

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*

Зинюков Ю.М.

*подпись, расшифровка подписи*

28.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.23 Динамика подземных вод**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 05.03.01 «Геология»
- 2. Профиль подготовки:** поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** - очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
- 6. Составители программы:** Устименко Юрий Алексеевич, старший преподаватель
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 7 от 24.06.2021
- 8. Учебный год:** 2024-2025 **Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины.

Целями изучения учебной дисциплины являются:

- получение обучающимся специального гидрогеологического образования,
- изучение методов математического моделирования гидрогеологических и инженерно-геологических процессов;

Задачами изучения учебной дисциплины являются:

- изучить физико-механические основы движения подземных вод в гидrolитосфере;
- исследовать методику определения расчетных гидрогеологических параметров;
- изучить методы аналитического исследования и моделирования при решении геофильтрационных задач;
- рассмотреть основы теории массо- и теплопереноса в водоносных комплексах.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Блок Б1, дисциплина вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

Требование к входным знаниям, умениям и навыкам по дисциплинам: бакалавры должны обладать знаниями базовых дисциплин и дисциплин гидрогеологического цикла (Общая гидрогеология, Методы гидрогеологических исследований). Дисциплина предшествует таким дисциплинам гидрогеологического цикла как «Гидрогеология месторождений полезных ископаемых», «Поиски и разведка подземных вод», «Моделирование гидрогеологических процессов».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен применять теоретико-методологические основы фундаментальных гидрогеологических и инженерно-геологических дисциплин	ПК-1.1	Анализирует, систематизирует и интерпретирует гидрогеологическую информацию	<u>Знать:</u> методы анализа, систематизации и интерпретации данных гидрогеологических исследований <u>Уметь:</u> интерпретировать результаты опытно-фильтрационных работ. <u>Владеть:</u> навыками проведения опытно-фильтрационных работ для определения расчетных гидрогеологических параметров.
ПК-3	Способен проводить гидрогеологические и инженерно-геологические расчеты при поисках и разведке подземных вод, при оценке инже-	ПК-3.1	Проводит расчеты гидрогеологических параметров, разрабатывает рекомендации по оптимизации контроля и условиям эксплуатации подземных	<u>Знать:</u> методы полевых и камеральных работ по гидрогеологии, методы лабораторных исследований качественного состава подземных вод. <u>Уметь:</u> обрабатывать результаты полевых опытно-фильтрационных работ для получения расчетных фильтрационных параметров водоносных пластов. <u>Владеть:</u> навыками подготовки и проведения

	нерно-геологических условий и устойчивости инженерных сооружений, при эксплуатации месторождений полезных ископаемых.		вод	испытаний опытно-фильтрационных работ.
ПК-5	Способен применять современные цифровые технологии при решении гидрогеологических и инженерно-геологических задач	ПК-5.2	Моделирует гидрогеологические процессы, оценивает точность и достоверность прогнозов.	<u>Знать:</u> методические документы по оценке расчетных гидрогеологических параметров водоносных пластов. <u>Уметь:</u> выбирать методы аналитического моделирования опытно-фильтрационного опробования. <u>Владеть:</u> навыками моделирования гидрогеологических процессов и оценки точности прогнозов.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час --- 4/144

Форма промежуточной аттестации - экзамен

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость (часы)	
		Всего	По семестрам
			№ сем.7
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	16	16
	практические	16	16
	лабораторные	32	32
Самостоятельная работа		44	44
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 7 час, зачет 0 час) -		36	36
Итого:		144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1	Физические основы динамики подземных вод	Исходные физико-механические представления (общая характеристика водонасыщенных горных пород, подземная гидростатика, емкостные свойства горных пород, основной закон фильтрации и проницаемость горных пород)	-
2	Математические основы теории движения подземных вод, построение основных дифференциальных уравнений геофильтрации	Гидродинамическая типизация условий движения подземных вод, основные дифференциальные уравнения плановой фильтрации, краевые условия фильтрации, математические основы моделирования фильтрационных процессов.	-
3	Исследование задач плано-	Основные расчетные схемы плановой фильтра-	-

	вой стационарной фильтрации	ции. Задачи плоскопараллельной стационарной фильтрации, плоскорадиальная стационарная фильтрация, решение задач двухмерной установившейся фильтрации (метод сложения течений, метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений).	
4	Исследование задач плановой нестационарной фильтрации	Фундаментальное решение, задача о плоскорадиальной фильтрации к скважине (уравнение Тейса), аналитическое исследование нестационарных фильтрационных потоков.	-
5	Теоретические основы опытно-фильтрационных исследований	Общая гидродинамическая типизация условий опробования. Специфика геофильтрационных процессов в различных типовых условиях проведения опытных опробований. Особенности фильтрационных процессов при откачках из планово ограниченных и планово неоднородных пластов. Влияние технических факторов на результаты опытно-фильтрационных работ. Принципы и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ.	-
6	Теоретические основы массопереноса в подземных водах	Основы теории миграции. (Конвективный перенос в подземных водах, молекулярная диффузия и гидродисперсия). Конвективно-дисперсионные процессы в однородных пластах. Особенности массопереноса в гетерогенных водоносных системах.	-
7	Применение принципов и методов динамики подземных вод в решении вопросов защиты подземных вод от загрязнения	Принципы выделения и структура зон санитарной охраны водозаборов подземных вод. Основы методики расчета зон санитарной охраны. Аналитические методы расчета зон санитарной охраны водозаборов подземных вод. Графоаналитический метод построения зон санитарной охраны.	-
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Физические основы динамики подземных вод	Построение сетки движения подземных вод	-
2.2	Математические основы теории движения подземных вод, построение основных дифференциальных уравнений геофильтрации	Построение дифференциальных уравнений напорной и безнапорной плановой фильтрации	-
2.3	Исследование задач плановой стационарной фильтрации	Решение задач плановой стационарной фильтрации (Задача о напорной фильтрации в междуречном массиве, задача о напорной фильтрации к скважине в круговом пласте)	-
2.4	Исследование задач плановой нестационарной фильтрации	Задача о плоскорадиальной фильтрации к скважине (уравнение Тейса), логарифмическая аппроксимация формулы Тейса, аналитическое исследование нестационарных фильтрационных потоков.	-
2.5	Теоретические основы опытно-фильтрационных исследований	Графоаналитический метод интерпретации ОФР (метод Джейкоба).	-
2.6	Теоретические основы массопереноса в подземных водах	Конвективно-дисперсионные процессы в однородных пластах. Особенности массопереноса в гетерогенных водоносных системах.	-
2.7	Применение принципов и методов динамики подземных вод в решении вопросов защиты подземных вод от загрязнения	Аналитические методы расчета зон санитарной охраны водозаборов подземных вод.	-
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.1	Физические основы динамики	Интерполяция функции напора	-

	ки подземных вод		
3.2	Математические основы теории движения подземных вод, построение основных дифференциальных уравнений геофильтрации	-	-
3.3	Исследование задач плановой стационарной фильтрации	Расчет одиночных и малых групповых водозаборов. Расчет водозабора в условиях взаимодействия с существующими водозаборами	-
3.4	Исследование задач плановой нестационарной фильтрации	Графо-аналитический метод определения фильтрационных параметров водоносных пластов: Способ временного прослеживания.	-
3.5	Теоретические основы опытно-фильтрационных исследований	Графоаналитический метод определения фильтрационных параметров. Способ комбинированного прослеживания уровня. Графоаналитический метод определения фильтрационных параметров. Способ площадного прослеживания уровня. Временное прослеживание уровня при кустовой откачки	-
3.7	Применение принципов и методов динамики подземных вод в решении вопросов защиты подземных вод от загрязнения	Расчет ЗСО в неограниченном пласте, расчет ЗСО берегового водозабора; расчет ЗСО линейного водозабора в удалении от реки	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Сам. раб	Всего
1	Физические основы динамики подземных вод	2	2	-	2	6
2	Математические основы теории движения подземных вод, построение основных дифференциальных уравнений геофильтрации	4	4	4	6	18
3	Исследование задач плановой стационарной фильтрации	2	2	8	8	16
4	Исследование задач плановой нестационарной фильтрации	2	2		8	16
5	Теоретические основы опытно-фильтрационных исследований	2	2	12	8	24
6	Теоретические основы массопереноса в подземных водах	2	2		6	10
7	Применение принципов и методов динамики подземных вод в решении вопросов защиты подземных вод от загрязнения	2	2	8	6	18

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Обучающиеся должны использовать материалы из перечня основной и дополнительной литературы. Дополнительные ресурсы: электронный учебный курс с оперативно обновляемой информацией и цифровыми ресурсами (электронная программа курса, электронные варианты учебных пособий и методических рекомендаций, варианты практических заданий, гиперссылки на интернет-ресурсы с быстрым доступом, презентации, тесты, кейс-задания, доступ к внешним видео-ресурсам в рамках электронной среды и др.). В рамках электронной учебной среды реализуется интерактивный вариант общения со студентами в режиме онлайн (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle).

В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Начиная подготовку к практическому занятию следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

При подготовке к лабораторному занятию необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методическое указание (описание) к лабораторной работе, продумать план проведения работы. При защите выполненной работы преподаватель беседует со студентом, выявляя глубину понимания им полученных результатов.

При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу, сделать записи по рекомендованным источникам.

Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) изучения учебной и научной литературы; г) изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; к) выполнения курсовой работы, предусмотренной учебным планом; м) выделения наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, с целью получения разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями дисциплины.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины. Подготовка осуществляется на основании списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гидрогеология : учебное пособие / составитель А. Н. Соловицкий. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 119 с. — ISBN 978-5-8353-2417-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/135239">https://e.lanbook.com/book/135239</a>
2	Шестаков В.М. Гидрогеодинамика : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 020304 - "Гидрогеология и инженерная геология" / В.М. Шестаков ; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова, Геол. фак. — М. : КДУ, 2009. — 333 с. : ил. — Библиогр.: с.307-322. — ISBN 978-5-98227-514-1.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Мироненко, Валерий Александрович. Динамика подземных вод : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Гидрогеология и инженерная геология" / В.А. Мироненко. — М. : Недра, 1983. — 356, [2] с. : ил., табл
4	Бочеввер Ф.М.. Защита подземных вод от загрязнения./ Бочеввер Ф.М., Лапшин Н.Н, Орадовская А.Е. - М.: Недра, 1979.-254 с.
5	Арцев А.И. Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования для водоснабжения и водоотведения / А. И. Арцев. — М. : Недра, 1979. — 285 с.
6	База знаний: Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология. Версия.7.14. Лицензионное соглашение №SW85-38UZ-XWRE-1241 на пользование программным продуктом (компакт-диск)

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Ресурс
7	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a>
8	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
10	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
11	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
12	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
13	Электронный курс «Динамика подземных вод» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7413">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7413</a>
14	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов <a href="http://www.geokniga.org/">http://www.geokniga.org/</a>
15	Бесплатный некоммерческий портал с научно-популярной и учебной литературой по геологии <a href="http://www.jurassic.ru/amateur.htm">http://www.jurassic.ru/amateur.htm</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

1	Шестаков В.М. Гидрогеодинамика : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 020304 - "Гидрогеология и инженерная геология" / В.М. Шестаков ; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова, Геол. фак. — М. : КДУ, 2009. — 333 с. : ил. — Библиогр.: с.307-322. — ISBN 978-5-98227-514-1.
2	Мироненко, В. А. Динамика подземных вод : учебник / В. А. Мироненко. — 5-е изд. — Москва : Горная книга, 2009. — 519 с. — ISBN 5-7418-0110-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/3213">https://e.lanbook.com/book/3213</a> (дата обращения: 21.09.2021).

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle).

№пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5	Офисное приложение AdobeReader
6	Офисное приложение DjVuLibre+DjView

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

При чтении лекций и проведении лабораторных занятий, а также в самостоятельной работе студентов, используется компьютерный класс со специальным программным обеспечением и Интернетом.

Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа): специализированная мебель, компьютер, проектор, экран для проектора.
Компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2.80GHz, ОЗУ 4,00 ГБ (9 шт.); компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G870 3.10GHz, ОЗУ 6,00 ГБ (4 шт.); монитор SAMSUNG SyncMaster E1920 (12 шт.); монитор ASER S221NGL; проектор BENQ Digital Projector MS535; презентер OKCLICK 695P; камера SVEN; микрофон OKCLICKMP-МОО9В; колонки (акустические) SVEN 312, 2.0; экран демонстрационный 2х3 м

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Физические основы динамики подземных вод	ПК-1	ПК 1.1	Практическое задание
2	Математические основы теории движения подземных вод, построение основных дифференциальных уравнений геофильтрации	ПК-1	ПК 1.1	Лабораторная работа 1
3	Исследование задач плановой стационарной фильтрации	ПК-3	ПК 3.1	Лабораторные работы 2,3
4	Исследование задач плановой нестационарной фильтрации	ПК-5	ПК 5.2	Практическое задание
5	Теоретические основы опытно-фильтрационных исследований	ПК-3	ПК 3.1	Лабораторные работы 4,5,6
6	Теоретические основы массопереноса в подземных водах	ПК-3	ПК 3.1	Практическое задание
7	Применение принципов и методов динамики подземных вод в решении вопросов защиты подземных вод от загрязнения	ПК-3	ПК-3.1	Лабораторные работы 7,8
Промежуточная аттестация				Перечень вопросов Комплект КИМ



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
форма контроля – экзамен				

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций, в том числе при реализации программы курса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация проводится в форме оценки практических заданий, лабораторных работ.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Перечень практических заданий

1. Построение сетки движения подземных вод
2. Построение дифференциальных уравнений напорной и безнапорной плановой фильтрации
3. Решение задачи о напорной фильтрации в междуречном массиве.
4. Решение задачи о напорной фильтрации к скважине в круговом пласте.
5. Решение задачи о плоскорадиальной фильтрации к скважине (уравнение Тейса), логарифмическая аппроксимация формулы Тейса.
6. Графоаналитический метод интерпретации ОФР (метод Джейкоба).
7. Аналитический расчет зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод.

#### Примеры лабораторных работ:

##### Лабораторная работа №1

На прилагаемом бланке с использованием метода линейной интерполяции построить карту гидроизогипсов пределах выделенной области фильтрации, представленной участком речной долины. Рассчитать расход потока подземных вод от водораздела к реке.

##### Лабораторная работа №2

Рассчитать водозабор подземных вод, исходя из заданной водопотребности и заданных параметров водоносного пласта. При невозможности получения заданной потребности одной скважиной, рассчитать малый групповой водозабор

##### Лабораторная работа №3

Определить условия работы проектного водозабора при гидродинамическом взаимодействии с существующими.

##### Лабораторная работа №4

Графо-аналитический метод интерпретации опытно-фильтрационного опробования. Способ временного прослеживания уровня. Задание: используя представленные фактические данные опытно-фильтрационного опробования определить фильтрационные параметры водоносного пласта.

##### Лабораторная работа №5

Графо-аналитический метод интерпретации опытно-фильтрационного опробования. Способ площадного прослеживания уровня. Задание: используя представленные фактические данные кустового опытно-фильтрационного опробования определить фильтрационные параметры водоносного пласта способом площадного прослеживания уровня.

#### Лабораторная работа №6

Графо-аналитический метод интерпретации опытно-фильтрационного опробования. Способ комбинированного прослеживания уровня. Задание: используя представленные фактические данные кустового опытно-фильтрационного опробования определить фильтрационные параметры водоносного пласта способом комбинированного прослеживания уровня.

#### Лабораторная работа №7

Расчет зон санитарной охраны второго и третьего пояса водозабора для условий неограниченного в плане водоносного пласта. (Задачи: 1 – рассчитать групповой водозабор; 2 – рассчитать зону санитарной охраны водозабора в составе второго и третьего поясов).

#### Лабораторная работа №8

Расчет зон санитарной охраны второго и третьего пояса водозабора для условий полуограниченного водоносного пласта. Граничное условие 2 рода. (Задачи: 1 – рассчитать групповой водозабор; 2 – рассчитать зону санитарной охраны водозабора в составе второго и третьего поясов).

Для оценивания результатов лабораторных работ используется шкала: «зачтено-не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся выполнил задание	<i>Зачтено</i>
Обучающийся не выполнил задание	<i>Не зачтено</i>

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примеры вопросов к экзамену: (Комплект КИМ 1):

1. Основные гидромеханические представления динамики подземных вод. Геофильтрация подземных вод. Фильтрационный поток.
2. Разделение потоков подземных вод по условиям залегания и гидравлическому состоянию. Расход фильтрационного потока. Скорость фильтрации. Гидростатический напор фильтрационного потока.
3. Гидростатический и гидродинамический напор.
4. Линейный закон фильтрации Дарси.
5. Фильтрационные параметры водоносного пласта.
6. Гидрогеологические параметры водоносного пласта ( $k_f$ ,  $\mu$ ,  $\mu^*$ ,  $m$ ,  $T$ ,  $Q$ ,  $q$ ,  $v$ ,  $l$ ,  $a$ ,  $a^*$ ).
7. Гравитационная емкость и водоотдача.
8. Упругая емкость и водоотдача.
9. Уравнением неразрывности массы жидкости.
10. Метод сложений течений.
11. Область фильтрации. Краевые условия фильтрации

12. Краевые условия фильтрации. Начальные условия.
13. Краевые условия фильтрации. Граничные условия I и II рода.
14. Краевые условия фильтрации Граничные условия III и IV рода.
15. Фильтрационное сопротивление ложа водоема. Граничное условие III рода
16. Дифференциальное уравнение упругого режима фильтрации.
17. Дифференциальное уравнение жесткого режима фильтрации.
18. Плановая фильтрация в изолированном напорном пласте.
19. Плановая напорная фильтрация при наличии перетекания.
20. Плановая фильтрация в безнапорном пласте.
21. Расчетные схемы при схематизации природных условий
22. Задача о напорной фильтрации между двумя бассейнами (реками).
23. Движение в плано-неоднородном напорном пласте
24. Задача о фильтрации к скважине в круговом пласте.
25. Уравнение Тейса. Квазистационарный режим геофильтрации. Радиус зоны квазистационарного режима.
26. Задача о безнапорной фильтрации между двумя бассейнами (реками).
27. Метод зеркальных отображений. Полуограниченный пласт (граничное условие 1 рода).
28. Виды откачек и их целевое назначение
29. Геофильтрационный режим подземных вод при откачках.
30. Особенности фильтрационного процесса при откачках из плано-ограниченных и плано-неоднородных пластов.
31. Обработка и интерпретация результатов опытных работ в условиях неограниченного однородного напорного водоносного пласта. Способ временного прослеживания уровня.
32. Обработка и интерпретация результатов опытных работ в условиях неограниченного однородного напорного водоносного пласта. Способ площадного прослеживания уровня.
33. Обработка и интерпретация результатов опытных работ в условиях неограниченного однородного напорного водоносного пласта. Способ комбинированного прослеживания уровня.
34. Основные задачи гидрогеологических расчетов водозаборных скважин.
35. Влияние технических факторов на результаты ОФР.
36. Зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод, их назначение и принципы выделения
37. Конвективный перенос вещества и тепла.
38. Диффузионно-дисперсионные процессы

Экзамен принимается в письменной форме с последующим устным ответом на вопросы билета и дополнительные вопросы. При реализации курса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий допускается только устная форма ответа или тестирование. Кроме этого, оценка за экзамен может быть выставлена на основании результатов заданий текущей аттестации, индивидуальных заданий и результатов лабораторных работ по согласованию с обучающимся. Положительные результаты лабораторных работ могут быть засчитаны как ответ на практическое задание экзамена по усмотрению преподавателя дисциплины.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области гидрогеологии	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при решении практических задач в области гидрогеологии	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисци-	<i>Пороговый</i>	<i>Удовлетвори-</i>

плины, фрагментарно способен дать ответ на дополнительный вопрос, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач в области гидрогеологии	<i>уровень</i>	<i>тельно</i>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении практической задачи в области гидрогеологии	–	<i>Неудовлетворительно</i>

### 20.3. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

#### ПК-1 Способен применять теоретико-методологические основы фундаментальных гидрогеологических и инженерно-геологических дисциплин

##### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Напорный водоносный горизонт это:

- **Водоносный горизонт с уровнем подземных вод выше кровли водовмещающих отложений**
- Водоносный горизонт с уровнем подземных вод ниже кровли водовмещающих отложений
- Водоносный горизонт с уровнем подземных совпадающим с кровлей водовмещающих отложений
- Горизонт в котором фильтрация носит исключительно вертикальный характер

ЗАДАНИЕ 2. Гидростатический напор определяется как:

- Высота уровня подземных вод над кровлей напорного водоносного горизонта
- Высота уровня подземных вод над кровлей безнапорного водоносного горизонта
- Высота столба воды в скважине
- **Высота уровня подземных вод над плоскостью сравнения**

ЗАДАНИЕ 3. Закон Дарси отвечает

- **Движению гравитационной воды в пористых породах**
- Движению воды в зоне капиллярной каймы
- Движению рыхлосвязанной воды в слабопроницаемых породах
- Движению гравитационной воды в трещиноватых породах

##### 2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Есть ли различие в гравитационной емкости и гравитационной водоотдаче

**Ответ:** нет

ЗАДАНИЕ 2. От какой поверхности отсчитывается гидростатический напор в напорном водоносном горизонте

**Ответ:** от уровня мирового океана

##### 3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Геофильтрация подземных вод.

**Ответ:** Движение жидкости в насыщенной ею пористой среде называется фильтрацией.

Фильтрация возможна, если в разных частях водоносного пласта наблюдается перепад уровней подземных вод, при этом она движется от мест с большим уровнем (гидростатическим напором) – Н1 к местам с меньшим гидростатическим напором Н2.

Отношение разности напоров на концах определенного участка водоносного пласта к длине данного участка ( $\Delta H/L$ ), называется градиентом напора ( $I$ ).

Масса движущейся воды создает фильтрационный поток.

К основным характеристикам фильтрационного потока можно отнести, скорость фильтрации подземных вод, градиент напора, удельный расход потока.

#### ПК-3 Способен проводить гидрогеологические и инженерно-геологические

**расчеты при поисках и разведке подземных вод, при оценке инженерно-геологических условий и устойчивости инженерных сооружений, при эксплуатации месторождений полезных ископаемых**

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Основным методом определения фильтрационных параметров зоны аэрации являются

- Откачки из скважин
- **Наливы в шурфы**
- Гидрохимическое опробование

ЗАДАНИЕ 2. Графоаналитический метод определения фильтрационных параметров пласта способом комбинированного прослеживания уровня проводится по результатам

- Одиночных откачек
- **Кустовых откачек**
- Опытнo-эксплуатационных откачек

ЗАДАНИЕ 3. При расчете групповых водозаборов используется параметр:

- Приведенный дебит водозабора
- **Приведенный радиус водозабора**
- Приведенное время работы водозабора

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Равное приращение понижения уровня подземных вод за равные промежутки времени отвечает ... режиму фильтрации.

**Ответ:** квазистационарному

ЗАДАНИЕ 2. Напорный водоносный пласт – пласт в котором гидростатическое давление в кровле водомещающих пород больше ... .

**Ответ:** атмосферного

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Учет несовершенства опытной скважине при обработке результатов опытно-фильтрационных работ

**Ответ:** Учет несовершенства скважин, при интерпретации опытных работ проводится путем введения в расчетную формулу поправки Веригина, в зависимости от соотношения длины фильтра/мощности водоносного горизонта и мощности водоносного горизонта/радиуса скважины.

**ПК-5 Способен применять современные цифровые технологии при решении гидро-геологических и инженерно-геологических задач**

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая расчетная схема по положению границ пласта не применяется при решении задач ДПВ

- Пласт-полоса
- Пласт-угол
- **Пласт треугольник**

ЗАДАНИЕ 2. Какой метод используется для приведения ГУ III рода к виду ГУ I рода

- Метод Джейкоба
- **Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений**

- Гидравлический метод

ЗАДАНИЕ 3. Какая зависимость отвечает квазистационарному режиму фильтрации

$$\Delta S = 0$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = 1$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{const}$$

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В сложных гидрогеологических условиях для решения гидрогеологических задач используют метод ... разностей.

**Ответ:** конечных

ЗАДАНИЕ 2. Начальные условия отражаются в виде распределения в пределах области фильтрации ... напоров.

**Ответ:** начальных

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Структура и мерность потока подземных вод:

**Ответ:** Структура потока определяется пространственным взаимным расположением линий тока (ЛТ). Если все ЛТ параллельны друг другу – структура линейная или плоско-параллельная (рис. 5.4). Если через все ЛТ можно провести плоскость, то структура - плоская: в вертикальной плоскости – профильная, в горизонтальной плоскости – плановая. Если ЛТ направлены по радиусам, а линии напоров (ЛН) имеют форму окружностей – радиальная структура. Если в плане имеются элементы радиальной (вблизи скважины) и плоскопараллельной (вблизи реки), то структура называется плано-радиальной. Если нельзя найти плоскость, в которой могли бы расположиться ЛТ – структура пространственная. Фильтрация в пространстве к точке (короткий фильтр в пласте большой мощности) характеризуется сферической структурой. Для анализа структуры потока следует использовать гидродинамические сетки. Мерность потока определяется наличием не нулевых проекций скорости на оси координат. В системе  $XOY$  линейные – одно, плоские – двух и пространственные – трех-мерные потоки.

Структура и мерность определяется главным образом формой границ потока в плане и в разрезе.

**Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получе-

ны промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;

- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).