

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Физика пласта  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Технология бурения нефтяных и газовых скважин (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – приобретение комплекса знаний по физике нефтяного пласта, как современной комплексной прикладной науки о свойствах пластовых систем, особенностях молекулярного взаимодействия жидких и твердых фаз; формирование научного мировоззрения на основе знаний о физических закономерностях сложных природных систем; воспитание навыков экологической культуры при разработке нефтяных и газовых залежей.

Задачи:

1. Изучить научные основы, термины и понятия, а также основные методики определения петрофизических свойств горных пород.
2. Изучить организацию лабораторных работ по определению коллекторских свойств пород.
3. Формирования навыков исследования фильтрационно-емкостных свойств горных пород.
4. Формирование умения проводить расчеты, использовать нормативные документы (ОСТ, ГОСТ).

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. Образцы горных пород (керна) продуктивных отложений.
2. Модели пластовых флюидов.
3. Лабораторное оборудование для изучения фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов.
4. Методики изучения свойств горных пород и флюидов.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
| ОПК-10      | ИД-1ОПК-10        | - современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач изучения образцов керна. | Знает терминологию в области цифровой экономики и цифровых технологий                  | Экзамен         |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки            |
|-------------|-------------------|---|---|----------------------------|
| ОПК-10      | ИД-2ОПК-10        | - обрабатывать экспериментальные данные с использованием современных прикладных программных продуктов;<br>- интерпретировать результаты и делать выводы о кондиционных свойствах пород-коллекторов. | Умеет выполнять трудовые действия с использованием информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности  | Защита лабораторной работы |
| ОПК-10      | ИД-3ОПК-10        | - владеть навыками современных информационных технологии и программных средства, в том числе отечественного производства, при решении задач изучения образцов керна.                                | Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых информационных технологий) | Защита лабораторной работы |
| ОПК-4       | ИД-1ОПК-4         | - планировать и проводить лабораторные эксперименты по определению емкостно-фильтрационных, литолого-структурных, физико-механических свойств нефтяного пласта по керновому материалу;              | Знает методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород   | Защита лабораторной работы |
| ОПК-4       | ИД-2ОПК-4         | - планировать и проводить лабораторные эксперименты по определению емкостно-фильтрационных, литолого-структурных, физико-механических свойств нефтяного пласта по керновому материалу;              | Умеет моделировать процессы природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород  | Экзамен                    |
| ОПК-4       | ИД-3ОПК-4         | - способностью использовать графические и статистические пакеты программ для определения емкостных, фильтрационных, структурных, механических и электрических свойств пластовых систем при          | Владеет навыками использования рациональных методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород                             | Защита лабораторной работы |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|             |                   | разведке, разработке и эксплуатации объектов нефтегазодобычи.         |  |                 |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 4                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 38          | 38                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 18          | 18                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   | 18          | 18                                 |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        |             |                                    |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 34          | 34                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет   |             |                                    |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 108         | 108                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 4-й семестр   |   |    |    |  |
| Введение  | 2   | 0  | 0  | 0  |
| Предмет и задачи дисциплины "Физика пласта", основные понятия, термины и определения. |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Модуль 1. Петрофизические свойства горных пород.  | 4   | 6  | 0  | 10   |
| <p>Тема 1. Технология отбора и лабораторные исследования керна<br/>Исследование керна в современном кернохранилище. Подготовка образцов горных пород для лабораторных анализов. Изготовление и регистрация образцов. Экстрагирование, насыщение под вакуумом и хранение образцов горных пород. Режим сушки, вакуумирования и насыщения образцов керна. Насыщение горных пород при избыточном давлении.</p> <p>Тема 2. Минералогический и гранулометрический состав пород<br/>Классификация горных пород по происхождению. Свойства горных осадочных пород. Терригенные и карбонатные горные породы. Минералогический и гранулометрический состав пород. Ситовый и седиментационный анализ горных пород. Классификация горных пород по типам коллекторов. Типы цемента горных пород. Форма и окатанность частиц. Признаки породы-коллектора нефти и газа.</p> <p>Тема 3. Емкостные и фильтрационные свойства пород-коллекторов<br/>Пористость, кавернозность и трещиноватость. Классификация пород-коллекторов по размерам поровых каналов. Коэффициенты полной, открытой, эффективной и динамической пористости. Проницаемость горных пород. Способы определения проницаемости горных пород. Приборы для определения абсолютной проницаемости. Вертикальная и горизонтальная проницаемость. Капиллярные свойства и остаточная водонасыщенность пород.</p> <p>Тема 4. Структурные характеристики пород-коллекторов<br/>Структура пустотного пространства. Извилистость и проточность поровых каналов. Структурный коэффициент. Эффективный диаметр. Гидравлический радиус пустот. Распределение пустот по размерам в горной породе. Удельная поверхность горных пород. Методы исследования структуры пород-коллекторов.</p> <p>Тема 5. Механические свойства горных пород<br/>Прочность. Твердость. Упругость. Пластичность.</p> |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| <p>Сжимаемость. Набухаемость. Текучесть.</p> <p>Коэффициент объемной упругости горных пород.</p> <p>Методы определения механических свойств горных пород. Напряженное состояние горных пород в массиве. Нормальное и касательное напряжения.</p> <p>Напряженное состояние горных пород в околоскважинном пространстве. Пластовое давление. Горное давление. Эффективное давление.</p> <p>Деформационные процессы в продуктивных пластах при их разработке.</p> <p>Тема 6. Акустические и тепловые свойства горных пород</p> <p>Акустические свойства горных пород. Продольные и поперечные волны. Коэффициенты отражения и затухания. Факторы, влияющие на акустические свойства горных пород (давление, температура, насыщенность, структура и текстура горных пород).</p> <p>Теплоемкость. Теплопроводность.</p> <p>Температуропроводность. Методы определения тепловых свойств горных пород.</p>  |   |    |    |  |
| Модуль 2. Характеристики пластовых флюидов   | 6   | 6  | 0  | 14   |
| <p>Тема1 . Физико-химические свойства природных и попутных газов.</p> <p>Состав природных и попутных газов. Основные свойства газа. Плотность. Вязкость. Критические и приведенные параметры газа. Коэффициенты сверхсжимаемости газа. Зависимость свойств газа от его состава, давления и температуры.</p> <p>Влагосодержание газа. Условия образования кристаллогидратов в природном газе. Состав и свойства газоконденсатных смесей.</p> <p>Тема2 .Физическо- химические свойства пластовой нефти</p> <p>Нефтенасыщенность и методы ее определения.</p> <p>Состав нефти. Физико-химические, тепловые и электрические свойства пластовой нефти. Плотность. Вязкость. Реологические характеристики нефтей.</p> <p>Статическое напряжение сдвига. Приборы для изучения свойств нефти. Скважинные пробоотборники. Растворимость газов в нефти. Закон Генри. Влияние газонасыщенности на физико-химические свойства нефти. Давление насыщения.</p> <p>Сжимаемость, объемный коэффициент и усадка нефти. Кривая разгазирования пластовой нефти.</p> |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Тема 3. Физико-химические свойства пластовых вод<br>Состав пластовых вод. Плотность. Вязкость. Сжимаемость. Термическое расширение. Минерализация. Электропроводность. Растворимость природных газов в пластовой воде. Влияние давления и температуры на физические свойства пластовых вод. Термодинамические и физико-химические условия кристаллизации солей из пластовых вод. Жесткость и кислотность пластовых вод. Состояние остаточной воды в продуктивных коллекторах.   |   |    |    |  |
| Модуль 3. Нефте- и газоотдача пластов.  | 4   | 6  | 0  | 10   |
| Тема 1. Поверхностно-молекулярные свойства пластовых систем<br>Поверхностное натяжение на границах разделов сред, зависимость его от рода флюидов, минерализации, состава, давления и температуры. Методы определения поверхностного натяжения на границе жидкость-жидкость, жидкость-газ. Смачиваемость горных пород-коллекторов нефти и газа. Гидрофильные и гидрофобные горные породы. Зависимость смачиваемости от давления, температуры, рода жидкости и типа поверхности. Роль смачиваемости горных пород коллекторов при вытеснении нефти и газа водой.<br>Тема 2. Механизм вытеснения нефти водой из пористых сред<br>Источники пластовой энергии. Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред. Силы, действующие в пласте в процессе вытеснения нефти и газа водой. Механизм вытеснения нефти водой из фиктивного грунта. Механизм вытеснения нефти водой из реального грунта. Эффект Жамена. Применение ПАВ для повышения нефтеотдачи. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Капиллярное давление, методы его определения. Капиллярное впитывание. Физико-химические основы повышения отдачи коллекторов.<br>Тема 3. Моделирование процессов фильтрации в нефтяных и газовых залежах<br>Экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти и газа водой. Коэффициент вытеснения. Методика подготовки и проведения эксперимента по вытеснению нефти водой. Приборы и аппаратура для моделирования процесса |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| вытеснения. Критерии подобия. Современные направления исследований в области физики нефтяного и газового пласта для решения задач повышения нефтеотдачи коллекторов. |   |    |    |  |
| Заключение   | 2   | 0  | 0  | 0  |
| Подведение итогов изучения дисциплины.   |   |    |    |  |
| ИТОГО по 4-му семестру   | 18  | 18 | 0  | 34   |
| ИТОГО по дисциплине  | 18  | 18 | 0  | 34   |

### Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы   |
|--------|---|
| 1      | Определение удельного электрического сопротивления пластовых жидкостей с помощью резистивиметра РП-1.   |
| 2      | Исследование капиллярной пропитки горных пород жидкостью с различным поверхностным натяжением (электронные весы).                                     |
| 3      | Определение среднего размера и функции распределения размеров частиц прямой эмульсии «масло/вода» оптическим методом на микроскопе "Микромед-5.       |
| 4      | Исследование вязкости жидкости на универсальном ротационном вискозиметре Реотест RV 2.1.  |
| 5      | Определение критической концентрации мицеллообразования поверхностно-активных веществ методом электрометрии (комбинированный измеритель Seven Multi). |
| 6      | Определение смачиваемости жидкости на поверхности твердого тела оптическим методом (микроскоп "Микромед-5).   |
| 7      | Определение размеров асфальтеновых агрегатов в нефтяных дисперсных системах методом спектрофотометрии (спектрофотометр ECOVIEW B-1100).               |
| 8      | Определение толщины граничных слоев полярных и неполярных жидкостей на поверхности стекла (электронные весы, сушильный шкаф).                         |
| 9      | Определение поверхностного натяжения водных растворов поверхностно-активных веществ методом счета капель на сталагмометре СТ-3.                       |



## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                         | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                          | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------------------------------|--|---|
| <b>1. Основная литература</b> |  |   |
| 1                             | Гиматудинов Ш. К., Ширковский А. И. Физика нефтяного и газового пласта : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Недра, 1982. 311 с. | 41  |
| 2                             | Гиматудинов Ш. К., Ширковский А. И. Физика нефтяного и газового пласта : учебник для вузов. Стер. Москва : Альянс, 2014. 311 с.                | 2   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3   | Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. М. : Недра, 1977. 287 с.  | 1  |
| 4   | Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Ковалев А.Г. Физика нефтяного и газового пласта. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2005. 270 с.   | 23 |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |   |    |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |   |    |
| 1   | Багринцева К. И. Карбонатные породы - коллекторы нефти и газа. Москва : Недра, 1977. 231 с.   | 11 |
| 2   | Гиматудинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие для вузов. 4-е изд., стер. М. : Альянс, 2005. 311 с.   | 56 |
| 3   | Киркинская В. Н., Смехов Е. М. Карбонатные породы - коллекторы нефти и газа. Ленинград : Недра, 1981. 255 с.  | 1  |
| 4   | Кузнецов В. Г. Природные резервуары нефти и газа карбонатных отложений. Москва : Недра, 1992. 240 с.  | 1  |
| 5   | Пирсон С. Дж. Учение о нефтяном пласте : пер. с англ. 2-е изд. Москва : Гостоптехиздат, 1961. 570 с., 4 л. ил.  | 1  |
| 6   | Породы-коллекторы и миграция нефти : методические исследования. Москва : Наука, 1980. 131 с.  | 1  |
| 7   | Тульбович Б. И. Методы изучения пород-коллекторов нефти и газа. Москва : Недра, 1979. 199 с.  | 1  |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |   |    |
| 1   | Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 - .   |    |
| 2   | Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1992 - .  |    |
| 3   | Нефтепромысловое дело : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1965 - .  |    |
| 4   | Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Нефт. хоз-во, 1920 - .  |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |   |    |
| 1   | Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности : ПБ 08-624-03. Санкт-Петербург : ДЕАН, 2005. 316 с  | 4  |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |   |    |
| 1   | Злобин А. А., Хижняк Г. П. Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2017. 186 с. 11,56 усл. печ. л.   | 5  |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |   |    |
| 1   | Мордвинов А. А., Воронина Н. В., Каракчиев Э. И. Лабораторно-экспериментальные и практические методы исследования нефтегазопромысловых процессов : учебное пособие для вузов. Ухта : Изд-во УГТУ, 2001. 113 с. 6,6 усл. печ. л. | 5  |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки  | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | Злобин А. А. Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта : учебное пособие / А. А. Злобин, Г. П. Хижняк. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017. | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4042">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4042</a>             | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Дополнительная литература | Квеско Б. Б. Физика пласта : учебное пособие / Квеско Б. Б., Квеско Н. Г. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.  | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-108664">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-108664</a> | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Дополнительная литература | Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов / Ф.И. Котяхов. - М.: Недра, 1977.  | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546</a>             | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Дополнительная литература | Пирсон С. Дж. Учение о нефтяном пласте : пер. с англ. / С. Дж. Пирсон. - Москва: Гостоптехиздат, 1961.   | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks236013">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks236013</a>         | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Дополнительная литература | Тетельмин В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.                       | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7047">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7047</a>             | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Дополнительная литература | Хижняк Г. П. Физика пласта / Г. П. Хижняк, Г. В. Плюснин. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2013.   | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4669">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4669</a>             | локальная сеть; авторизованный доступ   |
| Основная литература       | Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов / Ф.И. Котяхов. - М.: Недра, 1977.  | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546</a>             | локальная сеть; авторизованный доступ   |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО   | Наименование ПО   |
|--|---|
| Операционные системы                                 | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)                               |
| Офисные приложения.                                  | Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF                          |
| ПО для обработки изображений                         | Corel CorelDRAW Suite X4, . (ПНИПУ 2008г.)                                    |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |

| Вид ПО   | Наименование ПО              |
|--|------------------------------|
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | WinRAR (лиц№ 879261.1493674) |

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс   |
|---|---|
| База данных Elsevier "Freedom Collection"   | <a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>       |
| База данных Scopus  | <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>           |
| База данных Web of Science  | <a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a> |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)                                    | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                 |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>                   |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>             |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>     |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>       |
| База данных компании EBSCO  | <a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>             |

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий         | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|---------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа | Автоматический тензиометр К11   | 1                 |
| Лабораторная работа | Аппарат Кларка АК-4 для определения коэффициента карбонатности горных пород     | 1                 |
| Лабораторная работа | Вибростенд электродинамический ПЭ – 6700  | 1                 |
| Лабораторная работа | Вискозиметр ВПЖ-2   | 4                 |
| Лабораторная работа | Комбинированный измеритель Seven Multi  | 1                 |
| Лабораторная работа | Микроскоп «Микромед -5»   | 2                 |
| Лабораторная работа | Прибор ГК - 5 для определения газопроницаемости горных пород                    | 1                 |
| Лабораторная работа | Резистивиметр РП-1  | 1                 |
| Лабораторная работа | Роторная мешалка HS-50A фирмы WiseStir  | 1                 |
| Лабораторная работа | Спектрофотометр ECOVIEW B-1100  | 1                 |
| Лабораторная работа | Сталагмометр СТ-3   | 1                 |
| Лабораторная работа | Сушильный шкаф  | 2                 |

| Вид занятий         | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения                | Количество единиц |
|---------------------|--|-------------------|
| Лабораторная работа | Универсальный ротационный вискозиметр RV 2.1   | 1                 |
| Лабораторная работа | Установка для насыщения образцов горных пород под вакуумом                                     | 1                 |
| Лабораторная работа | Электронные весы   | 3                 |
| Лекция              | Интерактивная или обычная доска  | 1                 |
| Лекция              | Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь)                              | 1                 |
| Лекция              | Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа - проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления | 1                 |

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Физика пласта»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Специальность:** 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

**Квалификация выпускника:** «Горный инженер (специалист)»

**Выпускающая кафедра:** Нефтегазовые технологии

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 4 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Физика пласта" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине «Физика пласта» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)  | Вид контроля |     |                      |      |          |         |
|--|--------------|-----|----------------------|------|----------|---------|
|  | Текущий      |     | Рубежный             |      | Итоговый |         |
|  | С            | ТО  | ОЛР                  | Т/КР |          | Экзамен |
| <b>Усвоенные знания</b>  |              |     |                      |      |          |         |
| <b>З.1</b> знать методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород                                       |              | ТО1 |                      |      |          | ТВ      |
| <b>З.2</b> знать терминологию в области цифровой экономики и цифровых технологий   | С1           | ТО2 |                      |      |          | ТВ      |
| <b>Освоенные умения</b>  |              |     |                      |      |          |         |
| <b>У.1</b> уметь выполнять трудовые действия с использованием информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности  |              |     | ОЛР1<br>ОЛР2         |      |          | ТВ      |
| <b>У.2</b> уметь моделировать процессы природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород  |              |     | ОЛР3<br>ОЛР4         |      |          | ТВ      |
| <b>Приобретенные владения</b>  |              |     |                      |      |          |         |
| <b>В.1</b> владеть навыками использования рациональных методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород |              |     | ОЛР5<br>ОЛР6<br>ОЛР7 |      |          | ТВ      |
| <b>В.2</b> владеть навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять  |              |     | ОЛР8<br>ОЛР9         |      |          | ТВ      |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых информационных технологий) |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний,



освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано тестирование студентов.

#### **Типовые задания теста:**

1. Что необходимо знать для определения характеристики нефтяного и газового пласта?
2. Что такое горное давление?
3. Коэффициент сверхсжимаемости газа, зависящий от давления и температуры, характеризует?
4. Объемный коэффициент характеризует?
5. Чем гидрофильнее порода, тем содержание в ней остаточной воды при прочих равных условиях изменяется следующим образом.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту. Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим работам и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде экзамена приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Экзамен по дисциплине проводится по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний.

#### **2.4.1.1. Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Общие понятия о горных породах. Классификация коллекторов. Минералогический состав терригенных горных пород.
2. Общие понятия о терригенных и карбонатных горных породах. Петрографические признаки горных пород.
3. Общие понятия о гранулометрическом составе терригенных горных пород и его практическое значение (ситовый, седиментометрический и др. анализы).
4. Форма и окатанность частиц обломочных пород. Типы цемента обломочных пород. Удельная поверхность.
5. Отбор и консервация керна. Подготовка образцов керна к исследованиям. Способы определения остаточной водонасыщенности образцов керна.
6. Анализ образцов керна и шлама. Структуру порового пространства. Метод центрифугирования. Форма и размер пор.
7. Общие представления о пористости. Виды пористости. Определение полной, открытой, закрытой, эффективной и динамической пористости.
8. Способы определения объема образца сцементированных пород, объема пор образца породы, твердой фазы в породе.
9. Структурный коэффициент, составляющие структурного коэффициента. Геометрический и гидравлический радиусы пустот. Определение радиуса пустот.
10. Общие представления о кавернозности, трещиноватости карбонатных горных пород. Связь между различными видами пустот кавернозно-пористых пород. Неоднородность коллекторских свойств пород.

#### **2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.