

Лекция №5

Структурные блоки мониторинга подземной гидросферы

1.
Наблю
дение

2.
Оценк
а

4.
Управ
ление

3.
Прогн
оз

План лекции:

1. Цели и задачи мониторинга
2. Блок наблюдений
3. Блок оценки
4. Блок прогноза
5. Блок принятия управляющих решений

Цели комплексного мониторинга:

1. Обеспечение оценки состояния ПВ, прогноза изменения этого состояния, снижение последствий негативных воздействий
2. Учет эксплуатационных запасов ПВ и их использования.

Задачи мониторинга:

1. Комплексная характеристика объекта мониторинга, включая его естественные параметры и техногенную нагрузку
2. Размещение наблюдательной сети
3. Оценка наблюдаемых результатов с определением характера, масштабов и степени изменения среды
4. Контроль и прогноз поведения рассматриваемой природно-техногенной системы
5. Выработка управляющих решений и рекомендаций, направленных на минимизацию техногенной трансформации ПТС объекта

1.Блок наблюдений

1. Характеристика объекта мониторинга
 - Характеристика естественных параметров объекта (физико-географических, геологических, гидрогеологических, геоэкологических)
 - Характеристика техногенной нагрузки
2. Обоснование сети наблюдений (размещение скважин, постов, станций)
3. Комплекс показателей наблюдений
4. Приборно-аналитическая база
5. Методология оценки результатов наблюдений

Обоснование сети наблюдений

Грунтовые воды	Наблюдательные скважины, родники, колодцы
Эксплуатируемые водоносные горизонты	Водозаборные скважины
Атмосферные осадки	Станции и посты метеорологических наблюдений (периодичность наблюдений зависит от периодичности осадков)
Поверхностные воды	Посты наблюдения за состоянием поверхностных вод в реках, озерах, водохранилищах, ручьях, дренажных канавах и пр.

5. Методология оценки результатов наблюдений

1. Основные методы

- Геохимические
- Водобалансовые
- Изучение режима подземных вод

2. Дополнительные методы

- Изотопные
- Геофизические
- Инженерно-геологические
- Дистанционные

Максимальная эффективность достигается при комплексировании методов

ПРИБОРНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ БАЗА НАБЛЮДЕНИЙ

**ГХ
МПГ**

**ПРИСПОСОБ-
ЛЕНИЯ ДЛЯ
ОТБОРА,
ПОДГОТОВКИ И
ХИМИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА ПРОБ
ВОДЫ**

**ГД
МПГ**

**ДАТЧИКИ
УРОВНЕЙ И
НАПОРОВ,
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
АППАРАТУРА ДЛЯ
ВЫЯВЛЕНИЯ
ДИНАМИКИ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**ГФ
МПГ**

**ДАТЧИКИ
ФИЗИЧЕСКИХ
ПОЛЕЙ ДЛЯ
ИЗМЕРЕНИЯ
ВИБРАЦИИ,
НАПРЯЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ТОКА,
СТАТИЧЕСКОЙ И
ДИНАМИЧЕСКОЙ
НАГРУЗКИ**

**МБ
МПГ**

**ЛАБОРАТОРНАЯ
БАЗА ДЛЯ
ВЫЯВЛЕНИЯ
БАКТЕРИОЛОГИЧЕ
СКОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ:
МИКРОСКОПЫ,
ХОЛОДИЛЬНИКИ И
ТЕРМОСТАТЫ,
ЦЕНТРИФУГИ И ДР.**

Комплексная оценка ИНТЕНСИВНОСТИ загрязнения

Вид загрязнения	Основные группы загрязнителей, их индекс		Степень загрязнения		
			1	2	3
Химическое	Фенолы	a_1			
	Тяжелые металлы	a_2			
	Нитраты, пестициды	a_3			
	Нефтепродукты	a_4			
	Минеральные соли, удобрения	a_5			
Бактериологическое	Кишечная палочка	b_1			
	Бактерии и вирусы	b_2			
Механическое	Инертные взвеси	v_1			
	Аэрозоли	v_2			
Радиоактивное	Радионуклиды	Γ_1			

При обработке данных широко применяются различные показатели:

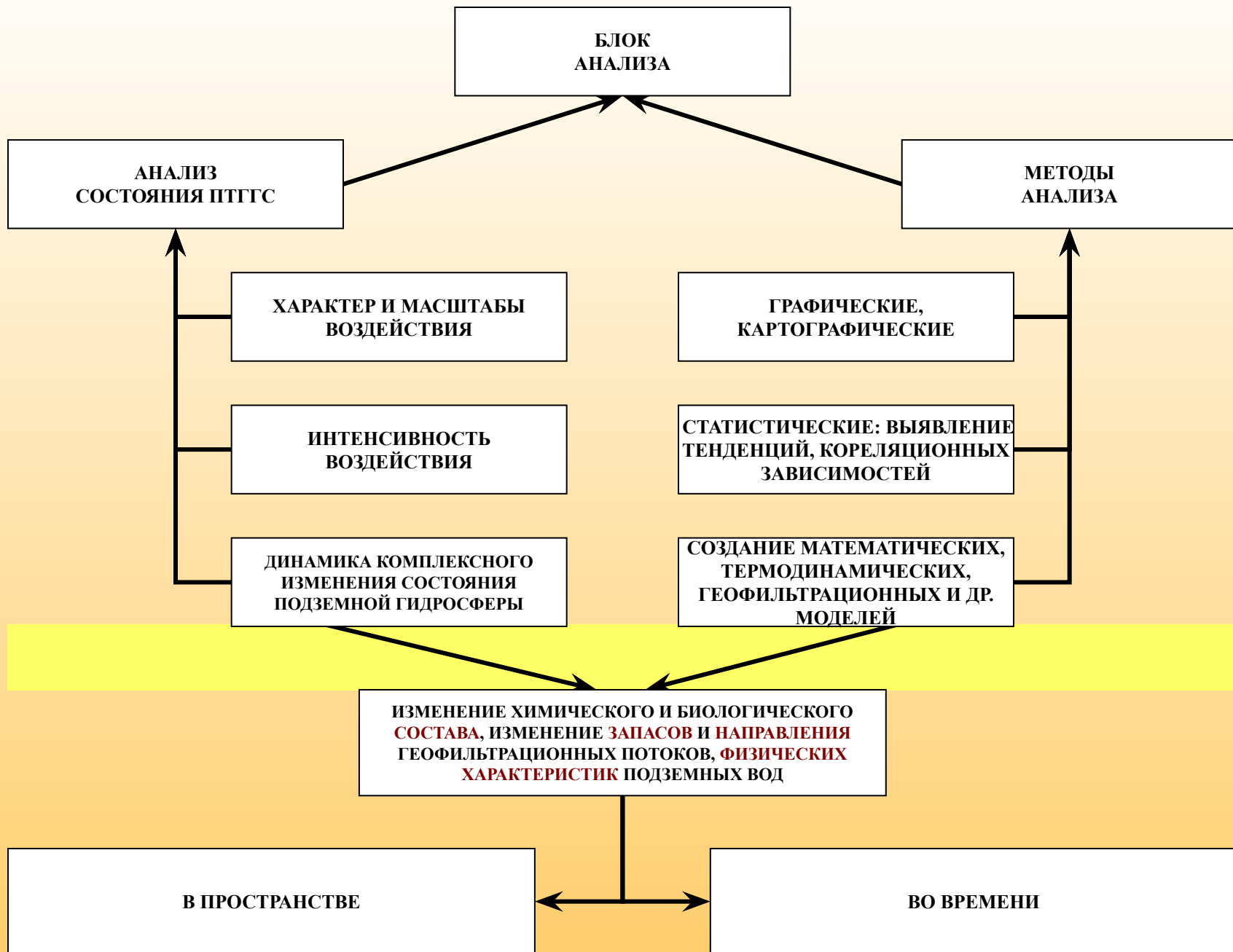
1. Мониторинга геологической среды:

- Модули техногенной нагрузки и загрязнения
- Коэффициенты и градиенты концентрации элементов

2. Экологические и геоэкологические:

- Сравнение полученных концентраций с ПДК – предельно-допустимыми концентрациями и ПДУ – предельно-допустимыми уровнями

Эти показатели позволяют оценить масштаб и степень изменения ПГ, но не позволяют оценить взаимосвязь между параметрами различных оболочек Земли



Анализ состояния и динамики изменения
ПТГГС производится с использованием
традиционных методов обработки
информационных баз данных:

1. Графические
2. Картографические
3. Статистические
4. Математические
5. Термодинамические

Данные методы позволяют получить
качественные и количественные оценки
изучаемого воздействия на свойства ПГ и
возможных негативных последствий

1. Графические методы

- Позволяют установить пространственно-временные изменения отдельных составляющих режима подземных вод (уровни, расходы, компоненты химического состава и пр.)

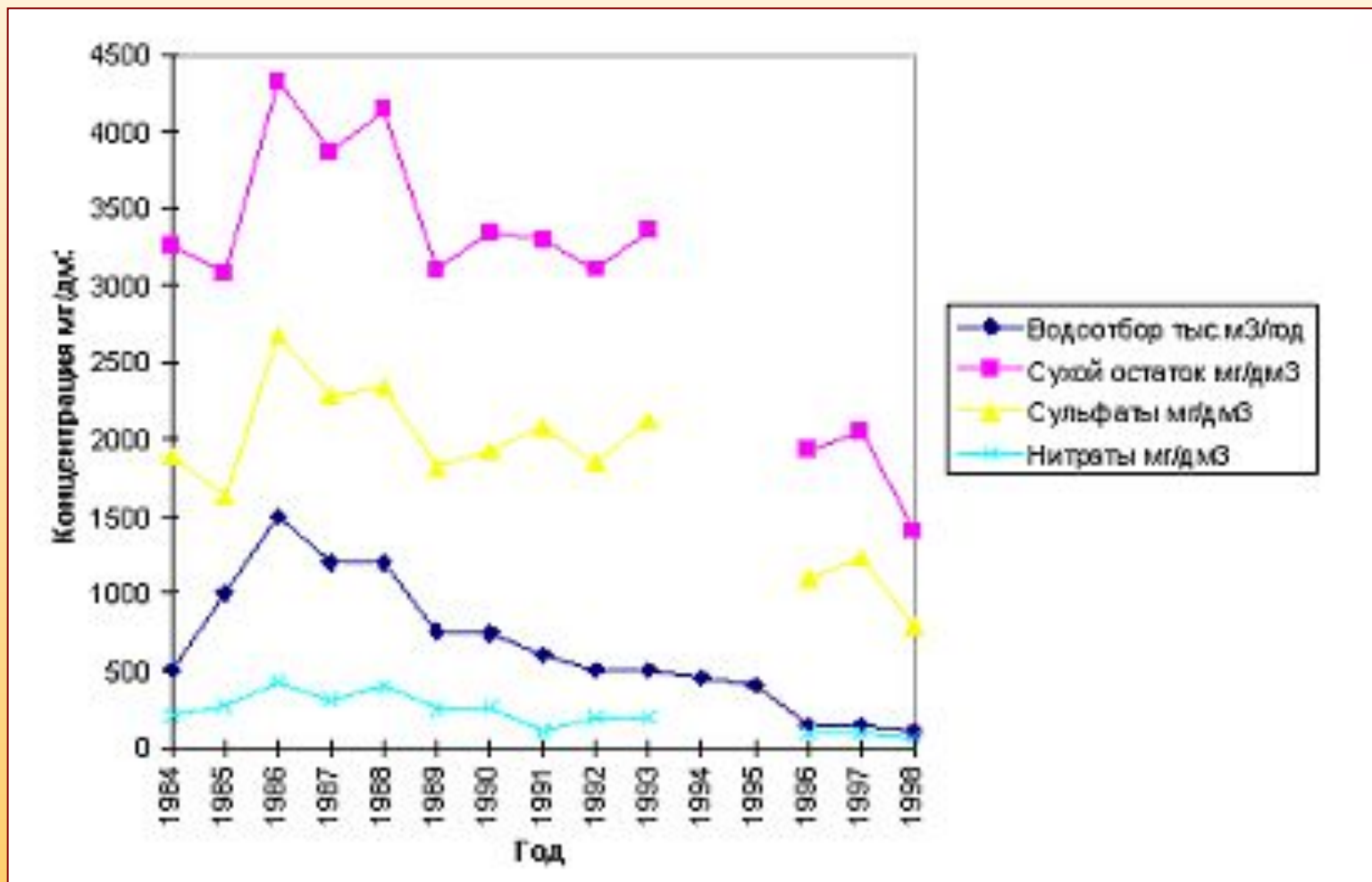
В рамках этой группы методов строятся временные ряды, отражающие изменения отдельных параметров,

2. Статистические методы

Статистическая обработка данных

- позволяет установить значимые корреляционные взаимосвязи между обязательными и специальными показателями в составе анализируемых вод, между комплексами показателей свойств среды и антропогенной нагрузкой;
- выявляет наиболее значимые факторы негативных процессов на водосборе

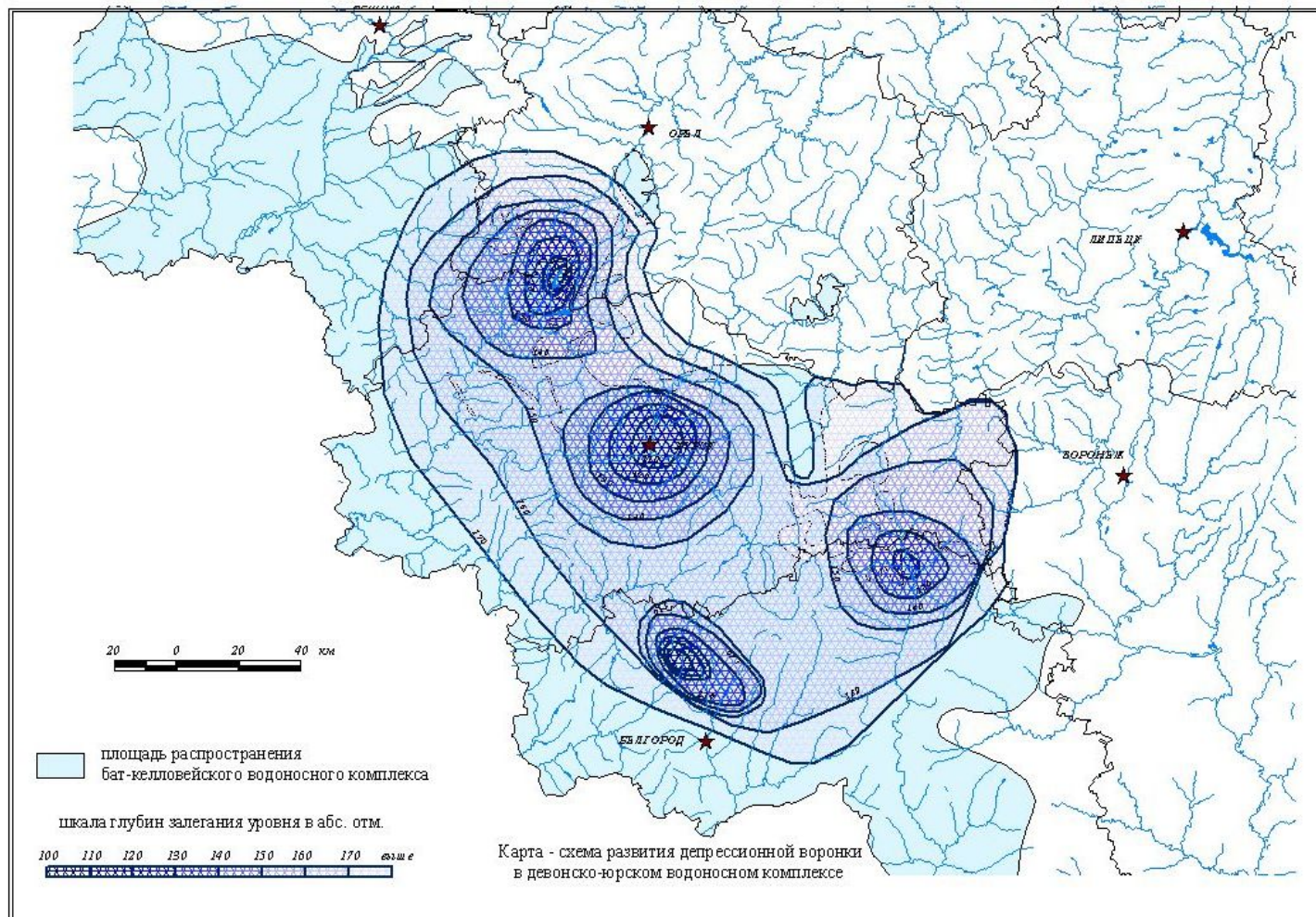
График изменения химического состава подземных вод в скважине в зависимости от водоотбора



3. Картографические методы:

- Строятся гидрогеохимические и гидродинамические карты и разрезы, отражающие пространственно-временное распределение химических элементов и др. параметров и показателей
- Методы позволяют установить пространственно-временное распределение химических ингредиентов по площади водосбора и особенности их миграции, трансформации, аккумуляции в литосферной оболочке
- При обработке различной информации особенно информативны ГИС-технологии

Распространение воронки депрессии



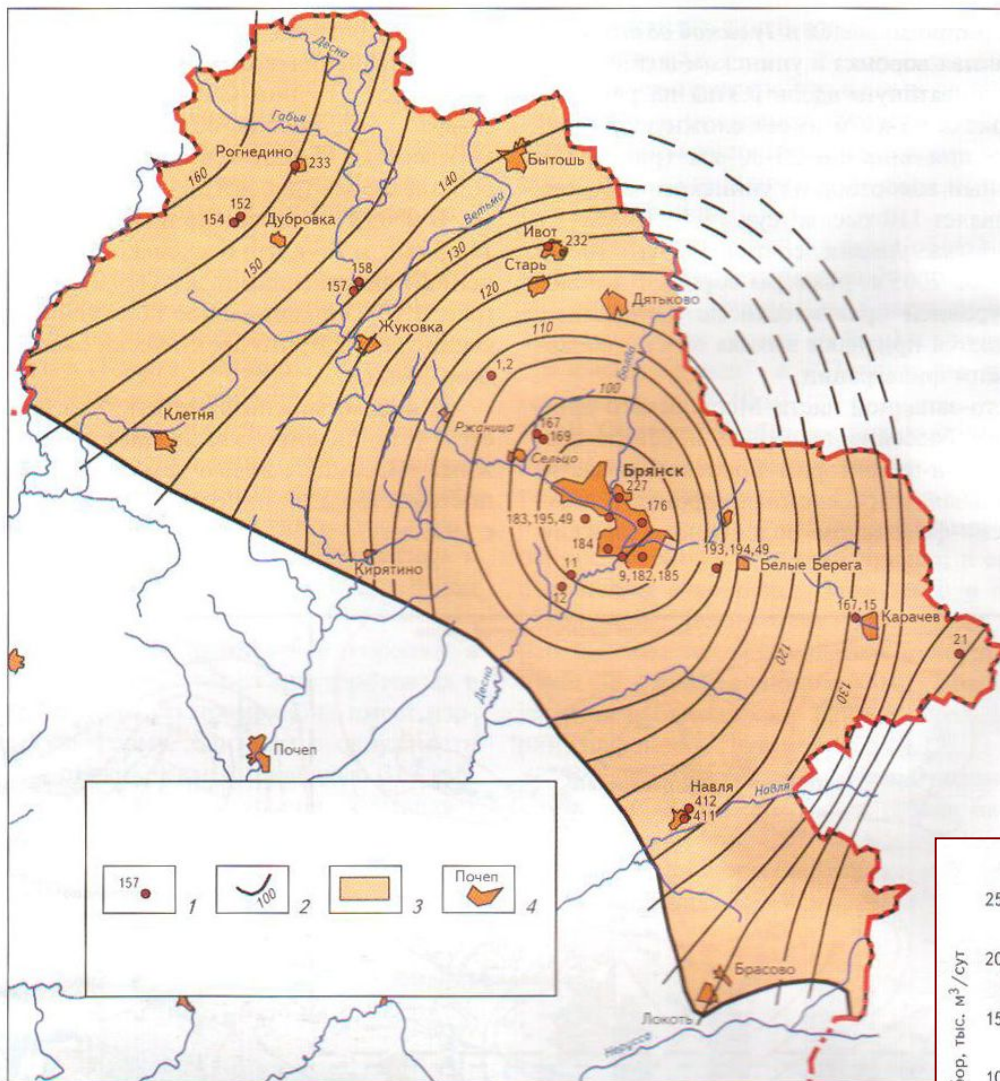
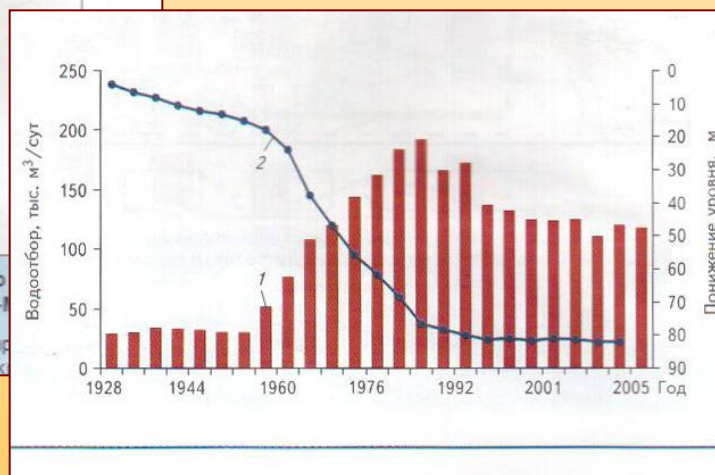


Рис. 1.15. Схематическая карта гидроизопьез верхнефранско-фаменского водоносного горизонта на территории Брянской области (по данным Брянского ТЦ ГМСН, ФГУП "Геоцентр-Москва")

1 – наблюдательная скважина и ее номер; 2 – гидроизопьеза и ее отметка; 3 – область распространения верхнефранско-фаменской терригенно-карбонатной свиты; 4 – населенные пункты

Рис. 1.16. Графики изменения водоотбора (1) и уровня (2) подземных вод верхнедевонских водоносных горизонтов (г.Брянск) (Брянский ТЦ ГМСН, ФГУП "Геоцентр-Москва")



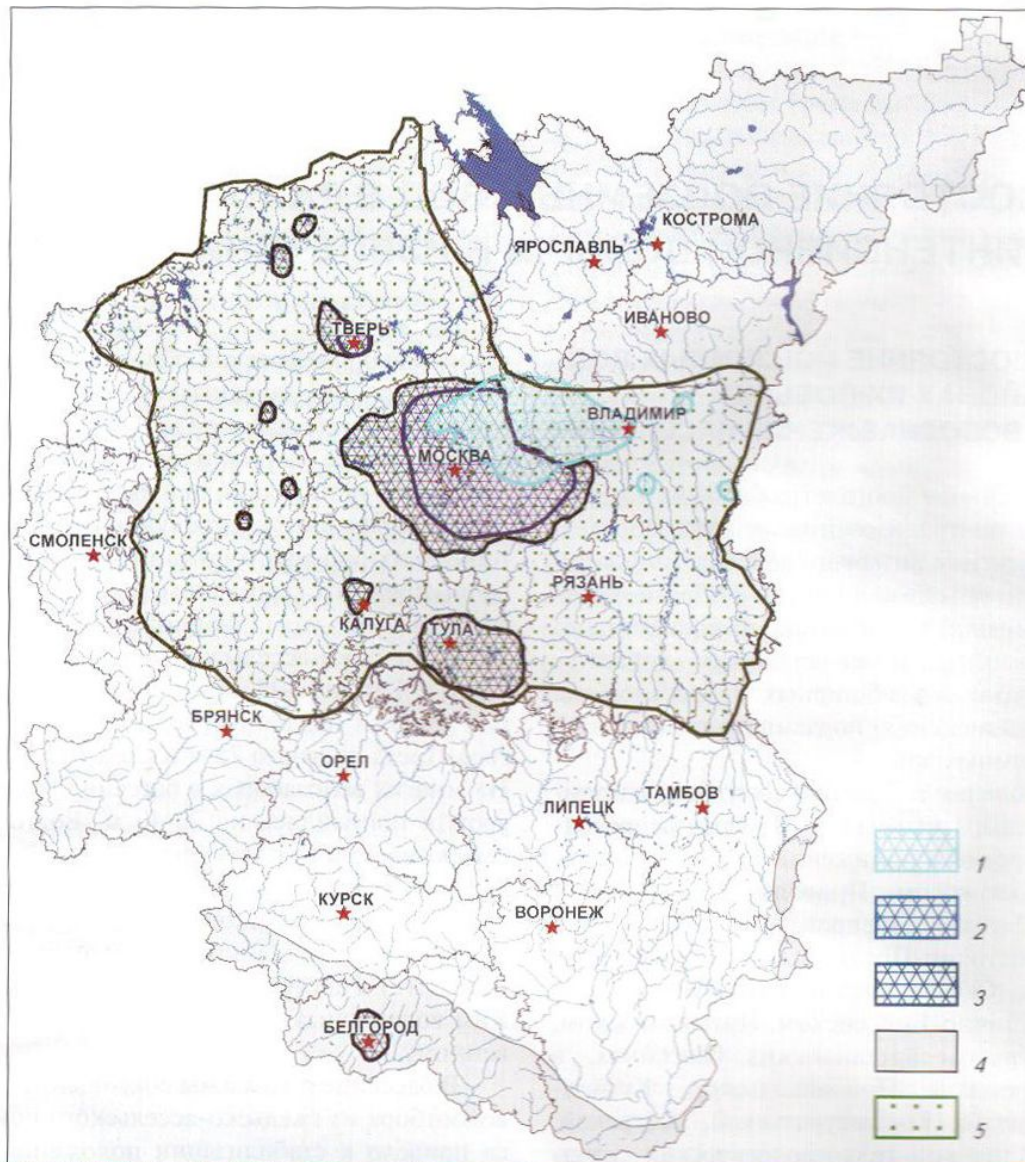
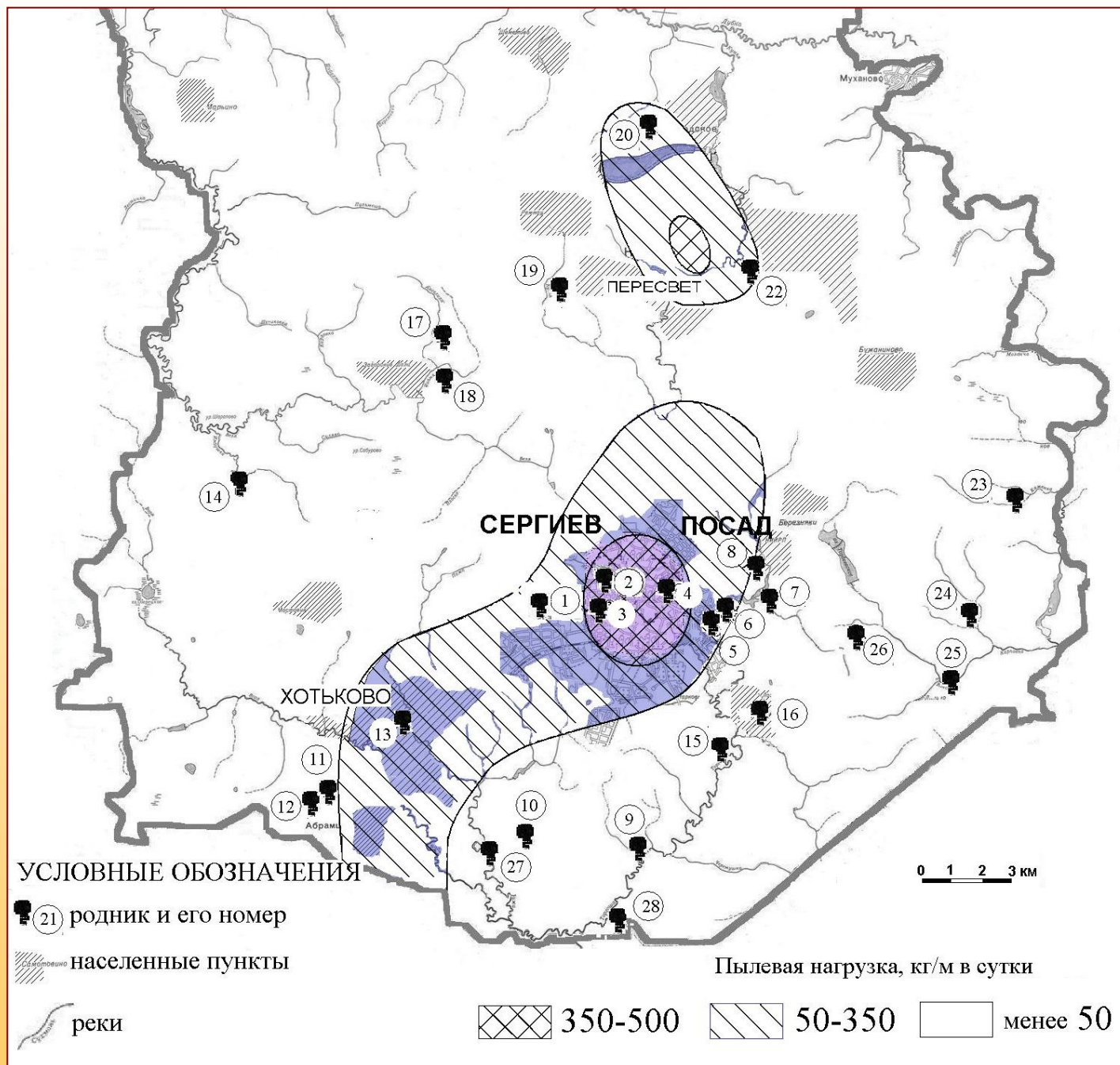


Рис. 1.11. Схема распространения депрессионных воронок в каменноугольных водоносных комплексах Центрального федерального округа (Центральный РЦ ГМСН, ФГУП "Геоцентр-Москва")

1-3 – площади развития депрессионных воронок водоносных комплексов: 1 – верхнекаменноугольного, 2 – среднекаменноугольного, 3 – нижнекаменноугольного; 4 – площадь распространения водоносных каменноугольных отложений; 5 – зона эксплуатации



4. Методы математического моделирования

Позволяют учитывать многомерность подземной гидросферы.

При реализации моделей уточняется:

- Взаимосвязь с поверхностными и подземными водами и возможными источниками загрязнения подземных вод
- Неоднородности геофильтрационной среды
- Гидравлика подземных потоков
- Граничные условия водоносной системы
- Устанавливается связь с воздействиями

В результате создаются геофильтрационные и геомиграционные модели, которые особо важны при прогнозных оценках

5. Термодинамические методы

Позволяют выявить:

- Степень и механизм нарушения равновесия в системе «вода – порода»
- Миграционные формы химических элементов
- Дефициты недонасыщенности по основным пороодообразующим минералам
- Динамику процессов закисления при различной антропогенной нагрузке
- Особенности функционального взаимодействия водной, газообразной и твердой фаз
- Степень неравновесности изучаемых систем

3. Блок прогноза

(необходим для прогнозирования трансформаций
ПГ)

- Осуществляется на базе математического моделирования с использованием методов детерминированного и вероятностного моделирования



КАРТА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИХ ДОБЫЧИ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПО БАССЕЙНАМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (БПВ) РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (по состоянию на 01.01.2006 г.)

Составили: Путич С.Л., Дедюшкова Н.Ю., Кучин Е.А.
2006 г.



1.1

Прогнозные ресурсы
подземных вод, млн м³/сут



2. Добыча и извлечение
подземных вод, млн м³/сут



3. Границы (а) и индексы (б)
бассейнов подземных вод



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

5. Индексы и наименования бассейнов подземных вод (по первому бассейну подземных вод территории СССР для ведения Государственного водного кадастра)

1-1 Превелинский	11-12 Жигаловский	11-21 Восточный	11-22 Северный	11-23 Чирокский
1-15 Ахматовский	11-13 Якутский	11-24 Восточно-Русский	11-25 Саяно-Алтайский	11-26 Каргопольский
1-17 Восточно-Приволжский	11-14 Туруханский	11-26 Восточно-Сурский	11-27 Кама-Румяновский	11-28 Ангар-Саянский
1-18 Енисейский	11-15 Оленевский	11-28 Прованский-Северный	11-29 Кавказский	11-30 Кавказский
1-19 Западно-Сибирский	11-16 Колыванский	11-30 Сургутский	11-31 Каспийский	11-32 Каспийский
1-20 Новосибирский	11-17 Ханты-Мансийский	11-32 Каспийский	11-33 Центрально-Кавказский	11-34 Байкальский
1-21 Красноярский	11-18 Индигский	11-34 Давыдовский	11-35 Байкальский	11-36 Байкальский
1-22 Ташкентский	11-19 Анабарский	11-35 Байкальский	11-37 Байкальский	11-38 Байкальский
1-23 Давыдовский	11-20 Норильский	11-38 Байкальский	11-39 Байкальский	11-40 Байкальский
1-24 Ангар-Битумский	11-21 Байкало-Битумский	11-39 Байкальский	11-41 Байкальский	11-42 Байкальский
1-25 Иркутский	11-22 Байкало-Битумский	11-40 Байкальский	11-43 Байкальский	11-44 Байкальский
1-26 Ковганский	11-23 Байкало-Битумский	11-41 Байкальский	11-45 Байкальский	11-46 Байкальский
1-27 Прованский	11-24 Байкало-Битумский	11-42 Байкальский	11-47 Байкальский	11-48 Байкальский
1-28 Прованский	11-25 Байкало-Битумский	11-43 Байкальский	11-49 Байкальский	11-50 Байкальский
1-29 Прованский	11-26 Байкало-Битумский	11-44 Байкальский	11-51 Байкальский	11-52 Байкальский
1-30 Прованский	11-27 Байкало-Битумский	11-45 Байкальский	11-53 Байкальский	11-54 Байкальский
1-31 Прованский	11-28 Байкало-Битумский	11-46 Байкальский	11-55 Байкальский	11-56 Байкальский
1-32 Прованский	11-29 Байкало-Битумский	11-47 Байкальский	11-57 Байкальский	11-58 Байкальский
1-33 Прованский	11-30 Байкало-Битумский	11-48 Байкальский	11-59 Байкальский	11-60 Байкальский
1-34 Прованский	11-31 Байкало-Битумский	11-49 Байкальский	11-61 Байкальский	11-62 Байкальский
1-35 Прованский	11-32 Байкало-Битумский	11-50 Байкальский	11-63 Байкальский	11-64 Байкальский
1-36 Прованский	11-33 Байкало-Битумский	11-51 Байкальский	11-65 Байкальский	11-66 Байкальский
1-37 Прованский	11-34 Байкало-Битумский	11-52 Байкальский	11-67 Байкальский	11-68 Байкальский
1-38 Прованский	11-35 Байкало-Битумский	11-53 Байкальский	11-69 Байкальский	11-70 Байкальский
1-39 Прованский	11-36 Байкало-Битумский	11-54 Байкальский	11-71 Байкальский	11-72 Байкальский
1-40 Прованский	11-37 Байкало-Битумский	11-55 Байкальский	11-73 Байкальский	11-74 Байкальский
1-41 Прованский	11-38 Байкало-Битумский	11-56 Байкальский	11-75 Байкальский	11-76 Байкальский
1-42 Прованский	11-39 Байкало-Битумский	11-57 Байкальский	11-77 Байкальский	11-78 Байкальский
1-43 Прованский	11-40 Байкало-Битумский	11-58 Байкальский	11-79 Байкальский	11-80 Байкальский
1-44 Прованский	11-41 Байкало-Битумский	11-59 Байкальский	11-81 Байкальский	11-82 Байкальский
1-45 Прованский	11-42 Байкало-Битумский	11-60 Байкальский	11-83 Байкальский	11-84 Байкальский
1-46 Прованский	11-43 Байкало-Битумский	11-61 Байкальский	11-85 Байкальский	11-86 Байкальский
1-47 Прованский	11-44 Байкало-Битумский	11-62 Байкальский	11-87 Байкальский	11-88 Байкальский
1-48 Прованский	11-45 Байкало-Битумский	11-63 Байкальский	11-89 Байкальский	11-90 Байкальский
1-49 Прованский	11-46 Байкало-Битумский	11-64 Байкальский	11-91 Байкальский	11-92 Байкальский
1-50 Прованский	11-47 Байкало-Битумский	11-65 Байкальский	11-93 Байкальский	11-94 Байкальский
1-51 Прованский	11-48 Байкало-Битумский	11-66 Байкальский	11-95 Байкальский	11-96 Байкальский
1-52 Прованский	11-49 Байкало-Битумский	11-67 Байкальский	11-97 Байкальский	11-98 Байкальский
1-53 Прованский	11-50 Байкало-Битумский	11-68 Байкальский	11-99 Байкальский	11-100 Байкальский

Детерминированные модели основаны на установленных функциональных связях

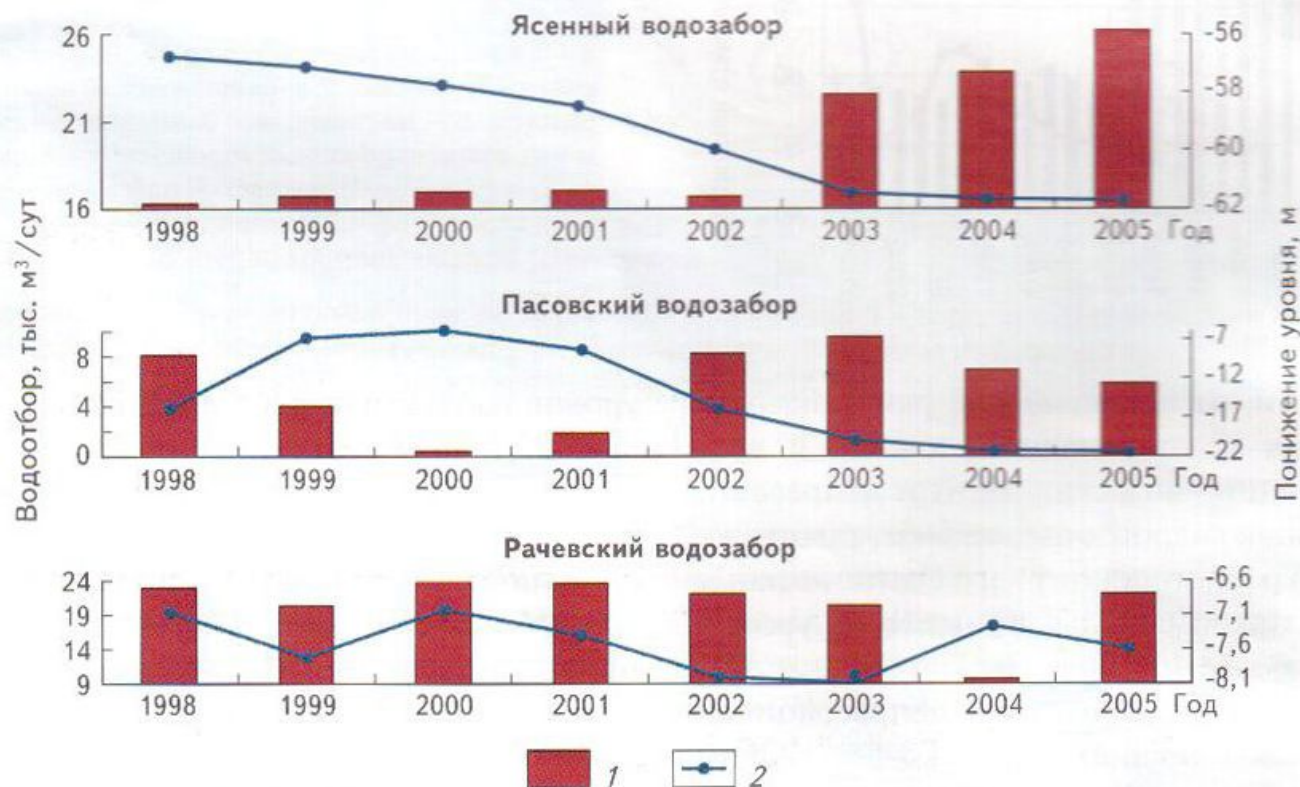
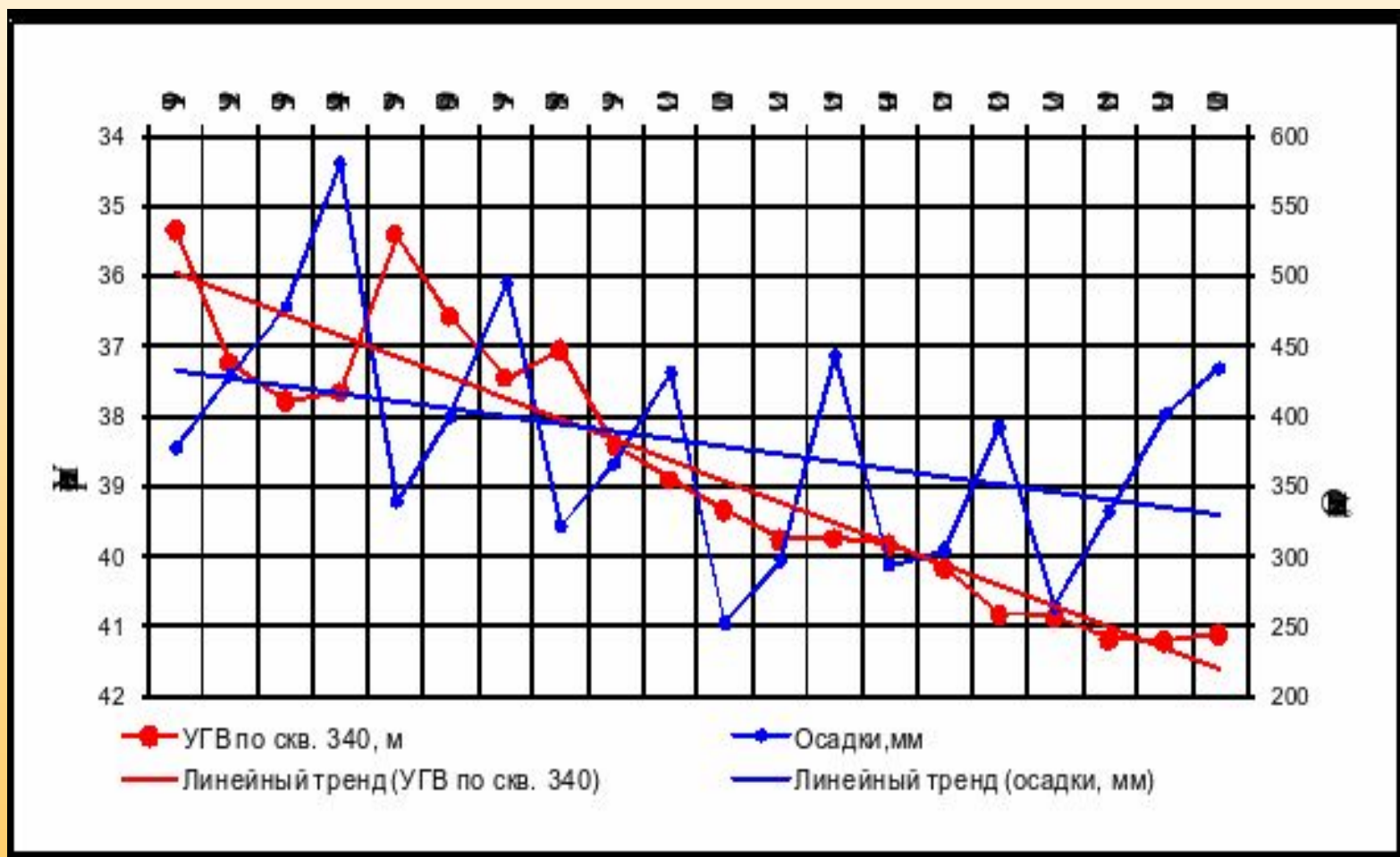


Рис. 1.13. Графики изменения водоотбора (1) и уровня подземных вод (2) среднефаменского водоносного горизонта на водозаборных узлах г.Смоленска (по данным Смоленского ТЦ ГМСН, ФГУП "Геоцентр-Москва")

Вероятностные модели основаны на расчете вероятности наступления того или иного изменения ПГ



Основные типы моделей:

1. Модель типа «черный ящик»
2. Модель состава
3. Модель структуры
4. Комплексная модель (сочетание первых трех – «прозрачный ящик»)

1. Модель типа «черный ящик»

- Отражает два важных свойства системы: целостность и обособленность от среды
- В то же время, система связана со средой и с помощью этих связей испытывает влияние со стороны среды и воздействует на среду



2. **Модель состава** учитывает, что система состоит из отдельных подсистем и элементов (*мгновенная фотография системы*)
3. **Модель структуры** подразумевает наличие прямых и обратных связей между отдельными элементами систем (*отражает особенности функционирования системы во времени*)
4. **Комплексная модель:** «белый ящик» или «прозрачный ящик». В комплексной модели схема системы подразумевает существование структуры и наличие взаимосвязей между отдельными структурными элементами системы и связь системы в целом с окружающей средой

ПДМ (постоянно действующая модель) подземных вод объектов различного характера позволяет прогнозировать их поведение в будущем

Комплексная ПДМ гидрогеологического мониторинга г.Москвы

- «Инфильтрационный блок» - характеризует источники на поверхности земли
- «Карбонатное равновесие» - характеризует развитие процессов растворения и кристаллизации
- «Кинетический» - характеризует кинетику этих процессов
- «Тепломассоперенос» - характеризует неравновесные процессы в зонах активного водообмена
- «Гидродинамический» - характеризует геофильтрационные процессы
- «Глубокие водоносные горизонты» - характеризует процессы переноса на нижней границе выделенных литосистем
- «Геохимический термодинамический барьер» - характеризует смену условий в зонах разгрузки ПВ

3. Блок управления

- В блок входят определенные подходы, мероприятия и стратегии направленные *для минимизации последствий техногенных воздействий*
- Блок предусматривает *технические меры реабилитации и специальные технологии* для снижения последствий антропогенного изменения водоносных систем

Управляющие воздействия на техногенные системы - источники загрязнения подземной гидросферы

- 1) создание **замкнутых систем** промышленного водоснабжения и канализации;
- 2) внедрение производств с **бессточной технологией** или с минимальным количеством сточных вод и других отходов;
- 3) **совершенствование очистки** сточных вод;
- 4) **изоляция коммуникаций** со сточными водами;
- 5) ремонт и восстановление дефектных участков самотёчных канализационных сетей и каналов;

Управляющие воздействия на техногенные системы - источники загрязнения подземной гидросферы

- 6) ликвидация или очистка газодымовых выбросов на предприятиях;
- 7) экологическое оздоровление сельскохозяйственных производств;
- 8) контролируемое, ограниченное использование ядохимикатов и удобрений на сельскохозяйственных территориях;
- 9) создание водоохраных зон в районах водозаборов грунтовых вод с установлением здесь строгих правил хозяйственной и строительной деятельности.

Управляющие воздействия на водовмещающую среду

Основные геотехнологии	Геоэкологические возможности
Упрочнение грунтов вяжущими материалами с помощью перемешивания	1. Иммобилизация вредных компонентов путем отверждения отходов при полигонном их захоронении 2. Обеспечение экранирующего эффекта грунтовых слоев в системе многобарьерной защиты приповерхностных хранилищ 3. Создание геомембран (фильтры, сорбенты) на основе местных грунтов и материалов 4. Создание антикоррозионных грунтовых композиций для защиты подземных конструкций

Основные геотехнологии	Геоэкологические возможности
Армирование грунтов с помощью инъекций специальных флюидов с образованием гелей или твердых осадков	5. Обеспечение химической устойчивости грунтов в основании сооружений 6. Контроль миграции ионов металлов и газов в сфере влияния очаговых источников 7. Создание бактерицидных и антисептических зон для подавления активности микроорганизмов 8. Контроль инженерно-геохимической деятельности микроорганизмов 9. Гидроизоляция пунктов хранения или захоронения опасных (токсичных) отходов
Физико- химическая обработка грунтов электрохимичес- кими и химическими сваями	10. Интенсификация дренирования гидроотвалов и хвостохранилищ при рекультивации и вторичном использовании 11. Аккумуляция и фиксация ионов металлов- загрязнителей в виде нерастворимых соединений 12. Электрохимическая дезактивация грунтов от радиоактивных и токсичных загрязнителей