

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Волновые процессы в подземной гидросфере и граничной атмосфере

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Гаврилов А.Г. (Кафедра радиоэлектроники, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Alexander.Gavrilov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-3	Способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической и проектной документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Способы записи уравнений научных физических задач в рамках квантовой радиофизики и распространения радиоволн, способы решения полученных уравнений и анализа полученных результатов. Способы построения и применения наноскопических и микроскопических моделей в материалах квантовой электроники при решении научных задач ;

Требования к оформлению рисунков, литературных ссылок, структуру научных отчетов, обзоров, докладов и статей, научно-технической документации, в том числе гостированных.

Должен уметь:

Самостоятельно составлять нелинейные волновые уравнения, составлять программы решения для многопроцессорных вычислительных систем. Ставить и решать научные задачи по зондированию подземной гидросферы, атмосферы и космоса. Планировать научный эксперимент для получения новых научных данных в области диэлектрической спектроскопии и магнитного резонанса ;

Оформлять рисунки в текстовой среде Питон и Матлаб для статей в форматах принятых в высокорейтинговых научных журналах, оформлять литературные ссылки, вести базу ссылок, автоматизировать процессы нумерации в научных отчетах и статьях

Должен владеть:

Навыками постановки задач в рамках теории динамического хаоса, спиновой кинетики, магнитного и диэлектрического резонансов, нелинейных волновых процессов. Навыками поиска новых научных публикаций, отражающих новейший отечественный и зарубежный опыт, в научных поисковых системах ;

Основами оформления результатов стат. обработки в виде графиков, составления описательной части и оформления результатов в виде научного отчета. Навыками использования ПО MicrosoftOffice или аналогичного для оформления научно-технической документации

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач (ОПК-3);

- самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

-составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами (ПК-6).

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Квантовые устройства и радиофотоника)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в пористой среде	3	1	0	1	0	0	0	8
2.	Тема 2. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте	3	2	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Стационарные и нестационарные методы исследования пластов.	3	2	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Зондирование межскважинных интервалов методом ФВД	3	2	0	2	0	0	0	6
5.	Тема 5. Самопрослушивание призабойной зоны скважины методом ФВД	3	2	0	2	0	0	0	6
6.	Тема 6. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам	3	2	0	2	0	0	0	6
7.	Тема 7. Программы обработки промыслового материала.	3	2	0	2	0	0	0	8
	Итого		13	0	13	0	0	0	46

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в пористой среде**

Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте. Плоскорадиальная фильтрация несжимаемой жидкости. Формула Дюпюи. График зависимости дебита скважины от депрессии на установившихся режимах работы. Распределение давления в пласте. Плоскорадиальный поток в неоднородных пластах.

**Тема 2. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте**

Упругий режим пласта и его особенности. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругом пласте. Уравнение пьезопроводности. Основная формула теории упругого режима. Метод последовательной смены стационарных состояний. Кривые восстановления давления. Методы обработки КВД.

**Тема 3. Стационарные и нестационарные методы исследования пластов.**

Метод фильтрационных волн давления. Конструкция скважин. Приведенный радиус скважины. Геофизические методы исследования скважин. Спектральная пьезометрия пласта. Распространение периодических возмущений, импульса, скачка в релаксирующих системах. Период, фаза, амплитуда фильтрационных волн давления.

**Тема 4. Зондирование межскважинных интервалов методом ФВД**

Исследование флюидонасыщенных пластов гидродинамическими методами. Программно - аппаратные комплексы для межскважинного прослушивания пластов. Датчики давления и расхода. Вторичная регистрирующая аппаратура, аналого-цифровые преобразователи (АДАМ-4017), частотомеры (АДАМ-4080), преобразователи кода (АДАМ-4520).

#### **Тема 5. Самопрослушивание призабойной зоны скважины методом ФВД**

Программно - аппаратные комплексы для самопрослушивания системы "пласт-скважина". Программы обработки промыслового материала получения НИМ и расчета фильтрационных параметров пласта. Конструкция скважин. Приведенный радиус скважины. Переходные процессы. Графические и аналитические методы определения ФПП.

#### **Тема 6. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам**

Виды несовершенства скважин. Скин- эффект. Интенсификация скважин. Приток флюида к горизонтальным скважинам. Понятие призабойной зоны скважины. Определение радиуса контура питания скважины. Формулы расчёта радиуса контура питания скважины у различных авторов: И.А. Чарного, Э.Б. Чекалюка, В.Н. Шелкачева.

#### **Тема 7. Программы обработки промыслового материала.**

Методика проведения промысловых гидродинамических исследований. Инженерные формулы расчёта ФПП по методу ФВД для классической модели фильтрации Шелкачёва В.Н. Программы обработки промыслового материала получения НИМ и расчета фильтрационных параметров пласта. Определение полей пьезопроводности и гидропроводности методом ФВД.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

губкинский университет -

[http://www.gubkin.ru/faculty/oil\\_and\\_gas\\_development/chairs\\_and\\_departments/field\\_development\\_and\\_operation/](http://www.gubkin.ru/faculty/oil_and_gas_development/chairs_and_departments/field_development_and_operation/)

Овчинников М.Н., Куштанова Г.Г., Гаврилов А.Г., Сударев М.В. ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ ДАВЛЕНИЯ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТОВ // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2015. №6. С.124-161. - [http://ogbus.ru/issues/6\\_2015/ogbus\\_6\\_2015\\_p124-161\\_OvchinnikovMN\\_ru\\_en.pdf](http://ogbus.ru/issues/6_2015/ogbus_6_2015_p124-161_OvchinnikovMN_ru_en.pdf)

Серебряков, А.О. Промысловые исследования залежей нефти и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.О. Серебряков, О.И. Серебряков. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 240 с. - <https://e.lanbook.com/book/71731>.

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный курс способствует формированию общего представления об изучаемой теме, поэтому рекомендуется изучение литературы и источников сети Интернет, представленных в рабочей программе. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам. Обратить особое внимание на физическую сущность основных рассматриваемых теоретических положений, размерности величин.
практические занятия	До очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; - иметь при себе конспект лекций.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>При работе с литературой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой позволяют экономить время и повышают продуктивность. Следует выработать способность воспринимать сложные тексты; для этого лучший прием научиться читать медленно, когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать);</p> <p>Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе.</p> <p>Роль студента: прочитать материал источника, выбрать главное и второстепенное; установить логическую связь между элементами темы; записывать только то, что хорошо уяснил; выделять ключевые слова и понятия.</p> <p>Подземная гидромеханика является специальным разделом механики сплошных сред. При определении величин, характеризующих процесс фильтрации, и написании законов сохранения используется гипотеза сплошности. Вводятся фиктивные (эффективные) величины. Следует обратить внимание на отличие истинной средней скорости течения флюида и скорости фильтрации.</p> <p>При записи математической модели изотермической фильтрации на основе законов сохранения пояснить смысл уравнения неразрывности, а также закона Дарси, как закона сохранения импульса. Обратит внимание на определяющие уравнения.</p> <p>При обсуждении формулы Дюпюи вводится понятие индикаторной линии и коэффициента продуктивности, связанных с практическими технологическими показателями разработки и методом исследования скважин на стационарных режимах.</p> <p>Проиллюстрировать аналогию между фильтрацией жидкости и газа. Обратит внимание на структуру формул индикаторных кривых для жидкости и газа, а также от закона фильтрации.</p> <p>При рассмотрении фильтрации в неоднородных пластах уделить внимание структуре среднего коэффициента проницаемости, обращая внимание на неоднородный характер реальных пластов и смысл определяемых в этом случае параметров.</p> <p>В разделе несовершенства скважин и скин-фактора отметить как механические проблемы в призабойной зоне, так и нарушения прямолинейности потоков, превышения критических скоростей. Понять, что независимо от слагающих факторов результирующим параметром является их сумма. Рассмотреть связь скин-фактора с приведенным радиусом скважины. Дать также трактовку скин-фактора как неоднородной зоны пласта. Обратит внимание на структуру формулы для дебита при наличии скина.</p> <p>Перейти к неустановившимся процессам. При обсуждении основной формулы упругого режима очертить рамки использования логарифма как приближения интегральной показательной функции.</p> <p>Раздел особенности фильтрации неньютоновской жидкости. В отличие от ньютоновской жидкости вязкость не является константой, а функцией касательного напряжения. Проследить изменение реологических свойств в зависимости от структуры. Отметить наличие начального градиента сдвига у нефтей, практические последствия такой реологии и возможностей снижения этого параметра.</p> <p>При изучении многофазной фильтрации важным является отличие такового течения от однофазного, взаимовлияние фаз. Следует подробно остановиться на характерном виде зависимостей относительных фазовых проницаемостей от водонасыщенности.</p>
зачет	<p>Дифференцированный зачет как форма промежуточного контроля и организации обучения служит приемом проверки степени усвоения учебного материала и лекционных занятий, качества усвоения обучающимися отдельных разделов учебной программы, сформированных умений и навыков.</p> <p>Зачет проводится устно в объеме учебной программы. Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, помогающие выяснить степень знаний обучающегося в пределах учебного материала, вынесенного на зачет.</p> <p>По решению преподавателя зачет может быть выставлен без опроса ? по результатам работы обучающегося на лекционных и(или) практических занятиях.</p> <p>В период подготовки к дифференцированному зачету обучающиеся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые.</p> <p>Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* самостоятельная работа в течение процесса обучения;</li> <li>* непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;</li> <li>* подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах/тестах (при письменной форме проведения дифференцированного зачета).</li> </ul>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Квантовые устройства и радиофотоника".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Волновые процессы в подземной гидросфере и  
граничной атмосфере

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### Основная литература:

1. Тарасов, Л. В. Недра нашей планеты: учебник / Л. В. Тарасов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1326-7. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5298> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Куштанова, Г. Г. Подземная гидромеханика : конспект лекций / Г. Г. Куштанова; М-во образования и науки РФ, ФГАОУ ВПО 'Казан. (Приволж.) федер. ун-т', Ин-т физики, Каф. радиоэлектроники. - Казань : Казанский федеральный университет, 2015. - 116 с. - Текст электронный - URL: [https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21988/06\\_44\\_kl-000834.pdf](https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21988/06_44_kl-000834.pdf) (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: открытый.
3. Слабнов, В. Д. Математическое моделирование технологии регулирования процесса извлечения нефти из неоднородных пластов: монография / В. Д. Слабнов. - Казань: КФУ, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-00019-334-1. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72873> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Эксплуатация морских месторождений : монография / О. И. Серебряков, А. О. Серебряков, Г. И. Журавлев, А. Г. Журавлев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 212 с. - ISBN 978-5-507-44728-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/254723> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Радиоэлектронные системы контроля параметров флюидонасыщенных пластов: учебно-методическое пособие / М.Н. Овчинников, Г.Г. Куштанова, А.Г. Гаврилов, В.Л. Одиванов. - Казань: Казанский университет, 2017. - 90 с. - Текст электронный. - URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/109515/1/Radioelektronnye\\_sistemy\\_kontrolya\\_parametrov\\_fluidonasyschennyh\\_plastov.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/109515/1/Radioelektronnye_sistemy_kontrolya_parametrov_fluidonasyschennyh_plastov.pdf) (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: открытый.
1. Овчинников М.Н. Средства контроля гидродинамических потоков в скважинных условиях и расчеты фильтрационных параметров пластов: учебно-методическое пособие / М.Н. Овчинников, Г.Г. Куштанова, А.Г. Гаврилов. - Казань: Казанский университет, 2016. - 96 с. - Ткст электронный. - URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/104596/1/Sredstva\\_kontrolya\\_gidrodinamicheskikh\\_potokov\\_v\\_skvazhinnyh\\_usloviyah\\_i\\_rasche](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/104596/1/Sredstva_kontrolya_gidrodinamicheskikh_potokov_v_skvazhinnyh_usloviyah_i_rasche) (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: открытый.

#### Дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 6. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 728 с. - ISBN 978-5-9221-1625-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223539> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Мазо, А.Б. Гидродинамика : учебное пособие для студентов нематематических факультетов / А. Б. Мазо, К. А. Поташев; Казан. (Приволж.) федер. ун-т. - Изд. 2-е. - / А. Б. Мазо, К. А. Поташев; Казан. (Приволж.) федер. ун-т. - Изд. 2-е. - Казань: Казанский университет, 2013. - 124 с. - Текст: электронный: URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21871/0-806158.pdf> (дата обращения 12.05.2023). - Режим доступа: открытый.

3. Должанский, Ф. В. Основы геофизической гидродинамики: монография / Ф. В. Должанский. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1336-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59593> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Волновые процессы в подземной гидросфере и  
граничной атмосфере*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.