МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

 РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет горный

Кафедра Прикладной геологии и технологии геологической разведки

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «ДИНАМИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД»

для направления подготовки (специальности) 21.05.02. «Прикладная геология»

Профиль (специализация) «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика подземных вод»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам в часах  | Всего часов |
| 7семестр | 8семестр |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Общая трудоемкость | 74 | 142 | 216 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 14 | 12 | 26 |
| лекционные (ЛК) | 6 | 6 | 12 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | - | - | - |
| лабораторные (ЛР) | 8 | 6 | 14 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 60 | 94 | 154 |
| Форма промежуточного контроля в семестре\* | зачет | экзамен | 36 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | курсовая работа |  |  |

**Краткое содержание курса**

**Структура и объем учебного курса**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № темы | Наименование темы | Всего часов  | Аудиторные занятия | Самостоятельная работа студента | Аудиторные занятия в т.ч. |
| Лекции | Лабораторные  |
| 7 семестр |
|  1 | Гидрогеологические и физические основы движения подземных вод | 10 |  | 10 |  |  |
| 2 | Гидродинамические основы геофильтрации | 12 | 4 | 8 | 2 | 2 |
|  3 | Принципы типизации и схематизации гидрогеологических условий | 11 | 3 | 8 | 1 | 2 |
| 4 | Математические основы изучения процессов фильтрации подземных вод | 13 | 1 | 12 | 1 |  |
| 5 | Численные методы решения дифференциальных уравнений | 12 |  | 12 |  |  |
| 6 | Гидродинамические исследования плоско-параллельной, плановой и плоско-вертикальной фильтрации | 12 | 4 | 8 | 2 | 2 |
| 8 семестр |
| 7 | Радиальная и планово-радиальная фильтрация | 13 | 3 | 10 | 1 | 2 |
| 8 | Плосковертикальная, планово-пространст-венная и сложные случаи фильтрации | 13 | 3 | 10 | 1 | 2 |
| 9 | Гидродинамические исследования водопритока к скважинам | 14 | 4 | 10 | 2 | 2 |
| 10 | Гидродинамические расчеты водозаборов  | 13 | 3 | 10 | 1 | 2 |
| 11 | Изучение гидродинамики потоков в зоне влияния инженерных сооружений | 15 | 1 | 14 | 1 |  |
| 12 | Определение гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтра-ционных работ | 14 |  | 14 |  |  |
| 13 | Гидродинамические основы массо- и теплопереноса в гидрогеологических системах. | 14 |  | 14 |  |  |
| 14 | Прогноз водопритоков к шахтам, карьерам и дренажным сооружениям при различных граничных условиях.  | 14 |  | 14 |  |  |
|  |  | 180 | 26 | 154 | 12 | 14 |

**Содержание программы лекционного курса**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № лекции  | Тема лекции | Кол-во часов |
| 7 семестр |
| 1 | Гидродинамические основы геофильтрации. Линейный закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Коэффициент проницаемости. Пределы применимости закона Дарси. Нелинейный закон фильтрации. Водопроводимость пласта. Геофильтрационная среда и основные уравнения ее состояния. Гидродинамические свойства потоков. Поток подземных вод, его элементы. | 2 |
| 2 | Принципы типизации и схематизации гидрогеологических условий. Гидродинамический характер потоков подземных вод. Условия питания и разгрузки. Форма и характер границ. Граничные условия.  | 1 |
| Математические основы изучения процессов фильтрации подземных вод. Основные предпосылки при выводах дифференциальных уравнений фильтрации подземных вод. Понятие о математической постановке задачи и условиях однозначного решения дифференциальных уравнений. | 1 |
| 3 | Гидродинамические исследования плоско-параллельной, плановой и плоско-вертикальной фильтрации. Одномерная плоскопараллельная стационарная фильтрация. Типы расчетных схем и особенности фильтрации. Потоки в однородных и неоднородных пластах. Вертикальная стационарная фильтрация. Одномерная плоскопараллельная нестационарная фильтрация. Математическая постановка и основные расчетные схемы. Инфильтрационные потоки. | 2 |
| 8 семестр |
| 4 | Радиальная и планово-радиальная фильтрация. Вывод формулы для радиального потока к совершенной скважине. Определение понижения в скважине и на удалении от нее. Расчет скважин в полуограниченных пластах и при других граничных условиях. Метод «зеркальных отображений». Определение радиуса влияния скважин. | 1 |
| Плосковертикальная, планово-пространственная и сложные случаи фильтрации. Степень и характер несовершенства скважин. Определение параметров несовершенства. Расчеты взаимодействующих несовершенных скважин. | 1 |
| 5 | Гидродинамические исследования водопритока к скважинам. Основные принципы взаимодействующих скважин. Формула «большого колодца». Расчеты произвольно и закономерно расположенных скважин. Принципы расчета взаимодействующих скважин в сложных граничных условиях.  | 2 |
| 6 | Гидродинамические расчеты водозаборов. Понятие о гидродинамическом расчете водозабора. Постановка задачи исследований. Оценка влияния водоотбора на речной сток.  | 1 |
| Изучение гидродинамики потоков в зоне влияния инженерных сооружений. Понятие о гидродинамике потоков в зоне влияния инженерных сооружений. Особенности фильтрации воды их водохранилищ и каналов.  | 1 |
| Итого лекций  | 12 |

**Содержание программы лабораторных занятий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № номер  | Тема лабораторных занятий | Кол-во часов |
| 7 семестр |
| 1 | Изучение основных гидродинамических элементов потоков подземных вод | 2 |
| 2 | Построение гидродинамической сетки грунтового потока. Определение гидродинамических характеристик потока. | 2 |
| 3 | Построение гидродинамической сетки напорного потока. Определение гидродинамических характеристик потока. | 2 |
| 8 семестр |
| 4 | Изучение методов геофильтрационных расчетов скважин в стационарных условиях | 2 |
|  5 | Изучение методов расчета скважин в нестационарных и квазистационарных условиях | 2 |
| 6 | Изучение влияния несовершенства на приток воды к скважинам | 2 |
| 7 | Расчет водозаборных скважин в ограниченных пластах. | 2 |

**Содержание и объем самостоятельной работы студента**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пп | Вид самостоятельной работы | № те-мы | Форма отчетности  | Кол-во часов  |
| 7 семестр |
| 1 | История развития динамики подземных вод ее назначение.  | 1 | Реферат | 2 |
| 2 | Силы давления и вязкости. Гидростатическое давление. Гидростатический напор. Гидродинамический напор. Силы вязкости. | 1 | Реферат | 4 |
| 3 | Движущие силы и режимы движения в реальной жидкости. Понятие о гравитационном потенциале. Приведенный напор. Показатели движения реальной жидкости. Режимы движения. | 1 | Реферат | 4 |
| 4 | Гидрогеодинамические системы и их свойства. Методы количественного исследования. | 2 | Реферат | 4 |
| 5 | Природные и природно-техногенные гидрогеологические системы. | 2 | Реферат | 4 |
| 6 | Потоки подземных вод и их гидрогеологическая характеристика.  | 3 | Реферат | 4 |
| 7 | Изучение влияния фильтрационной неоднородности пород на формирование поля фильтрации.  | 3 | Реферат | 4 |
| 8 | Вывод дифференциальных уравнений стационарной фильтрации | 4 | Реферат | 4 |
| 9 | Вывод дифференциальных уравнений нестационарной упругой фильтрации | 4 | Реферат | 4 |
| 10 | Вывод дифференциальных уравнений нестационар-ной фильтрации при наличии перетекания | 4 | Реферат | 4 |
| 11 | Численные методы решения дифференциальных уравнений. Понятие о методе сеток. Вывод уравнения в конечных разностях. Моделирование как метод изучения геофильтрации. | 5 | Реферат | 12 |
| 12 | Изучение явления подпора подземных вод при заполнении водохранилищ | 6 | Контрольное задание | 4 |
| 13 | Изучение фильтрационных потоков в районах гидротехнических сооружений. | 6 | Контрольное задание | 4 |
| 8 семестр |
| 14 | Особенности радиальной фильтрации. Основные расчетные схемы водопритока к скважинам. | 7 | Контрольное задание | 2 |
| 15 | Особенности квазистационарного режима фильтрации. | 7 | Контрольное задание | 2 |
| 16 | Особенности поля фильтрации вблизи несовершенной скважины. Модели точечного и линейного стоков. Учет несовершенства скважин для стационарных и нестационарных условий в пластах с различными граничными условиями. Учет гидродинамического несовершенства скважин методом фильтрационных сопротивлений. | 7 | Реферат | 6 |
| 17 | Построение расчетных зависимостей систем взаимодействующих скважин | 8 | Контрольное задание | 6 |
| 18 | Расчет взаимодействующих групп скважин | 8 | Контрольное задание | 4 |
| 19 | Исследование влияние прямолинейной границы первого рода на гидродинамику потока | 9 | Реферат | 6 |
| 20 | Исследование влияние прямолинейной границы второго рода на гидродинамику потока | 9 | Реферат | 4 |
| 21 | Составление расчетных зависимостей для определения понижений в скважинах при наличии нескольких границ | 10 | Контрольное задание | 6 |
| 22 | Гидродинамический анализ режима работы одного из водозаборов г.Читы | 10 | Контрольное задание | 4 |
| 23 | Изучение явления подтопления городских территорий и выбор мероприятий по борьбе с ним | 11 | Контрольное задание | 4 |
| 24 | Расчеты стационарных линейных потоков при наличии и отсутствии инфильтрации, глубинного питания и испарения. | 11 | Контрольное задание | 6 |
| 25 | Построение кривых депрессии в междуречном массиве для стационарного потока и в условиях подпора подземных вод. | 11 | Контрольное задание | 4 |
| 26 | Обработка листов откачек с расчетом гидрогеологических параметров | 12 | Контрольное задание | 14 |
| 27 | Гидродинамические основы массо- и теплопереноса в гидрогеологических системах. Понятие о массо- и теплопереносе и гидрогеохимической миграции. Предпосылки вывода дифференциальных уравнений массо- и теплопереноса. Дифференциальные уравнения миграции вещества в подземных водах. | 13 | Реферат | 10 |
| 28 | Исследование распространения загрязнений подземных вод в условиях работы нескольких водозаборных скважин. | 13 | Контрольное задание | 4 |
| 29 | Прогноз водопритоков к шахтам, карьерам и дренажным сооружениям при различных граничных условиях. Определение водопритоков к горным выработкам. Исходные расчетные зависимости. Схематизация граничных условий.  | 14 | Контрольное задание | 10 |
| 30 | Изучение влияния горных работ на изменение гидрогеологических условий | 14 | Реферат | 4 |

**Форма текущего контроля**

Варианты контрольных заданий определяются по последней цифре зачетной книжки. Темы рефератов и курсовой работы выдаются на занятиях.

**Контрольная работа № 1**

**Пример задания.** Буровые скважины 1 и 2, расположенные на расстоянии *l* друг от друга, вскрыли водоносный горизонт, заключенный в песках с коэффициентом фильтрации *K* и пористостью *h*=*30%*. Кровля и подошва водоносного горизонта сложены практически водонепроницаемыми глинами. Данные наблюдений по скважинам приведены в таблице.

|  |
| --- |
| Отметки, м |
| Вариант | Поверхностиземли | Уровня воды в скважине | Кровли водоносного горизонта | Подошвы водоносного горизонта | Коэффициент фильтрации,м/сут |  *l*, м |
| скв.1 | скв.2 | скв.1 | скв.2 | скв.1 | скв.2 | скв.1 | скв.2 |
| 0 | 45,0 | 48,2 | 38,2 | 37,4 | 30,3 | 33,9 | 277,2 | 30,8 | 7 | 320 |
| 1 | 57,7 | 50,4 | 38,4 | 40,1 | 30,3 | 34,0 | 26,4 | 30,1 | 8 | 310 |
| 2 | 50,0 | 46,0 | 42,5 | 39,6 | 33,7 | 37,0 | 29,2 | 32,5 | 9 | 320 |
| 3 | 48,9 | 50,9 | 46,8 | 48,6 | 38,0 | 33,1 | 33,1 | 28,2 | 7 | 340 |
| 4 | 78,1 | 73,0 | 47,3 | 50,1 | 36,8 | 31,0 | 31,6 | 25,8 | 8 | 350 |
| 5 | 60,3 | 60,4 | 50,2 | 55,3 | 39,5 | 44,4 | 31,4 | 36,3 | 5 | 360 |
| 6 | 55,8 | 52,7 | 43,2 | 47,6 | 41,7 | 35,6 | 35,6 | 35,2 | 7 | 370 |
| 7 | 59,3 | 60,2 | 48,7 | 52,7 | 45,4 | 36,7 | 38,7 | 30,2 | 6 | 380 |
| 8 | 60,2 | 61,3 | 40,2 | 48,2 | 28,7 | 34,4 | 23,5 | 29,2 | 5 | 390 |
| 9 | 59,7 | 56,3 | 45,0 | 50,3 | 35,4 | 39,0 | 27,1 | 30,7 | 4 | 400 |

Определить:

1. Глубины залегания кровли и подошвы водоносного горизонта и уровня подземных вод в скважинах;
2. мощность водоносного горизонта;
3. уклон кровли и подошвы пласта;
4. пьезометрический уклон;
5. пьезометрические высоты в скважинах;
6. направление и единичный расход потока;
7. время движения жидкости от одной скважины до другой.

 **Пример задания.** В результате проведения гидрогеологических исследований в междуречье рек А и В выяснены его гидрогеологические условия. Коренной склон междуречья шириной *l* и современная терраса шириной *l…..*, развитая у реки А и имеющая отметку поверхности *Z…..*, сложены песками, заключающими грунтовые воды, гидравлически связанные реками. Водоносный горизонт однородный, коэффициент фильтрации песков слагающих террасу и коренной склон междуречья, равен 5м/сут. Скважиной 1, пройденной на урезе реки А, на отметке *Z* встречены глины, подстилающие водоносные пески. Те же глины скважиной 2 пройденной на урезе реки Б, встречены на отметке *Z* . Уровень воды в скважине 1 установился на отметке *H*, в скважине 2 на отметке *H*.

Параметры водоносных горизонтов приведены в таблице

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Скв.1 | Скв.2 | *l*, м | *l….*, м | *Z….* | Подъем уровня в реке, A, м |
| *Z* | *H* | *Z* | *H* | *….H* | *….H* |
| 0 | 0 | 2,0 | 5,0 | 8,0 | 800 | 200 | 6,0 | 4,5 | 7,0 |
| 1 | 0 | 2,2 | 5,0 | 8,2 | 900 | 200 | 6,0 | 4,4 | 7,0 |
| 2 | 0 | 2,4 | 5,0 | 8,4 | 1000 | 250 | 6,0 | 4,2 | 7,0 |
| 3 | 0 | 2,6 | 5,0 | 8,6 | 1100 | 250 | 6,0 | 4,2 | 7,0 |
| 4 | 0 | 2,8 | 5,0 | 8,8 | 1200 | 300 | 6,0 | 4,1 | 7,0 |
| 5 | 10 | 13,0 | 18,0 | 22,0 | 1300 | 300 | 18,0 | 5,5 | 10,0 |
| 6 | 10 | 13,2 | 18,0 | 22,2 | 1400 | 350 | 18,0 | 5,5 | 10,0 |
| 7 | 10 | 13,4 | 18,0 | 22,4 | 1500 | 350 | 18,0 | 5,5 | 10,0 |
| 8 | 10 | 13,6 | 18,0 | 22,6 | 1600 | 400 | 18,0 | 5,5 | 10,0 |
| 9 | 10 | 13,8 | 18,0 | 22,8 | 1700 | 400 | 18,0 | 5,5 | 10,0 |

**Контрольная работа № 2**

**Пример задачи**. Определить радиус депрессионной воронки водозаборной скважины, пройденной в неограниченном пласте, работающей в нестационарном режиме в течение 25 лет. Коэффициент пьезопроводности пласта составляет 2,5•104 м2/сут .

**Пример задачи**. Определить дебит несовершенной артезианской скважины, вскрывшей воду в разнозернистых песках. Коэффициент водопроводимости составляет 200, м2/сут; коэффициент фильтрации 20 м/сут. Понижение уровня, проектируемое при откачке, составляет 20 м. Диаметр фильтра скважины длиной 7 м, расположенного в средней части пласта, составляет 260 мм. Скважина работает в стационарном режиме.

**Пример задачи**. Определить понижение уровня в водозаборной скважине, пройденной в неограниченном пласте. Диаметр скважины составляет 260 мм, ее дебит – 850 м3/сут , коэффициент фильтрации – 6,5 м/сут; коэффициент пьезопроводности –5•105 м2/сут, мощность пласта – 60 м, величина избыточного напора 40 м.

**Контрольная работа № 3**

**Пример задачи**. Для получения 6000 м3/сут воды предполагается заложить 10 скважин с расстояниями между ними 300 м в неограниченном пласте. Диаметр скважин составляет 260 мм. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 6,5 м/сут; коэффициент уровнепроводности – 5\*104 м2/сут, мощность пласта – 80 м. Оценить эксплуатационные запасы подземных вод гидродинамическим методом.

**Пример задачи**. Требуется определить понижение уровней воды в скважинах во­дозабора линейного типа, работающего в полуограниченном пласте (непроницаемая граница). Расстояние водозабора до границы 2,5 км. Дебит скважины составляет 500 м3/сут, коэффициент пьезопроводности –5•105 м2/сут, коэффициент фильтрации пласта – 8 м/сут, мощность – 40 м, избыточный напор – 100 м. Проектируемый дебит водозаборного сооружения 6 тысяч м3/сут.

**Пример задачи**. Требуется определить понижения уровней воды в скважинах во­дозабора, расположенного в центральной части артезианского бас­сейна. Мощность водоносного горизонта 100 м, высота напора 50 м; ко­эффициент фильтрации 5 м/сут; коэффициент пьезопроводности = 104 м2/сут. Групповой водозабор состоит из 25 скважин. Заявленная потребность в питьевой воде 20 тысяч м3/сут.

**Пример задачи**. Определить понижение уровня, создаваемое групповым водозабором, занимающим площадь 1,5 км2. Водопроводимость пласта составляет 1000 м2/сут, дебит водозабора – 13500 м3. Водозабор работает в стационарном режиме, радиус его влияния составляет 5000 м.

**Контрольная работа № 4**

**Пример задачи**. Определить понижение уровня в пласте на расстоянии 50 м и 100 м от двух совершенных скважин, работающей в неограниченном пласте в стационарном режиме. Дебиты скважин составляют 500 м3/сут, коэффициент фильтрации грунтового пласта – 8 м/сут, мощность – 80 м.

**Пример задачи**. Определить водопроводимость напорного пласта наблюдений в процессе откачки. Дебит центральной опытно-эксплуатационной скважины составляет 2000 м3/сут. На десятые сутки в наблюдательной скважине 1, расположенной в 40 м от центральной, понижение уровня составило 10 м), в наблюдательной скважине 2, расположенной в 140 м от центральной, понижение уровня составило 2,0 м. Режим откачки – стационарный.

**Пример задачи**. Определить понижение уровня в скважине. Скважина работает в пласте-квадранте с непроницаемыми границами, расстояние до границ пласта – 200 и 250 м. Параметры пласта следующие: *a =* 5 105 м2/сут, *T =* 100 м2/сут. Время работы скважины – 6 месяцев , ее дебит равен 800 м3/сут.

**Пример задачи**. Определить понижение уровня в точке *А*. Скважина работает в пласте-квадранте с непроницаемыми границами, расстояние до границ пласта – 200 и 250 м. Расстояние от действующей скважины до точки *А* – 180 м. Расстояние от фиктивных скважин до точки *А* следующие: *r*1 = 320 м, *r*2 = 340 м, *r*3 = 420 м. Параметры пласта следующие: *a =* 5 105 м2/сут, *T =* 100 м2/сут. Время работы скважины – 2 года , ее дебит равен 800 м3/сут.

**Контрольная работа № 5**

**Пример задачи**. Определить водоприток в совершенный карьер размером 800 х 600 м. Коэффициент фильтрации 2,5 м/сут; мощность напорного водоносного горизонта 30 м; напор на подошву водоносного горизонта 35 м; радиус влияния карьера (от его центра) 2500 м.

**Пример задачи**. В долине реки, выполненной аллювиальными отложениями, представленными песками, имеется хвостохранилище площадью F = 1700м2, днище его экранировано слоем глин мощностью (m)-0,5м. Активная пористость экранирующих пород **n = 0,03,** коэффициент фильтрации (k) – 0,001м/сут. Высота слоя сточных вод в хранилище – Н = 1,2м, активная пористость пород зоны аэрации n = 0,2; мощность зоны аэрации (m) – 5м, коэффициент фильтрации водовмещающих пород (k) – 12м/сут. Определить время достижения фильтрующимися сточными водами уровня грунтовых вод.

**Реферат**

Реферат – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения.

Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза одного или нескольких источников.

Специфика реферата (по сравнению с курсовым проектом): не содержит развернутых доказательств, сравнений, рассуждений, оценок; дает ответ на вопрос, что нового, существенного содержится в тексте. По полноте изложения реферат по дисциплине «Динамика подземных вод» является информативным (реферат-конспект).

**Темы рефератов**

1. История развития динамики подземных вод ее назначение.
2. Гидрогеологические основы движения подземных вод.
3. Физические основы движения подземных вод.
4. Гидродинамические основы движения подземных вод.
5. Принципы схематизации гидрогеологических условий.
6. Гидрогеодинамические системы и их свойства, методы количественного исследования.
7. Математические основы изучения процессов фильтрации подземных вод.
8. Гидродинамические исследования плоско-параллельной фильтрации.
9. Гидродинамические исследования плановой фильтрации.
10. Гидродинамические исследования плоско-вертикальной фильтрации.
11. Влияние фильтрационной неоднородности пород на формирование поля фильтрации.
12. Гидродинамические исследования водопритока к скважинам.
13. Принципы расчета взаимодействующих скважин в сложных граничных условиях.
14. Гидродинамические расчеты водозаборов.
15. Определение гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных работ.
16. Гидродинамические основы массо- и теплопереноса в гидрогеологических системах.

**Форма промежуточного контроля**

Примерный перечень тем курсовых работ:

1. *Определение интенсивности инфильтрации водоотдачи пород по данным стационарных режимных наблюдений.* Изучается соответствующая научная и методическая литература, разрабатывается программа расчета параметров инфильтрации и водоотдачи по данным режимных наблюдений и производится расчет по материалам, имеющимся на кафедре.
2. *Изучение влияния фильтрационной неоднородности пород на формирование поля фильтрации.*  Изучается литература по данному вопросу, разрабатывается программа расчета параметров фильтрационного потока в неоднородной среде и производится расчет по реальным материалам.
3. *Изучение явления подтопления городских территорий и выбор мероприятий по борьбе с ним.* По литературным данным изучается проблема подтопления, влияние природных и искусственных факторов, методов геофильтрационного расчета и борьбы. Исследуется проблема подтопления реального города, разрабатываются меры борьбы с подтоплением с приложением соответствующих расчетов.
4. *Изучение фильтрационных потоков в районах гидротехнических сооружений.* Изучается по литературным данным теория фильтрации у гидротехнических сооружений. По материалам, имеющимся на кафедре производится определение параметров фильтрационных потоков, дается их количественная и качественная характеристика и выявляются возможные неблагоприятные последствия.
5. *Изучение явления подпора подземных вод при заполнении водохранилищ.* Изучается явление подпора и методы его расчета в различных гидродинамических условиях. На реальных гидрогеологических материалах рассчитывается величина подъема уровня подземных вод в прибрежных пространствах. Производится построение кривых подпора.
6. *Исследование распространения загрязнений подземных вод в условиях работы нескольких водозаборных скважин.* Изучается соответствующая литература по проблеме загрязнения подземных вод. По материалам ГУП «Забайкалгеомониторинг» выполняется прогноз загрязнений подземных вод одного из водозаборов г. Чита.
7. *Изучение влияния горных работ на изменение гидрогеологических условий.* На реальных горно-геологических данных выполняется расчет величины снижения уровней подземных вод вблизи карьерных и шахтных полей и дается прогноз неблагоприятных гидрогеологических явлений (осушение родников, ручьев и т.д.).
8. *Разработка и расчет системы мероприятий для исключения инъекционного льдообразования т деформации горных пород.* Изучается проблема деформации горных пород при инъекционном льдообразовании в зимний период на одном из промышленных объектов Забайкалья. Выбирается система мероприятий по его устранению. Производится расчет необходимого количества водопонизительных скважин и системы их размещения.
9. *Гидродинамические расчеты водозаборов.* Понятие о гидродинамическом расчете водозабора. Постановка задачи исследований. Оценка влияния водоотбора на речной сток. Понятие о задаче оптиматизации. Расчет водозаборных скважин в ограниченных пластах. Расчет водозаборных скважин в слоистых пластах.
10. *Изучение гидродинамики потоков в зоне влияния инженерных сооружений.* Понятие о гидродинамике потоков в зоне влияния инженерных сооружений. Особенности фильтрации воды их водохранилищ и каналов. Фильтрация под плотиной. Особенности фильтрации на массивах орошения.
11. *Определение гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных работ.* Основные методы определения гидрогеологических параметров. Определение гидрогеологических параметров методами подбора и эталонной кривой. Графоаналитические методы определения параметров. Способы временного, площадного и комбинированного прослеживания. Определение граничных условий пласта по данным опытно-фильтрационных работ.
12. *Прогноз водопритоков к шахтам, карьерам при различных граничных условиях.* Определение водопритоков к горным выработкам. Исходные расчетные зависимости. Метод «большого колодца». Схематизация граничных условий. Влияние горных работ и природных условий на формирование водопритоков.
13. *Прогноз водопритоков к дренажным сооружениям при различных граничных условиях.* Виды дренажных систем, их назначение. Определение параметров различного типа дренажей. Расчеты защитного (однолинейного, контурного) и площадного (систематического) горизонтального дренажа. Расчеты дренажных систем скважин и комбинированных дренажей. Определение влияния граничных условий на величину снижения уровней подземных вод.
14. *Принципы расчета взаимодействующих скважин в сложных граничных условиях.* Понятие о методе фильтрационных сопротивлений. Расчет обобщенных систем скважин. Расчет взаимодействующих групп скважин. Расчет обобщенных систем скважин в безграничных условиях и ограниченных пластах.

**Вопросы к зачёту по дисциплине «Динамика подземных вод»**

1. Дайте определение подземным водам.

2. Основный закон фильтрации.

2.1.Запишите закон Дарси в отношении скорости.

2.2.Запишите закон Дарси в отношении расхода.

2.3. Графическое изображение обобщенного закона Дарси.

2.4. Пределы применимости закона Дарси.

2.5. Нелинейный закон фильтрации.

2.6. Коэффициент фильтрации.

2.7. Коэффициент проницаемости.

2.8. Коэффициент водопроводимости пласта.

2.9. Истинная и фиктивная скорость фильтрации.

2.10. Коэффициент пъезопроводности (уровнепроводности).

 3. Гидродинамические свойства потоков.

3.1. Поток подземных вод, его элементы.

3.2.Типы потоков в плане и разрезе.

3.3. Гидродинамическая сетка потока, её свойства.

3.4. Гидродинамическая структура потока.

4. Понятие области фильтрации и расчетной схемы.

5. Граничные условия первого рода.

6. Граничные условия второго рода.

7. Граничные условия третьего рода.

8. Граничные условия четвертого рода.

9. Основные принципы схематизации гидрогеологических условий.

9.1. Последовательность гидродинамического расчета и построение математической модели.

9.2. Особенности грунтовых потоков.

9.3. Особенности напорных потоков.

9.4. Особенности напорно-безнопорных потоков.

9.5. Особенности субнапорных потоков.

9.6. Гидродинамические особенности и виды потоков по условиям водообмена.

9.7. Гидродинамические особенности и виды потоков по изменчивости свойств фильтрационной среды.

9.8. Определение эффективных размеров сферы взаимодействия.

9.9. Упрощение режима фильтрации.

10. Стационарная, нестационарная, квазистационарная фильтрация.

11. Основные дифференциальные уравнения фильтрации.

12. Основы геофильтрационных расчетов скважин в стационарных условиях. 12.1. Вывод формулы для радиального потока к совершенной скважине.

12.2. Определение дебита и удельного дебита артезианской и грунтовой скважин.

12.3. Определение понижения в скважине и на удалении от нее.

12.4. Водоприток к несовершенным скважинам.

13. Вывод основного уравнения радиальной нестационарной фильтрации.

14. Критерии, особенности квазистационарной фильтрации.

15. Системы взаимодействующих скважин.

15.1. Понятие о взаимодействии скважин.

15.2. Вывод уравнений для стационарной фильтрации.

15.3. Метод «большого колодца».

16. Уравнения планово-радиальной фильтрации в пластах с прямолинейными границами.

16.1. Метод «зеркальных отображений».

16.2. Вывод уравнений фильтрации для полуограниченных пластов с границей первого рода.

16.2. Вывод уравнений фильтрации для полуограниченных пластов с границей второго рода.

17. Гидродинамические расчеты водозаборов.

18. Определение гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных работ.

19. Расчет водопритоков в горные выработки.

20. Гидродинамика потоков подземных вод в зоне влияния инженерных сооружений.

**Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену**

 **по дисциплине «Динамика подземных вод»**

1. Динамика подземных вод (определение, цели и задачи изучения дисциплины).

2. Гидрогеологические системы, их свойства и процессы.

2.1.Понятие о гидрогеологической системе.

2.2.Границы гидрогеологических систем.

2.3.Основные гидрогеологические состояния системы «горная порода – подземная вода».

2.4.Основные гидрогеологические процессы.

3. Физические основы изучения движения подземных вод.

3.1. Свойства воды как жидкости.

3.2.Гидростатический напор.

3.3. Действующие силы и режимы движения в реальной жидкости.

4. Гидродинамические характеристики потока (*Н, m, I, V, Q*).

5. Основный закон фильтрации.

5.1.Запишите закон Дарси в отношении скорости.

5.2.Запишите закон Дарси в отношении расхода.

5.3. Графическое изображение обобщенного закона Дарси.

5.4. Пределы применимости закона Дарси.

5.5. Нелинейный закон фильтрации.

5.6. Коэффициент фильтрации.

5.7. Коэффициент проницаемости.

5.8. Коэффициент водопроводимости пласта.

5.9. Истинная и фиктивная скорость фильтрации.

5.10. Коэффициент пъезопроводности (уровнепроводности).

5.11. Что такое водоотдача пород, чему она численно равна? Приведите примеры.

 6. Гидродинамические свойства потоков.

6.1. Поток подземных вод, его элементы.

6.2.Типы потоков в плане и разрезе.

6.3. Гидродинамическая сетка потока, её свойства.

6.4. Гидродинамическая структура потока.

7. Дифференциальное представление уравнений движения подземных вод.

7.1. Дифференциальное представление градиента потока.

7.2. Дифференциальное уравнение для плоскопараллельного потока.

7.3. Дифференциальное уравнение для радиального потока.

8. Понятие области фильтрации и расчетной схемы.

9. Граничные условия первого рода.

10. Граничные условия второго рода.

11. Граничные условия третьего рода.

12. Граничные условия четвертого рода.

13. Основные принципы схематизации гидрогеологических условий.

13.1. Последовательность гидродинамического расчета и построение математической модели.

13.2. Особенности грунтовых потоков.

13.3. Особенности напорных потоков.

13.4. Особенности напорно-безнопорных потоков.

13.5. Особенности субнапорных потоков.

13.6. Гидродинамические особенности и виды потоков по условиям водообмена.

13.7. Гидродинамические особенности и виды потоков по изменчивости свойств фильтрационной среды.

13.8. Определение эффективных размеров сферы взаимодействия.

13.9. Упрощение режима фильтрации.

13.10. Стационарная, нестационарная, квазистационарная фильтрация.

13.11. Критерии, особенности квазистационарной фильтрации.

14. Изучение гидродинамики потоков подземных вод в зоне влияния инженерных сооружений.

14.1. Понятие о гидродинамике потоков подземных вод в зоне влияния инженерных сооружений.

14.2. Определение дебита и удельного дебита артезианской и грунтовой скважин.

14.3. Определение понижения в скважине и на удалении от нее.

14.4. Стационарный подпор грунтовых вод.

14.5. Особенности фильтрации подземных вод в зоне плотин.

15. Расчётная схема, математическая модель для грунтового потока.

16. Расчётная схема, математическая модель для напорного потока.

**Оформление письменной работы согласно МИ 01-02-2018** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Ленченко Н.Н. Динамика подземных вод (Теоретический курс). Учебное пособие для студентов вузов. – М.: МГГУ, 2004. 210 с.
2. Мироненко В.А. Динамика подземных вод.- М.: Недра, 2005.- С.5-254.
3. Мироненко В.А.Проблемы гидрогеоэкологии : В 3 т. Т.1 : Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов / Мироненко В. А., Румынин В. Г. - М. : МГГУ, 2002. - 611с.
4. МироненкоВ.А. Проблемы гидрогеоэкологии.В 3-х т. Т.3(кн.2) : Прикладные исследования / Мироненко В. А., Румынин В. Г. - М. : МГГУ, 2002. - 504с.
5. Мироненко В. А. Проблемы гидрогеоэкологии : В 3 т. Т.2 : Опытно-миграционные исследования / Мироненко В. А., Румынин В. Г. - М. : МГГУ, 2002. - 394с.

**Дополнительная литература**

1. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек.- М.: Недра, 1973.- 304 с.
2. Гавич И.К. Гидрогеодинамика: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1988.- 349 с.
3. Зверев В.П. Вода в Земле. Введение в учение о подземных водах. М.: Научный мир, 2009. 252 с.
4. Климентьев П.П., Кононов Е.М. Методика гидрогеологических исследований.- М.: Высш.шк., 1989.- 443 с.
5. Лехов А. В.Физико-химическая гидрогеодинамика: учебник. - М.: КДУ, 2010. - 500 с.: ил., табл.
6. Справочное руководство гидрогеолога: В 2 Т. / Под ред.В.М. Максимова, 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра, 1979. Т. 1. 512 с.; Т. 2. 295 с.

**Собственные учебные пособия**

1. Васютич Л.А. Поиски и разведка подземных вод: учебное пособие / Л.А. Васютич. – Чита: ЗабГУ, 2014. - 113 с.
2. Верхотуров А.Г., Бабелло В.А., Петров В.С., Петрова М.А., Васютич Л.А., Сидорова Г.П. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и эколого-геологических исследований: учебное пособие. – Чита: ЗабГУ, 2011. - 193 с.
3. Водное хозяйство: издание ч.1: Основные понятие о воде и фундаментальные закономерности ее круговорота в природе / В.Н. Заслоновский, В.И.Аксенов, Л.А. Васютич, А.Г. Верхотуров и др. – М.: «Теплотехник». 2011 - 153 с.
4. Водное хозяйство: Учебно-справочное издание. Том 2: Гидрология. Гидравлика/ В.Н. Заслоновский, В.И.Аксенов, Л.А. Васютич, А.Г. Верхотуров и др. – М.: «Теплотехник». 2011 – 220 с.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы\***

Основные

1. Университетская библиотека онлайн [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. Лань-Трейд <http://e.lanbook.com/>
3. Троицкий мост [www.trmost.ru](http://www.trmost.ru)
4. IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
5. ЭБД РГБ «Диссертации» <http://diss.rsl.ru/>
6. Научная электронная библиотека eLibrary <http://elibrary.ru/>
7. Консультант Плюс

Ведущий преподаватель: доцент, канд. геол.- мин. наук Л. А. Васютич

Заведующий каф. ПГ и ТГР: доцент, канд. геол.- мин. наук А. Г. Верхотуров