**Геосистемное прогнозирование: задачи, прогнозная информация, методы составления прогнозов**

Процесс прогнозирования изменений природных условий начинается с определения объекта и задачи прогноза, так как именно этот этап обуславливает последующие принципы и методы исследований.

**Задачи геосистемного прогнозирования**

В геосистемном прогнозировании объектом служат геосистемы тех или иных уровней (т.к. объект прогнозирования естественно совпадает с объектом научного исследования). Задача геосистемного прогнозирования состоит в исследовании качественных и количественных характеристик всех компонентов геосистемы в комплексе, их изменение во времени и в пространстве. Такой прогноз должен охватывать все существенные черты структуры геосистем, включая изменения характера компонентов и их взаимосвязей. Полный геосистемный прогноз требует учета всех основных возможных причин ожидаемых изменений геосистем.

**Прогнозная информация**

Основным источником информации для целей геосистемного прогнозирования является комплексный геоэкологический мониторинг состояния окружающей среды, основной принцип которого, учет всех компонентов природной среды и взаимосвязей между ними. Комплексный геоэкологический мониторинг позволяет получить систематические данные о состоянии природных компонентов и комплексов среды, а также выявить факторы и закономерности их антропогенного и естественного изменения во времени и пространстве.

В случаях, когда имеющаяся региональная информация не содержит нужных сведений или содержит их в явно недостаточном количестве, возникает потребность в проведении специальных физико-географических исследований для целей прогноза трансформации природной среды. Их основная задача состоит в выявлении сущности, факторов и скорости изменений природных комплексов.

Основные принципы проведения подобных исследований исходят из принципов комплексного физико-географического прогнозирования. Их реализация осуществляется путем использования как опосредственных, так и непосредственных наблюдений. Сначала выявляются источники прогнозной информации. В качестве их обычно выступают литературные и фондовые материалы, различные карты, проекты, аэрофотоснимки, космические снимки, результаты специальных полевых исследований. Особенность работы с ними состоит в выявлении таких данных, которые могут служить непосредственной основой для прогнозирования (качественных и количественных показателей направления, скорости и времени изменений природы).

**Методы геосистемного прогнозирования**

Методы геосистемного прогнозирования достаточно разнообразны. В настоящее время прогностика насчитывает более 150 различных по уровню, масштабам и научной обоснованности методов и приемов, однако число применяемых на практике значительно меньше – не превышает 10-15. Из всего многообразия можно выделить следующие, примерно одинаковые по уровню методы: экспертных оценок, экстраполяции, географических аналогий, ландшафтно-генетических рядов, использования функциональных зависимостей. Такое выделение носит условный характер, так как применяются в разных сочетаниях в зависимости от типа и масштабов прогноза.

1. Метод экспертных оценок состоит в выявлении будущего состояния прогнозируемого объекта на основании изучения мнений различных специалистов. Эксперты высказывают свое мнение, опираясь на опыт, знания и имеющиеся материалы интуитивно пользуясь при этом методами аналогии, сравнения, экстраполяции, обобщения. В итоге составляются прогнозные карты, которые строятся по образцу карт современного состояния. Обработка полученных результатов включает анализ и оценку совпадения границ контуров, выделенных различными экспертами и определение времени наступления событий.

Метод прогнозирования на основе изучения мнений экспертов может быть применен, при отсутствии достаточной информации о прошлом и настоящем объекта исследования, при нехватке времени для проведения необходимых полевых работ, при существовании неопределенности конкретной природной ситуации.

2. Метод физико-географической экстраполяции заключается в распространении (продлении) ранее выявленных тенденций (закономерностей) развития данного природного комплекса на его временную и пространственную динамику в будущем.

Наиболее достоверные результаты дает экстраполяция, основанная на познании фундаментальных законов развития природных комплексов. Экстраполироваться могут тенденции, формулируемые как на качественном уровне, так и имеющие характер количественных показателей природных процессов. В первом случае имеется в виду исследование направлений трансформации ландшафтов, процессов и их интенсивности, качественных характеристик изменения компонентов природы и т.п.

Во втором случае используются ряды наблюденных показателей за достаточно длительный период в прошлом, с последующим распространением полученных закономерностей на будущее. Но здесь не допустимо простое продолжение в будущее кривой отображающей ход процесса до сегодняшнего дня, так как обычно развитие того или иного процесса имеет более сложный характер (к примеру, замедленное развитие, связанное с появлением каких-либо порогов, сменяется интенсивным ростом или наоборот). Существует возможность подобрать соответствующую функцию и распространить ее на будущее, но практически это сделать нелегко, в особенности, когда речь идет о развитии сложных систем.

Метод экстраполяции позволяет получить достаточно надежные результаты лишь при условии неизменности (или относительной стабильности факторов), определяющих развитие прогнозируемого процесса, а также с учетом качественных изменений, накапливающихся в системе. В связи с этим его следует использовать в сочетании с другими методами и приемами.

3. Метод физико-географических аналогий нашел довольно широкое применение при прогнозировании локальных изменений природы (особенно в прибрежной зоне водохранилищ). В его основе лежит следующее теоретическое положение: под влиянием одних и тех же или подобных факторов формируются генетически близкие природные комплексы, которые, подвергаясь однотипным воздействиям, испытывают сходные изменения.

Сущность метода заключается в том, что закономерности развития процесса, изученные в пределах одного природного комплекса, с определенными поправками переносятся на другой, находящийся в идентичных условиях с первым. Однако аналоги не могут во всех отношениях соответствовать прогнозируемым объектам, поэтому прогноз, составленный на их основе, является, как правило, приближенным. Возможности метода аналогий значительно возрастают в случае использования его на базе теории физического подобия. По этой теории сходство сравниваемых объектов устанавливается с помощью критериев подобия, т.е. величин, имеющих одинаковую размерность.

Метод физико-географических аналогий хорошо физически обоснован и позволяет составить долгосрочные комплексные прогнозы.

4. Метод ландшафтно-генетических рядов состоит в использовании прогноза рядов сопряженных комплексов, смены которых в пространстве воспроизводят последовательности их эволюции во времени. Он основан на принципе эргодичности, согласно которому закономерности развития установленные для пространственных процессов, могут быть перенесены на временную динамику и наоборот.

Ландшафтно-генетические ряды целесообразно рассматривать как своеобразные качественные модели (аналоги), отражающие стадии естественного развития природных комплексов в пределах определенной территории. Подобные ряды составляют по материалам комплексных полевых исследований, проведенных в районе проектируемого инженерного сооружения. Анализ таких рядов позволяет уяснить взаимосвязи между компонентами природы в их исторически сложившемся, относительно устойчивом состоянии, к которому эти компоненты, нарушенные после создания инженерного объекта, по-видимому, будут стремиться. При относительной стабильности общих климатических условий ландшафтно-генетические ряды могут служить для установления направленности и последовательности перестройки природных комплексов во времени при изменении какого-либо фактора (например, увлажнения или засоления).

Однако использование данного метода для целей прогнозирования имеет ряд ограничений.

Во-первых, ландшафтно-генетические ряды отражают конкретную физико-географическую обстановку, поэтому прогноз, составленный на их основе, может распространяться лишь на ту территорию, в пределах которой проводились соответствующие исследования.

Во-вторых, при одинаковом изменении какого-либо фактора сходные перемены можно ожидать лишь в пределах однотипных природных комплексов.

В-третьих, данный метод не позволяет определить скорость и время трансформации природных условий, поэтому необходимо параллельное использование других методов и приемов прогнозирования.

5. Метод использования функциональных зависимостей заключается в выявлении физико-географических факторов, определяющих формирование прогнозируемого процесса, и нахождении связей между ними и показателями этого процесса. Одной из важнейших операций прогнозирования является отбор необходимых факторов, который производится на основе генетического анализа. Для оценки факторов могут применяться различные приемы – корреляционный анализ, опрос экспертов и другие.

После выявления необходимых факторов строится логическая модель формирования прогнозируемого процесса, и на основе эмпирических данных оцениваются ее отдельные элементы. Затем с помощью методов математической статистики определяется количественное воздействие учитываемых факторов на конечный результат. Установив степень этого воздействия, зная, какие значения примет каждый из них, можно рассчитать, как изменится тот или иной показатель прогнозируемого процесса. Однако следует иметь в виду, что получаемые зависимости действительны только для того временного интервала и тех природных условий, для которых они построены.

Помимо рассмотренных методов и приемов для комплексного физико-географического прогнозирования могут быть использованы комбинированные подходы, а также приемы, основанные на обобщениях, типизациях и т.п.

**Пример геосистемного прогнозирования**

Как пример геосистемного прогнозирования можно привести прогнозирование состояния Аральского моря.

Из-за резкого сокращения притока воды из крупнейших рек (Амударьи и Сырдарьи), происходит интенсивное снижение уровня моря, что приводит к трансформации природных комплексов от гидроморфных и элювиальным.

Проблема Аральского моря изучалась группой экспертов, использовавших разные приемы, в том числе экспертное анкетирование. Одним из важных вопросов экспертизы было прогнозирование возможных последствий изменения режима Аральского моря для природной среды. Аральское море изучалось как целостная геосистема, проводилось комплексное исследование всех ее компонентов.

В итоге одним из вариантов прогноза был следующий. Исчезновение Аральского моря, т.е. преобразование его в два мелких осолоняющихся водоема – озера Малое и Большое море. Это приведет к усилению процессов выноса пыли и солей в атмосферу. Последующее осушение Малого моря приведет к появлению на его месте обширного солончака, по краям которого на месте однолетних солянок появятся засухо- и солее устойчивые полукустарники и кустарники, в которых будут аккумулироваться пески и формироваться эоловые формы рельефа. Резкое сокращение площади Аральского моря снизит его роль как терморегулятора местного климата. С ростом забора стока Амударьи и Сырдарьи и расширение и расширением площади поливных земель на юге очаг испарения, возможно, будет рассредоточиваться и перемещаться с Аральского моря на юг Средней Азии. В этом случае континентальность климата приаральских территорий будет возрастать.

В докладах представленных ранее рассматривались вопросы прогнозирования отдельных компонентов природы: атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв и т.д. так называемое отраслевое или покомпонентное прогнозирование. Однако технические сооружения чаще всего оказывают воздействие не на один отдельно взятый компонент, а на все компоненты в их взаимодействии и на конкретной территории. Поэтому возникает необходимость комплексного геосистемного прогнозирования.