

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**Современные проблемы экологии,  
природопользования  
и техносферной безопасности**

**А.Г. Карташев**

**Учебное пособие**

**Томск – 2017**

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Глава 1. Развитие экологии .....   | 4  |
| Глава 2. Системный анализ - основа экологической методологии.....                      | 8  |
| Глава 3. Устойчивость экосистем – методическая основа экологических исследований ..... | 10 |
| Глава 4. Технический прогресс и природопользование.....                                | 23 |
| Глава 5. Техногенное изменение кругооборота веществ и энергии .....                    | 30 |
| Глава 6. Техносферная безопасность нефтедобывающей отрасли Западной Сибири .....       | 36 |
| Глава 7. Отходы производства и потребления.....  | 41 |
| Заключение .....   | 42 |
| Список литературы .....  | 43 |

## **Введение**

Экология определяется как наука о взаимодействии биосистем с окружающей средой. Под средой подразумевается все, что находится вне организма и способно оказывать влияние на состояние популяции, вида, экосистемы. Биосистемы приспосабливаются к условиям среды в направлении максимальной выживаемости.

Историческое развитие живого мира происходит по эволюционным законам от простого к сложному с увеличением степени организованности биосистем. На определенном этапе эволюции создается биосфера - специфическая биологическая сфера жизни живых организмов. Биосфера формируется деятельностью живых организмов и обеспечивает устойчивость биосистем к влиянию космических и Земных факторов. С появлением первых живых организмов происходит трансформация среды. Следовательно, эволюционное развитие окружающей среды является необходимым компонентом биологической эволюции.

Неограниченное использование человечеством природных ресурсов привело к трансформации природного ресурсного потенциала, войнам за природные ресурсы и сокращению природных ресурсов. Рациональное использование природных ресурсов является актуальной проблемой человечества.

Техносфера представляет собой принципиально новую среду обитания, создаваемую одним видом живых существ. В какой степени техносфера является логичным развитием биосферы? Возможно, новая среда обитания технических саморазвивающихся систем разрушает биосферу. История и методология науки и техники в области экологии и природопользования позволяет систематизировать современные экологические представления и расширить фундаментальную научную базу студентов. Учебное пособие предназначено для студентов магистрантов по специальности экология и природопользование

## Глава 1. Развитие экологии

Основу научной методологии экологических исследований составляет концепция динамического взаимодействия популяций и видов с окружающей средой. Исследователи, изучающие живую природу, на популяционном, видовом, экосистемном и биосферном уровнях используют экологическую методологию взаимодействия биосистем и среды обитания. В качестве основоположников экологической методологии можно привести Ж. Ламарка, Ч. Дарвина, Ж. Бюффана, А. Берга, В. Вернадского, Тинсля, В. Локучаева, В. Сукачева и др.

В 1877 г. гидробиолог К. Мебиус, изучая устричные банки обосновал представление о биоценозе – эволюционно сложившемся сочетании организмов в определенных условиях среды. А. Гумбольдт заложил основы экологической географии. Растений. Русский исследователь К. Рулье разработал методологию экологических исследований животных – зообиологию.

Основатель школы русских почвоведов признан В. Докучаев, описал область распространения, способ происхождения и химический состав чернозёмов, как комплексную экологическую среду обитания в монографии «Русский чернозем», 1883 г. В. Докучаевым предложены принципы классификации и методы исследования почв. Предложено определение почвы как комплексного природного минерально-органического образования. Те или иные почвы являются результатом совокупного действия: живого мира, материнской породы, климата, рельефа и времени. Для классификации почв и рационального использования, необходимо исходить из их формирования и развития.

Академик Владимир Николаевич Сукачев — советский ботаник, лесовед и географ. В. Н. Сукачев разработал учение о растительных сообществах — фитоценозах: их строении, динамике, связях с внешней средой, историей страны; показал принципы их классификации и методы изучения. Владимир Николаевич подробно описал, как сменяются лесные сообщества во многих районах России, показал зависимость их от условий среды и биологических свойств древесных пород, т. е. разработал проблему динамики растительного покрова. Сукачев справедливо считается основоположником научного болотоведения. обстоятельно изучив болотные массивы в лесной зоне Европы и Азии, он разработал экологическую классификацию болот. В учении о биогеоценозах разработана им методология единства и неразрывной связи растительности, животных сообществ с физической средой обитания. Биогеоценоз — «кирпичик» биосферы, совокупность организмов, связанных взаимообменом вещества и энергии со средой, которую они населяют : воздух, почва, воды.

«Биогеоценозом мы называем всякий конкретный участок земной поверхности, на котором сохраняется определенная система взаимодействий всех компонентов живой (растительность, животный мир и микроорганизмы)

и мертвой природы (литосфера, атмосфера и гидросфера), т. е., иными словами, сохраняется однородная система получения и превращения вещества и энергии и обмена ими с соседними биогеоценозами и другими явлениями природы” (Сукачѳв, 1961; цит.: по 1972, с. 263). Логически термин “биогеоценоз” соответствует биоценозу, рассматриваемому совместно с “биотопом” (Dahl, 1908) – наименьшим гомогенным ансамблем физико-географической среды.

Английский геоботаник А. Тенсли в 1935 г. обосновал экосистемный методический подход, основанный на системном изучении растительных сообществ. Г. Одум и Ю. Одум разработали методологию энергетических взаимоотношений структурных составляющих экосистемы.

В области разработки биосферной методологии большое значение представляют исследования русского ученого В.П. Вернадского. В структуре биосферы В. Вернадский выделял семь видов вещества: живое; биогенное, возникшее из живого или подвергшееся переработке; косное абиотическое, образованное вне жизни; биокосное возникшее на стыке живого и неживого; к биокосному, по Вернадскому, относится почва; вещество в стадии радиоактивного распада; рассеянные атомы; вещество космического происхождения. В.И. Вернадский рассматривал живое вещество, которое развивается в реальном пространстве, обладает определённой структурой. Строение вещества соответствует определённому пространству, и разнообразие форм свидетельствует о разнообразии пространств. В. Вернадским сформулированы биогеохимические принципы развития биосферы: 1 - биогенная миграция химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению; 2 - эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов; 3 – живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, которая его окружает, и создается и поддерживается на планете энергией Солнца. Важным этапом необратимой эволюции биосферы, обусловленной непрерывной эволюцией нервной системы, В. Вернадский считал её переход в стадию ноосферы.

Основные предпосылки возникновения ноосферы : 1-расселение *Homo sapiens* по всей поверхности планеты и его победа в соревновании с другими биологическими видами; 2 - развитие всепланетных систем связи, создание единой для человечества информационной системы; 3 - открытие таких новых источников энергии, как атомная, после чего деятельность человека становится важной геологической силой; 4 - всё более широкое вовлечение людей в занятия наукой, что также делает человечество геологической силой.

Развитие теории эволюции получила в трудах Ч. Дарвина. Если Ж. Ламарк интересовали эволюционно – экологические изменения во времени, то Ч. Дарвин основное внимание уделял проблеме видообразования, в зависимости от местообитания и особенностей окружающей среды, в которой существуют организмы. В результате многолетних исследований Ч.

Дарвин сформулировал положения, составляющие основу его концепции эволюции: 1-особи в пределах каждого отдельного вида обладают значительной, но непрерывной изменчивостью по морфологическим и физиологическим признакам; 2- изменчивость возникает случайным образом и наследуется; 3-популяции живых организмов способны значительно увеличивать свою численность; 4 - в связи с ограниченностью необходимых ресурсов особи каждой популяции борются за свое существование и сохранение своего потомства; 5 - в результате борьбы за существование наиболее приспособленные особи выживают и оставляют потомков с близкородственными признаками; 6 - в результате естественного отбора наиболее приспособленных представителей данного вида, организмы более эффективно адаптируются к окружающим условиям. В теории Ч. Дарвина три главных постулата были принципиально новыми. Первый утверждает общность происхождения живых существ, т.е. сходные организмы связаны узлами родства и происходят от общего предка. Второй - возникающая изменчивость признаков носит случайный характер. И третий заключается в том, что только естественный, экологический отбор, происходящий под влиянием совокупности факторов существующей окружающей среды определяет, какие особи выживут, какие погибнут в борьбе за существование, т.е. естественный отбор является тем механизмом, который контролирует и определяет направленность последующих этапов эволюционного процесса.

Противоположная точка зрения, отстаивающая автономную направленность в развитии эволюционных процессов, сформулирована в концепции номогенеза: А. Берг (1977), А.А. Любищев (1982), Т. Шарден (1987) и других. По мнению Л.С. Берга, номогенез - закономерная эволюция организмов, процесс, идущий в определенном направлении, на основе автономических и хронологических причин. Автономические закономерности - внутренние конституционные свойства организма определяют изменения форм биосистем в определенном направлении. Хронологические закономерности обусловлены влиянием географического ландшафта, преобразующего формы организмов в определенном направлении. При этом процессы онтогенеза и филогенеза могут носить элементы, характерные для последующих эволюционных новообразований. Следовательно, современные организмы развились из многих тысяч первичных форм, т.е. полифелитично. Последующее развитие происходило преимущественно конвергентно, на основе закономерностей, охватывающих громадные массы особей на обширных территориях, скачками, параксизмами, мутационно. Наследственные вариации ограничены, и они развиваются по определенным направлениям. Борьба за существование и естественный отбор не являются факторами прогресса, т.к. они в основном сохраняют норму. Виды организмов в связи со своим мутационным происхождением значительно дифференцированы. Эволюция в значительной степени представляется как развертывание уже существующих задатков.

Вымирание видов биосистем происходит в результате как внутренних, так и внешних причин.

Аналогичной точки зрения придерживается и А.А. Любищев: «процесс эволюции вовсе не связан с проблемами приспособления». Видообразование «основано не на борьбе хаотически возникающих изменений, но на имманентном законе эволюции и на наличии подобного сознанию творческого начала». В связи с тем, что не все случаи приспособления, возможно, разложить на ряд этапов, проходимых под действием естественного отбора, необходимо рассмотреть дополнительные факторы. В качестве доказательства сторонниками номогенеза рассматривается открытый Н.И. Вавиловым закон гомологичных рядов: «1 - Ближайшие генетические виды характеризуются параллельными и тождественными рядами признаков, и, как правило, наблюдается положение, что чем ближе генетические виды, тем резче и точнее проявляется тождество рядов морфологических и физиологических признаков. Ближайшие генетические виды имеют, следовательно, одинаковые ряды изменчивости. 2 - Не только генетически близкие виды, но и роды проявляют тождества в рядах генетической изменчивости. 3 - Целые ботанические семейства, характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды, составляющие семейства. Следовательно, ряды параллельной морфологической, физиологической и биохимической изменчивости у растений и животных возникают независимо от условий среды обитания и являются проявлением закономерностей общего внутреннего характера развития организмов.

Интересной точки зрения на автономность эволюции придерживается и П.Т. Шарден (1987 г., отстаивая принцип Омега. Четыре атрибута Омеги положены в основе эволюции всего мироздания - это «автономность, наличность и трансцендентальность». По мнению П.Т. Шардена эволюция всей материи целенаправленно развивается в направлении созидания сознания, концентрации психической энергии и развития сверхсознания.

Не вызывает сомнения необратимое развитие систем от простых к сложноорганизованным в процессе эволюции. Разногласия происходят при выяснении движущих сил эволюции, т.е. закономерностей организации и усложнения биосистем.

Проблемы глобального изменения верхнего слоя Земли, в результате жизнедеятельности организмов систематически разрабатывались В.И. Вернадским (1994): «В восемнадцатом веке изменения, производимых в Земной коре организмами, касались геологи, минерального состава. Мы находим их уже в трудах Бюффона, Сведенберга, Валлериуса, Ломоносова, Гоффа, Прево и главным образом Лайеля». По мнению В.И. Вернадского - «живое вещество обладает мощными средствами для полного изменения термодинамического поля биосферы в отношении происходящих в них химических реакций.» Развиваемые В.И. Вернадским представления о биосфере как специфической оболочки Земли, которая сформирована живыми организмами, и в которой только и возможна жизнь рассматривают

организм и среду как целостную систему. Среда активно преобразовывается биосистемами и в то же время является неотделимой частью существования живых организмов. Биосфера, сохраняя свои главные качественные компоненты, определяет основные направления эволюционного процесса живых систем, что проявляется в закономерном усложнении структуры биосферы, биоценозов и сообществ организмов.

Аналогичные системные представления развиваются с введением понятия экосистем, биогеценозов (Сукачев 1945), биоценозов (Одум 1975) и сравнительно новыми парадигмами, характерными для современной экологии. По мнению Тенсли (1935) «Хотя организмы могут претендовать на то, чтобы мы уделяли им основное внимание, однако, когда более глубоко вдумаемся, то не можем отделить их от конкретной окружающей обстановки, вместе с которой они составляют единую физическую систему». Системное единство организмов и среды принимаемое в современной экологии позволяет с новой точки зрения рассматривать концепции эволюции, историческое развитие жизни на Земле и общие закономерности формирования биосферы.

## **Глава 2. Системный анализ - основа экологической методологии**

Основой экологической методологии является системный анализ, который предложен ботаником Л. Бертанфи 1925 г. Необходимо отметить, что системный подход широко использовался при изучении растений. Интуитивно сформированная методология многокомпонентного анализа взаимодействия популяций и сообществ растений со средой обитания успешно использовалась биологами при анализе роста и развития биосистем. По существу системный анализ развился из экологических исследований сообществ биосистем.

Сформулированные Л. Бертанфи основы системного анализа определили экологическую методологию и обосновали основные направления в исследовании экосистем. Как известно, **системным анализом** является научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Анализ включает комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических и математических методов.

Основные принципы системного анализа включают: 1 - формулирование цели исследования, определение основных свойств функционирующей системы, ее назначения, показателей качества и критериев оценки достижения цели; 2 - измерения в сопоставимости параметров системы с параметрами системы высшего уровня, т.е. внешней среды. О качестве функционирования какой-либо системы можно судить относительно ее результатов к надсистеме, т.е. для определения эффективности



функционирования исследуемой системы надо представить ее в качестве части системы высшего уровня и проводить оценку ее результатов относительно целей и задач надсистемы или окружающей среды; 3 - эквививальности – определение формы устойчивого развития системы по отношению к начальным и граничным условиям, т.е. определение ее потенциальных возможностей. Система может достигнуть требуемого конечного состояния независимо от времени и определяемого исключительно собственными характеристиками при различных начальных условиях и различными путями; 4 - единства – рассмотрение системы как целого и совокупности взаимосвязанных элементов. Принцип ориентирован на "взгляд внутрь" системы, на расчленение ее с сохранением целостных представлений о системе; 5 - взаимосвязи – процедуры определения связей, как внутри самой системы между элементами, так и с внешней средой с другими системами. В соответствии с этим принципом исследуемую систему следует рассматривать как часть элемент, подсистему другой системы, называемой надсистемой; 6 - модульного построения – выделение функциональных модулей и описание совокупности их входных и выходных параметров, что позволяет избежать излишней детализации для создания абстрактной модели системы. Выделение модулей в системе позволяет рассматривать ее как совокупность модулей; 7 - иерархии – определение иерархии функционально-структурных частей системы и их ранжирование, что упрощает разработку новой системы и устанавливает порядок ее рассмотрения исследования; 8 - функциональности – совместное рассмотрение структуры и функций системы. В случае внесения новых функций в систему следует разрабатывать и новую структуру, не включать новые функции в старую структуру. Функции связаны с процессами, которые требуют анализа различных потоков (материальных, энергии, информации), что в свою очередь отражается на состоянии элементов системы и самой системы в целом. Структура системы ограничивает потоки в пространстве и во времени; 9 - развития – определение закономерностей ее функционирования и потенциала к развитию или росту, адаптации к изменениям, расширению, усовершенствованию, встраивание новых модулей на основе единства целей развития; 10 - децентрализации – сочетание функций централизации и децентрализации в системе управления.

Анализ основных принципов системного анализа позволяет заметить аналогичность при исследовании экосистем. В системном анализе экологические исследования строятся на использовании категории экосистемы, под которой понимается единство взаимосвязанных и взаимовлияющих элементов: продуцентов, консументов и редуцентов, расположенных в определенной закономерности в пространстве и во времени, совместно действующих для достижения общей цели. Система должна удовлетворять двум требованиям: свойства, поведение или состояние, которыми обладает экосистема, отличаются от свойств, поведения или состояния образующих ее элементов. Экосистема — это совокупность элементов, которое нельзя разделить на независимые части. Экологическая

система является развивающейся системой в прошлом, настоящем и будущем.

Следовательно, методологической основой экологии и природопользования является концепция системного анализа, моделирование, статистические методы оценки и наблюдений.

### **Глава 3. Устойчивость экосистем – методическая основа экологических исследований**

Методической основой при исследовании экосистем и природных ресурсов является оценка их устойчивости. Известно, что экосистемы относятся к классу открытых целенаправленно адаптивных систем, в которых биологическая компонента является самовоспроизводящейся развивающейся подсистемой. Естественно, что пространственно – временная изменчивость компонентов экосистем определяет процессы на разных иерархических уровнях от молекулярного до биосферного. В качестве основных процессов всех природных систем рассматриваются обмен энергией, массой и информацией.

Под устойчивостью будем понимать способность экосистемы сохранять свойства и параметры динамических процессов под влиянием внутренних и внешних воздействий. Устойчивость подразделяется на два типа: упругость – т.е. способность системы возвращаться в исходное состояние после прекращения воздействия. Пластичность – способность выдерживать внешние воздействия до определенных пределов, без существенного изменения структуры и свойств системы.

Понятие «стабильность» характерна для экосистем более высокого уровня иерархии: массив леса, пойма, бассейн рек, озер, морей и т.д. В процессе развития и формирования экосистемы высокого ранга стабильны, если состоят из устойчивых подсистем рис. 1 (Росновский, 2001).

Необходимо отметить, что если на уровне видовой интеграции основными характеристиками являются репродуктивный потенциал и продолжительность жизни, на уровне биогеоценотической интеграции доминирует оптимизация процессов энергообмена в каждой географической точке.

В свою очередь устойчивость экосистем можно разделить на внутреннюю, обеспечивающую относительное постоянство внутренних связей между компонентами, постоянство структурного комплекса и внешнюю. Внешняя устойчивость ответственна за оптимизацию отношений с другими экосистемами и пространственное расположение.

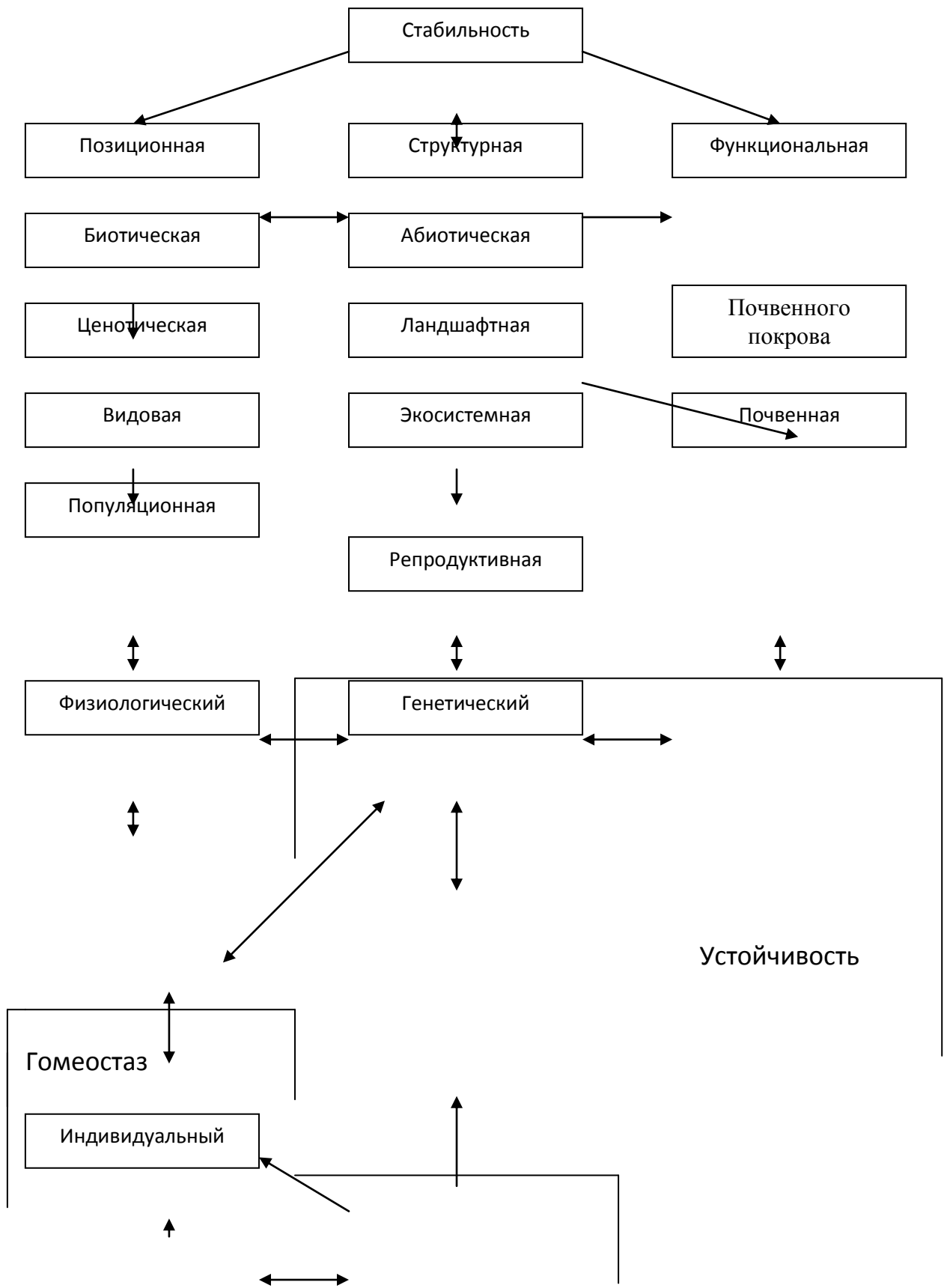


Рис 1. Схема иерархии стабильности, устойчивости и гомеостаза экосистем

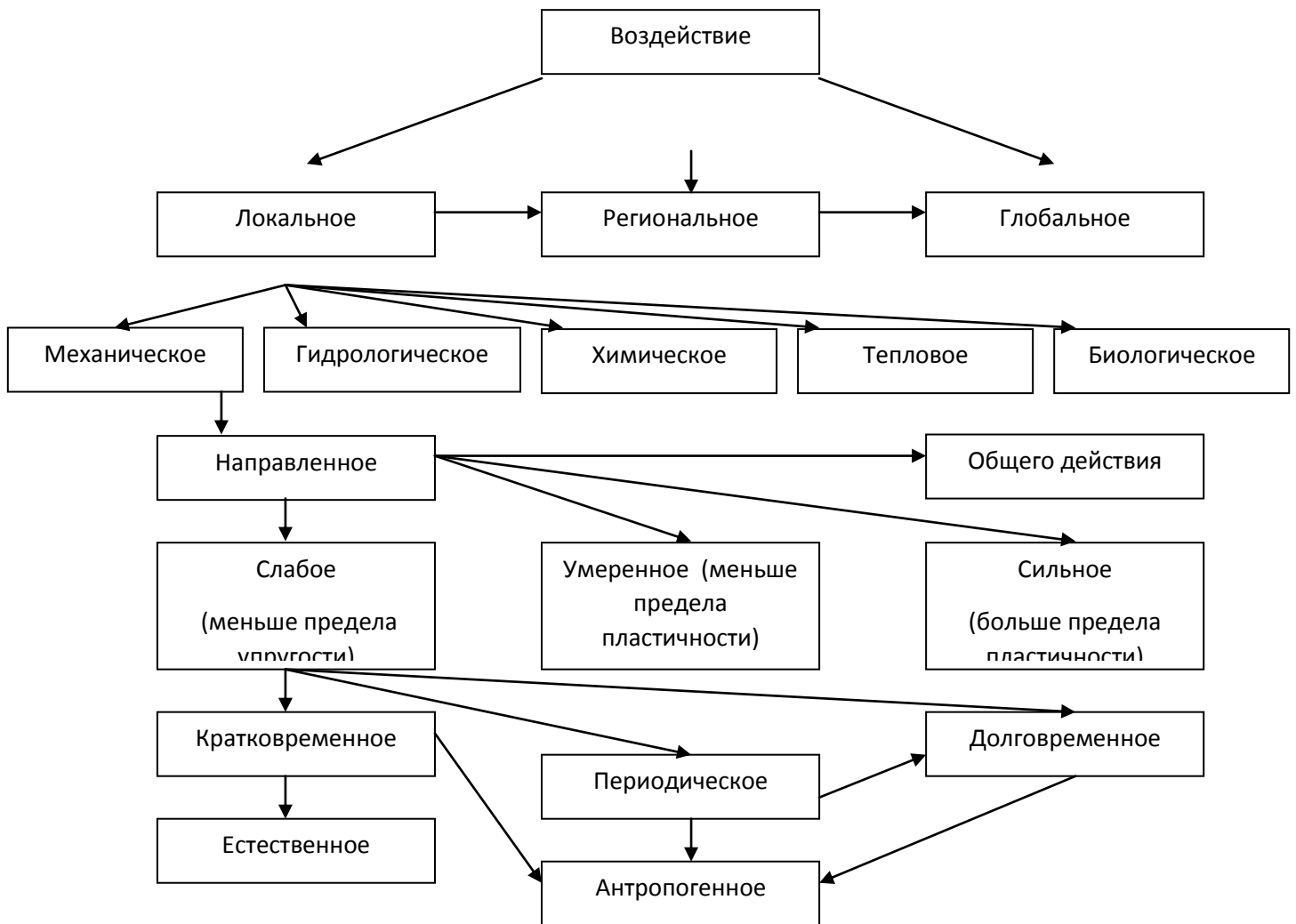


Рис 2. Общая схема классификации внешних воздействий на экосистемы и их компоненты (Росновский, 2001г.)

Многочисленность и разнообразие факторов, воздействующих на экосистемы, затрудняет их классификацию. В зависимости от внешних воздействий можно выделить несколько основных видов устойчивости экосистем: механическую, гидрологическую, химическую, тепловую, биологическую, антропогенную. Устойчивость экосистем связана с эволюцией экосистем посредством пластичности, т.е. способности накапливать результаты воздействий и нелинейным образом видоизменяться.

В качестве необходимого условия устойчивости экосистем является устойчивость систем более высокого иерархического ранга. Следовательно, если воздействия затрагивающие экосистемы являющиеся подсистемами, не разрушают более крупной системы, то последствия могут компенсироваться экосистемами более высокого уровня – биома, ландшафта и т.д. В качестве достаточного условия сохранения устойчивости можно рассматривать сохранение циклических режимов экосистемы.

Что касается пластичной устойчивости, то при накоплении критического количества изменений экосистема относительно быстро переходит в одно из последовательных сукцессионных устойчивых состояний. Следовательно, общая устойчивость экосистем с необходимостью должна включать весь сукцессионный ряд экосистем от первичных до климаксовых сообществ. Длительность сукцессионных стадий, условия перехода от одного состояния к другому характерны для каждого типа экосистем: наземных, водных и т.д. Характерные особенности существенно зависят от климатических условий, антропогенных влияний, глобальных и длительных по времени факторов.

Рассмотрим две основные группы методов изучения устойчивости экосистем: картографический и структурно – функциональный.

Картографический метод используется для изучения пространственных структур экосистем типа биомов с использованием аэрофотосъемки и космической съемки. В качестве математической основы определяют меру сложности ландшафта:  $H_0 = - \sum_i^m s_i/s_0 \lg s_i/s_0$ ,

где  $S_j$  – площадь,  $j$  - экосистемы,

$S_0$  – общая площадь анализируемой системы.

Для оценки устойчивости пространственной структуры экосистем используют ее производственную, т.е.  $\delta_s = dH/dt$  при  $dH/dt = 0$

Направление изменений структуры экосистем определяется  $H_i = H_0 + \sum_{t_1}^{t_2} \delta_s$

Пространственное строение экосистемы гомогенизируется, т.е. упрощается, при  $H_i$  приближающемся к  $Max$ , наблюдается усложнение пространственной структуры.

Каждый геолого-географический выдел характеризуется матрицей экосистемного вида с определенными соотношениями компонент. В связи с тем, что нарушения пространственной структуры начинаются с изменения внешних и внутренних структурно – функциональных связей рассмотрим вторую группу методов.

Эмпирические: оценка периодов релаксации, по пределам устойчивости, буферной емкости, интегральным показателям. Статистические: энтропийно – видовое разнообразие, число трофических связей, многомерная статистика, метод главных компонент, теория надежности. Классические: составление и решение системных дифференциальных уравнений с оценкой устойчивости по Ляпунову, по Лагранжу, балансовые – термодинамические и алгебраические. Декомпозиционные: кибернетические модели, критерийные с использованием теории подобия.

В связи с тем, что каждая экосистема состоит из нескольких относительно самостоятельных подсистем: почвы, растительности, животных и т.д. необходимо оценивать устойчивость для каждой подсистемы с определением «слабого звена» и построении рядов устойчивости компонент экосистем.

Вероятно, устойчивость экосистемы увеличивается пропорционально диапазону, от верхнего до нижнего пределов по воздействующим факторам.

Рассмотрим этапы исследования устойчивости экосистем:

1. Выбор временного интервала;
2. Выбор системы размерности;
3. Выбор основных показателей;
4. Анализ структуры экосистем;
5. Анализ динамики экосистем;
6. Анализ факторов воздействия;
7. Анализ динамической интенсивности воздействующих факторов;
8. Выявление зависимости между воздействующими факторами и изменяющимися показателями экосистем;
9. Оценка критического состояния, т.е. потери устойчивости данного уровня и переход на более низкий уровень;
10. Ранжирование компонентов экосистем по степени их устойчивости на каждом уровне;
11. Моделирование устойчивости всей экосистемы;
12. Прогнозирование.

Допустимые воздействия на экосистему должны соответствовать пределам устойчивости экосистемы. В этом отношении все биоценозы могут быть разделены на 3 категории:

1. Уникальные или заповедные;
2. Широко распространенные естественные;
3. Сильно преобразованные или искусственные экосистемы.

Естественно, что в экосистемах первого типа гибель любого вида недопустима. В экосистемах второго типа должны выполняться условия сохранения экосистем независимо от типа природопользования. В антропогенно измененных биоценозах возможны различные преобразования в зависимости от характера деятельности человека.

Для количественной оценки состояния экосистем введем функцию  $\eta(t) = \sum_r (R, t) dR$ , где  $R$  – показатель состояния экосистемы

Функция  $n(t)$  изменяется в определенных пределах, имеющих минимальное и максимальное значение для каждого типа экосистем.

Диапазон между критическим - предельно допустимым состоянием экосистемы и фоновым может рассматриваться как экологический резерв конкретного биоценоза т.е.  $(\eta_q - \eta_e)$ , где  $\eta_q$  – возможно допустимое состояние;  $\eta_e$  – естественное. Превышение пределов экологического резерва ведет к проявлению регрессионной сукцессии. (Росновский, 2001).

Оценка допустимости воздействий основывается на представлениях о порогах различных факторов на элементы биоценоза. Под порогом воздействия фактора понимают развитие реакций биосистем за пределы экологических естественных флуктуаций. Следовательно, накопление повреждений происходит, когда скорость процессов разрушения превышает скорость процессов приспособления и восстановления. Существующие в настоящее время предельно допустимые гостированные нагрузки представляют собой компромисс между необходимостью функционирования несовершенных технологий, т.е. допускающих загрязнения и желанием

сохранить природные естественные биосистемы. Теоретически пределы порогов совокупности всех воздействующих на экосистему факторов не должны превышать экологического резерва экосистемы.

С этой целью необходимо исследовать комплексное сочетание влияния всех воздействующих факторов при их хроническом действии, т.е. сравнить их с длительностью онтогенеза наиболее критических – неустойчивых компонентов экосистем. Сравнить полученные результаты с «экологическим резервом» каждого типа экосистем. Оценить уровень допустимых нагрузок по совокупности факторов и по отдельным доминирующим воздействиям. В этом отношении большой интерес представляют оценки критического состояния экосистем:

$$\eta_{ki} = F [\eta_n(t-1) CQ], \text{ где:}$$

$\eta_n(t-1)$  – нормальное состояние системы в момент времени  $(t-1)$ ;

$C$  – вектор антропогенных воздействий;

$Q$  – вектор естественных внешних воздействий.

Функцию критического состояния необходимо оценивать для основных функций экосистемы. Сравнительный анализ критических состояний подсистем позволяет определить наиболее неустойчивые экоструктуры. Следовательно, при моделировании экосистем необходимо оценивать следующие показатели:

1.  $\eta_{(t)}$  - фоновое естественное состояние экосистем;
2.  $(\eta_q - \eta_e)$  - экологический резерв экосистем;
3.  $\eta_{kc}$  - критическое состояние экосистемы;
4. Пороговые нагрузки (ПДК; ПДВ; ДВП).

Для получения хронологической информации о состоянии экосистем необходимо проведение экологического мониторинга. Рассмотрим основные аспекты системы экомониторинга.

Под экологическим мониторингом подразумеваются динамические наблюдения за состоянием окружающей среды, оценка и прогноз состояний среды в зависимости от уровня антропогенных воздействий.

Характерной особенностью временной организации биосферы являются динамические природные процессы. Биосферная организация природных процессов заключается в синхронизации случайных флуктуаций, в преобразование их в автоколебательные ритмические изменения среды. В процессе исторического развития сформировалась динамическая, организация биосферных процессов.

Периоды автоколебательных процессов коррелируют с геофизическими процессами Земли и с солнечно-космическими явлениями (Владимирский, 1999.). Диапазон автоколебательных процессов биосферы определяет степень устойчивости компонентов и всей биосферы. Компоненты биосферы: популяции, сообщества, биоценозы, ландшафты и экосистемы характеризуются авторегуляторными характеристиками,

синхронизированными с глобальными биосферными автоколебаниями. Наблюдения за биосферными процессами проводится в динамическом режиме в течение длительного периода времени или постоянно.

Систему повторных наблюдений элементов природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с разработанной программой называют мониторингом (Израэль, 1984). Термин «мониторинг» появился сравнительно недавно, в 1972 г. накануне проведения Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде. Впервые концепция системного наблюдения за состоянием природной среды при воздействии антропогенных факторов разработана специалистами Научного комитета по проблемам окружающей среды ООН в 1971г. Основными направлениями мониторингового сбора информации являются: наблюдения за состоянием биосферы и её компонентов, оценка, прогноз состояния, определение степени антропогенного влияния на окружающую среду, выявление источников воздействия.

Блок-схема мониторинга представлена на рис. 3.

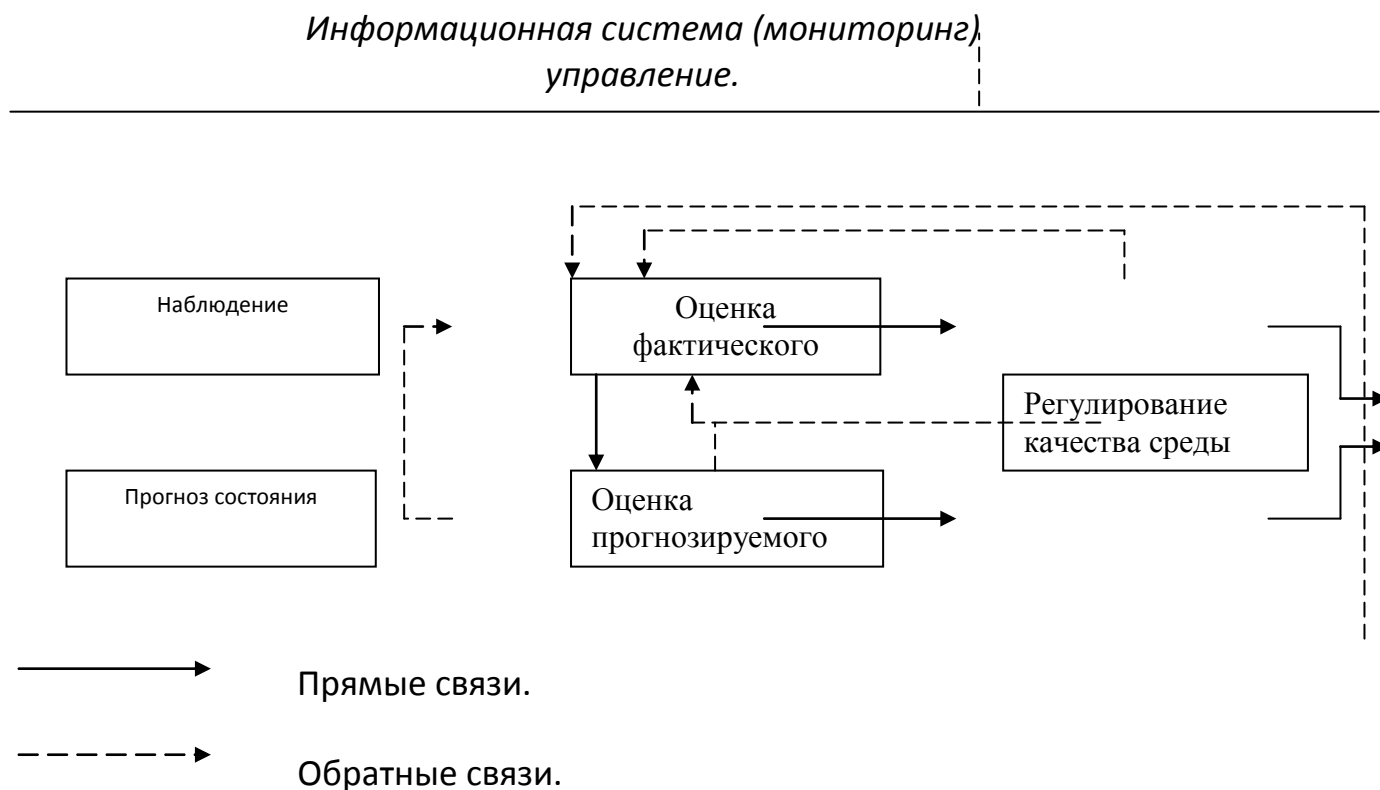


Рис. 3. Блок-схема системы мониторинга. (Израэль, 1984г.)

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» связаны между собой, так как прогноз состояния окружающей среды возможен лишь при наличии репрезентативной информации о фактическом состоянии среды. Построение прогноза состояния среды основывается на информации об изменениях состояния природной среды. Данные, характеризующие состояние природной среды, полученные в результате наблюдений, оцениваются в зависимости от области человеческой деятельности, в которой используются.



Определяется ущерб от воздействия, и оптимизируются условия человеческой деятельности.

Блок мониторинговых наблюдений может быть представлен в виде следующей схемы Рис.4.



Рис. 4. Классификация мониторинга наблюдений

Сбор информации по основным системам мониторинговых наблюдений может происходить непрерывно и в дискретном периодическом режиме.

Информационное содержание комплексного экологического мониторинга включает в себя:

1. Упорядоченную структуру информационных потоков (входных, внутренних и выходных);
2. Ифраструктуру собственной базы данных;
3. Методики сбора данных из стационарных и передвижных постов наблюдения;
4. Методы передачи данных от наблюдений различного уровня;
5. Методы обработки данных и расчета интегральных показателей состояния окружающей среды;
6. Методики определения источников загрязнений;
7. Структуру пользовательских организаций сети.

Программное обеспечение сети мониторинга включает базы данных.

В качестве базы данных в зависимости от способа их организации различают реляционные, иерархические и сетевые.

Реляционные базы данных строятся в виде совокупности таблиц в матричной формуле при использовании пакета программ BASE.

Иерархические базы данных строятся на основе иерархической модели. В виде совокупности структур деревьев.

Сетевые базы данных строятся на основе сетевой модели, в которой представлены структуры ориентированного графа. База данных имеет структуру ориентированной сети. Выбор конкретной базы данных зависит от характера поставленных задач.

Рассмотрим один из возможных вариантов базы данных по воздуху. База данных по воздуху включает матричное представление ландшафтной карты исследуемого района, банк данных по загрязнению атмосферы и по источникам выбросов. Банк данных может включать: производственные объекты с показателями выбросов, гражданские, данные, получаемые из сети контроля и нормы предельно допустимых выбросов (ПДК) для каждого объекта.

База данных с информационной точки зрения должна соответствовать следующим требованиям: максимум информации помещается в наименьшем объеме памяти; обеспечивать быструю обработку информации; обладать гибкостью по поиску, обработки и доступа данных.

Необходимо отметить как минимум две трудности при создании мониторинговых баз данных. Первая заключается в сложности перевода качественных биологических показателей в количественные без существенной потери информации. Вторая связана с организацией баз данных, адаптированных при последующем статистическом анализе.

Мониторинг в зависимости от характера человеческой деятельности: сельскохозяйственной, производственной носит региональный и глобальный характер. В зависимости от вида мониторинг может носить временный или постоянный характер: добыча нефтепродуктов – временный; загрязнение водной среды – постоянный и т.д.

Осознание человечеством необходимости экологического контроля производственной деятельности является необходимым условием сохранения природной среды. Организация информационной системы о состоянии природной среды позволит человечеству оптимизировать свою производственную деятельность в соответствии с экологическими условиями биосферы. В системе мониторинга выделяются неустойчивые, системообразующие компоненты на каждом уровне биосферы: биосферном, ландшафтном, биоценоотическом, популяционном и организменном. В настоящее время существует несколько классификаций мониторинговых систем, несущественно отличающихся друг от друга. Для примера рассмотрим одну из них табл. 1.

Табл. 1. Классификация систем мониторинга (Израэль, 1984)

| Принцип классификации                  | Существующие или разрабатываемые системы мониторинга  |
|--|---|
| Универсальные системы                  | Глобальный мониторинг: базовый, региональный, экосистемный, фоновый, палеомониторинг.<br>Национальный – государственная служба контроля за уровнем загрязнения внешней среды.<br>Международный – трансграничный перенос загрязняющих веществ. |
| Реакции основных составляющих биосферы | Геофизический, геохимический, биологический, генетический, экологический.   |
| Среда обитания                         | Антропогенные изменения в атмосфере, гидросфере, почве, биосфере, криосфере.  |
| Факторы и источники воздействия.       | Источников загрязнений; ингредиентный мониторинг отдельных антропогенных факторов: химических веществ, физических, радиоактивности, ЭМП, шума и т.д.  |
| Критические области                    | Мониторинг океана, озоносферы, таянья ледников и т.д.   |
| По методам наблюдения                  | Физические, химические, биологические. Спутниковый мониторинг.  |
| Системные                              | Медико-биологический, экологический, климатический и т.д.   |

Оценка изменений состояния природной среды должна отвечать на следующие вопросы: качественный характер неблагоприятных изменений: деградация, загрязнения, опасность для здоровья человека и т.д.; скорость изменений; чем вызваны изменения, критическое, неустойчивое звено, ответственное за наблюдаемые ухудшение.

Для оценки состояния природной среды необходимо определить величины допустимых нагрузок, экологический резерв экосистемы и угрозу жизнедеятельности человека. Самым распространенным методом является оценка относительно установленных для загрязнителей ПДК – предельно допустимой концентрации, ПДУ – предельно допустимых уровней; ПДВ – предельно допустимых выбросов. Совокупная интегральная картина по всем антропогенным воздействиям в исследованном регионе позволяет оценить предельно допустимую экологическую нагрузку – ПДЭН. К достаточно интенсивно разрабатываемым комплексным методам оценки относится определение степени разрушения природной среды. В качестве минимально допустимой величины принимается 10% безвозвратной гибели популяций, сообществ, экосистем, при которой возможен восстановительный процесс.

(Реймерс, 1994). В пределах 30-40 % разрушения биоценозов, в зависимости от типа экосистем, наблюдается необратимая деградация.

Процесс восстановления экосистем заканчивается на более ранних этапах сукцессии. Если воздействию подвергаются экосистемы начальных этапов сукцессионного ряда, то вероятность их восстановления значительно выше. Например, разрушение полупустыни приводит к формированию пустыни. Для восстановления хвойного леса требуются столетия, тропического – десятки тысяч лет. Разрушения климаксовых сообществ сопровождаются снижением биоразнообразия флоры и фауны.

При оценке степени воздействия антропогенных факторов необходимо дифференцировать исследуемую территорию на относительно однородные блоки – природно-территориальные комплексы. Природно-территориальный комплекс – относительно однородный участок ландшафта с характерным видом производственной деятельности: лес с местами сбора ягод и грибов, лес с охотничьими угодьями, сельскохозяйственные угодья, урбанизированные территории и т.д.

Для каждого природно-территориального комплекса (ПТК) используются разработанные предельно допустимые уровни воздействия с учетом экологических резервов (ЭР). Под ЭР понимается способность экосистемы природно – территориального комплекса возвращаться в исходное состояние. В связи с тем, что каждый из ПТК характеризуется совокупностью количественных и качественных показателей методами статистического анализа определяется взаимосвязь между показателями деградации экосистем и антропогенными факторами. После статистической оценки осуществляется ранжирование антропогенных факторов по степени их отрицательного влияния. Полученные результаты статистического анализа интерпретируются и корректируются экспертами, биологами и экологами.

Экономический блок включает достаточно большое количество показателей. Эколого-экономическая оценка основывается на территориальном кадастре и состоит из двух основных блоков: экономической рентабельности, современной и перспективной экологической ситуации. Например: вырубка лесов по берегам рек экономически выгодна в настоящий момент времени, но последующая эрозия прибрежной зоны приведет к большим денежным затратам.

В заключении необходимо рассмотреть валиологический блок данных, включающих медико-биологическую оценку состояния здоровья населения. С этой целью на основании медицинской статистики за несколько лет проводится корреляционный анализ распространенных для территории заболеваний с антропогенными воздействиями. Анализ проводится по группам населения, непосредственно занятых в производстве, проживающих на территории загрязнения: молодых, среднего и пожилого возраста.

Следовательно, совокупность всех анализируемых показателей территории по каждой из подсистем дает дифференцированную оценку экологического состояния. Совокупность показателей позволяет перейти к

интегральной оценки. Одним из довольно распространенных методов интегральной оценки является оценка риска.

**Оценка риска для человека.** В конечном итоге интегральная оценка сложившейся экологической ситуации связана с определенными вероятными последствиями. В таком случае вводится понятие риска, как определенной вероятности развития опасных для человека и экосистем ситуаций. Идентифицировать опасность можно при выявлении сигналов опасности на существующем фоне. Величина допустимого риска определяется при сравнении с другими видами риска, с затратами по компенсации, с учетом экономической выгоды. Соответственно, можно рассматривать запретный – неблагоприятный риск, сбалансированный риск и выгода – риск.

Уровень запретного риска определяется установленными нормативами и законами. Примером сбалансированного риска являются лекарственные препараты с побочным действием. Естественными границами риска для человека является диапазон  $10^{-2}$  –  $10^{-6}$ , где  $10^{-2}$  – вероятность заболевания на душу населения;  $10^{-6}$  – уровень риска в природных катастрофах. В США при  $10^{-3}$  вероятности несчастных случаев в год принимаются действия для уменьшения опасности; при вероятности  $10^{-4}$  – выделяются средства на предупреждения: сигнальные огни, оповещение и т.д. При вероятности  $10^{-5}$  – усиливается предупреждения, обсуждения; вероятность  $10^{-6}$  – не волнует среднего человека.

Необходимо отметить, что при расчете вероятности риска существует как минимум две шкалы: первая – медико-социальная; вторая – экологическая.

В медико-социальной шкале выделяется четыре градации. (Реймерс, 1994г.)

1 - благополучная ситуация характеризуется устойчивым ростом продолжительности жизни, повышением рождаемости, снижением заболеваемости.

2 - напряженная экологическая ситуация: заболеваемость населения по возрастным группам достоверно выше нормы, по сравнению с аналогичными районами проживания. Средняя продолжительность жизни статистически достоверно не снижается, не наблюдается и более ранней инвалидности людей.

3 - экологическое бедствие: невозможность социально-экономической традиционное хозяйствование. Статистически достоверно повышена преднатальная, детская смертность, заболеваемость детей и взрослых. Отмечаются нарушение психологического состояния, повышается частота и скорость наступления инвалидности. Продолжительность жизни и рождаемость статистически ниже, чем в аналогичных районах.

4 - экологическая катастрофа – территория непригодна для постоянного жительства. Экологические условия смертельно опасные для проживания, люди могут там находиться только временно.

В экологической шкале можно выделить шесть градаций: 1 - естественное состояние характеризуется незначительными антропогенными воздействиями; максимальной для данного типа экосистем биомассой и минимальной биологической продуктивностью.

2 - равновесное состояние: интенсивность восстановительных процессов экосистем выше или равна интенсивности антропогенных нарушений, биологическая продуктивность выше климаксовых сообществ, наблюдается снижение общей биомассы.

3 - кризисное состояние – антропогенные нарушения по интенсивности превышают восстановительные процессы экосистем. Сохраняется естественный тип экосистем, биомасса снижена, значительно повышена биологическая продуктивность.

4 - критическое состояние: наблюдается смена ранее существующих экосистем в результате антропогенных воздействий на менее продуктивные экосистемы – частичное опустынивание, биомасса невелика и снижается.

5 - катастрофическое состояние: труднообратимый процесс смены и закрепления малопродуктивных экосистем, сильное опустынивание, биомасса и биологическая продуктивность минимальна.

6 - состояние коллапса: необратимая потеря биологической продуктивности, биомасса стремится к нулю.

Таким образом, используя экологическую и медико-биологическую шкалу, можно ранжировать наблюдаемые при проведении мониторинга изменения экосистем и оценить вероятность риска при деградации окружающей среды состояния здоровья людей.

Прогнозирование состояния экосистем основывается на закономерностях природных процессов, распространении загрязняющих веществ, их превращении, влиянии на компоненты экосистем и реакции организмов. Предварительный анализ технических тенденций в развитии человечества позволяет считать, что в ближайшие годы наиболее серьезными будут проблемы загрязнения различных сред следующими загрязнителями:

1. Двуокисью серы и продуктами ее превращений;
2. Тяжелыми металлами: ртуть, свинец, кадмий, мышьяк и т.д.;
3. Канцерогенными веществами типа бензопирена;
4. Радионуклидами: стронций, цезий, плутоний, тритий и т.д.;
5. Нефтью и нефтепродуктами;
6. Хлорорганическими соединениями;
7. Окисью углерода и окислами азота;
8. Электромагнитными полями.

Следовательно, экологический мониторинг включает четыре основных блока: физико-химические датчики контроля окружающей среды; система биотестов, позволяющих давать комплексную оценку состояния биосистем в зависимости от уровня их организации; социально-экологический блок, характеризующего социальный уровень и заболеваемость населения. Информационный сбор данных, классификация, статистическая обработка, моделирование, составление качественных и количественных прогнозов.

Таким образом, научно обоснованный экологический мониторинг позволяет в динамике проследить степень антропогенного влияния на природную среду. Динамические ряды наблюдения по системе биотестов позволяют прогнозировать состояние исследуемых экосистем, разрабатывать оптимальные природоохранные мероприятия и обосновывать необходимые экологические санкции. В регионах с повышенной вероятностью экологических катастроф природного и антропогенного характера экологический мониторинг оказывает неоценимую помощь при прогнозировании стихийных бедствий. Методология экологического мониторинга, включающего физические, химические и биологические методы позволяет наблюдать за экологическим состоянием в биосферном и региональном аспекте. Методология экомониторинга является основой экологических исследований и постоянно совершенствуется.

#### **Глава 4. Технический прогресс и природопользование**

Родоначальником современной технократической философии считается Рене Декарт (1596–1650) с его первым принципом философии «Я мыслю, следовательно, я существую». Все растения и животные, по его мнению, это более совершенные разновидности машин. Только человек наделен разумной душой. Мышление, по мнению Декарта, включает: понимание, сомнение, восприятие, утверждение, воображение, желание, чувствование. Мир состоит из материальных вещей и идей. Познание внешних вещей осуществляется умом, а не чувствами. Истинны те вещи, которые мы воспринимаем ясно и отчетливо, исходя из опыта. В целом мир детерминирован: живые организмы, как и неживая материя, подчиняются законам физики, поэтому и человек является разновидностью автомата. При таком детерминированном материалистическом подходе основой мировоззрения становится технический уровень машин, характерный для определенной исторической эпохи. Совершенствование техники последовательно приводит к прогрессивно техническому развитию сознания людей, которые изготовят более совершенные машины и т.д.

Оценка современных экологических последствий технического развития существенно зависит от отправных мировоззренческих точек зрения. Сторонники технического прогресса космической экспансии жизни, ярким представителем которого являлся К.Э. Циолковский, воспринимают техногенез в качестве последовательного и необходимого этапа эволюции живой материи. В соответствии с развиваемой концепцией неограниченной экспансии самоорганизующейся материи техносфера рассматривается в качестве необходимого этапа развития. Техника обеспечивает эффективность научно–культурной эволюции и позволяет человеку неограниченно расширить перемещение в космическое пространство. Освоение земными формами жизни космического пространства – принципиально новый этап эволюции жизни и невозможен без высокого технического уровня. Интенсивное извлечение природных ископаемых,

загрязнение биосферы и соответствующая трудность выживаемости человечества в измененной биоценотической среде стимулируют разработку искусственных замкнутых сред обитания. Наблюдается своеобразный коэволюционный процесс техносферы и биосферы, в котором человечество использует ресурсы планеты для построения техносферы и выхода в космическое пространство.

Противоположная точка зрения характерная для представителей естественнонаучного направления заключается в рассмотрении техногенеза в качестве опасного для устойчивости биосферы Земли артефакта человеческой деятельности. Современный технический прогресс приводит к нарушению экологического равновесия в глобальном и региональном масштабах с негативными последствиями для человеческой популяции.

Независимо от философских позиций исследователей можно выделить глобальные тенденции в изменении биосферных процессов и природопользовании в зависимых от интенсивности техногенеза (Реймерс, 1994). Наиболее очевидным является изменение климата в результате усиления парникового эффекта, связанного с повышением концентрации углекислого газа, метана, аэрозолей, радиоактивных, газов и т.д. Ослабление стратосферного озонового экрана. Загрязнение атмосферы ядовитыми веществами с образованием кислотных осадков. Использование океана для сброса ядовитых, радиоактивных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов и органических соединений. Истощение и загрязнение пресноводных водоемов суши, подземных вод и нарушение баланса между поверхностными и подземными водами.

Наблюдается накопление радиоактивных отходов в различных регионах в связи с эксплуатацией атомных станций, атомными испытаниями и авариями. Нарушение геохимии в различных регионах в результате перемещения на поверхность полезных ископаемых. Накопление на поверхности ядовитых, радиоактивных веществ, бытового мусора, промышленных отходов, практически неразложимых полиэтиленовых, пластмассовых изделий. Развитие вторичных химических и биохимических реакций в биосфере с образованием токсических веществ.

Снижение видового разнообразия. Нарушение глобального, регионального экологического равновесия в соотношении экологических компонентов. Опустынивание планеты. Уменьшение площади тропических и северных лесов, приводящее к дисбалансу кислорода и вымиранию различных видов растений и животных. Образование новых экологических ниш, заполнение их активными паразитарными формами, возбудителями патологических процессов. Перенаселение человеческой популяцией планеты с темпами роста, не соответствующими приросту пищевых ресурсов.

Рассмотрим основные научно – технические революции, изменившие использование природных ресурсов и трансформировавших природную среду.



**Первая НТР (1750-1830 годы)** связана с изобретением парового двигателя и строительством первых железных дорог. Потребовалось почти 150 лет, чтобы она смогла оказать значительное влияние на экономику Великобритании и США. Эффект от первой революции, завершившейся в тридцатые годы XIX века, раскрылся полностью только в начале XX столетия и привел к существенному изменению природных ландшафтов.

Произошло выравнивание ландшафтов при строительстве железных дорог. Наблюдается неограниченное использование невозобновляемых природных ресурсов: угля, железа и других полезных ископаемых. Характеризуется разрушением природных экосистем, загрязнением литосферы и атмосферы.

**Вторая НТР (1870-1900 годы)** связана с изобретениями, которые изменили повседневную жизнь всего человечества: электричество и двигатель внутреннего сгорания изобретены с разницей в три месяца в 1879 году, за ними последовали телефон, фонограф и кино. Итогом революции является появление внутридомового водопровода, лифтов, бытовых электрических приборов, машин, самолетов, скоростных дорог и супермаркетов. Изобретения внутри НТР-2 продолжались вплоть до 1970 годов. Появились телевизоры, кондиционеры и так далее. Чтобы эффект НТР-2 полностью раскрылся, потребовалось около 100 лет.

Потребление природных энергетических ресурсов увеличилось в тысячи раз. Начата добыча нефти и газа и загрязнение нефтепродуктами природных экосистем. К 1929 году ландшафты городов изменились полностью с развитием автомобильных дорог. Синтезировано более 6 миллионов новых веществ. Наступила эра пластмасс и мусора. Проявился кризис редуцентов, когда отходы цивилизации не разлагаются и не перерабатываются редуцентами. Загрязнение литосферы, гидросферы и атмосферы.

**Третья НТР (1960 год - по настоящее время).** В начале 60-х годов прошлого века появились первые компьютеры, которые постепенно взяли на себя часть рутинной работы человека. В 1961 году General Motors представила первых промышленных роботов. Чуть раньше, в 1950 году, была представлена первая кредитная карта. В 1980-е годы начали распространяться современные кассовые аппараты и появились и первые персональные компьютеры. Глобально значимой НТР-3 стала к 1995 году, когда простые пользователи массово получили доступ в интернет. Огромные каталоги данных были заменены современными компьютерами, у корпораций появились сайты, и интернет -компании создали новые бизнес - модели.

Электромагнитный фон биосферы увеличился в десятки тысяч раз. Человек изолировался от принятия решений в области экономики, экологии, социологии и политики путем передачи функций анализа и принятия решений компьютерам. В экономике доминирует банковский капитал, природные невозобновляемые ресурсы используются человечеством

неограниченно. Численность человечества достигла 7 миллиардов. Ведутся региональные войны за источники энергии и природные ресурсы.

Генномодифицированные продукты питания распространяются повсеместно, приводят к росту заболеваний и непрогнозируемым эволюционным последствиям. Наступает эра глобализации и доминирование межконтинентальных торговых компаний, активно разрушающих природные ресурсы. Промышленные предприятия перемещаются из стран с высокими экологическими стандартами в страны ресурсодобывающие и без ограничений расхищают природные ресурсы и загрязняют окружающую среду. Развивается глобальный экологический кризис.

В глобальном отношении усложнение и степень организации техносферы пропорциональна уровню деградации биосферы. Организованные вещественно–энергетические потоки техносферы формируются в результате деструктивного, разрушающего влияния антропогенных технологий на компоненты биосферы. Своеобразное возвращение биосферы на более ранние исторические этапы развития при наличии новых многочисленных веществ антропогенного происхождения создают необходимые условия для распространения и эволюционного развития персистентных видов, сообществ и экосистем.

Прогрессирующий дисбаланс между биосферой и техносферой усиливается высокими темпами развития техносферы. Новые биологические виды развиваются в направлении сопротивления и разрушения техносферы, как чужеродной для биосферы среды и значительного сокращения человеческой популяции. На протяжении более 4 миллиардного существования биосферы глобальные экологические катастрофы происходили неоднократно. Сформировался системный адаптивный механизм выживания биосистем в критических условиях. Сложность прогнозирования особенностей адаптации видообразования связана с недостатком наших знаний о характере филогенетических изменений в условиях глобальных экологических кризисов. Недостаток правдоподобных концепций, палеонтологических данных затрудняет прогнозирование характерных особенностей развития биосферных экологических кризисов. Взаимодействия биосистем с техносферой многообразны и уникальны. Эффективность приспособляемости, длительность использования вещественно–энергетических ресурсов определяет устойчивость организмов, видов и таксонов. Изменения, происходящие в системе организм–среда, начинаются с вариацией средовой компоненты. В то же время успешное освоение новых сред осуществляется при помощи преадаптаций и естественного отбора.

Рациональное использование биологических ресурсов является одним из важнейших факторов устойчивого развития северных территорий. До настоящего времени характер природопользования определялся потребностями России и зарубежных стран в топливно–энергетических и минерально–сырьевых ресурсах, разработка которых сопровождается серьезными антропогенными нарушениями окружающей среды.

Антропогенные нарушения, носящие пока локальный характер, со временем могут привести к полному преобразованию природной среды, нанести непоправимый ущерб биологическим ресурсам, разрушить среду обитания самого человека.

Пожалуй, наиболее ярким примером может служить состояние ихтиофауны. Уникальность ее определяют ресурсы лососевых и сиговых рыб, потребительское и коммерческое значение которых в бассейнах рек Печоры, Мезени, Вычегды было высоким всего 30-40 лет назад. Сегодня состояние популяций лососевых рыб оценивается как депрессивное, а ряд самых ценных видов находится в критическом состоянии.

Сравнительно невысокая хозяйственная емкость северных экосистем, их ранимость, замедленные темпы восстановления исключают технократические принципы природопользования на данной территории.

Республика Коми обладает уникальным сочетанием и богатством невозобновимых и возобновимых природных ресурсов. Среди возобновимых доминирующими являются лесные ресурсы. Лесная растительность определяет ландшафты на 92% всей территории республики, общая площадь лесов достигает 37.9 млн. га, а эксплуатационный запас древесины превышает 2.2 млрд. м<sup>3</sup>. В лесах произрастают виды хвойных и около 20 видов лиственных пород.

Отличительной особенностью хвойных лесов является их большой исторический возраст. На северо-востоке республики сохранились участки девственных темнохвойных лесов с оригинальной типологической и популяционно-генетической структурой древостоев.

Республике, обладающей большими запасами лесных ресурсов, целесообразно строить действующую модель устойчивого развития территории на основе гармоничного развития лесного комплекса с учетом экологической, коммерческой, социальной и культурной функции леса.

Методами химии и биотехнологии из лесного сырья можно получать спектр ценных продуктов, включая и биологически активные вещества с уникальными свойствами и широкой перспективой применения в парфюмерии, медицине, ветеринарии.

Природная флора региона богата ценными вещами лекарственных, кормовых, пищевых, декоративных и технических растений. Более ста видов сосудистых растений, а также некоторые виды лишайников, мхов и грибов применяются в практической медицине.

В настоящее время в Институте биологии активно ведутся исследования по поиску новых природных источников биологически активных веществ, разработке новых методов их выделения и создания на их основе лекарственных препаратов нового поколения, обладающих пролонгированным и избирательным действием. Проводятся хемотаксономические исследования природной флоры и интродуцированных видов на содержание экистероидов - соединений, обладающих широким спектром биологической активности и перспективных для создания

лекарственных препаратов адаптогенного, кардиотропного, ранозаживляющего действия и тонизирующих пищевых добавок.

В целях создания сырьевой базы для получения биологически активных веществ разработана концепция комплексного эколого-биологического изучения ценных растений, включая и агроэкологические основы возделывания. Разрабатываются составы кормовых добавок (премиксов) с включением ряда лекарственных растений в целях снижения заболеваемости сельскохозяйственных животных и повышения их продуктивности. Проводятся работы с культурами клеток экистероидсодержащих растений, которые в перспективе можно использовать как альтернативные источники получения ценных веществ.

Хотя республика имеет богатый земельный фонд, подзолистые почвы обладают низким природным плодородием и требуют принятия особых мер при их сельскохозяйственном освоении. На основе многолетних комплексных исследований Институтом биологии разработаны принципы расширенного воспроизводства плодородия почв их охраны и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Внедрение в практику позволит устойчиво получать с га 300 ц картофеля, 400-500 ц овощей, 70 ц сена многолетних трав, до 30 ц зерна озимой ржи.

Технология экологически безопасного адаптированного к северным условиям земледелия, основанного на принципах сохранения и повышения почвенного плодородия, ресурсосбережения и охраны окружающей среды дает реальную базу для удовлетворения потребностей населения в основных видах продовольствия за счет местных ресурсов. Необходимо дополнить их мерами экономического стимулирования и поддержки производителей сельскохозяйственной продукции в условиях рыночных отношений.

Промышленное освоение Севера уже привело к появлению площадей и территорий с нарушенными экосистемами. Это требует проведения природовосстановительных мероприятий, отсутствие которых грозит развитием ускоренной эрозии, нарушением экологического равновесия на значительных территориях. В Институте биологии ведутся разработки экологически оптимальных и экономически эффективных технологий восстановления антропогенно трансформированной природной системы на Крайнем Севере. Научно обоснованы и предложены к практическому использованию методы очистки нефтезагрязненных территорий и их биорекультивации. Это оригинальные наукоемкие и высоко экологичные технологии, обеспечивающие природовосстановление, и позволяющие решать проблему утилизации многотоннажных отходов целлюлозно-бумажного производства.

В силу исторических причин природные ландшафты нашей республики пока еще мало нарушены. Комплексы ландшафтов, которые полностью изменены человеком (территории населенных пунктов, пахотные земли, дороги и т.п.), занимают 2% площади. Комплексы, испытывающие опосредованное влияние (сенокосы, пастбища, площади вырубаемых лесов, водоемы, охотничьи угодья, территории, испытывающие техногенное

влияние), занимают 35%. Остальная часть республики (около 65%) объединяет ландшафты, находящиеся пока в относительной неприкосновенности. По оценкам в течение ближайших 15-20 лет следует ожидать увеличение доли урбанизированных территорий примерно вдвое. Значительно возрастут площади ландшафтов, испытывающих техногенное воздействие.

В этих условиях следует не только усилить внимание к проблемам природопользования, но и принять эффективные меры сохранения генофонда и видового разнообразия биоты. На это нацелены исследования биологов по изучению биоразнообразия и продуктивности таежных и тундровых экосистем, разработке методов биологической индикации экологической обстановки, созданию автоматизированной геоинформационной кадастровой системы биологических ресурсов, развитию системы охраняемых природных территорий.

Внедрение инновационных технологий, базирующихся на результатах эколого-биологических исследований, включающих биотехнологические, микробиологические, агрохимические, природовосстановительные и природоохранные аспекты. Особое место в региональной научно-технической политике необходимо отвести развитию новых наукоемких экологически чистых производств, нацеленных на использование восстанавливаемого биологического сырья, которое является ценнейшим источником пищевых продуктов, биопрепаратов, лекарственных средств и технических материалов.

Техносфера создается для одного вида животных – высших приматов. Развитие техносферы происходит в результате разрушения естественных эволюционно сложившихся биоценозов. В техносферной круговорот вовлекаются многочисленные естественные и искусственные химические элементы, в том числе радиоактивные элементы и другие вещества мутагенного действия. На определенном этапе, характерном для современного мира, техносфера становится экологически опасной не только для существования человечества, но и для всей биосферы. Культурная эволюция, экологические знания с необходимостью ведут к изменениям основных принципов структурного устройства техносферы. Реализация экологических закономерностей позволит трансформировать техносферу и среды жизни одного вида в среду жизни всех видов. Необходимо отметить, что экологизированная техносфера способна повысить устойчивость биосферы и способствовать развитию естественных эволюционных процессов на Земле и в Космосе. Современное развитие техносферы, подчиненное рыночной экономике, направлено на истощение природных ресурсов, загрязнение биосферы и снижению биоразнообразия. Рассмотрим техногенные изменения двух основных биосферных круговоротов: веществ и энергии.

## Глава 5. Техногенное изменение кругооборота веществ и энергии

Углеродная форма жизни, развившаяся на нашей планете около 4 млрд лет назад, активно использовала и неорганические вещества при создании биосферы: N, O<sub>2</sub>, P, S, Ca, K и Na. Металло - ферментные комплексы содержат Mn, Cu, Zn, Mo, Fe, Se, Ni, Ba, Cd, Hg, Re, Cs, Li, La, Al, в качестве ингибиторов используются Be, Sr, Ba, Cd, Hg, Ni, Fe, Pb. Появление первых живых организмов происходило в среде, насыщенной растворенными в воде неорганическими элементами. Одноклеточные организмы в процессе своей жизнедеятельности связывали и осаждали неорганические и органические элементы.

Выделяемый в процессе фотосинтеза молекулярный кислород привел к окислению и осаждению большого количества элементов. Образовались залежи железных руд, фосфатитов, апатитов и др. В процессе активной биоминерализации отложились многометровые толщи известняка.

Осаждение литосферы вместе с биомассой привело к образованию залежей угля, нефти и газа. В течение эволюции живых организмов сформировалась биосфера, устойчивость которой поддерживается стабильностью основных биохимических циклов: C, O<sub>2</sub>, серы и биогенных элементов. Основным принципом, используемым живой природой, заключается в бесотходности, т.е. в создании замкнутых по веществу циклов.

С развитием промышленности человек начинает активно извлекать из недр планеты огромное количество неорганических и органических элементов, синтезируя при этом новые вещества, более 6 миллионов, не свойственные природе. Извлекаются металлы, лежащие на небольшой глубине, медь, железо, серебро, олово, золото, свинец. Для эффективной плавки металлов добывается каменный уголь. Появление моторов способствует активной разработке месторождений нефти, отходы которой использовались в качестве твердого покрытия автомобильных дорог. Органический синтез создал тысячи различных полимеров, неизвестных раньше в биосфере. Урбанизация привела к колоссальному извлечению из литосферы неорганических элементов, изменению ландшафта, высокой концентрации людей и разрастанию городов.

Если в начале XVIII в. в городах проживало 29,3 млн чел. – (3% населения Земли); в 1900 г. – 224,4 млн чел. (~ 13,6%); в 1950 г. – 729 млн чел. (~ 28,8%), то в 1980 г. – 1821 млн чел. (~ 41,1%). В современном мире доля городского населения составляет: в Европе – 69%, в Северной Америке – 75%, в Латинской Америке – 65%, в Австралии и Океании – 76%, в Азии – 38%, в Африке – 20%. Следовательно, большинство населения Земли живет и умирает в искусственно созданных техногенных образованиях. Как правило, многие из этих людей не имеют желания знакомиться с естественной средой обитания. Между тем естественные биохимические циклы, взаимодействуя с техногенной миграцией,

охватывают большое количество элементов таблицы Менделеева. Общее количество примесей, выбрасываемых в атмосферу за год, превышает  $20 \cdot 10^7$  т.

В США ежегодно выбрасывается более 125 млн. тон твердых отходов промышленного происхождения. Большую угрозу для человека представляют также всё увеличивающиеся объемы отходов тяжелых металлов таких, как свинец, олово, ртуть, кадмий и т.д., способных циркулировать и накапливаться в пищевых продуктах. Аналогичное накопление в экосистемах происходит и с радионуклидами. Поэтому проблема радиоактивных и токсичных химических отходов – одна из самых актуальных проблем современности. Только на территории России имеются 15 полигонов для захоронения высокотоксичных, радиоактивных отходов, которые закачиваются в литосферу на глубину порядка 150 м. Проведенные испытания ядерного оружия, соответствующие 27275 хиросимских бомб, выбросили в атмосферу огромное количество долгоживущих изотопов, являющихся родоначальником радиоактивного распада. Максимально полная ожидаемая радиоактивная доза (~ 400 мбэр) реализуется в течение 2000–3000 лет

. Следовательно, рыночное, экологически необоснованное извлечение вещества из литосферы планеты изменяет естественную среду обитания, и лишает возможности существования на Земле будущие поколения людей. В процессе эволюции биосферы происходило последовательное формирование литосферы с помощью активной деятельности живых организмов (Вернадский, 1988). Изменение структуры литосферы при техногенной деятельности человека приводит к её деградации, т.е. восстановлению ситуации, характерной для более раннего периода биосферы. Естественно, что деградация одного из главных составляющих биосферы приводит и к частичной деградации всей биосферы, за которую, расплачиваются люди.

Отрицательные факторы антропогенного влияния опасны не только для экосистемы — они влияют на здоровье людей. Заметно нарастание степени психофизического и генетического напряжения, рост онкологических патологий и появление новых форм экологических болезней усиливает тенденцию к падению рождаемости детей. Велика вероятность дальнейшего ухудшения пессимистической демографической ситуации в России. В Западных странах наблюдается геометрическое снижение численности европейцев. Политика открытых дверей для мигрантов частично замедляет демографический кризис, но не решает демографическую проблему.

Железные дороги, фабрики и заводы создали свою специфическую окружающую среду, в которой появились новые типы городов. Разобщенные территориально и политически, городские образования начинают сливаться с формированием крупных скоплений населения.

Появление автомобилей привело к необходимости создания твердых покрытий – автомобильных дорог, которые густой сетью опутали все континенты, изменяя, унифицируя ландшафты и отчуждая из

сельскохозяйственного и естественного кругооборота огромные площади. Происходит нарушение местообитания животных и приводит к вымиранию животных и птиц. Печальная история уничтожения бизонов в Северной Америке показывает, к каким катастрофическим последствиям может привести неразумная деятельность человека. Сейчас в национальном парке Америки численность бизонов составляет 20000 голов. На грани вымирания оказались и сайгаки в Казахстане после строительства и эксплуатации автомобильных дорог, пересекающих древние пути миграции животных. Аналогичное снижение биоразнообразия животных и растений наблюдается во всем мире.

Необходимо отметить, что особенность технического прогресса заключается в такой трансформации природной среды, которая становится непригодной для жизни животных и человека. Формирующая техногенная среда обитания в отличие от сельскохозяйственной создает новый тип воздействий, нарушающий гомеостаз биосферы – геометрическое увеличение загрязнений, не разрушающихся деструкторами. Загрязнения наиболее концентрированы в городах и городских свалках. Поллютанты негативно влияют на популяцию человека, находящегося в непосредственной близости от источника загрязнения и вследствие низкой биологической устойчивости человека к загрязнениям окружающей среды.

Таким образом, можно выделить основные техногенные направления разрушения естественной среды обитания. Снижение биоразнообразия растений и животных в средах с антропогенным влиянием, в связи со строительством городов, транспортными магистралями, созданием монокультур, уничтожением лесов и болот.

В процессе промышленного производства образуется большое количество веществ, не разлагаемых биологическим способом. Синтезируются не свойственные природе искусственные вещества и соединения. Деятельность микроорганизмов в воде и почве снижается вследствие накапливающихся токсических отходов. Отходы промышленного производства, загрязняющие литосферу, атмосферу и гидросферу, приводят к нарушению биохимических круговоротов, обеспечивающих устойчивость биосистем. Дополнительный приток энергии, создаваемый техногенной средой, нарушает термодинамическое равновесие в биосфере, что приводит к возникновению климатических катаклизмов и перераспределению энергетических потоков. Увеличение количества элементов с разрушением литосферы и появлением искусственно синтезируемых веществ в биогеохимических циклах приводит к мутагенным процессам на уровне микроорганизмов, вирусов и простейших, к появлению новых заболеваний, опасных прежде всего для человека.

К основным антропогенным источникам загрязнения атмосферы относят предприятия топливно-энергетического комплекса, транспорт, разные машиностроительные предприятия, предприятия тяжелой промышленности.

Наиболее значительные из них:



1. Тепловые электростанции загрязняют атмосферу выбросами, которые содержат сернистый ангидрид, двуокись серы, оксиды азота, сажу, пыль и золу, которые содержат соли тяжелых металлов.

2. Комбинаты черной металлургии, которые включают в себя доменное, сталеплавильное, прокатное производство, агломерационные фабрики, коксохимические заводы и др.

3. Цветная металлургия, которая загрязняет атмосферу соединениями цветных и тяжелых металлов, парами ртути, сернистым ангидридом, окисями азота, углевода и др.

4. Машиностроение и металлообработка. Выбросы этих предприятий содержат аэрозоли соединений цветных и тяжелых металлов, в том числе паров ртути. Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность является источником таких загрязнителей атмосферы как сероводород, сернистый ангидрид, окись углерода, аммиак, углеводород и бензаперен.

5. Предприятия органической химии. Выбросы большого количества органических веществ, которые имеют сложный химический состав, соляной кислоты, соединений тяжелых металлов, содержат сажу и пыль.

6. Предприятия неорганической химии. Выбросы в атмосферу от этих предприятий содержат окиси серы и азота, соединения фосфора, свободный хлор, сероводород.

7. Автотранспорт. Географические закономерности распространения загрязнителей, которые от него поступают очень сложные и определяются не только конфигурацией сети автомагистралей и интенсивностью автотранспорта, но и большим количеством перекрестков, где транспорт стоит определенное время с включенными двигателями. Количество транспорта во всем мире составляет 630 млн. единиц.

В России на сегодняшний день почти 4 млн. человек (17% трудоспособного населения) трудятся в неблагоприятных условиях (запыленность, загазованность, шум, вибрация и т.д.). В результате наблюдается высокий уровень профессиональных заболеваний и острых отравлений, сокращение продолжительности жизни. В сфере промышленного производства также высок уровень травматизма. Наибольшее количество несчастных случаев происходит в строительстве и при производстве строительных материалов, в жилищно-коммунальном хозяйстве и бытовом обслуживании населения, городском транспорте, связи, а также в оборонной промышленности. По показателям смертельного травматизма на производстве Россия опережает развитые страны мира. Количество смертельных случаев в промышленности на 1000 работающих для России почти на порядок выше, чем в США, Финляндии, Японии, Великобритании. Кроме того, производство является главным загрязнителем окружающей среды.

Появление машин, позволяющих увеличивать мощность и производительность искусственных орудий труда, требовало все более возрастающего количества энергии. Необходимы мощные, дешевые и надежные источники энергии. Необходимо создать систему перевода одного

типа энергии в другой, и решить проблему передачи энергии от источника к потребителю. Решение всех проблем стало возможным после открытия электрической энергии и разработки электромагнитного генератора. Как известно, еще Ленц и Якоби показали обратимость магнитоэлектрических машин – генератор может превращаться в электродвигатель. В 1873 г. на выставке в Вене демонстрировался генератор постоянного тока, приводивший в движение электродвигатель. Первое техническое использование электричества было осуществлено во Франции, где ток от динамо машины передавался на 60 м в артиллерийские мастерские и приводил в движение станки.

В 1880 г. Д.А. Латиновым открыт принцип экономической передачи электроэнергии на расстояние, заключающийся в повышении напряжения с увеличением расстояния. Открытие М.О. Доливо -Добровольским вращающегося магнитного поля с помощью переменного трехфазного тока позволило построить первый асинхронный двигатель. В 1891 г. им осуществлена с помощью переменного тока первая в мире передача энергии от водяной турбины в г. Лауфен на расстояние 175 км в г. Франкфурт-на-Майне. На приемной станции электрическая энергия с высокого напряжения 12,5 кВ преобразовывалась в низкое напряжение, вращала асинхронные двигатели и освещала помещение.

Создаются и развиваются региональные, государственные и мировые энергетические системы. Появляются электрические империи, самые мощные из них – американская «Дженерал Электрик» и германская «Всеобщая электрическая компания», между которыми в 1907 г. подписывается соглашение о разделе сфер влияния. «Дженерал Электрик» распространяет свое влияние на США и Канаду, германская компания – на Германию, Австрию, Россию, Голландию, Данию, Турцию и Балканы.

Естественно, что после создания энергетических систем, позволяющих концентрировать и передавать энергию на любые расстояния происходит концентрация капитала в энергетической сфере, энергетика наиболее активно развивается в XX столетии и наносит наибольший ущерб природной среде.

Весь человеческий мир становится предельно унифицированным, зависимым, прежде всего от энергетической системы и развивается по условиям, определяемым оптимальным развитием энергосистем. Наблюдается постепенная трансформация человеческой жизни: бытовой, сельскохозяйственной, промышленной, экономической, социальной и информационной.

Человечество окончательно воспринимает себя как независимое от природы образование и переходит к интенсивной эксплуатации природных ресурсов, рассматриваемых потенциально бесконечными. Что находит теоретическое обоснование в создании экономических положений Рикардо, Смитом и К. Марксом о так называемой «трудовой стоимости» товара. Понятие трудовой стоимости рассматривает стоимость любого товара только в зависимости от вложенного в него человеческого труда, не учитывает

стоимость ресурса, из которого изготовлен товар, и не предполагает трудозатраты на восстановление природного ресурса.

Прежде всего, создание энергетической системы способствовало росту урбанизации – разрастаются города, объединенные электрической сетью, перемещение внутри которых возможно с помощью трамваев и автомобилей. Строятся и электрифицируются железные дороги, деревенские поселки преобразуются в поселки городского типа. В городах, в свою очередь, в связи с возможностью концентрации энергии создаются гигантские промышленные предприятия, своими отходами загрязняющие города и окрестности. Промышленность становится основным потребителем энергетической системы и создает необходимые условия для её расширения. Возводятся гигантские гидроэлектростанции, наносящие колоссальный урон рыбным запасам. Нефть, газ и уголь добываются с всё больших глубин. Открывается новый тип энергии – ядерный, строятся атомные станции, создается атомное оружие. Рост населения приводит к энергетической интенсификации сельского хозяйства. Количество энергии, получаемой при фотосинтезе сельскохозяйственных продуктов, на сегодняшний день меньше энергии, расходуемой на производство продуктов питания.

Следовательно, технический прогресс в сельском хозяйстве приводит к замене энергетически дешевых методов на энергоёмкие. Создается парадоксальная ситуация, когда энергетическая продуктивность овощей, выращиваемых первобытными земледельцами, не уступает продуктивности современной кукурузы (Рамад, 1981). Если добавить разрушение почв в результате орошения, заражение пестицидами – до 4 млн т/год и массами минеральных удобрений, истощающих почвы и загрязняющих их тяжелыми металлами, то экономическая выгода при использовании энергоёмких сельскохозяйственных технологий становится проблематичной.

Разрушение естественной среды, деградация почвенного слоя, составляющая 90 млрд т/год, обеспечивающая продуктами питания человека при использовании энергетических систем, ускоряются. Современное сокращение фонда обрабатываемых земель вследствие их разрушения, происходит со средней скоростью 7,5 млн. га в год. Максимум биопродукции и сельскохозяйственного урожая лимитирован оптимальным сочетанием экологических компонентов; любое допинговое воздействие эффективно до тех пор и постольку, поскольку есть дополняющие его благоприятные экологические факторы. Вне этого взаимодействия дальнейшее вложение энергии, минеральных удобрений и тому подобного лишь разрушает экосистему и не дает позитивных для хозяйства результатов. (Реймерс, 1994).

Вероятно, начиная с образования энергетических систем, можно рассматривать переход человечества в новую эпоху развития – технократическую и построение индустриального общества.

Характерной особенностью антропогенных энергетических систем является их способность к разрушению естественной среды обитания. Для сравнения рассмотрим энергетические потоки у земной поверхности.

## Глава 6. Техносферная безопасность нефтедобывающей отрасли Западной Сибири

Каждая из стадий освоения нефтегазоносных территорий: разведка, обустройство месторождений и строительство систем магистральных трубопроводов, эксплуатация характеризуется разнообразностью, интенсивностью, уровнями воздействия и степенью преобразования природной обстановки. Для стадии строительства объектов больше характерны механические изменения на поверхности ландшафтов, нарушения почвенно-растительного покрова, изменение гидрологического режима, составляющих радиационного баланса, при их эксплуатации типичными являются изменения энергетического воздействия: поступление потоков загрязняющих веществ во все элементы природной среды, шумовое воздействие на биотические комплексы.

Объектами воздействия нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных средств являются практически все элементы природной среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный и растительный покров, биотические комплексы, пластовые залежи, то есть происходит комплексное воздействие на все компоненты геосистемы. (Карташев, 2007). Анализ экологических последствий эксплуатации нефтегазодобывающих объектов позволил выявить потенциально возможные экологические проблемы, возникающие при взаимодействии объектов нефтяной и газовой промышленности и окружающей среды и распределить основные факторы техногенного воздействия по степени их влияния на природную обстановку. Основными факторами негативного воздействия на природную среду при разведке, обустройстве и эксплуатации месторождений являются следующие (Панов, 1986): выбросы загрязняющих веществ в атмосферу; сбросы сточных вод на рельеф и в водные объекты; загрязнение экосистем нефтепродуктами, буровыми реагентами и другими технологическими жидкостями; механические нарушения почв и напочвенных покровов; изменение гидрологического и гидрогеологического режима территории; изменение геодинамической обстановки в пластах; шумовое загрязнение окружающей среды.

Оседание земель произошло на нефтяном месторождении Уилмингтон (Калифорния, США). Месторождение протягивается через юго-западные районы города Лос-Анджелеса и через залив Лонг-Бич доходит до прибрежных кварталов одноименного курортного города. Площадь нефтегазоносности 54 км<sup>2</sup>. Месторождение открыто в 1936 г., а уже в 1938 г. стало центром нефтедобычи Калифорнии. К 1968 г. из недр было выкачано почти 160 млн. т нефти и 24 млрд. м<sup>3</sup> газа, всего же надеются получить здесь более 400 млн. т нефти. Расположение месторождения в центре высокоиндустриальной и густонаселенной области южной Калифорнии, близость к крупным нефтеперерабатывающим заводам Лос-Анджелеса имело

важное значение в развитии экономики штата Калифорния. С начала эксплуатации месторождения до 1966 г. на нем постоянно поддерживался наивысший уровень добычи по сравнению с другими нефтяными месторождениями Северной Америки.

В 1939 г. жители городов Лос-Анджелес и Лонг-Бич почувствовали довольно ощутимые сотрясения поверхности земли - началось проседание грунта над месторождением. В сороковых годах интенсивность этого процесса усилилась. Наметился район оседания в виде эллиптической чаши, дно которой приходилось как раз на свод антиклинальной складки. В 60-х гг. амплитуда оседания достигла уже 8,7 м. Площади, приуроченные к краям чаши оседания, испытывали растяжение. На поверхности появились горизонтальные смещения с амплитудой до 23 см, направленные к центру района. Перемещение грунта сопровождалось землетрясениями. В период с 1949 по 1961 гг. было зафиксировано пять довольно сильных землетрясений. Земля в буквальном смысле слова уходила из-под ног. Разрушались пристани, трубопроводы, городские строения, шоссе, дороги, мосты и нефтяные скважины. На восстановительные работы потрачено 150 млн. дол. В 1951 г. скорость проседания достигла максимума - 81 см/год. Возникла угроза затопления суши. Напуганные этими событиями, городские власти Лонг-Бича прекратили разработку месторождения до разрешения возникшей проблемы (Семенов, Мартынов, 1994).

К 1954 г. было доказано, что наиболее эффективным средством борьбы с проседанием является закачка в пласт воды. Первый этап работы по закачке воды в нефтеносные пласты начаты в 1958 г., когда на южном крыле структуры стали закачивать в продуктивный пласт 60 тыс.м<sup>3</sup> воды в сутки. Через десять лет интенсивность закачки выросла до 122 тыс.м/сут. Проседание практически прекратилось. В настоящее время в центре чаши оно не превышает 5 см/год, по некоторым районам зафиксирован даже подъем поверхности на 15 см. Месторождение вновь вступило в эксплуатацию, при этом на каждую тонну отобранной нефти нагнетают около 1600 л. воды.

Проседание грунта и землетрясения происходят и в старых нефтедобывающих районах России. Особенно сильно чувствуется на Старогрозненском месторождении. Слабые землетрясения, как результат интенсивного отбора нефти из недр, ощущались здесь в 1971 г., когда произошло землетрясение интенсивностью 7 баллов в эпицентре, который был расположен в 16 км от г. Грозного. В результате пострадали жилые и административные здания поселка нефтяников на месторождении и города. На старых месторождениях Азербайджана - Балаханы, Сабунчи, Романы в пригородах г. Баку происходит оседание поверхности, что ведет к горизонтальным подвижкам. В Западной Сибири существует более 24 тысяч нефтяных и нагнетательных скважин, через которые проходит закачка сенаманских вод.

Сегодня истощительным освоением охвачена значительная часть углеводородных ресурсов, и именно поэтому трансформация широко

распространилась по территории региона. Трансформация ПРП привела к тому, что сейчас практически закончен первый этап их освоения - добыты первично доступные ресурсы практически всех видов, т.е. "сняты сливки". Эти ресурсы были доступны при минимальных затратах, относительно простых технологиях и экстенсивных методах освоения. Наступил второй этап освоения ресурсов, который характеризуется все еще достаточно большими объемами ресурсов, но требует интенсивных методов, применения более тонких и изощренных технологий, современной высоко автоматизированной и экологически безопасной техники и технологии добычи ископаемых (Конторович, 1999).

Количественная трансформация (изменение структуры ресурса, объемы пригодных к использованию отходов) фиксируется существующими методами, особенно по отдельным объектам. Иное положение с качественной трансформацией ресурсов, которая охватила достаточно большую территорию, но почти не улавливается существующей системой учета ПРП. Качественная трансформация выражается, например, в загрязнении большого объема пресной воды без уменьшения его количества, деградации ландшафтов вблизи месторождений сырья, исчезновением ряда ценных растений и животных, уменьшением чистоты атмосферного воздуха и т.д. Конечно, на такой огромной территории, трансформация ПРП пока еще не охватила полностью все районы, и выражается в каждом конкретном районе с разной степенью развития. Все еще сохранились районы, где трансформация тех или иных ресурсов не стала столь значимой. Но конфликтность методов природопользования и состояния природных ресурсов заключается именно в возникшем между ними разрыве, ибо во всех случаях сохраняются методы, нацеленные на первичное использование неизменных ресурсов, хотя таких ресурсов становится все меньше и меньше. Трансформация ПРП, как правило, ведет к повышению затрат на его дальнейшую эксплуатацию (Леонов, Донков, 2000).

Основными источниками химического загрязнения нефтегазодобывающих районов являются бурение, аварийное фонтанирование разведочных скважин, сброс отработанных буровых растворов и неочищенных сточных вод в водоемы и почву, повреждение магистральных и внутрипромысловых нефтегазопроводов. В общем объеме загрязнения воздушного бассейна доля выбросов в атмосферу составила более 80%. В валовых выбросах от стационарных источников преобладают окись углерода - 52,8%, окислы азота - 7,7%, углеводороды - 35%.

Увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников связано с увеличением добычи углеводородного сырья и увеличением объемов сжигания природного и попутного газа в факелах.

На водные и земельные ресурсы основная антропогенная нагрузка возникает в районах геологоразведки и добычи углеводородного сырья. Это обусловлено воздействием на земли мощных транспортных средств в условиях многолетней мерзлоты и бездорожья; выполнением буровых работ

и испытанием глубоких скважин с обычно практикуемой технологией активизации поступления углеводородных флюидов на поверхность земли; строительством и функционированием нефтегазопроводов; созданием искусственных хранилищ углеводородов и т.п.

Воздействие нефтепромыслов на речной бассейн отличается высокой поражающей способностью. Из всех загрязняющих веществ, поступающих в реки, основная часть приходится на нефть, нефтепродукты, фенолы. Нефтяное загрязнение отрицательно сказывается на качестве воды и условиях обитания гидробионтов. Нефтяная пленка на поверхности воды ухудшает кислородный режим водоема.

Загрязнение почв нефтью в местах, связанных с ее добычей, переработкой, транспортировкой и распределением, превышает фоновое в десятки раз.

При эксплуатации нефтяных месторождений Западной Сибири на поверхность микроландшафта поступает до 2% добытой нефти. При локальном разрыве только одного нефтепровода на почвенный покров изливается несколько тысяч тонн сырой нефти, загрязняя территорию от 0,1 га до нескольких гектаров. Нефть является жидким природным раствором разнообразных компонентов, в том числе более 500 углеводородов не имеют аналогов в современных неживых природных объектах и в организмах.

Экологическое токсическое влияние:

- Низкомолекулярные метановые углеводороды (до 40% общей массы нефти), растворимые в воде и обладающие токсическими свойствами.
- Высокомолекулярные парафиновые углеводороды (18 - 20%), малорастворимые или нерастворимые в воде.
- Циклические нафтеновые и ароматические углеводороды (40 - 60%), растворимые в воде, обладающие токсическими и канцерогенными свойствами.
- Высокомолекулярные нефтяные смолы (1,6 - 20%) и асфальтены (0,3 - 1,8%), практически нерастворимые в воде и являющиеся источниками высокотоксичных диоксидов.
- Нефтяные газы (включая газообразную ртуть), растворенные в подземной нефти при высоком геостатическом давлении и выделяющиеся из нефти при ее поступлении на дневную поверхность.
- Химические элементы (0,0022 - 0,0138%) – ванадий, никель, марганец, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и др., обладающие токсическими, канцерогенными и аллергическими свойствами.
- Нефтяные воды с высоким содержанием ионов и восстановленных форм серы ( $H_2S$ ), углерода ( $CH_4$ ) и азота ( $NH_3$ ).

При оценке последствий загрязнения нефтью необходимо учитывать поведение нефти и ее компонентов в природных средах, характер влияния природных и техногенных факторов на поведение нефти и ее компонентов,

отклик на нефтяное загрязнение физических, химических и биологических систем (Миронов, 1976, Зорькин, 1989, Михайлова, 1992).

При нефтяном загрязнении водных объектов сырая нефть находится в них в виде нефтяной пленки, свободно плавающей на водной поверхности, в растворенной форме и в виде твердых веществ, оседающих непосредственно на дно. Нефтяную пленку образуют компоненты сырой нефти, обладающие гидрофобными (отталкивающими воду) свойствами и имеющими удельный вес, меньший, чем у воды. Одна тонна сырой нефти покрывает нефтяной пленкой 1,3 км<sup>2</sup> водной поверхности. Через неё практически не проникает лучистая солнечная энергия и на границе водная поверхность - атмосфера прекращается обмен кислородом, углекислотой и другими газообразными веществами, имеющими значение для жизнедеятельности водных организмов.

В одном кубическом метре пресной воды может раствориться до 300 г низкомолекулярных нефтяных углеводородов, обладающих токсическими свойствами. Экспериментально установлено, что если концентрация растворимых в воде токсичных компонентов сырой нефти составляет 100 мг/м<sup>3</sup>, то наступает гибель фитопланктонных, зоопланктонных и бентосных организмов, а при содержании 100 г токсичных компонентов нефти в 1 м<sup>3</sup> воды гибнут рыбы. Предельно допустимая концентрация нефтяных углеводородов в питьевой воде составляет 0,1 мг/л, а в рыбохозяйственных водных объектах – 0,05 мг/л. (Гашев, Казанцев и др. 1992)

На дно водных объектов оседают только высокомолекулярные компоненты сырой нефти: нефтяные смолы, асфальтены и парафины. Однако, опосредованно после адсорбции на взвешенных наносах и на частицах взмученных донных отложений – в донных грунтах аккумулируются и низкомолекулярные нефтяные углеводороды, которые при благоприятных условиях могут снова растворяться в воде.

Нефтегазодобывающие предприятия химически загрязняют водоёмы, в результате чего погибают эмбрионы и мальки. На таёжных реках строятся переправы и технические коммуникации. При выполнении гидронамывных работ на пойменных землях, уничтожаются места нерестилищ ценных промысловых рыб, и наблюдается сокращение их улова. Большое количество рыбы непригодно для пищевых целей из-за накопленных в тканях нефтепродуктов.

Гидрологическая сеть рек и озер связана с болотами. Западная Сибирь отличается большим количеством болот. Территория заболочена на 40 - 80%. В результате антропогенного воздействия процесс заболачивания ускоряется и увеличивается площадь заболоченных земель. Болота играют водоохранную и водообеспечивающую роль, особенно на водоразделах, истоках рек, на территории с преобладанием песчаных почв, то есть в местах, преимущественного расположения нефтяных месторождений. При строительстве промысловых и линейных сооружений на всех типах болот существенно нарушается гидродинамическая сетка болотных вод, что ведет к



изменению водного и теплового режима на прилегающих к ним территориях. Трубопроводы, проложенные по поверхности болот и пересекающие водотоки, оказывают негативное влияние на динамику поверхностных вод, их средообразующую функцию, как части глобальной водной системы (Солонцева, 1988, Шилова, 1988).

Таким образом, основными техногенными факторами нефтегазовой отрасли являются:

- технологические и аварийные разливы нефти, буровых растворов, высокоминерализованных нефтяных и пластовых вод;
- техногенные атмосферные осадки, содержащие высокие концентрации азота, серы и др. веществ;
- производственные и бытовые сточные воды, содержащие высокие концентрации фосфора и других химических веществ.
- при изучении воздействия на пресноводных рыб и гидробионтов залповых сбросов сточных вод, содержащих нефтепродукты, установлено, что:
- при концентрации нефтепродуктов 60 мг/л в воде наступает гибель взрослых рыб (елец, плотва, окунь и др.);
- личинки рыб гибнут при концентрации нефтепродуктов 1,2 мг/л;
- копеподы и кладоцеры сохраняют жизнеспособность при содержании нефтепродуктов 34,0 мг/л в воде, но гибнут в результате обволакивания их тела нефтью (нефтепродуктами);
- при концентрации нефтепродуктов 0,14 мг/л копеподы и кладоцеры прекращают партеногенетическое размножение, что обуславливает резкое снижение их численности и биомассы;
- при образовании на поверхности водотоков нефтяной пленки прекращается вылет амфибиотических насекомых в связи с тем, что куколки, соприкасаясь с пленкой, обволакиваются ей и погибают;
- при оседании нефти на местообитания донных животных наступает гибель зообентосных видов;
- при оседании нефти на нерестилища рыб наступает гибель икры эмбрионов рыб (Гашев и др., 1992, Бурчак, 1992).

## **Глава 7. Отходы производства и потребления**

В современной обстановке практически повсеместного загрязнения окружающей среды особо актуальны при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых методами глубокого бурения становятся вопросы обеспечения экологической безопасности. В настоящий момент в России накоплено 80 млрд. тонн отходов. Их утилизация представляет одну из самых серьезных эколого-экономических задач. Традиционно используемые для этого методы складирования отходов на поверхности или их очистка (переработка) уже не удовлетворяют

требованиям дня. При складировании необходимы значительные площади для строительства полигонов твердых отходов, либо специальные бассейны для жидких отходов. Свободных пространств для такого строительства остается все меньше и меньше, а последующая эксплуатация таких полигонов и бассейнов, их рекультивация требуют значительных финансовых средств. Еще больше усилий требуется для очистки или переработки отходов. Например, из ежегодно образующихся 90 млн. тонн только промышленных токсичных отходов, так или иначе, используется только 37,8%, а обезвреживается полностью всего 7,2%. Остальные отходы поступают в окружающую среду.

Месторождения имеют особую специфику разработки и эксплуатации.

Главными отходами производства здесь являются:

- буровые и тампонажные растворы;
- шлам-выбуренные горные породы;
- буровые сточные воды;
- пластовые минерализованные воды;
- продукты сгорания топлива при работе двигателей внутреннего сгорания и котельных;
- материалы для утяжеления и обработки буровых и тампонажных растворов;
- хозяйственно-бытовые сточные воды.

Большинство из указанных отходов, оказывающих наиболее негативное влияние на окружающую среду, образуются в жидкой форме. Для их утилизации требуется либо дополнительное производство по очистке или переработке, либо отведение земель под строительство специальных бассейнов-хранилищ (Нестеров и др., 1877, Медведев, 1987).

## **Заключение**

Таким образом, современные техногенные энергетические системы способствовали ускоренной эволюции техники, демографическому взрыву и катастрофическому загрязнению окружающей среды. Последующий рост энергетики с неизбежностью приведет к отрицательным последствиям для человечества. Энергетические системы все больше потребляют вещественно-энергетических ресурсов для поддержания, развития самих себя со все меньшей эффективностью использования в интересах человечества. Происходит и существенная трансформация человеческого мировоззрения. Современный человек не представляет себя вне энергетических систем и становится рабом порожденных им же энергетических химер. Создаваемый энергосистемами электромагнитный фон, в тысячи раз превышающий естественный уровень, также не способствует сохранению здоровой психики современного человека (Карташев, 2000).

В связи с тем, что максимальная численность людей на планете при использовании ресурсного потенциала не должна превышать

10 млрд человек, современное количество людей можно рассматривать в качестве критической массы начала экологических войн. По существу, войны за природные ресурсы перманентно происходили в течение всей истории человечества. Но только с появлением технических систем и ускоренным ростом населения Земли они приобретают наиболее массовый, всемирный и беспощадный характер.

Следовательно, разрушив природную среду обитания, человек в соответствии с основными законами экологии поставил под сомнение своё дальнейшее существование как биологического вида. В то же время, создав техносферу, вынужденное жить по технократическим законам человечество деградирует, разрушается и вымирает как промежуточный элемент технического прогресса. Отсутствие достаточно полных системных представлений как об экологических законах биосферы, так и о закономерностях технического прогресса многократно усложняет современную ситуацию человеческого социума и затрудняет поиск оптимальных критериев выживаемости. С принципиальной точки зрения необходимо изменение самой основы тупикового развития человечества – мировоззрения, т.е. создание религиозно-философских основ экологического мировоззрения. К сожалению, как показывает опыт, для того, чтобы новое мировоззрение возникло и стало основой духовной жизни, необходимы поистине катастрофические изменения в жизни человеческого рода.

## **Список литературы**

### **Основная литература:**

1. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования [Текст] : учебное пособие для бакалавров / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 320 с (ISBN 978-5-9916-1876-2) 30 экз
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 683 с. (ISBN 978-5-9916-2335-3) 7 экз

### **Дополнительная:**

1. Павлов А.Н. Экология. Рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности : Учебное пособие для вузов / А. Н. Павлов. - М. : Высшая школа, 2005. - 342 с. ( ISBN 5-06-004901-9) 36 экземпляров
2. Гирусов Э.В. Экология и экономика природопользования : Учебник для вузов / Эдуард Владимирович Гирусов, Сергей Николаевич Бобылев, Андрей Леонидович Новоселов, Николай Владимирович Чепурных ; ред. Эдуард Владимирович Гирусов. - М. : Закон и право, 1998 ; М. : ЮНИТИ, 1998. - 456 с. 3 экземпляра

3. Гальперин. М.В. Экологические основы природопользования : Учебник для среднего профессионального образования / Михаил Владимирович Гальперин. - М. : Форум, 2003 ; М. : ИНФРА-М, 2003. - 256 с. (ISBN 5-16-000988-4) 3 экземпляра
4. Природопользование : Учебник для вузов / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Г. В. Гуськов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и К°, 2003. - 312 с. (ISBN 5-94798-255-2) 9 экземпляров
- 5.Карташев А.Г. Введение в экологию. Учебное пособие. – Томск: Изд. «Водолей», 1998. – 384с.;
- 6.Карташев А.Г., Большаков М.А. Основы электромагнитной экологии: Учебное пособие. – Томск: ТГУ, 2012. – 206с.;
7. Карташев А.Г. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. ТУСУР, Томск, 2007,218 с.
- 8.Карташев А. Г..Социальная экология человека. Учебное пособие. (<http://edu.tusur.ru/training/publications/1859>), ТУСУР, 2013, 210 с.