



**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДИНАМИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Направление 21.05.02 **Прикладная геология**

Профиль подготовки (специализация, программа)

«Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация (степень) **Горный инженер-геолог**

Базовый учебный план приема **2016 г.**

Курс **4 семестр 8**

Количество кредитов **3**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	22
Практические занятия, ч	-
Лабораторные занятия, ч	22
Аудиторные занятия, ч	44
Самостоятельная работа, ч	64
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации **диф. зачёт, курсовая работа и экзамен в 8-м семестре**
Обеспечивающее подразделение **кафедра ГИГЭ ИАГ ТПУ**

Заведующий кафедрой 

Н.В. Гусева

Руководитель ООП 

Л.А. Краснощёкова

Преподаватель 

К.И. Кузеванов

2016 г.

1. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Динамика подземных вод» относится к вариативному междисциплинарному профессиональному модулю (С1.ВМ5.2.8) и требует предварительного знакомства с содержанием дисциплин математического, естественнонаучного и профессионального циклов «Математика». «Физика», «Общая геология», «Общая гидрогеология», «Основы гидравлики, гидрологии, гидрометрии». Требуется знание базовых понятий: функция, производная, частная производная, дифференциальное уравнение, энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, геологическая карта, геологический разрез, водоносный горизонт, гидрогеологическая карта, гидрогеологический разрез. Нужно иметь представление о законах: движения жидкости, сохранения массы и энергии. Необходимо знакомство с основными способами решения дифференциальных уравнений. Знания, полученные при изучении дисциплины «Динамика подземных вод» необходимы как базовые для других специальных курсов «Методы гидрогеологических исследований», «Поиски и разведка подземных вод», «Региональная гидрогеология» и др.

2. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Динамика подземных вод» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
<u>P2.</u> <u>Инженерный анализ</u> Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	32.6	Месторождения подземных вод принципы их изучения; виды запасов подземных вод, методы их определения; стадийность гидрогеологических исследований и мониторинг на месторождениях подземных вод; лицензирование геологоразведочных работ для целей водопользования	У2.6	Выполнять схематизацию гидрогеологических условий месторождения; оценивать степень сложности гидрогеологических условий и граничные условия месторождений подземных вод; использовать ЭВМ для оценки запасов подземных вод в типовых условиях	В2.6	Методами оценки ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод; выполнения категоризации запасов подземных вод в соответствии с действующей «Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод»
	32.7	Типы подземных вод, закономерности их распространения в Земной коре, содержание гидрогеологических исследований	У2.7	Обрабатывать материалы исследований, читать и анализировать гидрогеологические карты и разрезы	В2.7	Методами получения и обработки гидрогеологической информации; методами полевых исследований
	32.8	Средства и основы реализации информационных процессов, программное обеспечение и технологии программирования	У2.8	Использовать современные образовательные и информационные технологии в решении профессиональных задач	В2.8	Техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
						защиты
	32.1 4	Гидрогеологические, физические и гидродинамические основы движения подземных вод; принципы схематизации гидрогеологических условий	У2.14	Рассчитывать водоприток к скважинам, горным выработкам; водозаборы и др. гидротехнические сооружения	В2.1 4	Определения гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных и режимно-балансовых наблюдений
	32.1 6	Методами выполнения гидродинамических расчетов и определения фильтрационных параметров пласта по результатам гидродинамических исследований скважин	У2.1 6	Использовать современные пакеты прикладных программ для построения геологической модели месторождения; принимать решения по дальнейшему рентабельному освоению запасов углеводородов	В2.1 6	Методами математического моделирования геологических объектов и явлений для решения научных и прикладных задач
	32.1 7	Положение подземных вод в земной коре; классификации подземных вод; основные виды движения, химический состав, режим и баланс подземных вод; виды гидрогеологических исследований; мониторинг и охрана подземных вод	У2.1 7	Составлять и анализировать карты гидроизогипс, гидроизопьез, химического состава подземных вод, обрабатывать и систематизировать результаты химического анализа подземных вод, оценивать их качество	В2.1 7	Навыками геологических наблюдений, документирования, составления и анализа гидрогеологических карт и разрезов
<u>Р4.</u> <u>Исследования</u> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента,	34.3	Основные понятия и законы фильтрации жидкости и газа в пористых и трещиноватых породах в естественных условиях и в условиях эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.	У4.3	Выполнять гидродинамические расчеты, применяемые при проектировании и анализе разработки нефтяных и газовых месторождений	В4.3	Методами выполнения гидродинамических расчетов и определения фильтрационных параметров пласта по результатам гидродинамических исследований скважин

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
анализ и интерпретацию данных.						
<p><u>P12.</u> <u>Образование в течение всей жизни</u> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</p>	312.1	Основные принципы для планирования и реализации саморазвития и самосовершенствования личности	У12.1	Анализировать и оценивать информацию, используя современные образовательные и информационные технологии	B12.1	Методами поиска, выбора и обмена информацией с использованием современных информационных технологий при реализации профессиональной деятельности

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение

Лекции. Цель и задачи курса. Становление динамики подземных вод как науки. Предмет динамики подземных вод. Связь с другими науками. Методы исследований. Значение динамики подземных вод как теоретической базы формирования подземных вод и решения различных хозяйственных задач. Основные этапы развития теории фильтрации подземных вод.

Тема 2. Гидродинамические основы движения подземных вод в земной коре

Лекции. Теоретические основы изучения закономерностей движения подземных вод. Гидрогеологические и гидродинамические системы их элементы, свойства, виды взаимодействий. Основные формы движения подземных вод в гидрогеологических системах, виды движения – фильтрация, влагоперенос, миграция.

Основные физические свойства жидкостей и водонасыщенных горных пород – вязкость, сжимаемость. Элементы гидростатики и гидродинамики идеальной и реальной жидкости. Напряжения в водонасыщенных горных породах. Понятие об эффективном и нейтральном напряжениях и причины их вызывающие. Гравитационная и упругая емкость горных пород.

Основной закон фильтрации и пределы его применимости. Фильтрационная среда и ее показатели. Напряженное состояние горных пород в фильтрационном потоке. Пространственная изменчивость фильтрационных свойств, гомогенная и гетерогенная среды.

Гидродинамическая сетка фильтрационных потоков. Закон преломления фильтрационных токов и его следствия. Элементы и свойства гидродинамической сетки, правила ее построения. Структура и мерность потоков. Область фильтрации и ее элементы. Границы потоков и виды граничных условий.

Принципы типизации и схематизации гидрогеологических условий. Гидродинамические особенности потоков подземных вод. Принципы и критерии схематизации гидрогеологических условий, построение расчетных схем и их обоснование.

Лабораторная работа 1. Оценка направления, скорости и расхода фильтрационного потока.

Тема 3. Математические основы теории движения подземных вод

Лекции. Основные дифференциальные уравнения геофильтрации. Расчетные модели жесткого и упругого режимов фильтрации. Элементы теории подобия для дифференциальных уравнений как основа математического моделирования фильтрации. Дифференциальные уравнения плановой фильтрации в напорном, безнапорном, при наличии перетекания пластах. Краевые условия фильтрационных потоков. Условия однозначности решения дифференциальных уравнений – внутренне строение области фильтрации. Начальные и граничные условия.

Методы решения задач плановой стационарной фильтрации. Плоскопараллельная фильтрация в напорном, безнапорном и слоистых потоках. Фильтрация при наличии инфильтрации. Фильтрация в плано-неоднородном пласте. Метод эквивалентных сопротивлений. Учет сопротивления ложа водоемов. Общие принципы моделирования задач плановой стационарной фильтрации. Сплошные модели из электропроводной бумаги. Дискретные модели – сетки из активных сопротивлений.

Методы решения задач плановой нестационарной фильтрации. Простейшие одномерные решения нестационарной фильтрации. Численные методы решения задач фильтрации. Конечно-разностные уравнения и их применение к изучению нестационарной фильтрации. Аналоговое и численное моделирование на АВМ и ЭВМ.

Прямые и обратные задачи.

Лабораторная работа 2. Расчет депрессионной кривой в напорном водоносном горизонте.

Лабораторная работа 3. Расчет депрессионной кривой в безнапорном водоносном горизонте.

Лабораторная работа 4. Расчет депрессионной кривой в безнапорном слоистом водоносном горизонте по методу Гириного Н.Г.

Тема 4. Гидродинамика естественных и нарушенных потоков подземных вод

Лекции. Факторы и особенности фильтрации в естественных условиях. Исследование влияния паводков и инфильтрации атмосферных осадков на естественный режим грунтовых вод. Влияние строения пласта, вертикального водообмена на расход (естественные ресурсы) и структуру потока.

Главные факторы и особенности фильтрации в зоне сооружений и под влиянием хозяйственных мероприятий. Типовые расчетные схемы и методы их исследования (аналитические, численные с применением АВМ и ЭВМ) при изучении основных гидрогеологических процессов: в зоне влияния плотин, водохранилищ, каналов, орошаемых массивов, промышленных и городских территорий, дренажных сооружений и горных выработок.

Самостоятельная работа 1. Исследование стационарной фильтрации на одномерной численной модели в условиях однородного напорного водоносного горизонта в междуречном массиве с граничными условиями I рода.

Самостоятельная работа 2. Исследование стационарной фильтрации на одномерной численной модели в условиях неоднородного напорного водоносного горизонта в междуречном массиве с граничными условиями I рода.

Самостоятельная работа 3. Исследование стационарной фильтрации на одномерной численной модели в условиях однородного напорного водоносного горизонта в междуречном массиве с разнородными граничными условиями.

Самостоятельная работа 4. Освоение приемов управления нестационарным режимом граничных условий I рода на численной модели области фильтрации в среде электронных таблиц MS EXCEL.

Самостоятельная работа 5. Освоение приемов управления нестационарным режимом внутренних граничных условий (работа скважин, дополнительное сосредоточенное и площадное питание) на численной модели области фильтрации в среде электронных таблиц MS EXCEL.

Самостоятельная работа 6. Исследование нестационарного режима граничных условий I рода в условиях напорного водоносного горизонта в междуречном массиве.

Самостоятельная работа 7. Исследование нестационарного режима инфильтрационного питания на одномерной численной модели в условиях однородного напорного водоносного горизонта в междуречном массиве с граничными условиями I рода.

Тема 5. Основы притока воды к скважинам

Лекции. Постановка задачи о водопитоке к скважинам и основные математические модели. Особенности фильтрации в зоне действия скважин. Основные расчетные схемы. Понятие и точечных и линейных стоках. Исходные математические модели для радиального, плано-радиального, сферического и профильно-радиального потоков.

Водопиток к совершенным скважинам. основные уравнения радиальной стационарной фильтрации для одиночных скважин в напорном и безнапорном потоках. кривые зависимости дебита скважин от понижения уровня воды в них. нестационарная и

квазистационарная радиальная фильтрация, ее диагностические особенности. Фильтрация к системе взаимодействующих скважин. Учет изменения числа, дебита и времени ввода в работу скважин. Метод «большого колодца», обобщенные системы скважин. Расчеты скважин в полуограниченных пластах с границами первого и второго рода. Метод «зеркальных отображений».

Водоприток к несовершенным скважинам. виды несовершенства скважин. Основные уравнения стационарного водопритока к скважинам с коротким и длинным фильтром (точечный и линейный стоки). учет гидродинамического несовершенства скважин.

Водоприток к скважинам в многопластовых системах. Особенности пространственной осесимметричной фильтрации в многопластовых системах. Предпосылка перетекания. уравнения нестационарной фильтрации к скважинам в двухпластовой системе, ее диагностические особенности.

Основы гидродинамического расчета водозаборов. Основные принципы расчета и исследований водопритока к скважине для основных типов месторождений подземных вод (в речных долинах, артезианских бассейнах, конусах выноса, закрытых и полужакрытых структурах) с применением аналитических зависимостей и математического моделирования.

Лабораторная работа 5. Расчет понижения в системе взаимодействующих скважин в условиях неограниченного напорного водоносного горизонта.

Лабораторная работа 6. Расчет понижения в системе взаимодействующих скважин в условиях неограниченного безнапорного водоносного горизонта.

Лабораторная работа 7. Расчет понижения в системе взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного напорного водоносного горизонта с граничными условиями I рода.

Лабораторная работа 8. Расчет понижения в системе взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного напорного водоносного горизонта с граничными условиями II рода.

Лабораторная работа 9. Сравнительный анализ понижения в системе взаимодействующих скважин в условиях напорного водоносного горизонта для различных типовых расчетных схем с использованием численно-аналитического моделирования в среде электронных таблиц MS EXCEL.

Самостоятельная работа 8. Исследование работы водозаборной системы на одномерной численной модели в условиях напорного водоносного горизонта при взаимодействии со сложными граничными условиями.

Тема 6. Теоретические основы опытно-фильтрационных работ

Лекции. Общая гидродинамическая характеристика опытно-фильтрационных работ. Типизация условий опробования. Изменения в подземной гидростатике и особенности фильтрационных процессов при откачках. Основные расчетные схемы и способы количественной обработки опытных данных. специфика геофильтрационных процессов в различных типовых условиях проведения опробований.

Влияние границ пласта и неоднородности на результаты опробования. Значение несовершенства центральной скважины по степени и характеру вскрытия пласта. Принципы диагностики данных опытно-фильтрационных работ.

Курсовая работа. Определение фильтрационных параметров водоносного горизонта по данным кустовой откачки.

Тема 7. Основы численного моделирования процессов фильтрации

Лекции. Схематизация природных условий. Решение основных дифференциальных уравнений фильтрации по методу конечных разностей. Балансовая сущность методов

конечных разностей. Решение одномерной геофильтрационной задачи. Представление геологической модели и фильтрационных параметров на конечно-разностной сетке области фильтрации. Трехточечный вычислительный шаблон. Программная реализация численного моделирования одномерной фильтрации в среде электронных таблиц MS EXCEL. Реализация граничных условий на конечно-разностной сетке. Реализация нестационарного режима граничных условий на сеточной модели.

Самостоятельная работа 9. Исследование влияния фильтрационной неоднородности на распределение напоров в междуречном массиве на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 10. Освоение приемов управления внешними граничными условиями на плановой численной модели области фильтрации в среде электронных таблиц MS EXCEL.

Самостоятельная работа 11. Освоение приемов управления характером внутренних граничных условий (озеро, водохранилище) на плановой численной модели области фильтрации в среде электронных таблиц MS EXCEL.

Самостоятельная работа 12. Исследование влияния нестационарного режима граничных условий I рода на распределение напоров в междуречном массиве на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 13. Исследование влияния нестационарного режима граничных условий I рода на работу одиночного водозабора в междуречном массиве на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 14. Исследование влияния нестационарного режима граничных условий I рода на работу водозаборной системы со сложным режимом эксплуатации (чередование откачки и восстановления уровня) на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 15. Исследование влияния нестационарного режима граничных условий I рода на работу системы взаимодействующих скважин со сложным режимом эксплуатации (чередование откачки, нагнетания и восстановления уровня) на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 16. Исследование влияния нестационарного режима граничных условий I рода на работу системы взаимодействующих скважин со сложным режимом эксплуатации (чередование откачки, нагнетания и восстановления уровня) на плановой численной гидродинамической модели.

Самостоятельная работа 17. Численное моделирование работы водозаборной системы со сложным режимом эксплуатации в условиях междуречного массива средствами программного комплекса PMWIN (Processing Modflow).

Тема 8. Основы теории влагопереноса и миграции в гидрогеологических системах

Лекции. Физические основы влагопереноса. понятие о процессах инфильтрации и влагопереноса. Общая энергетическая характеристика процесса влагопереноса. Закон движения влаги.

Методы решения простейших обратных задач влагопереноса и его прогнозирование. Особенности движения влаги при опробовании пород зоны аэрации наливками в шурфы.

Гидродинамические и молекулярно-кинетические основы массо- и теплопереноса в гидродинамических системах. понятие о молекулярно-кинетических взаимодействиях в системе «вода-порода». Виды переноса массы и энергии (конвекция, кондукция, диффузия, гидродисперсия и др.). Миграция подземных вод в различных гидрогеологических условиях.

Решение геомиграционных задач методами численного моделирования.

Тема 9. Заключение

Хозяйственные задачи и теоретические проблемы гидрогеологии, определяющие дальнейшие перспективы и пути развития динамики подземных вод как науки о различных формах движения в гидрогеологических системах земной коры, их оценке и прогнозировании.

Примеры использования гидродинамического и геомиграционного моделирования в практике гидрогеологических исследований.

В результате освоения дисциплины «Динамика подземных вод» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат	Номер раздела (-ов), при изучении которого достигается результат
РД1	Знание гидрогеологических, физических и гидродинамических основ движения подземных вод и принципов схематизации гидрогеологических условий	Т 1-8
РД2	Умение рассчитывать водоприток к скважинам, горным выработкам; водозаборы и др. гидротехнические сооружения	Т 1-8
РД3	Владеть навыками определения гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных и режимно-балансовых наблюдений.	Т 1-8

4. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

4.1. Виды и формы самостоятельной работы студентов направлены на углубление и закрепление теоретических знаний и на приобретение навыков численного моделирования процессов фильтрации.

Текущая СРС включает следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и анализ дополнительных источников информации по тематике лекций;
- подготовка к выполнению лабораторных работ;
- освоение интерфейса программных комплексов, используемых для решения прогнозных задач;
- освоение методики численного гидродинамического моделирования;
- знакомство с особенностями гидрогеологических условий типовых задач.

4.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) ориентирована на анализ гидрогеологических условий решаемых практических задач в рамках выполнения и подготовке к защите курсовой работы на тему: «Обработка результатов опытной кустовой откачки» и при выполнении самостоятельных работ. Во всех перечисленных случаях студенты оценивают влияние инженерных сооружений на подземную гидросферу, делая выводы о степени техногенного воздействия на основе количественной оценки движения подземных вод.

4.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется преподавателем. Выполнение индивидуальных заданий и их качество оценивается по отчетам, представляемым в электронном виде. Решение каждой задачи передается преподавателю

отдельным файлом (набором файлов) в формате программного комплекса, используемого для выполнения самостоятельной работы.

4.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Вычислительный шаблон SVSBVU.xls для численно-аналитического моделирования систем взаимодействующих скважин.

Вычислительный шаблон PLT.xls для численного моделирования одномерной фильтрации.

Вычислительный шаблон Plan.xls для численного моделирования плановой фильтрации.

Программный комплекс Processing Modflow численного моделирования процессов фильтрации.

5. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Таблица 3

Контролирующие мероприятия

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	РД 1, РД 2, РД 3
Курсовая работа	РД 1, РД 2, РД 3
Презентации по тематике исследований	РД 1, РД 2, РД 3
Рубежная контрольная работа	РД 1, РД 2, РД 3
Текущий контроль в форме устного опроса на лабораторных и практических занятиях	РД 1, РД 2, РД 3
Экзамен	РД 1, РД 2, РД 3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

Текущий контроль знаний осуществляется как путем краткого опроса на лекционных и практических занятиях, так и в форме двух рубежных контрольных работ.

Перечень контрольных вопросов:

1. Каким образом учитывается влияние границ пласта при откачке?
2. Можно ли решить данную задачу методом зеркальных отображений?
(две скважины по разные стороны от границы первого рода)
3. Есть ли существенные отличия в расчетных схемах?
(пласт-квадрант с разнородными границами в одном случае скважина у непроницаемой границы в другом - у питающей)
4. Каким является водоносный горизонт по типу граничных условий?
(пласт птямоугольной формы ограничен попарно противоположными по характеру границами без указания местоположения скважины)
5. Будет ли взаимодействовать с границей скважина N2 ? (у границы первого рода скв.N1, работающая в режиме нагнетания, а далее по лучу скв.N2, работающая в режиме откачки)

6. Составить общее решение задачи. (у границы первого рода две скважины на одинаковых расстояниях от границы, но работающие в разных режимах, требуется определить понижение в точке А, где нет скважины)

7. При каких условиях фильтрационные параметры пласта, определенные по схеме N1 и схеме T2, будут равны? (на схемах скважины у границы первого рода показаны на различных расстояниях)

8. Какую (какие) наблюдательные скважины следует использовать для определения параметров пласта? (по четному лучу две наблюдательные скважины по нечетному – три, из которых две на разных берегах "малой" реки)

9. Можно ли обработать результаты длительной откачки по уравнению Тейса-Джейкоба?

10. Можно ли обработать результаты откачки из безнапорного пласта по формулам для напорного водоносного горизонта?

11. Возрастет ли точность определения фильтрационных параметров водоносного горизонта, если расстояние между наблюдательными скважинами возрастут в два раза? (в 10 раз, в 100 раз)

12. Что такое гидравлический скачек уровня?

13. Можно ли определить величину гидравлического скачка уровня, используя наблюдательную скважину?

(и предыдущий вопрос)

14. В каких случаях можно измерить уровень в центральной скважине куста без влияния гидравлического скачка уровня? (и предыдущий вопрос)

15. Какие меры следует принять для правильной интерпретации результатов кустовой откачки, проводящейся в зоне влияния действующего водозабора?

16. Необходимо сократить количество наблюдательных скважин вдвое, из-за отсутствия финансирования.

(куст из восьми наблюдательных скважин у непроницаемой границы)

17. Одинаковы ли расходы откачек из напорного и безнапорного водоносных горизонтов при прочих равных условиях, в том числе и равных радиусах депрессионных воронок?

18. При каких условиях скорости фильтрации в напорном и безнапорном водоносных горизонтах одинаковы? (в б/н в.г. только средняя скорость)

19. В чем отличие напорного водоносного горизонта от безнапорного (для расчетов)?

20. Влияет ли влажность горных пород на процесс фильтрации?

Вопросы к контрольной работе № 1

1. Изобразить неравномерный поток в напорном водоносном горизонте.
2. Существует ли напор в безнапорном водоносном горизонте.
3. В каких случаях вода не движется под действием силы тяжести внутри водоносных горизонтов?

4. Как зависит скорость фильтрации от пористости водовмещающих пород?

5. Может ли существенно увеличить гидростатический напор избыточное количество пленочной воды в водонасыщенных грунтах?

6. По какой формуле можно рассчитать гидравлический уклон в точке? В каких случаях?

7. Может ли равномерный поток подземных вод иметь переменный гидравлический уклон?

8. В каких случаях важно знать разницу между гидростатическим и гидродинамическим напором?

9. Внутри водоносного горизонта в точках А и Б давление отличается на 1 атм., как отличается напор?

10. Каким образом зависит вязкость жидкости от внешнего давления?

Вопросы к контрольной работе № 2

1. Можно ли насытить грунт только пленочной водой?
2. Каким образом может перемещаться в грунтах гигроскопическая вода?
3. Чему равен коэффициент фильтрации водоносного горизонта, если перепад напоров в 1 м обнаружен на расстоянии в 100 см?
4. Изменится ли расход напорного горизонтально залегающего водоносного горизонта, если его водоупорное основание приобретет наклон в направлении обратном уклону?
5. Можно ли совмещать плоскость для отсчета напоров с направлением напластования?
6. Как влияет на расход безнапорного водоносного горизонта увеличение атмосферного давления?
7. Роль литостатического давления как составляющей гидродинамического давления?
8. Как изменится расход безнапорного водоносного горизонта, если его мощность уменьшится вдвое?
9. Может ли уровенная поверхность пересекать водоупорное основание безнапорного водоносного горизонта?
10. Закон Дарси.

Итоговый контроль знаний после завершения изучения дисциплины предполагает сдачу зачета. Итоговые контрольные вопросы к зачету komponуются из контрольных вопросов, приведенных выше. Каждый билет содержит по три вопроса из различных разделов курса. Объем представленного дидактического материала дает возможность составить девятнадцать билетов. Для их полуавтоматической подготовки и печати используется средство стандартного текстового редактора WORD, известное как документ слияния.

Образцы билетов к зачёту:

Билет № 9

1. Расчет взаимодействия совершенных скважин в «бесконечном пласте» при неустановившемся режиме фильтрации?
2. Напор. Уравнение Бернулли.
3. Задача. Определить, на какую величину изменился уровень в реке, если известны напоры в поперечном створе двух наблюдательных скважин на берегу. Выработками вскрыт напорный водоносный горизонт. Необходимые расстояния и значение коэффициента фильтрации приведены на схеме. Подъем уровня считать «мгновенным».

Билет № 17

1. Определение коэффициентов водопроводимости и пьезопроводности по результатам кратковременных откачек.
2. Основные законы фильтрации подземных вод.
3. Задача. Как изменится напор в наблюдательной скважине у реки, если уровень в русле поднимется на 5 м. Изменением расхода естественного потока пренебречь.
4. В качестве исходных данных приводятся величины естественных напоров на границах потока, расстояния до реки и коэффициента фильтрации.

Билет № 20

1. Упругий режим фильтрации. Факторы его определяющие.
2. Движение подземных вод в пластах при резкой смене водопроницаемости пород.
3. Задача. Определить расход скважины при снижении уровня на 10 м через месяц после начала откачки. В качестве исходных данных заданы параметры пласта, расстояние до реки и диаметр фильтра.
- 4.

Образец задания повышенной сложности

Выполнить обработку результатов длительной откачки с целью определения фильтрационных параметров водоносного горизонта способом временного прослеживания уровня в одной наблюдательной скважине для условий полуголощенного пласта.

Ход решения

1. Построить график временного прослеживания.
2. Проанализировать форму индикаторного графика.
3. Выделить типовые этапы откачки.
4. Отбраковать точки индикаторного графика.
5. Обосновать положение представительного участка графика для обработки.
6. Определить величину коэффициента углового наклона представительного участка индикаторного графика.
7. Определить величину начальной ординаты представительного участка индикаторного графика.
8. Вычислить величину коэффициента водоотдачи.
9. Вычислить величину коэффициента пьезопроводности.
10. Проанализировать форму конечного участка графика.
11. Оценить тип граничных условий.
12. Оценить расстояние до предполагаемой границы.
13. Сформулировать вывод о влиянии граничных условий на ход откачки.

7. Рейтинг качества освоения дисциплины

1. Максимальная сумма баллов по дисциплине – 100 баллов
2. Итоговая оценка по дисциплине определяется суммой баллов, набранных студентом в семестре по результатам контроля освоения теоретических разделов, выполнения лабораторных заданий, контрольных и курсовой работ.

Шкала предварительных оценок:

80 – 100 баллов – отлично

60 – 80 баллов – хорошо

50 – 60 баллов – удовлетворительно

менее 50 – неудовлетворительно

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится постоянно в течение семестра путем балльной оценки качества освоения теоретического материала. Текущий контроль осуществляется по результатам краткого письменного опроса перед началом лекции по материалам предыдущего занятия и результатам практической деятельности. Зачет проводится в конце семестра по результатам защиты курсовой работы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Литература

Основная

1. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 368 с.

2. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. – М.: Недра, 1983. – 360 с.
3. Гавич И.К. Гидрогеодинамика. - М.: Недра, 1988. – 350 с.
4. Кузеванов К.И., Савичев О.Г., Решетько М.В. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. - Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2012. - 144 с.

Дополнительная

1. Гавич И.К., Зекцер И.С. и др. Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика. - Новосибирск, Наука Сиб. отд-е, 1983. – 246 с.
2. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. – Л.: Изд-во МГГУ, 2001. – 519 с.
3. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. - М.: Недра, 1979. – 328 с.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 360 с.
4. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1988. – 230 с.
5. Кузеванов К.И. Моделирование работы системы взаимодействующих скважин в среде PMWIN (Processing Modflow) . – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 64 с.
6. Кузеванов К.И. Подготовка исходных данных для оценки фильтрационных параметров горных пород по данным кустовой откачки. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 20 с.

7.2. Компьютерное обеспечение дисциплины

- 8.2.1. Вычислительный шаблон в системе электронных таблиц SVSBVU.xls, используемый для расчета систем взаимодействующих скважин в типовых условиях с целью обоснования рациональных схем размещения разведочных выработок (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.2. Программный комплекс SURFER для построения специализированных гидрогеологических карт и анализа степени сложности гидрогеологических условий. Используется во взаимодействии с шаблоном SVSBVU.xls для построения схем депрессионных воронок при анализе работы систем скважин.
- 8.2.3. Электронные таблицы EXCEL, входящие в состав стандартного ПК MS OFFICE для выполнения текущих расчетов.
- 8.2.4. Вычислительный шаблон в системе электронных таблиц OFR.xls, используемый для обработки результатов откачек (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.5. Автоматизированная система подготовки индивидуальных вариантов исходных данных к практической части курса «Динамика подземных вод» (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.6. Автоматизированная система проверки вариантов решения контрольных заданий по курсу «Динамика подземных вод» (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.7. Автоматизированная система численного моделирования напорного планового фильтрационного потока (Plan.xls) по методу конечных разностей (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.7. Автоматизированная система подготовки исходных данных для курсовой работы по «Динамике подземных вод», генерирующая фрагмент журнала длительной кустовой откачки в условиях анизотропного напорного полуограниченного водоносного горизонта (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
- 8.2.8. Программа для учета посещаемости и контроля текущей успеваемости RATING.xls (автор Кузеванов К.И.)
- 8.2.9. Программный комплекс для численного моделирования процессов фильтрации Processing Modflow (PMWIN).

8.2.10. Программный комплекс для численного моделирования процессов фильтрации Groundwater Modeling System (GMS).

9. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ студенты используют возможности компьютерного класса с выходом в сеть INTERNET и установленным программным обеспечением.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки, профессиональных стандартов (приказ № 548 от 12 мая 2016 г.).

Программа одобрена на заседании кафедры _____

(протокол № 30 от «18» 05 2016 г.).

Автор _К.И. Кузеванов

Рецензент(ы) _____

