

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Матвей Шавлович

Должность: Ректор

Дата подписания: 16.11.2025 06:05:21

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f91a4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Первый проректор-проректор по ОД  
И.Г. Гайрабеков  
«22» 05 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Основы строительства и реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные»**

**Направление подготовки**

**21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии**

**Направленность (профиль)**

**«Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание»**

**Квалификация**

**Горный инженер**

**Форма обучения**

**Очная, заочная**

**Год начала подготовки - 2025**

**Грозный – 2025**

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цели.

Формирование компетенций в области проектирования, строительства и перепрофилирования нефтяных скважин для геотермальной энергетики.

### Задачи.

- Изучить технологии строительства и ремонта скважин.
- Освоить методы оценки пригодности нефтяных скважин для реинжиниринга.
- Развить навыки проектирования геотермальных систем на основе существующей скважинной инфраструктуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в профессиональный цикл подготовки горных инженеров направления 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии», профиль «Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание». Обеспечивает формирование ключевых профессиональных компетенций в области инновационных технологий в нефтегазовой и геотермальной промышленности.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

| Код по ФГОС                                                                                                                                                        | Индикаторы достижения                                                                                                                                                                                                                       | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>ПК-2.</b> Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и реинжинирингу скважин и наземного оборудования геотермальных систем | <b>ПК-2.1-знает</b> знает методы диагностики состояния геотермальных скважин и оборудования (гидродинамические, термодинамические, геофизические исследования), технологии ремонта и стимуляции (очистка, кислотная обработка, гидроразрыв) | <b>знать:</b><br>Основы системного подхода и методы системного анализа.<br>Ключевые принципы и методы критического мышления.<br>Способы выявления и формализации проблемных ситуаций в профессиональной деятельности.<br>Теоретические основы разработки стратегий решения комплексных задач. |
|                                                                                                                                                                    | <b>ПК-2.2-умеет</b> анализировать данные мониторинга скважин и оборудования, планировать и организовывать работы по их обслуживанию, текущему и капитальному ремонту, оценивать эффективность проведенных мероприятий                       | <b>уметь:</b><br>Проводить системный анализ проблемных ситуаций в рамках профессиональной области.<br>Определять причины и последствия проблемных явлений с учётом взаимосвязей элементов системы.<br>Формулировать проблемы и вырабатывать обоснованные варианты стратегий их решения.       |
|                                                                                                                                                                    | <b>ПК-2.3-имеет</b> навыки выполнения основных операций по обслуживанию и ремонту геотермального оборудования с соблюдением требований промышленной безопасности                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>владеть:</b><br/>Методиками критического анализа и системного мышления.</p> <p>Навыками коллективного обсуждения и аргументированного обоснования решений.</p>                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>ПК-4.</b> Способность участвовать в проектировании, анализе и реинжиниринге геотермальных систем, включая конверсию существующих скважин</p> | <p><b>ПК-4.1-знает</b> критерии отбора нефтяных скважин для геотермальной конверсии, методы оценки их пригодности, типовые проектные решения по реинжинирингу скважин и наземных объектов под геотермальные задачи</p> <p><b>ПК-4.2-умеет</b> анализировать исходные данные (конструкция скважины, состояние ствола и заколонного пространства, пластовые параметры) для оценки возможности и разработки концепции реинжиниринга, выполнять базовые расчеты параметров геотермальной системы на основе конвертированной скважины</p> <p><b>ПК-4.3-имеет</b> навыки работы с проектными программами (CAD, специализированное ПО для скважин и тепловых схем), подготовки технических заданий на элементы реинжиниринга</p> | <p><b>Знать:</b><br/>Технологии бурения и заканчивания нефтяных и геотермальных скважин. Критерии отбора скважин для реинжиниринга.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>Проводить оценку технического состояния скважин. Разрабатывать проекты переоборудования.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>Навыками работы с промышленным оборудованием. Методами компьютерного моделирования.</p> |

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

| Вид учебной работы                    |                              | Всего<br>часов/ зач.ед. |                 | Семестр        |                 |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                       |                              |                         |                 | 5              | 5               |
|                                       |                              | ОФО                     | ЗФО             | ОФО            | ЗФО             |
| <b>Контактная работа</b>              |                              | <b>51/1,41</b>          | <b>16/0,44</b>  | <b>51/1,41</b> | <b>16/0,44</b>  |
| В том числе:                          |                              |                         |                 |                |                 |
| Лекции                                |                              | 17/0,47                 | 8/0,22          | 17/0,47        | 8/0,22          |
| Практические занятия (ПЗ)             |                              | 34/0,94                 | 8/0,22          | 34/0,94        | 8/0,22          |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b> |                              | <b>93/2,58</b>          | <b>128/3,55</b> | <b>93/2,58</b> | <b>128/3,55</b> |
| В том числе:                          |                              |                         |                 |                |                 |
| Реферат, доклад                       |                              | 10/0,27                 | 10/0,27         | 10/0,27        | 10/0,27         |
| Подготовка к практическим занятиям    |                              | 10/0,27                 | 10/0,27         | 10/0,27        | 10/0,27         |
| Темы для самостоятельного изучения    |                              | 73/2,02                 | 108/3           | 73/2,02        | 108/3           |
| <b>Вид отчетности</b>                 |                              | <b>Экзамен</b>          | <b>Экзамен</b>  | <b>Экзамен</b> | <b>Экзамен</b>  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | <b>ВСЕГО в часах</b>         | <b>144</b>              | <b>144</b>      | <b>144</b>     | <b>144</b>      |
|                                       | <b>ВСЕГО в зач. единицах</b> | <b>4</b>                | <b>4</b>        | <b>4</b>       | <b>4</b>        |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                | Лекц. |     | Практ. зан. |     | Всего часов |     |
|-------|----------------------------------------------------------------|-------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|       |                                                                | ОФО   | ЗФО | ОФО         | ЗФО | ОФО         | ЗФО |
| 1.    | Геология нефтяных и геотермальных месторождений                | 1     | 2   | 2           | 2   | 3           | 4   |
| 2.    | Технологии строительства нефтяных скважин                      | 2     |     | 4           |     | 6           |     |
| 3.    | Методы оценки состояния скважин                                | 2     | 2   | 4           | 2   | 6           | 4   |
| 4.    | Реинжиниринг нефтяных скважин                                  | 2     |     | 4           |     | 6           |     |
| 5.    | Проектирование гидротермальных систем и технологии теплообмена | 2     |     | 4           |     | 6           |     |
| 6.    | Теплообменные системы в скважинах                              | 2     | 2   | 4           | 2   | 6           | 4   |
| 7.    | Гидравлика и термодинамика геотермальных систем                | 2     |     | 4           |     | 6           |     |
| 8.    | Эксплуатация геотермальных скважин                             | 2     | 2   | 4           | 2   | 6           | 4   |
| 9.    | Перспективные технологии                                       | 2     |     | 4           |     | 6           |     |

### 5.3 Лекционные занятия

Таблица 4

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                | Содержание разделов                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Геология нефтяных и геотермальных месторождений                | - Сравнительный анализ нефтяных и геотермальных резервуаров. Петрофизические свойства пород. Гидрогеологические условия. |
| 2.    | Технологии строительства нефтяных скважин                      | - Методы бурения (ротаторное, направленное, ГРП). Конструкции скважин. Оборудование для бурения.                         |
| 3.    | Методы оценки состояния скважин                                | - Диагностика технического состояния (каротаж, термометрия, расходомерия). Критерии пригодности для реинжиниринга.       |
| 4.    | Реинжиниринг нефтяных скважин                                  | - Технологические этапы перепрофилирования. Очистка ствола. Цементирование. Усиление конструкции.                        |
| 5.    | Проектирование гидротермальных систем и технологии теплообмена | Принципы проектирования, гидродинамические модели, расчет тепловой мощности и эффективности системы                      |
| 6.    | Теплообменные системы в скважинах                              | - Типы теплообменников (U-tube, коаксиальные). Материалы для геотермальных систем. Тепловые расчеты.                     |
| 7.    | Гидравлика и термодинамика геотермальных систем                | - Распределение давления и температуры в стволе. Моделирование теплопередачи.                                            |
| 8.    | Эксплуатация геотермальных скважин                             | - Режимы работы. Методы контроля и регулирования. Проблемы коррозии и солеотложений.                                     |
| 9.    | Перспективные технологии                                       | - Глубинные геотермальные системы (EGS). Гибридные решения. Искусственный интеллект в управлении.                        |

### 5.4. Лабораторный практикум (не предусматривается)

## 5.5. Практические занятия

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Геология нефтяных и геотермальных месторождений                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ керна: определение коллекторских свойств пород</li> <li>- Сравнительная характеристика нефтяных и геотермальных резервуаров</li> <li>- Работа с геологическими картами и разрезами</li> </ul> |
| 2.    | Технологии строительства нефтяных скважин                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Расчет конструкции скважины для различных геологических условий</li> <li>- Составление технологической схемы бурения</li> <li>- Подбор оборудования для конкретных условий</li> </ul>                |
| 3.    | Методы оценки состояния скважин                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Интерпретация данных каротажа</li> <li>- Анализ термограмм и расходомерии</li> <li>- Оценка технического состояния скважин по фактическим данным</li> </ul>                                          |
| 4.    | Реинжиниринг нефтяных скважин                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка технологической схемы перепрофилирования</li> <li>- Расчет параметров цементирования при реконструкции</li> <li>- Оценка экономической эффективности переоборудования</li> </ul>          |
| 5.    | Проектирование гидротермальных систем и технологии теплообмена | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тепловой расчет системы теплообмена</li> <li>- Проектирование схемы расположения скважин</li> <li>- Оценка потенциала месторождения</li> </ul>                                                       |
| 6.    | Теплообменные системы в скважинах                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Расчет параметров U-образных и коаксиальных теплообменников</li> <li>- Подбор материалов для тепловых контуров</li> <li>- Оценка эффективности разных типов систем</li> </ul>                        |
| 7.    | Гидравлика и термодинамика геотермальных систем                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Моделирование тепло- и массопереноса в стволе скважины</li> <li>- Расчет потерь давления в системе</li> <li>- Оптимизация режимов работы</li> </ul>                                                  |
| 8.    | Эксплуатация геотермальных скважин                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка графика мониторинга параметров</li> <li>- Составление регламента технического обслуживания</li> <li>- Решение кейсов по устранению типовых неисправностей</li> </ul>                      |

|    |                          |                                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. | Перспективные технологии | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ инновационных решений в геотермальной энергетике</li> <li>- Расчет эффективности EGS-систем</li> <li>- Обоснование выбора технологии для конкретного месторождения</li> </ul> |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

### **Темы для самостоятельного изучения**

- Анализ мирового опыта реинжиниринга скважин
- Расчет тепловой мощности геотермальной системы
- Сравнение технологий бурения для нефтяных и геотермальных скважин
- Коррозия и методы защиты оборудования в геотермальных системах
- Нормативно-правовая база геотермальной энергетики
- Перспективные технологии EGS (Enhanced Geothermal Systems)
- Экономика реинжиниринга скважин
- Автоматизация управления геотермальными объектами
- Экологические аспекты эксплуатации геотермальных скважин
- Гибридные энергетические системы с использованием геотермальных ресурсов

### **Темы реферата**

1. Сравнительный анализ конструкций нефтяных и геотермальных скважин
2. Технологии перепрофилирования нефтяных скважин под геотермальные: мировой опыт
3. Тепловые расчеты для геотермальных систем на базе перепрофилированных скважин
4. Гидроразрыв пласта (ГРП) при строительстве геотермальных скважин
5. Коррозия в геотермальных скважинах: причины, последствия, методы защиты
6. Использование возобновляемых источников энергии в комбинации с геотермальными системами
7. Перспективы развития петротермальной энергетики (EGS) в России
8. Экологические риски при эксплуатации геотермальных скважин и способы их минимизации
9. Автоматизация и цифровизация управления геотермальными объектами
10. Экономика реинжиниринга скважин: оценка затрат и окупаемости
11. Нормативно-правовое регулирование геотермальной энергетики в России и за рубежом
12. Инновационные материалы для строительства и эксплуатации геотермальных скважин
13. Особенности бурения геотермальных скважин в сложных геологических условиях
14. Методы повышения КПД геотермальных систем

## 15. Геотермальная энергетика как элемент устойчивого развития регионов

### Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

#### Основная литература:

1. Сидоров П.М. «Анализ коррозионной стойкости материалов в геотермальных скважинах» // Нефтяное хозяйство, №5, 2023.
2. Иванов В.П. «Геотермальная энергетика: основы и перспективы».
3. Петров К.Л. «Реинжиниринг скважин для альтернативной энергетики».
4. Смирнов А.В. «Проектирование геотермальных систем».

#### Дополнительная литература:

1. Пономарева Г.А. «Углеводороды нефти и газа».
2. Бабаян Э.В. «Конструкция нефтяных и газовых скважин».
3. Каркашадзе Г.Г. «Механическое разрушение горных пород».
4. Крысий Н.И. «Повышение скоростей бурения и дебитов нефтегазовых скважин».
1. Гусев А.Н. «Экологические аспекты геотермальной энергетики»

### 7. Оценочные средства

#### 7.1 Вопросы к первой аттестации

1. Основные принципы геотермальной энергетики.
2. Отличия от традиционной нефтегазовой добычи.
3. Виды геотермальных систем (гидротермальные, петротермальные).
4. Геологические критерии пригодности нефтяных скважин для реинжиниринга.
5. Требования к коллекторским свойствам пластов.
6. Оценка температурного градиента.
7. Технологии строительства нефтяных скважин.
8. Методы бурения (ротаторное, направленное, с забойными двигателями).
9. Конструктивные особенности обсадных колонн.
10. Методы диагностики технического состояния скважин.
11. Виды каротажа (акустический, резистивиметрия).
12. Анализ дефектов (коррозия, механические повреждения).
13. Этапы перепрофилирования нефтяной скважины в геотермальную.
14. Демонтаж оборудования.
15. Цементирование и усиление ствола.
16. Теплообменные системы в геотермальных скважинах.
17. Принцип работы U-tube и коаксиальных теплообменников.
18. Расчет тепловой мощности.
19. Гидродинамика и термодинамика геотермальных систем.
20. Распределение давления и температуры по стволу.
21. Моделирование теплопередачи.
22. Экологические риски при эксплуатации геотермальных скважин.
23. Воздействие на подземные воды.
24. Методы минимизации выбросов сероводорода.

#### Образец аттестационного билета

##### АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Этапы перепрофилирования нефтяной скважины в геотермальную.
2. Демонтаж оборудования.
3. Цементирование и усиление ствола.

## **7.2 Вопросы ко второй аттестации**

1. Углубленные технологии реинжиниринга
2. Современные методы переоборудования скважин (вторичное цементирование, установка теплообменников).
3. Использование композитных материалов при реконструкции скважин.
4. Технологии Enhanced Geothermal Systems (EGS): принцип работы и области применения.
5. Гидротермальные системы
6. Гидродинамическое моделирование геотермальных систем.
7. Методы борьбы с солеотложениями и коррозией в геотермальных скважинах.
8. Оптимизация режимов эксплуатации геотермальных установок.
9. Экономика и управление
10. Оценка экономической эффективности перепрофилирования скважин.
11. Особенности лицензирования геотермальных проектов в России и за рубежом.
12. Управление рисками при реинжиниринге скважин.
13. Перспективные технологии
14. Гибридные системы: сочетание геотермальной энергии с другими ВИЭ.
15. Применение искусственного интеллекта для мониторинга геотермальных скважин.
16. Инновационные материалы для геотермальной энергетики.

## **Образец аттестационного билета**

### **АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Гидротермальные системы
2. Гидродинамическое моделирование геотермальных систем.
3. Методы борьбы с солеотложениями и коррозией в геотермальных скважинах.

## **7.3 Вопросы к экзамену**

1. Принципы работы геотермальных систем и их отличия от традиционных нефтегазовых скважин
2. Критерии выбора нефтяных скважин для перепрофилирования под геотермальные
3. Основные этапы реинжиниринга скважины: от подготовки до ввода в эксплуатацию
4. Конструктивные особенности геотермальных скважин: требования к материалам и оборудованию
5. Методы оценки технического состояния скважин перед перепрофилированием
6. Теплообменные системы в геотермальных скважинах: типы, принципы работы, эффективность
7. Особенности гидродинамики и термодинамики в геотермальных системах
8. Основные проблемы эксплуатации перепрофилированных скважин и методы их решения
9. Современные технологии Enhanced Geothermal Systems (EGS)
10. Экологические аспекты использования геотермальных скважин
11. Практические вопросы
12. Методика расчёта тепловой мощности геотермальной скважины
13. Основные принципы проектирования системы теплообмена
14. Анализ экономической эффективности перепрофилирования
15. Алгоритм выбора оптимальной технологии реинжиниринга
16. Оценка коррозионной стойкости материалов для геотермальных условий
17. Методика анализа данных геофизических исследований скважин
18. Примеры расчётных задач
19. Рассчитать потенциальную тепловую мощность скважины по заданным параметрам

20. Определить экономическую целесообразность перепрофилирования конкретной скважины
21. Рассчитать тепловые потери в системе теплообмена
22. Оценить срок окупаемости проекта реинжиниринга
23. Ситуационные задачи
24. Анализ технической возможности перепрофилирования конкретной скважины
25. Разработка мероприятий по повышению эффективности геотермальной системы
26. Решение проблем, связанных с засорением или коррозией оборудования

### Образец билета для экзамена

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова

---

#### Билет № \_\_\_\_

Дисциплина: Основы строительства и реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные

Институт нефти и газа профиль: «Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание» семестр \_\_\_\_

1. Рассчитать тепловые потери в системе теплообмена
2. Оценить срок окупаемости проекта реинжиниринга
3. Ситуационные задачи

Утверждаю:

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

### 7.4 Текущий контроль

#### Образец задания

Тема задания:

Экономическая оценка проекта реинжиниринга нефтяной скважины в геотермальную

Цель:

Научиться рассчитывать затраты на переоборудование скважины, оценивать её эксплуатационные расходы и определять срок окупаемости проекта.

Исходные данные:

1. Параметры скважины:
  - Глубина: 2500 м.
  - Диаметр: 150 мм.
  - Текущее состояние: нефтяная скважина с истощёнными запасами.
2. Затраты на переоборудование:
  - Демонтаж нефтяного оборудования: 500 тыс. руб.
  - Установка теплообменников и насосов: 1,2 млн руб.
  - Модернизация системы контроля: 300 тыс. руб.
  - Прочие расходы (проектирование, монтаж): 200 тыс. руб.
3. Эксплуатационные расходы (ежегодные):
  - Обслуживание оборудования: 150 тыс. руб./год.
  - Энергопотребление: 50 тыс. руб./год.
  - Ремонтные работы: 100 тыс. руб./год.
4. Доходы от геотермальной энергии:

- Тариф на тепловую энергию: 1200 руб./Гкал.
- Годовая выработка тепла: 5000 Гкал.

Пример решения:

1. Капитальные затраты:  
 $500 + 1200 + 300 + 200 = 2200$  500 + 1200 + 300 + 200 = 2200 тыс. руб.
2. Эксплуатационные расходы:  
 $150 + 50 + 100 = 300$  150 + 50 + 100 = 300 тыс. руб./год.
3. Годовой доход:  
 $5000 \times 1200 = 6000$  5000 × 1200 = 6000 тыс. руб.
4. Чистый доход:  
 $6000 - 300 = 5700$  6000 - 300 = 5700 тыс. руб./год.
5. Срок окупаемости:  
 $2200 / 5700 \approx 0,39$  2200 / 5700 ≈ 0,39 года (около 5 месяцев).

Вывод: Проект экономически целесообразен, так как срок окупаемости значительно ниже отраслевого стандарта.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

**Таблица 6**

| Планируемые результаты освоения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                   | Критерии оценивания результатов обучения |                                      |                                                          |                                               | Наименование оценочного средства                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                               | менее 41 баллов (неудовлетворительно)    | 41-60 баллов (удовлетворительно)     | 61-80 баллов (хорошо)                                    | 81-100 баллов (отлично)                       |                                                                 |
| ПК-2. Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и реинжинирингу скважин и наземного оборудования геотермальных систем                                                                                                                                   |                                          |                                      |                                                          |                                               |                                                                 |
| <b>Знать:</b><br>Основы системного подхода и методы системного анализа.<br>Ключевые принципы и методы критического мышления.<br>Способы выявления и формализации проблемных ситуаций в профессиональной деятельности.<br>Теоретические основы разработки стратегий решения комплексных задач. | Фрагментарные знания                     | Неполные знания                      | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания   | Сформированные систематические знания         | Задания для контрольной работы, темы докладов, вопросы на зачет |
| <b>Уметь:</b><br>Проводить системный анализ проблемных ситуаций в рамках профессиональной области.<br>Определять причины и последствия проблемных явлений с учётом взаимосвязей элементов системы.<br>Формулировать проблемы и вырабатывать обоснованные варианты стратегий их решения.       | Частичные умения                         | Неполные умения                      | Умения полные, допускаются небольшие ошибки              | Сформированные умения                         |                                                                 |
| <b>Владеть:</b><br>Методиками критического анализа и системного мышления.                                                                                                                                                                                                                     | Частичное владение навыками              | Несистематическое применение навыков | В систематическом применении навыков допускаются пробелы | Успешное и систематическое применение навыков |                                                                 |

|                                                                             |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Навыками коллективного обсуждения и аргументированного обоснования решений. |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

П  
К  
-  
4  
.  
С  
п  
о  
с  
о  
б  
н  
о  
с  
т  
ь  
у  
ч  
а  
с  
т  
в  
о  
в  
а  
т  
ь  
в  
п  
р  
о  
е  
к

**ПК-4.** Способность участвовать в проектировании, анализе и реинжиниринге геотермальных систем, включая конверсию существующих скважин

ти  
ро  
ва  
ни  
и  
,  
а  
н  
а  
л  
и  
з  
е  
и  
р  
е  
и  
н  
ж  
и  
н  
и  
р  
и  
н  
г  
е  
г  
е  
о  
т  
е

р  
м  
а  
л  
ь  
н  
ы  
х  
с  
и  
с  
т  
е  
м  
,  
в  
к  
л  
ю  
ч  
а  
я  
к  
о  
н  
в  
е  
р  
с  
и  
ю  
с  
у  
щ  
е  
с

|                                                                                                                                 |                             |                                      |                                                          |                                               |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                 |                             |                                      |                                                          |                                               | Т<br>В<br>У<br>Ю<br>Щ<br>И<br>Х<br>С<br>К<br>В<br>А<br>Ж<br>И<br>Н |
| <b>Знать:</b><br>Технологии бурения и заканчивания нефтяных и геотермальных скважин. Критерии отбора скважин для реинжиниринга. | Фрагментарные знания        | Неполные знания                      | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания   | Сформированные систематические знания         | Задания для контрольной работы, темы докладов, вопросы на зачет    |
| <b>Уметь:</b><br>Проводить оценку технического состояния скважин. Разрабатывать проекты переоборудования.                       | Частичные умения            | Неполные умения                      | Умения полные, допускаются небольшие ошибки              | Сформированные умения                         |                                                                    |
| <b>Владеть:</b><br>Навыками работы с промысловым оборудованием. Методами компьютерного моделирования.                           | Частичное владение навыками | Несистематическое применение навыков | В систематическом применении навыков допускаются пробелы | Успешное и систематическое применение навыков |                                                                    |



## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

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

### **Основная литература:**

5. Petrov N. "Reuse of Abandoned Oil Wells for Geothermal Energy Production" // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2023.
6. Brown K. "EGS Technology: Challenges and Solutions" // Geothermics, 2022.
7. Сидоров П.М. «Анализ коррозионной стойкости материалов в геотермальных скважинах» // Нефтяное хозяйство, №5, 2023.
8. Иванов В.П. «Геотермальная энергетика: основы и перспективы».
9. Петров К.Л. «Реинжиниринг скважин для альтернативной энергетики».
10. Смирнов А.В. «Проектирование геотермальных систем».

### **Дополнительная литература:**

5. Пономарева Г.А. «Углеводороды нефти и газа».
6. Бабаян Э.В. «Конструкция нефтяных и газовых скважин».
7. Каркашадзе Г.Г. «Механическое разрушение горных пород».
8. Крысий Н.И. «Повышение скоростей бурения и дебитов нефтегазовых скважин».
9. Гусев А.Н. «Экологические аспекты геотермальной энергетики».

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

### **Студент обеспечивается:**

- класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий по расчетам и просмотру фильмов по тематике дисциплины.
- лаборатории кафедры «БРЭНГМ».
- рабочей программой по данной дисциплине;
- электронным вариантом лекций по данной дисциплине;
- учебным пособием по данной дисциплине;
- комплексом плакатов;
- учебными макетами;
- образцами оборудования, труб, трубопроводной арматуры и др.
- учебными фильмами.

**Составители:**

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/Р.Х. Моллаев/

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/Н.Д. Булчаев/

ст. преп кафедры «БРЭНГМ»



/А.А. Умаев/

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «Бурение, разработка и  
эксплуатация нефтяных и  
газовых месторождений (БРЭНГМ) к.т.н., доцент



/А.Ш. Халадов/

Директор ДУМР к.ф.-м.н., доцент



/М.А Магомаева/