

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2016 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Петрофизика**

|                                                         |                                                   |         |   |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>21.05.03 Технология геологической разведки</b> |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | <b>Технология геологической разведки</b>          |         |   |
| Специализация                                           | <b>Геофизические методы исследования скважин</b>  |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - специалитет                  |         |   |
| Курс                                                    | 3                                                 | семестр | 6 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                                 |         |   |

|                                                               |                                                                                     |                |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель ОГ<br>на правах кафедры |    | Гусева Н.В.    |
| Руководитель ООП                                              |   | Ростовцев В.В. |
| Преподаватель                                                 |  | Соколов С.В.   |

2020

## 1. Роль дисциплины «Петрофизика» в формировании компетенций выпускника:

| Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                            | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                     |                         | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                       |
| Петрофизика                                                   | 6       | ПСК(У)-2.1      | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Р1                      | ПСК(У)-2.1.В4                                               | Навыками определения параметров горных пород по геофизическим аномалиям                                                                                                                            |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                     |                         | ПСК(У)-2.1.У4                                               | Использовать данные о физических свойствах горных пород при проектировании и интерпретации геофизических работ                                                                                     |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                     |                         | ПСК(У)-2.1.34                                               | Фильтрационно-емкостные и физические свойства коллекторов (электрические, радиоактивные, упругие); петрофизические модели коллекторов, способы их формирования, условия применимости и ограничения |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование раздела дисциплины                                                                                                    | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                       |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                    |                                                                                 |
| РД-1                                          | Знание законов распространения упругих деформаций в горных породах, взаимодействия горных пород с электромагнитными полями естественной и искусственной природы, протекания электрохимических процессов в них, радиоактивных превращений и взаимодействия р/а излучения с веществом. Умение решать на этой основе теоретические и прикладные задачи.                                                                                                                                          | ПСК(У)-2.1                                    | Раздел 1.<br>Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов<br>Раздел 2.<br>Физические свойства и петрофизические модели коллекторов | Письменные опросы<br>Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа<br>Экзамен |
| РД-2                                          | Знание понятий и видов пористости, проницаемости, глинистости, способов их определения, взаимного влияния, вертикальной и латеральной изменчивости в пластах-коллекторах. Понимание уравнений Дахнова-Арчи, Нернста, Ларионова, Дарси, Козени-Кармана. Умение проводить на основе результатов лабораторных исследований и данных ГИС корреляционно-регрессионный анализ для построения петрофизических зависимостей типа «керна-ГИС», «керна-керна». Умение на фоне вмещающих пород различать | ПСК(У)-2.1                                    | Раздел 1.<br>Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов<br>Раздел 2.<br>Физические свойства и петрофизические модели коллекторов | Письменные опросы<br>Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа<br>Экзамен |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                                                                                    |                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|      | коллекторы и зоны внутри них, насыщенные разными флюидами, используя для этого сведения о УЭС пластов, их диффузионно-адсорбционной активности, естественной радиоактивности, реакции на нейтронное и гамма облучение, времени пробега упругих волн.              |            |                                                                                                                                    |                                                                                 |
| РД-3 | Понимание связи структуры геофизических аномалий в скважине с ФЕС коллекторов и физическими свойствами вмещающих пород. Понимание сущности петрофизического моделирования и связи петрофизики с геолого-геофизическим моделированием месторождений углеводородов. | ПСК(У)-2.1 | Раздел 1.<br>Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов<br>Раздел 2.<br>Физические свойства и петрофизические модели коллекторов | Письменные опросы<br>Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа<br>Экзамен |

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%             | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%            | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%            | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%             | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

### Шкала для оценочных мероприятий экзамена\*\*

| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                      | 18 ÷ 20       | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%                     | 14 ÷ 17       | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%                     | 11 ÷ 13       | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%                      | 0 ÷ 10        | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### 4. Перечень типовых заданий

|    | Оценочные мероприятия     | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Письменные опросы         | <p>1. Назовите виды пористости.</p> <p>2. Перечислите виды глинистости пластов-коллекторов.</p> <p>3. Напишите уравнение Нернста. Поясните величины в него входящие.</p> <p>4. Как определить капиллярное давление, зная поверхностное натяжение, угол смачивания и радиус капилляра?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. | Защита лабораторных работ | <p>Вопросы:</p> <p>1. По данным петрофизического анализа открытая пористость исследованных образцов керна равна соответственно 20,6% и 18,4%, а по данным ртутной порометрии 19,0% и 15,2%.<br/>С чем связано это различие? Какой процент связанной воды в порах? Какое значение коэффициента нефтенасыщенности будет в зоне предельного нефтенасыщения?</p> <p>2. Определите УЭС пласта Ю1 в случае, если при коэффициенте пористости в 15% половина порового пространства заполнена нефтью (газом)? Оцените коэффициент нефтегазонасыщенности пласта той же пористости, если его измеренное УЭС = 6 Ом·м?</p>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3. | Контрольная работа        | <p>Просмотреть слайды презентации и ответить письменно на поставленные в задании вопросы.</p> <p>1. Пористость</p> <p>1.1. Слайды 1-5</p> <p>1.Как влияет тип упаковки частиц на пористость?</p> <p>2. Влияние степени отсортированности зерен на пористость?</p> <p>3. Межгранулярная пористость формируется за счет ....?</p> <p>4. Основной фактор, приводящий к формированию трещинной пористости?</p> <p>5. За счет чего пористость песчаников ниже чем пористость идеальной породы со сферическими зёрнами?</p> <p>1.2. Слайды 6-12</p> <p>1. Найдите пример, подтверждающий наличие в песчаниках макропор, блокированных микропорами.</p> <p>2. В нефтеносном коллекторе присутствуют микропоры и макропоры. Какие из них содержат связанную воду, а какие – нефть?</p> <p>3. За счет каких вторичных процессов пористость может увеличиться? Приведите пример.</p> |

| Оценочные мероприятия |         | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |         | <p>4. Глинизация коллекторов. Как она влияет на пористость и проницаемость и на их соотношение?</p> <p>1.3. Слайды 13-18</p> <p>1. Какой коллектор будет более проницаемый (при пористости 20%): мелкозернистый или крупнозернистый?</p> <p>2. Разделите факторы, влияющие в разной степени на пористость и проницаемость (слайд 18): а) влияют только на пористость; б) влияют только на проницаемость; в) влияют в большей степени на пористость; г) влияют в большей степени на проницаемость; д) влияют в равной степени на пористость и проницаемость.</p> <p>3. Удельная поверхность поровых каналов может рассчитываться для всех пор или только фильтрующих пор, то есть тех, через которые возможна фильтрация флюидов. На слайде 18 о какой удельной поверхности идет речь?</p> <p>1.4. Слайды 21-23</p> <p>1. НК (нейтронный каротаж) измеряет водородосодержание породы, а ГГК (гамма-гамма-каротаж) измеряет ее плотность. За счет чего общая пористость по НК больше, чем по ГГК? Для каких глин – гидрослюд или монтмориллонитов – эта разница будет больше?</p> <p>2. Что относят к скелету, а что к матрице коллектора-песчаника?</p> <p>3. На слайде не показан интервал открытой пористости. Принимая, что открытая пористость меньше общей на объем изолированных пор, определите, какой интервал (перечислить по флюидам) соответствует открытой пористости? Какую пористость определяют при «анализе пористости высушенного образца керна» - основного лабораторного петрофизического определения пористости?</p> <p>2. Капиллярное давление</p> <p>2.1. Давление вытеснения (выталкивания), градиент вытеснения – что это такое? Капиллярное давление – от чего зависит?</p> <p>2.2. По данным слайда 23 определите: а) какое давление вытеснения будет на глубине 2200 метров? б) Будет ли вытеснена вода нефтью, если капиллярное давление здесь составляет 4 атм.?</p> <p>2.3. Мелко-, средне и крупнозернистые песчаники. Из какого коллектора нефти труднее вытеснить воду? Как Ваш ответ согласуется с данными слайда 27?</p> <p>2.4. Что такое покрывка с точки зрения капиллярного давления?</p> |
| 4.                    | Экзамен | <p>Вопросы к экзамену по дисциплине «Петрофизика»</p> <p>1. Изобразите схематично основные виды ловушек нефти и газа. Дайте определение коллектора нефти и газа. Покажите его положение в ловушке.</p> <p>2. Дайте определение основных параметров, описывающих ФЕС горных пород.</p> <p>3. Поясните что такое первичная и вторичная пористость. Приведите примеры первичных и вторичных пор. Чем отличаются открытые и закрытые поры?</p> <p>4. Что такое коэффициент пористости? Какие коэффициенты пористости бывают и чем между собой отличаются?</p> <p>5. Перечислите виды проницаемости горных пород и поясните их смысл.</p> <p>6. Запишите закон Дарси. Поясните величины, в него входящие и его физический смысл.</p> <p>7. Что такое глинистость горных пород? Перечислите виды глинистости и объясните их.</p> <p>8. Перечислите коэффициенты глинистости и поясните их смысл.</p> <p>9. В чём суть и основной результат катионного обмена в горных породах? Как связана ёмкость катионного</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Оценочные мероприятия |  | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |  | <p>обмена и удельная поверхность горной породы?</p> <p>10. Запишите уравнение Лапласа для капиллярного давления в круглом цилиндрическом капилляре. Поясните величины в него входящие и его смысл.</p> <p>11. Что такое смачиваемость? Как связана смачиваемость и гидрофильность/гидрофобность горной породы?</p> <p>12. Как изменяется УЭС горной породы при насыщении её разными флюидами? Какие параметры необходимо знать для определения УЭС пластовой воды?</p> <p>13. Опишите процесс диффузионно-адсорбционной поляризации в глинах и песчаниках.</p> <p>14. Чем вызвана радиоактивность горных пород? Как связана радиоактивность горных пород с их глинистостью?</p> <p>15. Напишите выражение для определения параметра пористости коллектора. Поясните смысл входящих в него величин.</p> <p>16. Напишите выражение для определения параметра насыщения коллектора. Поясните смысл входящих в него величин.</p> <p>17. Запишите уравнение Арчи-Дахнова. Можно ли определить Кнг, используя уравнение Арчи-Дахнова (ответ поясните)?</p> <p>18. Используя петрофизическое уравнение <math>K_p = 10,2 \cdot A_{pc} + 13,6</math> и <math>R_p = 1,1914 \cdot K_p^{-1,79}</math> определите пористость чистого песчаника. Запишите как связаны <math>A_{pc}</math> и УЭС водонасыщенного пласта.</p> <p>19. Что такое интервальное время пробега волны (<math>\Delta T</math>)? Напишите в общем виде уравнение связи <math>\Delta T</math> и <math>K_p</math>, поясните физический смысл входящих в него величин в случае если горная порода состоит из мономинерального скелета и нефти в порах.</p> <p>20. Что такое водородный индекс? Можно ли по данным нейтронного каротажа определить пористость и характер насыщения коллектора? Ответ поясните.</p> |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

| Оценочные мероприятия |                           | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                    | Письменные опросы         | <p>В начале лекции студентам задаётся 2-3 вопроса по предыдущей лекции для ответа на них письменно. Чтобы ответить на вопросы, студентам необходимо дома повторить материал предыдущей лекции, для чего им необходимо самостоятельно разобрать и понять её содержание с помощью конспекта лекции и учебной литературы. После сдачи студентами ответов, преподаватель отвечает на заданные им вопросы. Вся процедура занимает 5-7 минут.</p> <p>Преподаватель после занятия проверяет ответы. За верные ответы студенты получают баллы.</p> |
| 2.                    | Защита лабораторных работ | <p>Студенты выполняют задание по методическому указанию к лабораторной работе, готовят отчёт по заданию и сдают его на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет отчёт, указывает ошибки, после исправления которых, студент допускается к защите лабораторной работы, проходящей путём ответов на вопросы преподавателя. Преподаватель задаёт вопросы по пунктам</p>                                                                                                                                                                |

|    | Оценочные мероприятия | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                       | задания от теоретических (на понимание закономерностей и физических величин, используемых в лабораторной) до методических (как выполнялось задание), также обсуждаются результаты расчётов и выводы к лабораторной работе. За защищённую работу студент получает фиксированное количество баллов.                                                                                                             |
| 3. | Контрольная работа    | В завершении каждого раздела курса устраивается контрольная работа по его содержанию. Студенты извещаются о контрольной работе за неделю. Контрольная работа проводится письменно на одном из аудиторных занятий. Преподаватель проверяет ответы студентов и выставляет им баллы, после чего делает разбор ошибок студентов и разъясняет как следовало ответить по каждому пункту задания контрольной работы. |
| 4. | Экзамен               | Студент выбирает билет, не зная его содержание. В билете 4 вопроса. Готовится 10-15 минут и отвечает устно преподавателю.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |