



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИТ

А.Ю. Дмитриев  
2016 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ

Направление ООП: 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Профиль подготовки (программа):

Инженерные изыскания в области природообустройства

Квалификация (степень): магистр

Базовый учебный план приема: 2016 г.

Курс: 1; семестр: 1

Количество кредитов: 3

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: экзамен в 1-ом семестре

Обеспечивающее подразделение: кафедра ГИГЭ ИПР ТПУ

Заведующий кафедрой

Н.В. Гусева

Руководитель ООП

О.Г. Савичев

Преподаватель

К.И. Кузеванов

2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в части:

Ц1) проведения междисциплинарных научных исследований для решения задач планирования и организации исследований антропогенного воздействия на компоненты природной среды и совершенствования деятельности в области природообустройства и водопользования;

Ц2) осуществления инновационной деятельности в области инженерных изысканий, проектирования и эксплуатации систем природообустройства и водопользования;

Ц4) организации процессов инженерных изысканий, проектирования и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования с обеспечением высокого качества этих процессов, и соответствия российским и международным нормативно-правовым документам.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гидрогеологические расчёты» относится к базовой части учебного плана и входит в состав модуля общепрофессиональных дисциплин.

Дисциплине «Гидрологические расчёты» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- МЕЦ.Б.1.0 Математика;
- МЕЦ.Б.3.0 Физика;
- МЕЦ.Б.5.0 Гидрология, климатология и метеорология;
- ПЦ.Б.В.0 Гидравлика.

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Гидрогеологические расчёты» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- ПЦ.В.2.0 Речная гидравлика и динамика русловых процессов;
- ПЦ.В.1.2.0 Инженерно-гидрометеорологические изыскания.

В процессе изучения указанных выше дисциплин обучающийся должен усвоить знания в области высшей математики, теории решения дифференциальных уравнений в частных производных, основ теоретической механики и гидравлики, знать базовые определения в области геологии, гидрогеологии, гидрологии и гидравлики, уметь строить и анализировать геологические разрезы, иметь представление о строении напорных и безнапорных водоносных горизонтах, об областях питания и разгрузки подземных вод, видах воды в горных породах и способах её движения, водных свойствах горных пород.

В комплексе с этими дисциплинами курс «Гидрогеологические расчёты» позволяет последовательно приобрести и расширить обучающемуся компетенции в области использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования.

Одновременно с изучением дисциплины «гидрогеологические расчёты» проводится изучение дисциплин «речная гидравлика и динамика русловых процессов» и

«инженерно-гидрометеорологические изыскания». При этом рассматриваются смежные вопросы инженерной гидрологии (анализ уровня режима поверхностных вод и русловых процессов, проведение инженерных изысканий, технологического и экологического мониторинга) и подготавливается основа для комплексного усвоения знаний, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации систем и сооружений природообустройства и водопользования.

### 3. Результаты освоения дисциплины

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

Таблица 1

#### Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении дисциплины «Гидрогеологические расчёты»

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1: Использовать глубокие математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания в области специализации при осуществлении изысканий и инновационных проектов сооружений и реконструкции объектов природообустройства и водопользования)	31.5	Основные методы гидрогеологических расчетов	У1.5	Определять характеристики режима подземных вод	В1.5	Приемами проведения гидрогеологических расчетов
	36.4	Основные аналитические уравнения, описывающие фильтрацию подземных вод, и типовые расчетные схемы	У6.4	Анализировать гидрогеологические условия и выполнять геофильтрационные расчёты для количественной оценки фильтрации в естественных и нарушенных условиях	В6.4	Методикой численного моделирования геофильтрации

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Математические основы теории движения подземных вод.

Основные дифференциальные уравнения геофильтрации. Расчетные модели жесткого и упругого режимов фильтрации. Краевые условия фильтрационных потоков. Условия однозначности решения дифференциальных уравнений – внутренне строение области фильтрации. начальные и граничные условия.

##### Перечень практических работ по разделу:

Практическая работа № 1.

Определение направления и расчёт расхода фильтрационного потока в напорном водоносном горизонте по трём наблюдательным скважинам.

##### Темы для самостоятельного изучения:

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.

Гравитационная и упругая емкость горных пород.

**Перечень самостоятельных работ по разделу:**

Самостоятельная работа № 1.

Определение направления фильтрации в напорном водоносном горизонте по десяти наблюдательным скважинам.

**Раздел 2. Гидродинамика естественных и нарушенных потоков подземных вод**

Методы решения задач плановой стационарной фильтрации. Плоскопараллельная фильтрация в напорном и безнапорном потоках. Общие принципы моделирования задач плановой стационарной фильтрации. Основы численного моделирования геофильтрации.

**Перечень практических работ по разделу:**

Практическая работа № 2.

Расчет депрессионной кривой в напорном водоносном горизонте с изменяющейся мощностью на трех участках.

Практическая работа № 3.

Расчет депрессионной кривой в безнапорном водоносном горизонте с изменяющимся коэффициентом фильтрации на трех участках.

**Темы для самостоятельного изучения:**

Основной закон фильтрации и пределы его применимости. Фильтрационная среда и ее показатели. Пространственная изменчивость фильтрационных свойств, гомогенная и гетерогенная среды.

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

**Перечень самостоятельных работ по разделу:**

Самостоятельная работа № 2.

Расчет депрессионной кривой в напорном водоносном горизонте с изменяющейся мощностью на пяти участках.

Самостоятельная работа № 3.

Расчет депрессионной кривой в безнапорном водоносном горизонте с изменяющимся коэффициентом фильтрации на пяти участках.

**Раздел 3. Основы количественной оценки притока подземных вод к скважинам**

Водоприток к совершенным скважинам. Основные уравнения радиальной стационарной фильтрации для одиночных скважин в напорном и безнапорном потоках. 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».

**Перечень практических и лабораторных работ по разделу:**

Практическая работа № 4.

Расчет понижения уровня в системе трёх взаимодействующих скважин в условиях

неограниченного водоносного горизонта.

Практическая работа № 5.

Расчет понижения уровня в системе трёх взаимодействующих скважин в условиях напорного полуограниченного водоносного горизонта с границей первого рода.

Практическая работа № 6.

Расчет понижения уровня в системе трёх взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного напорного водоносного горизонта с границей второго рода.

Практическая работа № 7.

Расчет понижения уровня в системе трёх взаимодействующих скважин в условиях безнапорного полуограниченного водоносного горизонта с границей первого рода.

Практическая работа № 8.

Расчет понижения уровня в системе трёх взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного безнапорного водоносного горизонта с границей второго рода.

#### **Темы для самостоятельного изучения:**

Особенности фильтрации в зоне действия скважин. Основные расчетные схемы. Понятие о точечных и линейных стоках.

Основы гидродинамического расчета водозаборов. Основные принципы расчета и исследований водопритока к скважине для основных типовых расчётных схем (в речных долинах, артезианских бассейнах, ограниченных по площади структурах) с применением аналитических зависимостей

#### **Перечень самостоятельных работ по разделу:**

Самостоятельная работа № 4.

Расчет понижения уровня в системе десяти взаимодействующих скважин в условиях неограниченного водоносного горизонта.

Самостоятельная работа № 5.

Расчет понижения уровня в системе десяти взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного водоносного горизонта с границей первого рода.

Самостоятельная работа № 6.

Расчет понижения уровня в системе десяти взаимодействующих скважин в условиях полуограниченного водоносного горизонта с границей второго рода.

#### **Раздел 4. Теоретические основы опытно-фильтрационных работ**

Общая гидродинамическая характеристика опытно-фильтрационных работ. Типизация условий опробования. Требования к проведению опытных кустовых откачек.

Определение фильтрационных параметров водоносных горизонтов по методу временного прослеживания уровней при откачке. Принципы диагностики данных опытно-фильтрационных работ.

#### **Перечень лабораторных работ по разделу:**

Практическая работа № 9.

Определение фильтрационных параметров водоносного горизонта по данным одной наблюдательной скважины на этапе откачки (выписка из журнала откачки содержит 10 расчётных точек).

Практическая работа № 10.

Определение фильтрационных параметров водоносного горизонта по данным кустовой откачки с проектированием и использованием полуавтоматизированной

системы обработки данных откачки (выписка из журнала откачки содержит 100 расчётных точек).

**Темы для самостоятельного изучения:**

Определение фильтрационных параметров водоносных горизонтов по методу площадного и комбинированного прослеживания уровня при откачке.

Определение фильтрационных параметров водоносных горизонтов по данным восстановления уровня после откачки.

**Перечень самостоятельных работ по разделу:**

Самостоятельная работа № 7.

Определение фильтрационных параметров водоносного горизонта по данным одной наблюдательной скважины на этапе откачки (выписка из журнала откачки содержит 100 расчётных точек для 12-ти наблюдательных скважин).

Самостоятельная работа 8.

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

Самостоятельная работа 9.

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 10.

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 11.

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

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины «Гидрогеологические расчёты»**

№ п/п	Результат	Номер раздела (-ов), при изучении которого достигается результат
РД 1	Знать значение динамики подземных вод как теоретической базы формирования подземных вод и решения различных хозяйственных задач	1
РД 2	Знать законы фильтрации. Уметь определять направление фильтрации.	2
РД 3	Знать методы решения основных дифференциальных уравнений фильтрации. Уметь рассчитывать расходы фильтрационных потоков в естественных условиях напорных и безнапорных потоков.	3
РД 4	Знать типовые расчётные схемы для водозаборов, уметь выполнять схематизацию гидрогеологических условий	4
РД 5	Владеть расчётом понижения уровней в системах взаимодействующих скважин.	5
РД 6	Знать теоретические основы определения фильтрационных	6

	параметров горных пород по данным опытно-фильтрационных работ.	
РД 7	Уметь определять фильтрационные параметры водоносных горизонтов по данным откачек и восстановления уровней	6, 7
РД 8	Знать теоретические основы численного моделирования гидрогеологических условий. Уметь разрабатывать модель области фильтрации. Иметь навыки управления граничными условиями численной модели области фильтрации.	8

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Гидрогеологические расчёты» следующие образовательные технологии:

Таблица 3

### Методы и формы организации обучения

ФОО Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр. *, Мк**	СРС	К. пр.***
IT-методы						
Работа в команде						
Case-study	+					
Игра						
Методы проблемного обучения						
Обучение на основе опыта	+					
Опережающая самостоятельная работа			+			
Проектный метод						
Поисковый метод	+				+	
Исследовательский метод	+				+	
Другие методы						

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\* – командный проект

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалов, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по заданной теме с результирующим составлением реферата;
- выполнение домашних заданий по пройденным и предстоящим темам лекционных занятий с результирующим выполнением гидрогеологических расчётов в рамках тематики самостоятельных работ;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- Поиск, анализ, структурирование справочной информации по проведению гидрогеологических расчетов, использование полученных результатов при выполнении самостоятельных работ.
- Выполнение расчётов основных параметров фильтрационных потоков и критический анализ полученных результатов при выполнении самостоятельных работ.
- Знакомство с возможностями автоматизации гидрогеологических расчетов в среде электронных таблиц EXCEL и визуализации результатов расчётов с использованием возможностей программного комплекса SURFER.

## **6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**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.

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

**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.

## **6.3. 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.

#### **6.4. 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.

#### **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

##### *Контролирующие мероприятия*

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
Текущий контроль в форме рейтинг-опроса на лекционных и лабораторных занятиях	РД 1 – РД 8
Выполнение и защита лабораторных работ	РД 1 – РД 8
Выполнение самостоятельных работ	РД 8
Выполнение курсовой работы	РД6, РД 7
Рубежные контрольные работы	РД 1 -3, РД 4 -7
<i>Экзамен</i>	РД 1 – РД 8

В процессе изучения дисциплины выполняются текущий, рубежный и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль проводится в виде экспресс-опроса студентов перед началом аудиторных занятий в письменной форме по материалу предыдущих лекций и самостоятельно изученного материала. Цель текущего контроля – выработать у студента необходимость самостоятельной работы по освоению материала дисциплины.

##### **6.1. Вопросы текущего контроля:**

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 расположена у непроницаемой границы, в другом - у питающей)
4. Каким является водоносный горизонт по типу граничных условий?  
(пласт прямоугольной формы ограничен попарно противоположными по характеру границами без указания местоположения скважины)

5. Будет ли взаимодействовать с границей скважина № 2?  
(у границы первого рода расположена скв. № 1, работающая в режиме нагнетания, а далее по лучу скв. № 2, работающая в режиме откачки)
  6. Составить общее решение задачи.  
(у границы первого рода расположены 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 №1 и схеме №2, будут равны?  
(на схемах скважины, расположенные 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 возрастет в два раза? (в 10 раз, в 100 раз)
  12. Что такое гидравлический скачок уровня?
  13. Можно ли определить величину гидравлического скачка уровня, используя наблюдательную скважину?
  14. В каких случаях можно измерить уровень в центральной скважине куста без влияния гидравлического скачка уровня?
  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 сокращения финансирования.  
(куст из восьми наблюдательных скважин у непроницаемой границы)
  17. Одинаковы ли расходы откачек из напорного и безнапорного водоносных горизонтов одинаковых понижениях уровня?
  18. В каких случаях подземная вода не движется под действие силы тяжести?
  19. В чем отличие напорного водоносного горизонта от безнапорного?
  20. Влияет ли влажность горных пород на процесс фильтрации?
- Рубежный контроль проводится дважды в семестр при выполнении двух контрольных работ.

### **6.2. 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?

### **6.3. 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. Влияние скоростных характеристик фильтрационного потока на величину гидродинамического напора?
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 выполняется в форме зачета по билетам. Цель итогового контроля – проверка знаний и умений, предусмотренных целями и задачами изучения дисциплины, понимания взаимосвязей теоретических знаний и практических навыков при выполнении гидродинамических расчетов.

### **6.4. Образцы билетов к экзамену:**

#### *Билет № 9*

1. Расчет взаимодействия совершенных скважин в «бесконечном пласте» при неустановившемся режиме фильтрации? (15 баллов)
2. Напор. Уравнение Бернулли. (10 баллов)
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». (15 баллов)

#### *Билет № 17*

1. Определение коэффициентов водопроводимости и пьезопроводности по результатам кратковременных откачек. (15 баллов)
2. Основные законы фильтрации подземных вод. (10 баллов)

3. Задача. Как изменится напор в наблюдательной скважине у реки, если уровень в русле поднимется на 5 м. Изменением расхода естественного потока пренебречь. В качестве исходных данных приводятся величины естественных напоров на границах потока, расстояния до реки и коэффициента фильтрации. (15 баллов)

#### *Билет № 20*

1. Упругий режим фильтрации. Факторы его определяющие. (15 баллов)
2. Движение подземных вод в пластах при резкой смене водопроницаемости пород. (10 баллов)
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. (15 баллов)

#### ***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 полуограниченного 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.
- Банк контролируемых материалов всех уровней контроля имеется у лектора.

#### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала

(ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. В.М. Шестаков, И.К. Невечеря, И.В. Авилина «Методы расчетов опытных откачек в водоносных пластах с перетеканием». – М.: Научный мир, 2011. — 144 с.: ил. 24
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник. – М.: Альянс, 2012. – 602 с.
3. Гриневский О.С. Гидродинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: Монография. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 152 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчётов. – М.: Недра, 1965. – 307 с.
2. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. - М.: Изд-во МГУ, 1995. – 368 с.
3. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. - М.:Недра, 1983. – 358 с.
- Гавич И.К. Гидрогеодинамика. – М.: Недра. - 1988. – 350 с.
4. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. – Л.: ЛГИ, 1996.
- Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980.
5. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979.
6. Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика. – Новосибирск: Наука, 1983.
7. Черепанский М.М. Теоретические расчеты гидрогеологических прогнозов влияния отбора подземных вод на поверхностный сток. - М.: НИА-Природа, 2005. - 260 с.
8. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. - М.: Академкника. 2003. - 173 с.

### **Программное обеспечение:**

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).
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 взаимодействующих скважин.

3. Электронные таблицы EXCEL, входящие в состав стандартного ПК MS OFFICE для выполнения текущих расчетов.
4. Вычислительный шаблон в системе электронных таблиц OFR.XLS, используемый для полуавтоматизированной обработки результатов откачек (автор: Кузеванов К.И., ТПУ).
5. Автоматизированная система подготовки индивидуальных вариантов исходных данных к практической части курса «Гидрогеологические расчёты» (автор Кузеванов К.И., ТПУ).
6. Автоматизированная система численного моделирования напорного планового фильтрационного потока (PLT.xls), построенная на численном решении основного дифференциального уравнения фильтрации по методу конечных разностей (автор: Кузеванов К.И., ТПУ).
7. Программа для учета посещаемости и контроля текущей успеваемости (RATING), разработанная в среде электронных таблиц EXCEL. (автор: Кузеванов К.И.)

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	Корпус 20, ауд. 513
2	Лаборатория гидродинамического моделирования	Корпус 20, ауд. 503

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» и профилю подготовки «Инженерные изыскания в области природообустройства».

Программа одобрена на заседании кафедры  
Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

(протокол №32 от «26» августа 2016 г.).

Автор: к.г.-м.н., доцент кафедры ГИГЭ ИПР ТПУ Кузеванов К.И.



Рецензент: д.г.н., профессор кафедры ГИГЭ ИПР ТПУ Савичев О.Г.

