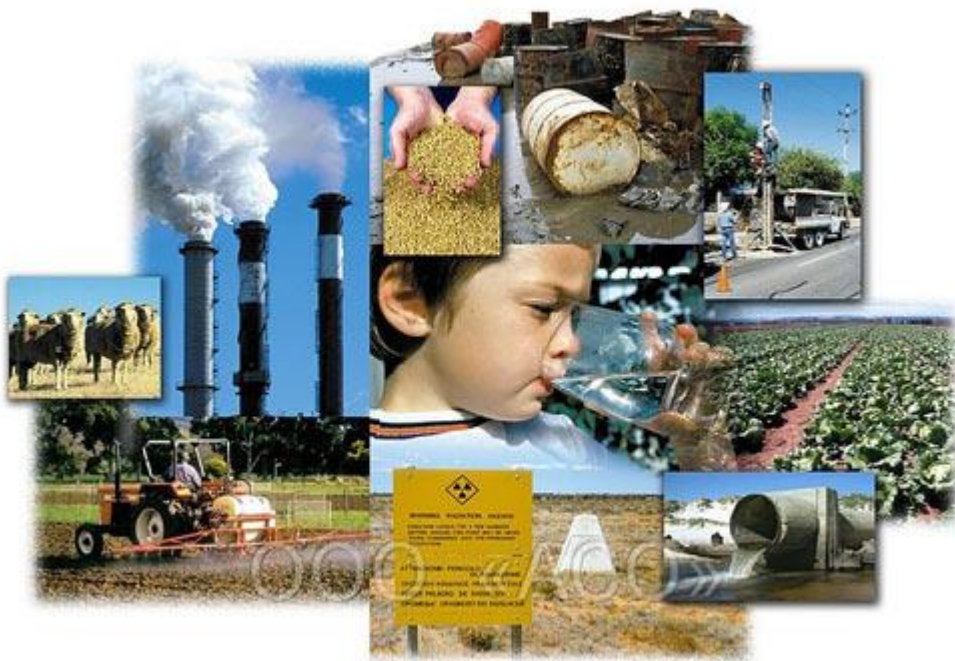


Основные методы прогноза состояния природной среды



Ануфриева Е.И.,
доцент кафедры
БЖД

Прогнозирование

- Научное развитие вопросов прогнозирования имеет долгую историю – от социальных утопистов и первых учёных-естественников, пытавшихся предсказывать погоду, до современных «Концепций устойчивого развития» и глобальных сценариев развития всего человечества.

Прогнозирование – изучение объектов, явлений или процессов, недоступных современному непосредственному исследованию.

Прогноз – всякое конкретное предсказание или вероятностное суждение о будущем состоянии изучаемого объекта, явления или процесса.

Экологический прогноз

- Прогнозирование состояния природной среды – необходимое условие решения задач рационального природопользования.
- Близкими к мониторингу окружающей среды можно считать **экологический прогноз**, прогнозы воздействий на среду и изменения среды и прогноз использования природных ресурсов.

Классификация прогнозов

- Прогнозы можно классифицировать по времени, по масштабу прогнозируемых явлений и по содержанию.

По времени упреждения различают кратковременные (до 1 года), краткосрочные (3 – 5 лет), среднесрочные (10 – 15 лет), долгосрочные (несколько десятилетий) и долговременные (столетия) прогнозы.

- **По масштабу** прогнозируемых явлений прогнозы делят на 4 группы:
-

глобальные (географические);

региональные (в пределах нескольких стран);

национальные (государственные);

локальные (край, область, административный округ, заповедник).

По содержанию прогнозы делят на **компонентные (отраслевые)**, относятся к конкретным отраслям наук:

геологические, гидрологические, экологические и др. и

комплексные – оценивается динамика состояния природного комплекса в целом

Географическое прогнозирование

- Особое значение имеет **географическое прогнозирование**, так как оно является комплексным и предполагает оценку динамики природных и природно-хозяйственных систем в будущем с использованием как компонентных, так и интегральных показателей.

-
- **Под географическим прогнозированием** понимается разработка научно обоснованных суждений о состоянии и тенденциях развития природной среды в будущем для принятия решений по ее рациональному использованию.
 - Можно определить это направление географических исследований и проще – как предвидение будущего состояния природной среды.

Методы прогнозирования природной среды

- К наиболее разработанным методам прогнозирования природной среды можно отнести:
- методы физико-географической экстраполяции,
- физико-географических аналогий,
- ландшафтно-генетических рядов,
- функциональных зависимостей,
- экспертных оценок.

Метод физико-географической экстраполяции

- базируется на распространении ранее выявленных направлений развития природного комплекса, на его пространственно-временную динамику в будущем.

Метод физико-географических аналогий

- основывается на том положении, что закономерности развития процесса, выявленные в условиях одного природного комплекса (аналога), с определенными поправками переносятся на другой, находящийся в идентичных условиях с первым.

Метод ландшафтно-генетических рядов

- основывается на том, что закономерности развития, установленные для пространственных изменений природных процессов, могут быть перенесены на их временную динамику, и наоборот.

Метод функциональных зависимостей

- основывается на выявлении факторов, определяющих динамику прогнозируемого процесса, и нахождении связей между ними и показателями процесса.



Метод экспертных оценок

- заключается в определении будущего состояния прогнозируемого объекта посредством изучения мнений различных специалистов (экспертов).

Метод имитационного моделирования

- В настоящее время для решения прогнозных задач все большее применение находит этот метод.
- Он основывается на построении имитационной математической модели, отражающей пространственно-временные связи природных комплексов, и ее компьютерной реализации.

Прогнозные расчеты проводятся следующим образом.

- На входы модели задаются воздействия:
 - 1) из региональных прогнозов изменения природных условий;
 - 2) из долгосрочной программы экономического развития территории.
- На выходах модели получаем прогноз состояния природной среды.

Оценка степени антропогенных изменений природной среды

Применение санитарно-гигиенических и экологических критериев дает возможность оценить степень и направление изменения окружающей среды во времени и в пространстве.

Временные (динамические) показатели характеризуют скорости нарастания неблагоприятных изменений.

Выделяют четыре динамических класса природных систем:

1) *стабильные* – скорость увеличения площадей нарушенных земель менее 0,5 % в год;

2) *умеренно динамичные* – площади увеличиваются до 2 % в год (возможна полная смена биогеоценологического покрова за 50-100 лет);

3) *среднединамичные* – до 2-3 % в год (возможна полная смена экосистем в течение 30-50 лет);

4) *сильнодинамичные* – более 4 % в год (полная смена экосистем возможна за 25 лет).

Пространственные показатели

- Пространственные показатели характеризуют размеры ареалов, в пределах которых проявляются антропогенные нарушения природных комплексов.
- Вводится понятие *предельно допустимой площади нарушения ландшафта (экосистемы)*, т.е. того предела, до которого еще возможна регенерация природной системы;
- превышение допустимой площади нарушения ведет к разрушению структурно-функциональной целостности и преобразованию природной системы в новое состояние.
- Для разных ландшафтов и природных систем этот показатель существенно меняется.

Показатели оценки антропогенных изменений окружающей среды

При расчете показателей, используемых для оценки антропогенных изменений окружающей среды, необходимо учитывать естественную территориальную дифференциацию ландшафтов.

Так, при оценке загрязнения региона может быть введен параметр, учитывающий площади отдельных морфологических природно-территориальных комплексов.

В этом случае **средневзвешенный показатель загрязнения региона \bar{x}** вычисляется по формуле:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n m_i z_i / S,$$

где m_i – площадь i -го контура ПТК; z_i – загрязнение i -го контура; S – общая площадь региона.



Ранжирование нарушения экосистем

Характеристика процессов экологической дестабилизации природной среды предполагает ранжирование нарушения экосистем по глубине и необратимости.

Особое внимание уделяется экстремальным состояниям, угрожающим жизни людей.

Уровни экологических нарушений экосистем

Рассмотрим три уровня экологических нарушений.

Зона экологического риска (Р)

включает территории с заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, максимумом нестабильности, ведущим в дальнейшем к спонтанной деградации экосистем, но еще с обратимыми нарушениями экосистем, предполагающими сокращение хозяйственного использования и планирование поверхностного улучшения.

Деградация земель наблюдается на 5–20 % площади.



Зона экологического кризиса (К)

Включает территории с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости, трудно обратимыми нарушениями экосистем, предполагающими лишь выборочное их хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения.

Деградация земель наблюдается на 20-50 % площади.

Зона экологического бедствия – катастрофы (Б)

Включает территории с полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, полностью исключающими территорию из хозяйственного использования и требующими коренного улучшения.

Деградация земель превышает 50 % площади.

Названные уровни экологического нарушения определяются с помощью

ботанических, биохимических, зоологических и почвенных критериев.

Ботанические критерии

Ботанические критерии имеют наибольшее значение, поскольку они не только чувствительны к изменениям окружающей среды, но и наилучшим образом прослеживают зоны экологического нарушения по размерам в пространстве и по интенсивности во времени.

Учитываются признаки на разных уровнях:
организменном (фитопатологические изменения),
популяционном (ухудшение видового состава) и
экосистемном (соотношение площади в ландшафте)

Ботанические критерии нарушенности экосистем

Показатели	Нормы (Н)	Риска (Р)	Критика	Бедствия (Б)
1. Ухудшение видового состава естественной растительности и характерных видов	Естественная смена доминантов, субдоминантов в особенности полевных видов	Уменьшение обилия господствующих, в особенности полевных, видов	Смена господствующих видов на вторичные, в основном сорные и ядовитые	Уменьшение обилия вторичных видов, полевых растений практически нет
2. Повреждение растительности (дамом заводов)	Отсутствие	Повреждение наиболее чувствительных видов (хвойных деревьев – елей, лиственниц)	Повреждение средне чувствительных видов (осина – суховер шивит в Екатеринбург)	Повреждение слабочувствительных видов (травы, кустарников)
3. Относительная площадь коренных ассоциаций (%%))	Более 60	40 – 60	20 – 30	Менее 10
4. Биоразнообразие (уменьшение индекса разнообразия Симпсона, %%)	Менее 10	10 – 20	25 – 50	Более 50
5. Лесистость (в % от зональной)	Более 80	60 - 70	50 - 30	Менее 10
6. Продуктивность пастбищной растительности (в % от потенциального уровня)	Более 80	60 – 70	10 – 20	Менее 5

Биохимические критерии

- Это критерии экологического нарушения основаны на измерениях аномалий в содержании химических веществ в растениях.
- Измеряется содержание токсичных и биологически активных микроэлементов в укосах растений с пробных площадок (по содержанию химических веществ в сухой массе травянистых растений, в мг / кг).

Биохимические критерии нарушенности экосистем

Показатели	Нормы (Н)	Риска (Р)	Кризиса (К)	Бедствия (Б)
1. Соотношение C:N в растениях (углерод / азот)*	8 – 12	6 – 8	4 – 6	Менее 4
2. Содержание Pb, Hg (свинец, ртуть) по превышению максимально допустимого уровня	1.1 – 1.5	2 – 4	5 – 10	Более 10

*Примечание: отношение углерода к азоту – это максимально допустимый уровень.

Зоологические критерии

Зоологические критерии –

показатели нарушения животного мира: видовое разнообразие, пространственная структура, биомасса и продуктивность, энергетика, численность, плотность, поведение, демографическая и генетическая структура.

Зона риска выделяется главным образом по поведенческим критериям: потеря стадного поведения, изменение путей миграции.

Зона кризиса характеризуется нарушением структуры популяций, групп и стай, сужением ареала распространения и обитания, нарушением продуктивного цикла.

Зона бедствия отличается исчезновением части ареала или местообитания, массовой гибелью возрастных групп, резким ростом численности синантропных и нехарактерных видов, интенсивным ростом антропозоонозных и зоонозных заболеваний.

-
- **Антропозоонозные болезни** - общие для людей и животных

Зоологические критерии нарушенности экосистем

Показатели	Нормы(Н)	Риска(Р)	Кризиса(К)	Бедствия(Б)
1. Частота антропозоонозных заболеваний	Случайная	Спорадическая	Регулярная	Массовая
2. Падёж домашних животных	Случайно менее 10%	Спорадическая и 10 – 20 %	Регулярно 20 – 50%	Массово более 50%
3. Уменьшение биоразнообразия	На 5% от исходного	На 10 – 20%	На 25 – 50%	Более 50%
4. Плотность популяции вида индикатора (в % к исходной), штук / тыс. га	Менее 10%	На 10 – 20 %	На 20 – 50%	Более 50%

1. Группа инфекционных заболеваний, возбудители которых способны поражать как человека, так и животных.



Критерии ухудшения свойств почв

Критерии ухудшения свойств почв – один из наиболее сильных показателей зон экологического риска, кризиса или бедствия.

Прежде всего это проявляется в снижении плодородия почв на большой площади и с высокой скоростью.

Почвенные критерии нарушения экосистем

Показатели	Нормы (Н)	Риска (Р)	Кризиса (К)	Бедствия (Б)
1. Плодородие почв (в % от потенциального)	Более 85%	65 – 85%	65 – 25%	Менее 25%
2. Содержание гумуса (в % от первоначального)	Более 90%	70 – 90%	30 – 70%	Менее 30%
3. Площадь вторично засоленных почв	Менее 5%	5 – 20%	20 – 50%	Более 50%
4. Площадь ветровой эрозии (полностью сдутые почвы)	Менее 5%	10 – 20%	20 – 40%	Более 40%

Вторичное засоление почв - процесс накопления вредных для растений солей в верхних слоях почвы

- Это опасное и частое в орошаемом земледелии явление наиболее распространено в районах бессточных низменностей, где за многие тысячелетия накапливались соли Na_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , Na_2SO_4 , NaCl и др., которые в условиях сухого климата при недостатке влаги не поднимались на поверхность.
- Наиболее губительное действие оказывают натриевые соли: при обильных поливах на участках, не имеющих надежной дренажной сети, они проникают по капиллярам в верхние, корнеобитаемые слои почвы, там накапливаются и полностью изменяют физико-химические свойства почвы, которая частично или полностью теряет свое плодородие.

Комплексная оценка экологической ситуации

- Сочетание разнообразных критериев дает возможность получить комплексную оценку экологической ситуации.
- Одним из способов является выделение комбинаций, показывающих преобладание одних видов загрязнений над другими и степень нарушенности воздуха, почвы и воды

- Применение этого метода рассмотрим на примере прогнозирования геоэкологических последствий изменений регионального климата.
- Исследование проведено с использованием модели бассейново-ландшафтной системы, построенной для природно-хозяйственных условий бассейна р. Преголи – главной водной артерии Калининградской области.
- Модель включает уравнения водного баланса, зависимость фитомассы и урожайности сельскохозяйственной растительности (на примере озимой пшеницы) от гидротермических условий, почвенного плодородия, внесения органических и минеральных удобрений, балансы фитомассы лесной растительности, гумуса, азота и фосфора в почвенном покрове, азота и фосфора в подземных и речных водах, а также уравнение связей между балансами.
- Она предназначена для расчетов изменений природной среды в

-
- В качестве сценария на входы модели задается линейное увеличение к 2025 г. среднегодовой температуры В качестве сценария на входы модели задается линейное увеличение к 2025 г. среднегодовой температуры воздуха В качестве сценария на входы модели задается линейное увеличение к 2025 г. среднегодовой температуры воздуха на 1°С и годового количества осадков на 50 мм по сравнению с современными значениями.
 - Эти данные соответствуют разработкам по изменению климатических условий для территории Калининградской области.
 - Анализ результатов моделирования показал

-
- *Лесной растительный и почвенный покров.* Лесная Лесная фитомасса увеличивается к концу расчетного периода. Показатели почвенного покрова: содержание гумуса, азота и фосфора испытывают противоположные изменения. Незначительное уменьшение этих величин, вероятно, связано с повышением их ассимиляции прирастающей фитомассой лесной растительности, а также увеличением поверхностного стока и инфильтрации.
 - *Сельскохозяйственный растительный и почвенный покров.* Фитомасса и урожайность сельскохозяйственной растительности (на примере зерновых культур) также повышается к концу расчетного периода. Содержание гумуса, азота и фосфора в почве снижается. Уменьшение этих веществ в почве связано с увеличением их выноса с урожаем, поверхностным смывом и инфильтрацией.

Речные и подземные воды.

- Расход речных вод и уровень подземных вод повышается к концу расчетного периода, что подтверждает более значительное влияние увлажнения климата на бассейново-ландшафтную систему.
- Отмечается тенденция увеличения содержания азота и фосфора в водах, что объясняется увеличением поступления этих веществ с поверхностным смывом и инфильтрацией.

-
- Геоэкологические последствия реализации сценария регионального потепления и увлажнения климата не поддаются однозначной оценке. Как положительные можно оценить изменения следующих параметров. Увеличивается продуктивность и фитомасса лесного растительного Геоэкологические последствия реализации сценария регионального потепления и увлажнения климата не поддаются однозначной оценке. Как положительные можно оценить изменения следующих параметров. Увеличивается продуктивность и фитомасса лесного растительного покрова. Это, вероятно, будет происходить за счет повышения доли широколиственных пород, что приведет к большему геоботаническому разнообразию и увеличению средоформирующих и ресурсоформирующих функций лесных геосистем. Повышение урожайности сельскохозяйственной растительности (на примере озимой пшеницы) за счет потепления и увлажнения регионального климата на 2 ц/га адекватно такому увеличению за счет увеличения норм внесения минеральных азотных и фосфорных удобрений в 1,2 – 1,3 раза по сравнению с нормами внесения на поля Калининградской области.

-
- Учет этого обстоятельства позволит сэкономить финансовые средства на более рациональном использовании удобрений и уменьшить азотно-фосфорное загрязнение природной среды. В то же время в связи с увеличением выноса питательных веществ из почвы с урожаем необходимо адекватное внесение удобрений с целью поддержания и повышения почвенного плодородия. Отмечается значительное повышение уровня подземных вод. Ландшафты Учет этого обстоятельства позволит сэкономить финансовые средства на более рациональном использовании удобрений и уменьшить азотно-фосфорное загрязнение природной среды. В то же время в связи с увеличением выноса питательных веществ из почвы с урожаем необходимо адекватное внесение удобрений с целью поддержания и повышения почвенного плодородия. Отмечается значительное повышение уровня подземных вод. Ландшафты озерно-ледниковых и приморских равнин Учет этого обстоятельства позволит сэкономить финансовые средства на более рациональном использовании удобрений и уменьшить азотно-фосфорное загрязнение природной среды. В то же время в связи с увеличением выноса питательных веществ из почвы с урожаем необходимо адекватное внесение удобрений с целью поддержания и повышения почвенного плодородия. Отмечается значительное повышение уровня подземных вод.

-
- Результаты проведенного моделирования показывают необходимость тщательного учета в хозяйственной деятельности на территории Калининградской области геоэкологических последствий предстоящих климатических изменений. Требуется разработка продуманной системы мелиорации земель, повышения почвенного плодородия, лесоустройства и других направлений природопользования с учетом отмеченных последствий. Такой подход может быть использован и для других регионов. Приведенный пример иллюстрирует необходимость применения географического прогнозирования для решения проблем рационального природопользования.