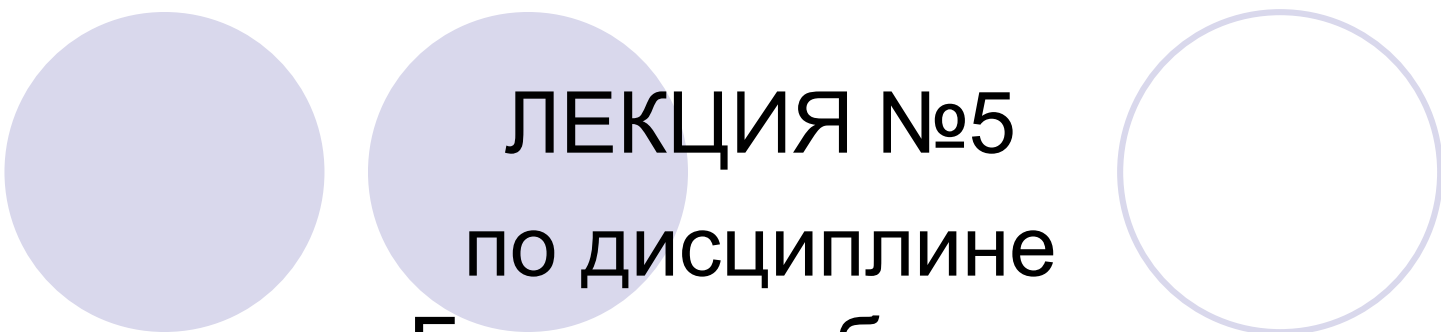





МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ



ЛЕКЦИЯ №5
по дисциплине
«Биоразнообразии»

- Что будет с окружающей природной средой через десять лет? Как изменится экологическая обстановка? Будет ли сохранено биологическое разнообразие или же вокруг станет простираться рукотворная пустыня?

Прогнозы по сохранению биоразнообразия



- Достаточно вдуматься в эту постановку вопроса, проанализировать, как десять или тем более двадцать лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть.. Тем не менее мы должны принимать решения, например, об экологических и иных проектах и инвестициях, последствия которых скажутся через десять, двадцать и т.д. лет.

Иногда это могут быть утверждения с конкретными числами,

В других случаях можно ожидать лишь качественных оценок

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

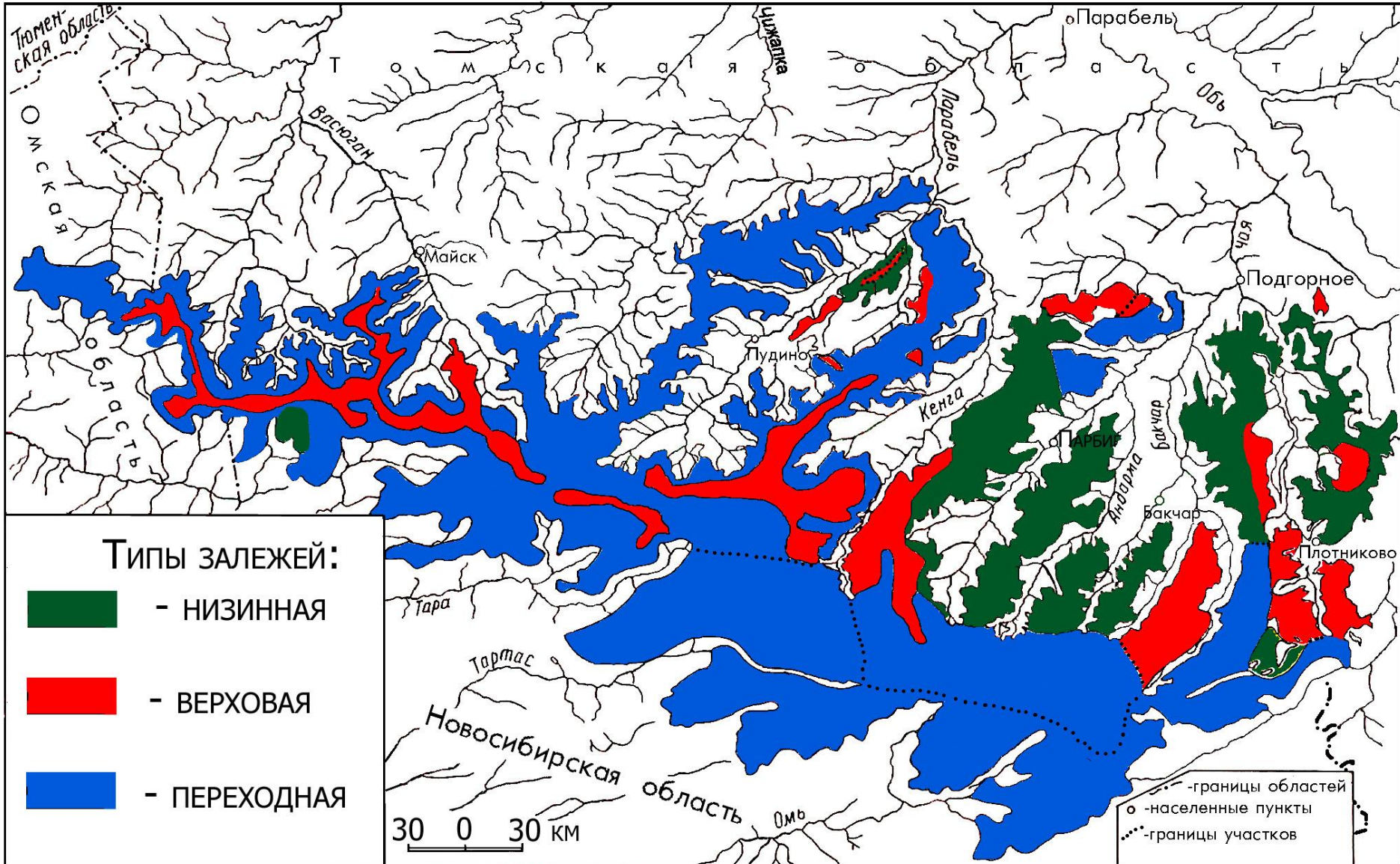


Экологическое прогнозирование — предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человечества.

- Главной целью экологического прогноза является *оценка* предполагаемой реакции окружающей природной среды на прямое или опосредованное воздействие человека,
- решение задач будущего рационального использования природных ресурсов в связи с ожидаемыми состояниями окружающей среды.



Схема расположения Васюганского болота





Заболачивание современных ландшафтов

«Болота наступают на леса, ежегодно занимая в тайге от 8 до 45 тыс. га. При естественном их развитии через 3-5 тыс. лет все леса Западной Сибири, за исключением приречных участков, будут заболочены»
(Нейштадт, 1971).

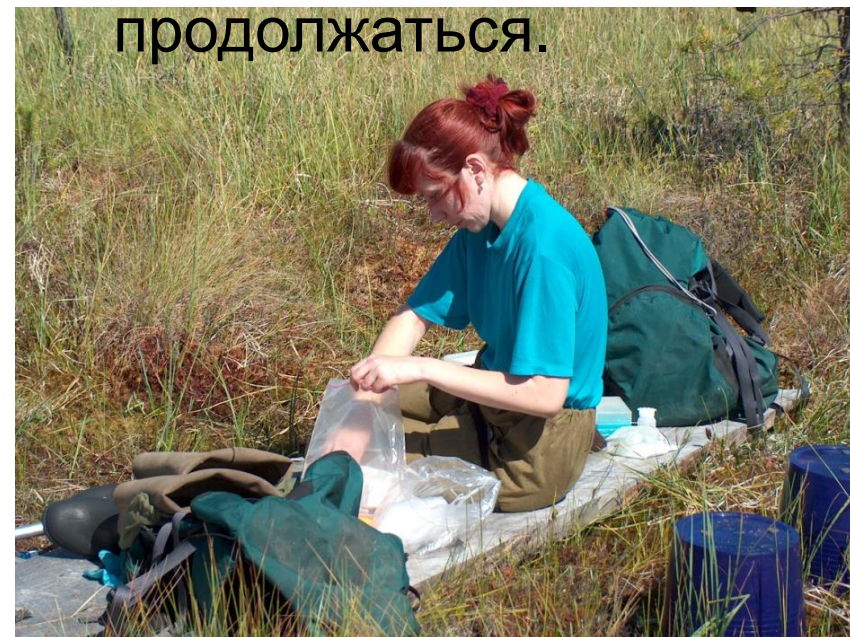
«Климатическое состояние болот может наступить за пределами возраста болота в 50 тыс. лет»
(Climo, 1992).

Через 1000 лет процесс заболачивания в Западной Сибири завершится, суммарная площадь болот достигнет 810 тыс. км², то есть увеличится на 2 %. Прогноз о заболачивании всех лесов Западной Сибири малореален» **(Глебов, 1988).**

«Через несколько тысяч лет вся переувлажненная территория Западной Сибири будет заболочена и заторфована. При этом основные фазы формирования и непрерывного изменения болотного ландшафта (самоосушаемая либо регрессивно-топяная эволюция) будут повторяться пока не изменятся факторы устойчивости болотных систем» **(Малик, 1992).**



- Учитывая, что болота относятся к водным объектам, рассмотрим прогноз стока р. Обь – Салехард до 2056 года. По Е.А.Леонову (Е.А. Леонов «Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз». 2010) : существенных изменений в стоке Оби не ожидается. Так сток Оби составит к 2056 г. 12800 м³/сек (норма 12760 м³/сек).
- Таким образом, можем предположить, что процесс заболачивания территории Западной Сибири будет продолжаться.



Рассмотрим некоторый регион R — определенную интересующую нас территорию (рис. 1). На территории этого региона есть озеро (O), в котором обитают K известных нам видов гидробионтов—водорослей, рачков, рыб и т. д. На территории региона расположен также лесной массив ($Л$). Видовой состав лесной экосистемы представлен ($N - K$) известными нам видами. Состояние биоты («живой» части экосистемы) региона мы будем описывать векторной функцией времени t :

$$Y(t) = (y_1(t), \dots, y_K(t), y_{K+1}(t), \dots, y_N(t)),$$

где $y_i(t)$ — численность (или плотность) в момент времени t соответствующего вида гидробионтов при $i \leq K$ и вида из лесной экосистемы при $i > K$. Очень часто в сложившихся

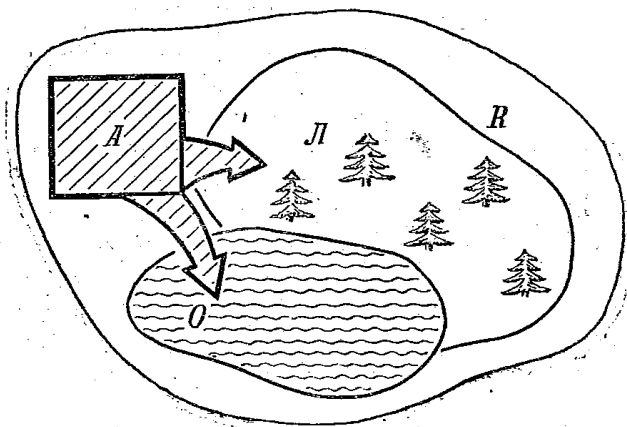
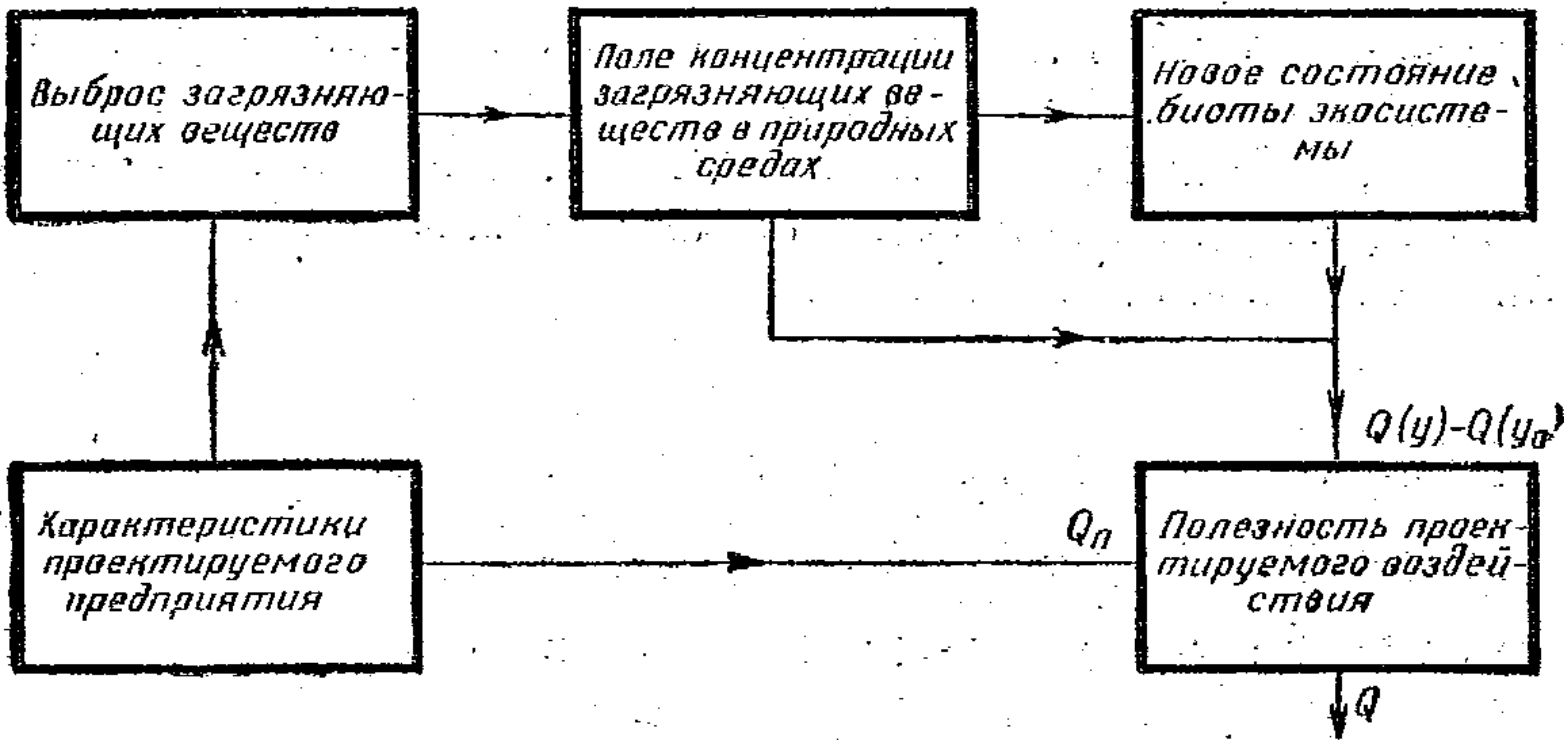
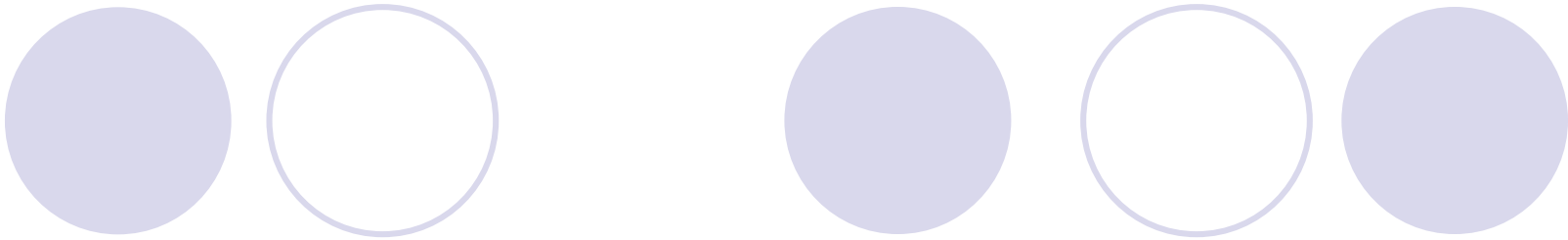


Рис. 1



Задача экологического прогнозирования, связанная с проектом строительства предприятия в регионе

1. Определить по величине выброса $V = (a, b)$ предприятия соответствующее поле концентраций загрязнителей:

$$C = (C_{IV}, C_{IP}, C_{IA}, C_{IV}, C_{IP}, C_{IA}).$$

2. По найденному полю концентраций C определить новое, соответствующее ему состояние равновесия Y биоты экосистемы, т. е. описать видовой состав и плотности (численности) видов, представленных в новой климаксной экосистеме.

3. Использовать прогноз на практике при принятии решений о целесообразности строительства предприятия (через критерий полезности)

ВИДЫ ПРОГНОЗОВ



- По времени упреждения различают следующие виды прогнозов:
сверхкратковременные (до одного года), *краткосрочные* (до 3—5 лет), *среднесрочные* (до 10—15 лет), *долгосрочные* (до нескольких десятилетий вперед), *сверхдолгосрочные* (на тысячелетия и более вперед).



- *По масштабам прогнозируемых явлений прогнозы делятся на четыре группы: **глобальные** (физико-географические), **региональные** (в пределах нескольких стран мира), **национальные** (государственные), **локальные** (край, область, иногда административный район или еще меньшая территория, например заповедник).*

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОГНОЗЫ

- “Мировая динамика” Дж. Форрестер,
“Пределы роста” Д. Медоуз с
соавторами,
- “Человечество у поворотного пункта” М.
Месарович и Э. Пестель,
- “Будущее мировой экономики” В.
Леонтьев,
- “Мир в 2000 году. Доклад президенту”
- Н.Моисеев «Ядерная зима»

Методы прогнозирования последствий антропогенного воздействия на окружающую среду

The diagram features a main title at the top. Below the title, two arrows point downwards to two categories: 'логические' (logical) on the left and 'формализованные' (formalized) on the right. The 'логические' category lists seven methods, while the 'формализованные' category lists three methods.

логические

- Индукции
- Дедукции
- Метод списка
- Метод аналогий
- Матричный метод
- Мозговой штурм
- Сценарный метод
- Метод экспертных оценок

формализованные

- статистический, экстраполяции,
- моделирования

Метод индукции



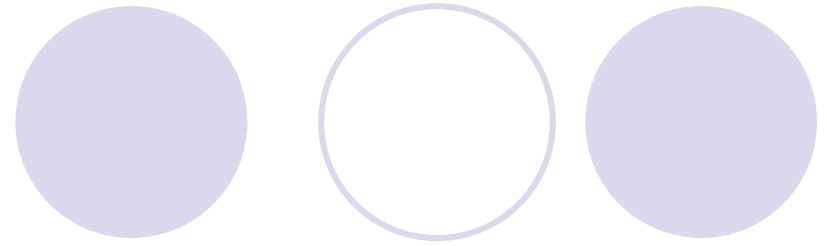
- *Методом индукции* устанавливают причинные связи предметов и явлений. Индуктивным методом исследование обычно начинают со сбора фактических данных, выявляются черты сходства и различия между объектами и делаются первые попытки обобщения

МЕТОД ДЕДУКЦИИ



- *При дедуктивном методе* идут наоборот, от общего к частному, т. е., зная общие положения и опираясь на них, приходят к умозаключению. Этот метод помогает определить стратегию прогнозных исследований. Индуктивный и дедуктивный методы тесно связаны между собой.

Метод аналогий



- исходит из того, что закономерности развития одного процесса с определенными поправками можно перенести на другой процесс, для которого необходимо составить прогноз. Метод аналогий чаще всего применяют при разработке локальных прогнозов. Так, при прогнозировании влияния будущего водохранилища на окружающую среду можно использовать данные по уже имеющемуся водохранилищу, которое находится в сходных условиях.

- **Математические методы** проникли в самые разные области теоретической и прикладной экологии: в анализ взаимоотношения видов в сообществе, в исследование процессов миграции, территориального поведения, в анализ потоков вещества и энергии в экосистемах, в изучение проблем сложности и устойчивости сообществ, а также оценок влияния различных антропогенных факторов на природные системы, в исследование проблем оптимального управления природными ресурсами и эксплуатации популяций и т.д.



- *Статистический метод* опирается на количественные показатели, которые позволяют сделать вывод о темпах развития процесса в будущем

Метод экстраполяции



- представляет собой перенесение установленного характера развития определенной территории или процесса на будущее время. Так, если известно, что при создании водохранилища при неглубоком расположении грунтовых вод на участке началось подтопление и заболачивание, то можно предположить, что в дальнейшем здесь будут продолжаться эти процессы и приведут в конечном итоге к образованию болота.

МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Экспертные оценки применяются в случае, если об объекте оценивания нет достоверных сведений и неизвестны количественные зависимости между прогнозируемыми процессами и явлениями

Экспертные оценки



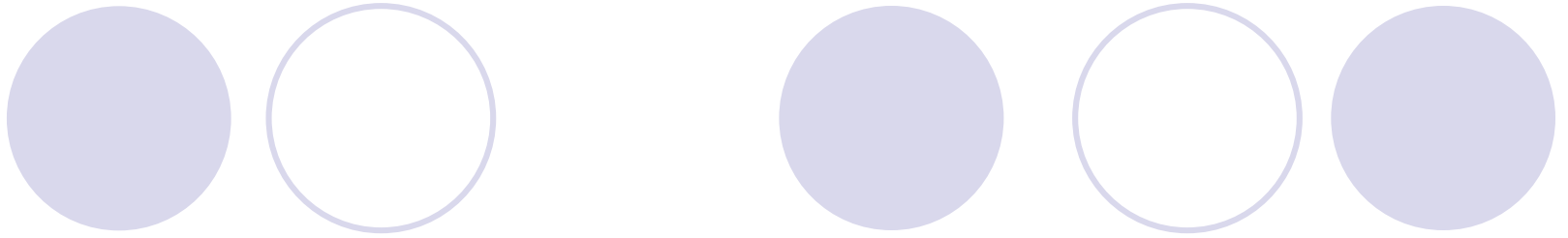
- 1. применяют при построении ранжированных шкал оценок воздействия.
- 2. Они могут быть качественными, количественными.
- 3. Воздействие выстраивается по мере убывания или возрастания, и выявляются сопутствующие ему состояния компонентов, ландшафтов, социума других видов деятельности



- Экспертные оценки широко применяют
- - при анализе альтернативных решений,
- - в оценке экологического риска
- - для прогнозов отдаленных последствий воздействия
- - при проведении экологических экспертиз
- для оценки последствий намечаемой хозяйственной деятельности



- Для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После второй мировой войны в рамках кибернетики, теории управления, менеджмента и исследования операций стала развиваться самостоятельная дисциплина - теория и практика экспертных оценок

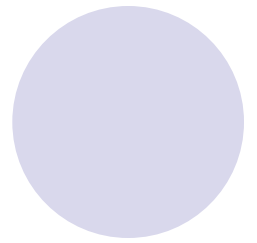
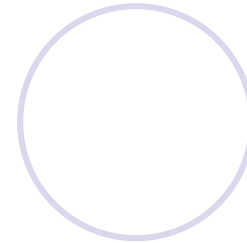
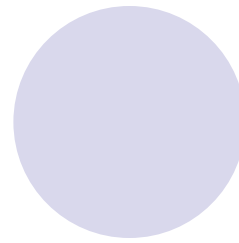
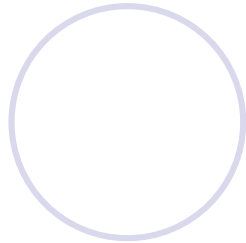
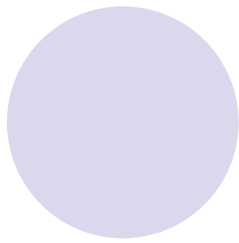


- *Методы экспертных оценок - это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов*
- В настоящее время сформирована развитая система методов экспертных оценок

Пример. Метод прогнозирования природоохранных мероприятий методом экспертных оценок

- Исходные условия: в регионе сложилась
- критическая экологическая ситуация.
- Концентрация вредных примесей в местных водоемах приблизилась к предельно допустимому уровню.
- В атмосфере повысилось содержание CO₂.
- Из-за эрозии почв деградируют сельскохозяйственные ресурсы.
- В результате резко понизился ассимиляционный потенциал окружающей среды.





**Органами местного управления
разработана**

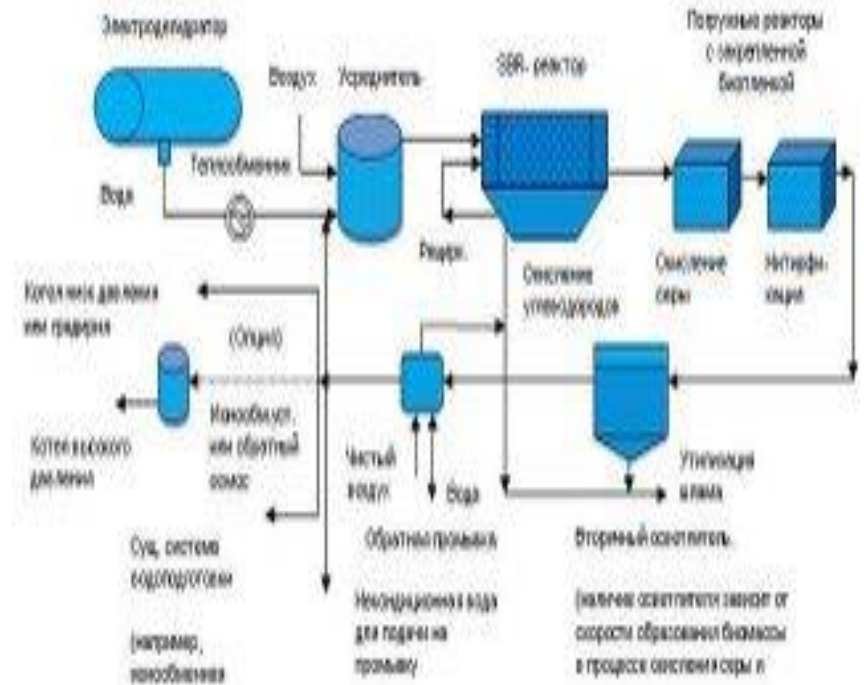
**система мероприятий по
оздоровлению экологической
обстановки:**





**1. Строительство
дополнительных
очистных
сооружений на
питьевых
водозаборах**

2. Введение на местном химкомбинате технологий оборотного водоснабжения



3. Введение дополнительных установок очистки выбросов в атмосферу на промышленных предприятиях



4.Дополнительная посадка лесов.



5. Внедрение почвосберегающих технологий обработки почв



<http://agro-detal.tiu.ru>

6. Обновление лесополос.



7. Внедрение химических и биологических мелиораций





- **8. Введение более жестких экологических нормативов**
- **9. Пересмотр договоров с соседними регионами об экстернальных компенсациях**
- **10. Развитие системы экологического образования**



- Из десяти природоохранных мероприятий необходимо выбрать пять первоочередных.
- Для относительной оценки степени важности мероприятий были приглашены одиннадцать экспертов, которые дали балльную оценку актуальности каждого мероприятия (от 1 до 20).
- Значимость мероприятия возрастает по мере повышения балльной оценки.

подготовка, проведение и статистическая оценка результатов опроса осуществляются по нижеприведенному алгоритму:

- 1. Постановка задачи: производится отбор мероприятий, формулируется текст анкеты,
- назначаются эксперты, определяется интервал балльной оценки.
- 2. Получение информации от экспертов.
- 3. Составление сводной таблицы, занесение в нее балльных оценок отдельных экспертов

Данные по вариантам опроса

Мероприятия	Эксперты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	5	6	3	1	10	12	1	5	8	14
2	19	7	6	3	2	14	7	6	7	9	11
3	9	10	13	7	12	1	5	3	8	15	14
4	3	14	10	9	13	18	9	8	7	1	20
5	20	15	1	8	5	4	19	15	17	16	7
6	7	10	5	3	2	20	10	13	5	6	7
7	17	4	8	6	20	1	7	5	3	2	1
8	9	3	6	15	9	4	12	6	5	1	4
9	10	11	13	5	8	1	14	7	12	13	1
10	12	4	15	13	7	9	15	6	14	2	9

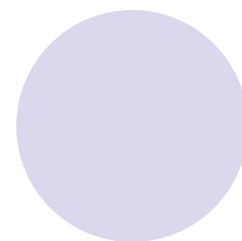
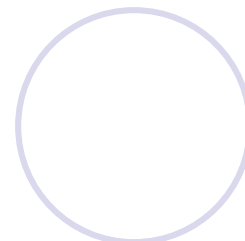
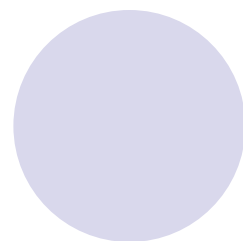
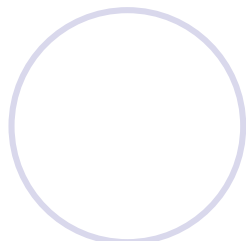
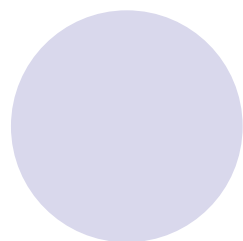


Таблица 6. Сводная таблица результатов опроса

Эксперты	Балльные оценки по каждому мероприятию						Сумма неразличимых рангов
			x_{ij}			X_{in}	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
<i>m</i>							
	Суммы баллов по каждому мероприятию						Общая сумма неразличимых рангов

По существу, уже по данным первичной сводной таблицы можно составить представление о значимости мероприятий. Достаточно ранжировать полученные в итоговой строке суммы баллов и будет ясно, какие мероприятия можно считать первоочередными. Но полученные количественные оценки, как уже было сказано, могут быть недостоверными.

- 4. статистическая обработка результатов
- 5. Ранжирование последовательности мероприятий по доле вклада каждого мероприятия в решение общей проблемы. Ранжирование мероприятий можно производить по сумме набранных баллов.

МЕТОД СПИСКА



- просмотр исчерпывающего списка компонент среды обитания и выделение тех из них, на которые намечаемая деятельность может оказать значимое воздействие



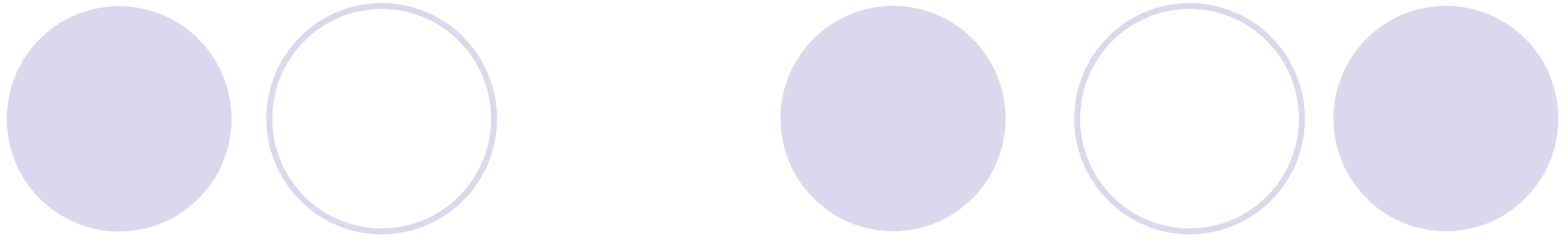
- Списки компонент среды обитания обычно содержат от 50 до 100 пунктов. Достоинством списков является простота их использования, недостатками — трудности учета непрямых воздействий, возникающих на разных стадиях или в связи с разными аспектами осуществления проекта.

Матричный метод

Причинно-следственные связи между возможными воздействиями на объекты устанавливаются

матричным методом

- В начале 70-х годов американский эколог Леопольд предложил выявлять значимые воздействия с помощью матрицы, в которой строки соответствуют элементам проекта (подготовка площадки, строительство подъездных путей, складирование отходов, вывод из эксплуатации и т. д.), а столбцы — компонентам окружающей среды (подземные воды, флора и фауна и т. д.).



- На пересечении строк и столбцов может закодировано указываться значимость, степень предсказуемости, природа воздействия или другая информация.
- Леопольд также составил конкретную матрицу для выявления воздействий крупных гидро инженерных сооружений, которая содержит около 70 строк и около 100 столбцов (так называемая **«матрица Леопольда»**).



- В случае если определенный процесс, связанный с осуществлением проекта, вызывает изменение того или иного компонента среды, отмечается соответствующая клетка в матрице, фиксирующая таким образом взаимодействие. Число возможных взаимодействий 8 800, но на практике для любого проекта оно колеблется от 25 до 50.

Предсказание воздействий обычно осуществляется по отдельным компонентам окружающей среды

Обычно оцениваются воздействия на:

1. Воздушную среду.
2. Водную среду (поверхностные воды).
3. Почвы и подземные воды.
4. Шумовую обстановку.
5. Экосистемы, растительный и животный мир.
6. Черты ландшафта и визуальную обстановку.
7. Социально-экономическую обстановку.
8. Культурно-историческое наследие.

Процедура предсказания воздействий

- По первым семи из этих компонент существует 6-шаговая процедура предсказания воздействий, оценки значимости и разработки мер по уменьшению воздействий

Процедура предсказания воздействий

- Шаг 1 Определение возможных воздействий
- Шаг 2 Изучение существующих природных условий
- Шаг 3 Ознакомление с соответствующими стандартами, нормами и правилами
- Шаг 4 Предсказание (величины) воздействий
- Шаг 5 Оценка (значимости) воздействий
- Шаг 6 Выработка мер по уменьшению воздействий

Оценка остаточных негативных воздействий проекта строительства Учуленского цементного завода

Субъект воздействия (виды деятельности)	Характер воздействия											Объекты воздействия (компоненты ОС)										
	Характер воздействия											Природные					Антропогенные					
	Изяятие земель	Трансформация природного ландшафта	Утрата ресурса	Шум и вибрация	Нарушение гидрологического режима	Образование и размещение отходов	Выбросы в атмосферу газообразных веществ	Выбросы в атмосферу пыли	Сброс промывневых и поверхностных сточных вод/смылов	Сброс карьерных вод	Сброс хозяйственных стоков	Физическое присутствие	Геология	Почвы	Подземные воды	Поверхностные воды	Атмосферный воздух	Флора	Фауна	Хозяйственное использование земель	Природный ландшафт	Здоровье населения
E	L	A	V	R	D	G	P	H	W	S	F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Этап: строительство																						
Организация строительного городка со строительством временных зданий и сооружений, грунтовых подъездных и внутриплощадочных дорог													A, D, P, H	H	P, H, R	G, P	A	A, V, F	E, L, A	L, F	V	D, F
Земляные работы на стройплощадках (в т.ч. расчистка участков, вертикальная планировка, срезка почвенно-растительного слоя, уплотнение грунтов)												V, R	A, D, P, H	R, H	G, P, H, R, F	G, P	A, P, H	A, V, F	E, D, L, A	L, F	V, G, P	D, F
Подготовка карьерных полей (подготовка поверхности, вскрытие месторождений)												V, R	A, D, P, H	A, R, H	P, H, R, W	G, P	A, P, H	A, V, F	E, L, A	L, F	V, P	D, F

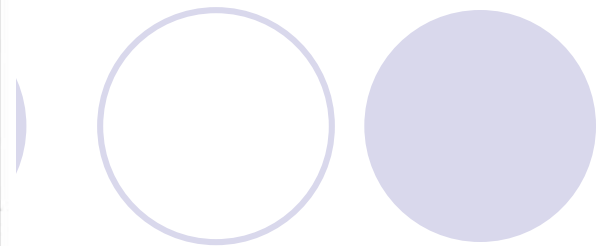
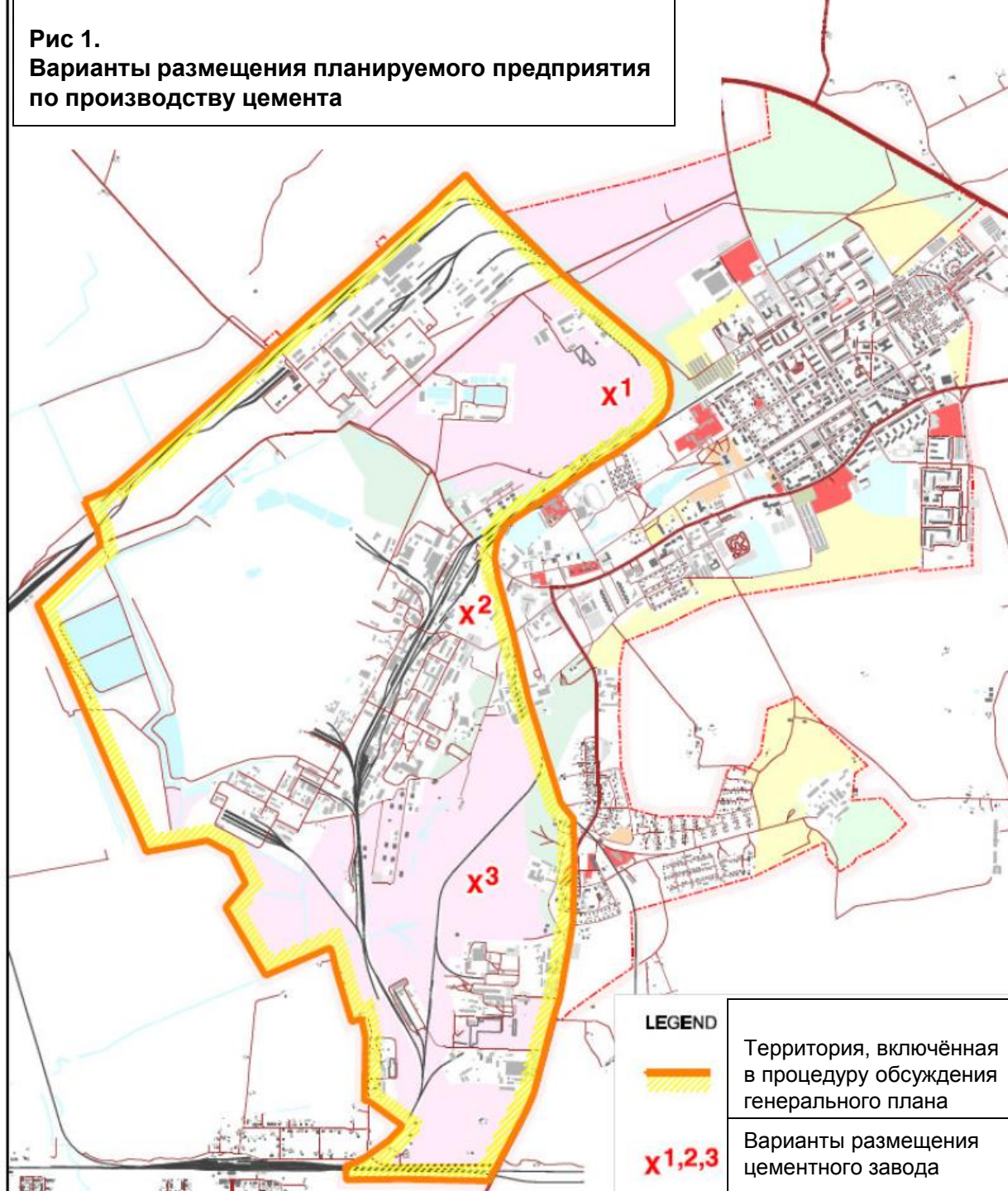


- Матрицы помогают выявлять значимые воздействия более систематично, чем списки. С помощью матриц легче учитывать опыт прошлых проектов. Более того, матрицы могут указать не только на возможные значимые **изменения в окружающей среде**, но и на **те элементы проекта**, которые могут привести к серьезным экологическим воздействиям, а значит, возможно, нуждаются в альтернативной проработке.
- Недостатком матриц, так же как и списков, является их непригодность к выявлению не прямых, опосредованных воздействий.



- . Впоследствии может быть проведен анализ того, как изменения в различных средах могут взаимодействовать друг с другом, а также анализ общей значимости воздействия на окружающую среду по всем компонентам вместе.

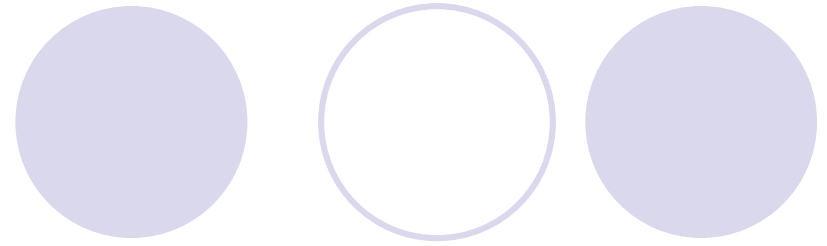
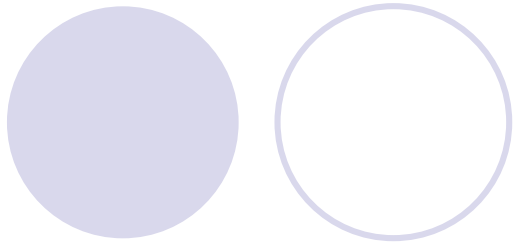
Рис 1.
Варианты размещения планируемого предприятия
по производству цемента



3 варианта размещения предприятия

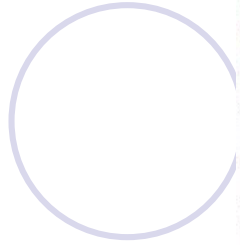
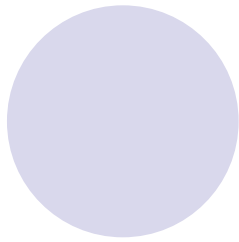
- **x1:** Вблизи районных очистных сооружений канализации. Минимальное расстояние до жилой застройки составляет 400-600 м (район Rahvarargi/Рахвапарги на северо-востоке и район Endla/Эндла на востоке). На момент проведения оценки площадка не использовалась, поблизости не было каких-либо сооружений, объектов инфраструктуры, в том числе, автомобильных и железных дорог).





- **X2:** Северо-восточная часть промышленной хоны группы компаний VKG, окружённая промышленными площадками VKG с запада, юго-запада и с юга. Поблизости расположена башня производства сланцевого масла (в ней планируется разместить музей). Охраняемый въезд на территорию VKG размещается на юге, железнодорожная ветка проложена вдоль северной и восточной границ участка. На участке расположены некоторые объекты, самыми крупными являются 10 бетонных силосов (в западной части участка), которые никогда не использовались. Дорог с покрытием нет, хотя по территории проезжают грузовики. Минимальное расстояние до жилой застройки составляет 600-900 м





ХЗ: Площадка в южной части промышленной зоны. На момент проведения оценки площадка не использовалась, на ней не было каких-либо сооружений, объектов инфраструктуры. Площадка размещается над объектами подземных разработок. Минимальное расстояние до жилой застройки составляет 400-600 м (в прошлом — садовые участки; на момент проведения оценки была начата перепланировка под постоянную жилую застройку). Район Käva/Кява расположен дальше к востоку.

Критерии сравнительной оценки альтернативных вариантов размещения завода	Значимость воздействий на ОС (положительных и отрицательных)		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
<i>Воздействие на окружающую среду (природную)</i>			
• воздух (загрязнение)	нет	—	— —
• почва			
• поверхностные и подземные воды			
• охраняемые природные объекты			
• обращение с отходами	+	++	
<i>Воздействие на среду, преобразованную человеческой деятельностью</i>			
• шахты (закрытые)			
• визуальное воздействие			
• культурное наследие			
• нагрузка на автодорожную сеть			
• нагрузка на железнодорожную сеть			
• вопросы общественного транспорта			
• уровень беспокойности			
• рабочие места			
• состояние здоровья			
• благосостояние населения			
• объекты частной собственности			
• предпринимательство			
• шум			
<i>Кумулятивное воздействие</i>			
• воздействие на близлежащие здания			
• воздействие на городские территории в целом			
• шум в целом по району расположения			
• загрязнение воздуха в целом по району расположения			