаждаются иногда благодаря повышенным концентрациям солености морской воды (Андруз и др., 1999). Чем выше концентрация загрязнений, тем больше они выпадают в осадок. Так ведут себя загрязняющие вещества 3 и 4 классов опасности, поскольку в природе они более широко распространены и их концентрации в открытых природных системах в целом повышены.

Таким образом, инженерная защита ОС, обусловленная повседневным, тривиальным языком (парадигмой), недостаточна. Тысячу раз, на разных ладах мы будем встречать убедительные речи в ее защиту. Но такой язык ведет нас к гибели. Каждому экологу необходимо проследивать и знать, какая судьба ожидает выбросы и сбросы химических элементов и соединений в атмосферу, почву и водные среды. Фактор миграции загрязнений в почвах и донных отложениях не учитывается по той причине, что государственные службы мониторинга ОС принадлежат гидрометеоцентру, в котором отсутствуют ландшафтные геохимики, поэтому в материалах по мониторингу ОС геохимия ландшафтов не представлена. Оценку нормирования загрязнений в ОС, основанную на ПДК населенных мест, надо дополнить нормированием ПДК загрязняющей емкости ландшафтов и территорий (их необходимость вытекает из Федерального закона от 10 января 2000 г. «Об охране окружающей среды»). Сделать это можно на

основании сравнения накапливающихся на территориях загрязнений с кларковыми содержаниями в разных средах (кларк – принятое в геологии название среднего содержания по фамилии американского геохимика Ф.У. Кларка). Соотношения по конкретным загрязнениям не только должны отвечать виду

$\text{ПДК}_{\text{т.п.}} (\text{территориальных почв}) \leq \text{кларку почв};$

$\text{ПДК}_{\text{т.вод}} (\text{территориальных вод}) \leq \text{кларку воды};$

$\text{ПДК}_{\text{т.воздуха}} \leq \text{кларку воздуха},$

но они должны учитывать также массы выпадения загрязнений из атмосферы в течение года, поскольку по отдельным регионам такие выпадения загрязнений высоких классов опасности превышают взвешенные значения ПДК на пять порядков.

Кроме этого, для повышения культуры специалистов экологов и инженеров-экологов необходимо ввести в дипломные работы и проекты по экологии и инженерным методам защиты ОС 1-страничную главу «Балансовые уравнения миграции загрязнений» в течение года, 10 и 100 лет, в которой следует отражать пути миграции загрязнений, после того как они «выпущены на свободу» и их общую массу. Особую важность такая глава приобретет при проектировании предприятий и экологической экспертизе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. М.: Мир, 1999. 271 с.
2. Глобальное потепление: Доклад Гринпис / Под ред. Дж. Леггетта. Перевод с англ. М. Изд-во МГУ, 1993. 272 с.
3. Казаков Л.В., Чижова В.П. Инженерная география. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 300 с.
4. Моисеев Н.Н. О необходимых чертах цивилизации будущего (Философские заметки) // Экология, охрана природы, экологическая безопасность. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. 648 с.
5. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрей-2000, 1999. 768 с.
6. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.