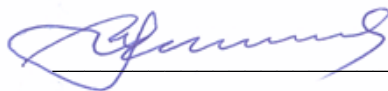


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы



Минервин И.Г.

" 14 " мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**  
**Б1.В.01.05 ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА**

Уровень высшего образования  
**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль (направленность) подготовки  
**Водородная энергетика**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск  
2026 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

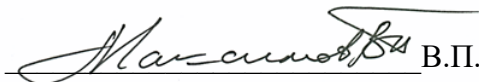
Программу составил: к.ф-м.н., доцент Минервин И.Г.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 11 от 14 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор кафедры  
электроэнергетики и физики



В.П. Максимов

### 1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

**Целью** дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими положениями транспортировки и хранения водорода.

**Задачами дисциплины являются:**

- познакомить обучающихся с назначением, основными параметрами, конструкцией и принципами работы оборудования для транспортировки и хранения водорода;
- познакомить обучающихся с мероприятиями, направленными на повышение надёжности работы оборудования для транспортировки и хранения водорода.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина является обязательной и относится к части блока дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Пререквизиты дисциплины (модуля): дисциплины общеобразовательного модуля, модуля общей инженерной подготовки и базового модуля направления.

Постреквизиты дисциплины: преддипломная практика, ВКР.

### 3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

| Коды компетенции | Содержание компетенций                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-2            | Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности | <p>ПКС-2.1<br/>Знать:<br/>Воздействие водорода на выхлопные газы<br/>Безопасность использования водорода в автомобилях<br/>Совместимость оборудования<br/>Улучшение экономии топлива<br/>Безопасность двигателя<br/>Преимущества использования водорода</p> <p>ПКС-2.2<br/>Уметь:<br/>Применимость результатов экономии топлива.<br/>Определять совместимость оборудования.<br/>Проведение технико-экономической оценки различных вариантов хранения водорода<br/>Определение моторных свойств водорода.<br/>Знания основных типах технологического оборудования, применяемого в цехах электрохимических покрытий, производства хлора и щелочи, электролиза воды, получения металлического натрия и алюминия.</p> |

### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

#### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 часов.

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| Вид работы | Трудоемкость, акад. часов |
|------------|---------------------------|

| Вид работы                                                                                                                          | Трудоемкость, акад. часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Общая трудоемкость                                                                                                                  | 216                       |
| Контактная работа:                                                                                                                  | 80                        |
| Лекции (Лек)                                                                                                                        | 30                        |
| Лабораторные работы (Лаб)                                                                                                           | 14                        |
| Практические занятия (ПР)                                                                                                           | 30                        |
| Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами) | 5                         |
| Конт ПА                                                                                                                             | 5                         |
| Промежуточная аттестация: <b>экзамен</b>                                                                                            | 26                        |
| Самостоятельная работа:                                                                                                             | 110                       |
| - выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР)                                                                           |                           |
| - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ)                                                                              |                           |
| - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ)                                                                                    | 20                        |
| - написание реферата (Р)                                                                                                            |                           |
| - написание эссе (Э)                                                                                                                |                           |
| - самостоятельное изучение разделов                                                                                                 | 20                        |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий)                            | 20                        |
| - подготовка к лабораторным занятиям                                                                                                | 20                        |
| - подготовка к практическим занятиям                                                                                                | 20                        |
| - подготовка к коллоквиумам                                                                                                         |                           |
| - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)                                                                                     | 16                        |

#### 4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

| № | Раздел дисциплины                                                         | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |     |    |        |    |        |          | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---|---------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|--------|----|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                           |         | Лек                                                                                    | Лаб | Пр | КонтТО | СР | КонтПА | Контроль |                                                                                                             |
| 1 | Перспективы развития водородной энергетики. Свойства. Методы и технологии | 7       | 3                                                                                      | 1   | 3  | 1      | 11 | 0      | 0        | Опрос, дискуссия, тест, практическая                                                                        |

|    |                                                                                                                                  |     |    |    |    |   |     |   |    |                                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|---|-----|---|----|---------------------------------------------|
|    | производства и очистки водорода.                                                                                                 |     |    |    |    |   |     |   |    | работа                                      |
| 2  | Оборудование электрохимических производств. Основы проектирования установок ожижения водорода.                                   | 7   | 3  | 1  | 3  | 1 | 11  | 0 | 0  | Опрос, дискуссия, тест, практическая работа |
| 3  | Применение водорода. Автомобильные двигатели на водороде.                                                                        | 7   | 3  | 1  | 3  | 1 | 11  | 0 | 0  | Опрос, дискуссия, тест, практическая работа |
| 4  | Технологические системы хранения водорода в природных и искусственных газовых резервуарах                                        | 7   | 3  | 2  | 3  | 1 | 11  | 0 | 0  | Опрос, дискуссия, тест, практическая работа |
| 5  | Композиционные материалы для получения, хранения, транспортирования, распределения и применения водорода и водородной энергетики | 7   | 3  | 2  | 3  | 1 | 11  |   |    | Опрос, дискуссия, тест, практическая работа |
| 6  | Водородная коррозия.                                                                                                             |     | 3  | 1  | 3  | 0 | 11  |   |    |                                             |
|    | Криогенные топливные системы водородного типа для авиационной и космической систем.                                              |     | 3  | 1  | 3  | 0 | 11  |   |    |                                             |
| 7  | Водородные топливные элементы (ВТЭ), накопители водорода, накопители для альтернативных энергоносителей                          |     | 3  | 2  | 3  | 0 | 11  |   |    |                                             |
| 8  | Основы расчета и конструирования криогенного оборудования                                                                        |     | 3  | 1  | 3  | 0 | 11  |   |    |                                             |
| 9  | Технология перевода двигателей на питание водородом                                                                              |     | 3  | 2  | 3  | 0 | 11  |   |    |                                             |
| 10 | Промежуточная аттестация                                                                                                         | 7   | 0  | 0  | 0  | 0 | 0   | 1 | 26 | Экзамен                                     |
|    | Итого                                                                                                                            | 216 | 30 | 14 | 30 | 5 | 110 | 1 | 26 |                                             |

#### **4.3. Содержание разделов дисциплины**

##### **Тема 1. Перспективы развития водородной энергетики. Свойства. Методы и технологии производства и очистки водорода.**

Потенциальные объемы экспорта водорода из Российской Федерации. Концепция развития водородной энергетики. Анализ ситуации и перспективы развития водородной энергетики.

Объем выбросов углекислого газа на протяжении жизненного цикла водородных энергоносителей (углеродный след). Технология получения водорода из ископаемых топлив, в том числе с применением технологий улавливания углекислого газа, пиролиза углеводородного сырья. Технология получения водорода с одновременным получением элементарного углерода. Технология получения водорода методом паровой конверсии природного газа с использованием тепловой энергии атомной энерготехнологической станции с обеспечением улавливания углекислого газа. Технология получения водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции, гидроэлектростанции, возобновляемых источников энергии и электроэнергии энергосистемы при условии обеспечения соответствующего углеродного следа. Формирование глобального рынка водорода. Производство водорода на базе технологий паровой конверсии метана и газификации угля с обеспечением улавливания углекислого газа, а также методом электролиза воды на базе электроэнергии атомной электростанции и гидроэлектростанции.

##### **Тема 2. Оборудование электрохимических производств. Основы проектирования установок ожижения водорода.**

Классификация электролизеров. Основные узлы электролизеров. Автооператорные гальванические линии. Стационарные и механизированные ванны металлопокрытий. Конструктивные модули и технологические спутники гальванических ванн. Колокольные и барабанные ванны. Сушильное оборудование. Автооператоры. Вентиляция и бортовые отсосы. Источники питания гальванических ванн. Электролизеры для электролиза воды. Электролизеры для получения хлора и щелочи. Электролизеры для получения пероксодисерной кислоты, персульфата аммония и перекиси водорода. Электролизеры в гидро-электрометаллургии. Электролизеры, применяемые при электролизе расплавов. Основные трудности, связанные с ожижением водорода. Конверсия водорода. Основные циклы, предназначенные для ожижения водорода.

##### **Тема 3. Применение водорода.**

1. Химическая промышленность. Применение водорода при производстве химических продуктов - аммиака, метанола, хлористого водорода и его раствора - соляной кислоты. Применение водородных продуктов для получения азотных удобрений, взрывчатых веществ, синтетических волокон, пластмассы, лекарств.

2. Нефтеперерабатывающая промышленность. Использование водорода при получении топлива из высокосернистого тяжелого сырья, в установках гидрообессеривания, для гидрокрекинга дистиллятов, гидроочистки, при производстве смазочных материалов и в других процессах нефтепереработки.

3. **Металлургия.** Получение металлизированного сырья прямым восстановлением железа. С помощью водорода восстанавливают металлы из их оксидов, например, вольфрама. Применение водорода в прокатном производстве для термической обработки холоднокатаного проката. Использование водорода для получения азотно-водородной защитной атмосферы при термической обработке трубного проката.

4. **Стекольная промышленность.** Использование водорода при производстве листового стекла флоат-методом и при получении кварцевого стекла, изготавливаемого плавлением кварца, горного хрусталя или синтетического диоксида кремния в кислородно-водородном пламени.

5. **Электроэнергетика.** Использование водорода для охлаждения мощных турбогенераторов на ТЭЦ и АЭС. Подмешивание водорода в энергоносители.

6. **Пищевая промышленность.** Производство маргарина методом гидрогенизации жидких растительных жиров.

7. **Другие потребители водорода:** горно-обогатительные комбинаты, электротехническая и электронная промышленность, заводы по изготовлению ядерного топлива, транспортные, газовые, фармацевтические предприятия. Сжиженный водород используется как ракетное горючее.

#### **Тема 4. Технологические системы хранения водорода в природных и искусственных газовых резервуарах**

Накопление и хранение водорода в природных и искусственных газовых резервуарах. Решение задач по развитию низкоуглеродной экономики и снижению антропогенного влияния на климат.

#### **Тема 5. Композиционные материалы для получения, хранения, транспортирования, распределения и применения водорода и водородной энергетики**

Развитие технологий применения композиционных материалов для применения водорода в водородных энергоносителях.

#### **Тема 6. Водородная коррозия.**

Виды коррозии. Водородная коррозия и способы защиты от водородной коррозии. Сущность и значение водородной коррозии. Проявления водородной хрупкости в черных металлах. Защита металлов от коррозии. Виды повреждения металла водородом. Водородная хрупкость и водородная коррозия. Проникновение водорода внутрь стального изделия. Скорость водородной коррозии и ее зависимость от глубины обезуглероживания стали. Возникновение трещин и потеря пластичности.

#### **Тема 7. Криогенные топливные системы водородного типа для авиационной и космической систем.**

Криогенное водородное топливо (изотопы водорода и их смеси). Сравнение свойств твердого топлива, находящегося в различных структурных модификациях. Системы заправки жидким водородом стартовых комплексов перспективных разгонных блоков ракет-носителей. Целесообразности применения криогенных топлив в авиационных турбореактивных двигателях и возможные пути развития отрасли.

#### **Тема 8. Водородные топливные элементы (ВТЭ), накопители водорода, накопители для альтернативных энергоносителей**

Использованию водорода в топливных элементах. Виды топливных элементов, преимущества использования и условия эксплуатации каждого из них. Схема преобразования химической энергии топлива в электроэнергию в традиционных энергоустановках и в топливных элементах. Сопоставление КПД производства электроэнергии различными технологиями в диапазоне установленной электрической мощности от 1 кВт до 100 МВт, включая топливные элементы (ТЭ), газопоршневые двигатели (ГПД), микротурбины (МТ), газотурбинные установки простого цикла (ГТУпц), газотурбинные установки со сложным циклом (ГТУсц), парогазовые установки (ПГУ), гибридные установки (ТЭ+ГТУ).

Низкотемпературные топливные элементы ТЭ с полимерной протонообменной мембраной (ПОМТЭ), прямые метанольные ТЭ (ПМТЭ) и щелочные ТЭ (ЩТЭ); к среднетемпературным - фосфорно-кислотные ТЭ (ФКТЭ); к высокотемпературным: расплавкарбонатные ТЭ (РКТЭ), твердооксидные ТЭ (ТОТЭ) с керамической мембранной и перспективная разновидность последних - протонкерамические ТЭ (ПКТЭ).

#### **Тема 9. Основы расчета и конструирования криогенного оборудования**

Основные проектные параметры. Расчет основных проектных параметров. Расчет топливного резервуара. Определение плотности топлива. Определение массового секундного расхода. Расчет размеров резервуара. Расчет продольных размеров резервуара. Система наддува топливных резервуаров. Определение давления в газовой подушке резервуара. Расчет максимального давления в подушке резервуара. Расчет "холодной" системы наддува резервуара. Расчет времени заправки. Тепловой расчет криогенной заправочной системы.

#### **Тема 10. Технология перевода двигателей на питание водородом**

Причины интереса к водородному транспорту. Современное применение и перспективы. Применение водорода как топлива в ДВС. Смеси традиционных видов топлива с водородом. Водородные топливные элементы на автомобильном, железнодорожном, водном транспорте и авиации. Применение водородных топливных элементов на других видах транспорта. Факторы, сдерживающие внедрение водородных технологий. Опасность водородного топлива. Критика водородного транспорта. Конкурирующие технологии.

#### **4.4. Темы и планы практических занятий**

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перспективы развития водородной энергетики. Свойства. Методы и технологии производства и очистки водорода.                       | 3  |
| Оборудование электрохимических производств. Основы проектирования установок ожижения водорода.                                   | 3  |
| Применение водорода. Автомобильные двигатели на водороде.                                                                        | 3  |
| Технологические системы хранения водорода в природных и искусственных газовых резервуарах                                        | 3  |
| Композиционные материалы для получения, хранения, транспортирования, распределения и применения водорода и водородной энергетики | 3  |
| Водородная коррозия.                                                                                                             | 3  |
| Криогенные топливные системы водородного типа для авиационной и космической систем.                                              | 3  |
| Водородные топливные элементы (ВТЭ), накопители водорода, накопители для альтернативных энергоносителей                          | 3  |
| Основы расчета и конструирования криогенного оборудования                                                                        | 3  |
| Технология перевода двигателей на питание водородом                                                                              | 3  |
| Итого                                                                                                                            | 30 |

#### **4.5. Темы и планы лабораторных занятий**

|                                                                                                                                  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Перспективы развития водородной энергетики. Свойства. Методы и технологии производства и очистки водорода.                       | 1 |
| Оборудование электрохимических производств. Основы проектирования установок ожижения водорода.                                   | 2 |
| Применение водорода. Автомобильные двигатели на водороде.                                                                        | 1 |
| Технологические системы хранения водорода в природных и искусственных газовых резервуарах                                        | 1 |
| Композиционные материалы для получения, хранения, транспортирования, распределения и применения водорода и водородной энергетики | 1 |
| Водородная коррозия.                                                                                                             | 2 |
| Криогенные топливные системы водородного типа для авиационной и космической систем.                                              | 1 |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Водородные топливные элементы (ВТЭ), накопители водорода, накопители для альтернативных энергоносителей | 1  |
| Основы расчета и конструирования криогенного оборудования                                               | 2  |
| Технология перевода двигателей на питание водородом                                                     | 2  |
| Итого                                                                                                   | 14 |

#### 4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Не предусмотрено.

#### 5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Нет.

#### 6. Образовательные технологии

| № п.п. | Наименование раздела                                                                                                             | Виды учебных занятий               | Образовательные технологии                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.     | Перспективы развития водородной энергетики. Свойства. Методы и технологии производства и очистки водорода.                       | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты     |
| 2      | Оборудование электрохимических производств. Основы проектирования установок ожижения водорода.                                   | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты     |
| 3      | Применение водорода. Автомобильные двигатели на водороде.                                                                        | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br><br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |
| 4      | Технологические системы хранения водорода в природных и искусственных газовых резервуарах                                        | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты     |
| 5      | Композиционные материалы для получения, хранения, транспортирования, распределения и применения водорода и водородной энергетики | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты     |

|    |                                                                                                         |                                    |                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Водородная коррозия.                                                                                    | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |
| 7  | Криогенные топливные системы водородного типа для авиационной и космической систем.                     | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |
| 8  | Водородные топливные элементы (ВТЭ), накопители водорода, накопители для альтернативных энергоносителей | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |
| 9  | Основы расчета и конструирования криогенного оборудования                                               | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |
| 10 | Технология перевода двигателей на питание водородом                                                     | Практическое занятие по подгруппам | Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций<br>Развернутая беседа с обсуждением доклада.<br>Решение примеров и задач.<br>Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты |

## 7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Вопросы для проведения первого текущего контроля

1. Автооператорные гальванические линии.
2. Автооператоры.
3. Анализ ситуации и перспективы развития водородной энергетики.
4. Вентиляция и бортовые отсосы.
5. Источники питания гальванических ванн.
6. Классификация электролизеров.
7. Колокольные и барабанные ванны.
8. Конверсия водорода.
9. Конструктивные модули и технологические спутники гальванических ванн.
10. Концепция развития водородной энергетики.
11. Металлургия

12. Нефтеперерабатывающая промышленность
13. Объем выбросов углекислого газа на протяжении жизненного цикла водородных энергоносителей (углеродный след).
14. Основные трудности, связанные с ожижением водорода.
15. Основные узлы электролизеров.
16. Основные циклы, предназначенные для ожижения водорода.
17. Пищевая промышленность
18. Производство водорода на базе технологий паровой конверсии метана и газификации угля с обеспечением улавливания углекислого газа, а также методом электролиза воды на базе электроэнергии атомной электростанции и гидроэлектростанции.
19. Стационарные и механизированные ванны металлопокрытий.
20. Стекольная промышленность
21. Сушильное оборудование.
22. Технология получения водорода из ископаемых топлив, в том числе с применением технологий улавливания углекислого газа, пиролиза углеводородного сырья. Технология получения водорода с одновременным получением элементарного углерода.
23. Технология получения водорода методом паровой конверсии природного газа с использованием тепловой энергии атомной энерготехнологической станции с обеспечением улавливания углекислого газа.
24. Технология получения водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции, гидроэлектростанции, возобновляемых источников энергии и электроэнергии энергосистемы при условии обеспечения соответствующего углеродного следа.
25. Формирование глобального рынка водорода.
26. Химическая промышленность
27. Электролизеры в гидроэлектрометаллургии.
28. Электролизеры для получения пероксодисерной кислоты, персульфата аммония и перекиси водорода.
29. Электролизеры для получения хлора и щелочи.
30. Электролизеры для электролиза воды.
31. Электролизеры, применяемые при электролизе расплавов.

## **7.2. Вопросы к экзамену**

1. Концепция развития водородной энергетики.
2. Анализ ситуации и перспективы развития водородной энергетики.
3. Объем выбросов углекислого газа на протяжении жизненного цикла водородных энергоносителей (углеродный след).
4. Технология получения водорода из ископаемых топлив, в том числе с применением технологий улавливания углекислого газа, пиролиза углеводородного сырья. Технология получения водорода с одновременным получением элементарного углерода.
5. Технология получения водорода методом паровой конверсии природного газа с использованием тепловой энергии атомной энерготехнологической станции с обеспечением улавливания углекислого газа.
6. Технология получения водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции, гидроэлектростанции, возобновляемых источников энергии и электроэнергии энергосистемы при условии обеспечения соответствующего углеродного следа.
7. Формирование глобального рынка водорода.
8. Производство водорода на базе технологий паровой конверсии метана и газификации угля с обеспечением улавливания углекислого газа, а также методом электролиза воды на базе электроэнергии атомной электростанции и гидроэлектростанции.
9. Классификация электролизеров.

10. Основные узлы электролизеров.
11. Автооператорные гальванические линии.
12. Стационарные и механизированные ванны металлопокрытий.
13. Конструктивные модули и технологические спутники гальванических ванн.
14. Колокольные и барабанные ванны.
15. Сушильное оборудование.
16. Автооператоры.
17. Вентиляция и бортовые отсосы.
18. Источники питания гальванических ванн.
19. Электролизеры для электролиза воды.
20. Электролизеры для получения хлора и щелочи.
21. Электролизеры для получения пероксодисерной кислоты, персульфата аммония и перекиси водорода.
22. Электролизеры в гидроэлектрометаллургии.
23. Электролизеры, применяемые при электролизе расплавов.
24. Основные трудности, связанные с ожижением водорода.
25. Конверсия водорода.
26. Основные циклы, предназначенные для ожижения водорода.
27. Химическая промышленность
28. Нефтеперерабатывающая промышленность
29. Металлургия
30. Стекольная промышленность
31. Энергетика
32. Пищевая промышленность
33. Виды коррозии. Водородная коррозия и способы защиты от водородной коррозии.
34. Сущность и значение водородной коррозии.
35. Проявления водородной хрупкости в черных металлах.
36. Защита металлов от коррозии.
37. Виды повреждения металла водородом.
38. Водородная хрупкость и водородная коррозия.
39. Проникновение водорода внутрь стального изделия.
40. Скорость водородной коррозии и ее зависимость от глубины обезуглероживания стали. Возникновение трещин и
41. потеря пластичности.
42. Криогенное водородное топливо (изотопы водорода и их смеси)
43. Сравнение свойств твёрдого топлива, находящегося в различных структурных модификациях.
44. Системы заправки жидким водородом стартовых комплексов перспективных разгонных блоков ракет-носителей.
45. Целесообразности применения криогенных топлив в авиационных турбореактивных двигателях и возможные пути
46. развития отрасли.
47. Исползованию водорода в топливных элементах.
48. Виды топливных элементов, преимущества использования и условия эксплуатации каждого из них.
49. Схема преобразования химической энергии топлива в электроэнергию в традиционных энергоустановках и в
50. топливных элементах.
51. Сопоставление КПД производства электроэнергии различными технологиями в диапазоне установленной
52. электрической мощности от 1 кВт до 100 МВт, включая топливные элементы (ТЭ), газопоршневые двигатели (ГПД),

53. микротурбины (МТ), газотурбинные установки простого цикла (ГТУ<sub>пц</sub>), газотурбинные установки со сложным циклом
54. (ГТУ<sub>сц</sub>), парогазовые установки (ПГУ), гибридные установки (ТЭ+ГТУ).
55. Низкотемпературные топливные элементы ТЭ с полимерной протонообменной мембраной (ПОМТЭ), прямые
56. метанольные ТЭ (ПМТЭ) и щелочные ТЭ (ЩТЭ); к среднетемпературным - фосфорно-кислотные ТЭ (ФКТЭ); к
57. высокотемпературным: расплавкарбонатные ТЭ (РКТЭ), твердооксидные ТЭ (ТОТЭ) с керамической мембранной и
58. перспективная разновидность последних - протонкерамические ТЭ (ПКТЭ).
59. Основные проектные параметры.
60. Расчет основных проектных параметров.
61. Расчет топливного резервуара.
62. Определение плотности топлива
63. Определение массового секундного расхода.
64. Расчет размеров резервуара.
65. Расчет продольных размеров резервуара.
66. Система наддува топливных резервуаров.
67. Определение давления в газовой подушке резервуара.
68. Расчет максимального давления в подушке резервуара.
69. Расчет "холодной" системы наддува резервуара.
70. Расчет времени заправки.
71. Тепловой расчет криогенной заправочной системы
72. Причины интереса к водородному транспорту
73. Современное применение и перспективы
74. Применение как топливо в ДВС
75. Бортовое питание
76. Смеси традиционных видов топлива с водородом
77. Водородные топливные элементы
78. История
79. Автомобильный транспорт
80. Расход топлива
81. Железнодорожный транспорт
82. Водный транспорт
83. Авиация
84. Вспомогательный транспорт
85. Другие виды транспорта
86. Факторы, сдерживающие внедрение водородных технологий
87. Опасность водородного топлива
88. Критика водородного транспорта
89. Конкурирующие технологии.

## 8. Система оценивания планируемых результатов обучения

| Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу) |                         |                              |                               |                                |
|---------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Тема или задание текущей аттестации               | Виды текущей аттестации | Аудиторная или внеаудиторная | Минимальное количество баллов | Максимальное количество баллов |
| Решение долгосрочного задания контрольной работы  | Проверка знаний, умений | Внеаудиторная                | 18                            | 36                             |

|                                                              |                                  |                              |                               |                                |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Составление схем, диаграмм, таблиц расчетных формул по курсу | Проверка знаний, умений          | Внеаудиторная                | 7                             | 14                             |
| Защита лабораторных работ                                    | Проверка знаний, умений, навыков | Аудиторная                   | 7                             | 14                             |
| Итоговая контрольная работа                                  | Проверка знаний, умений          | Аудиторная                   | 15                            | 20                             |
| Итого минимум                                                |                                  |                              | 47                            | 84                             |
| Дополнительная часть                                         |                                  |                              |                               |                                |
| Тема или задание текущей аттестации                          | Виды текущей аттестации          | Аудиторная или внеаудиторная | Минимальное количество баллов | Максимальное количество баллов |
| Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде            | Проверка знаний, умений          | Аудиторная                   | 5                             | 16                             |
| Итого                                                        |                                  |                              | 52                            | 100                            |

Оценивание успешности деятельности студентов по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы. Балльно-рейтинговая система основывается на интегральной оценке результатов всех видов учебной деятельности студента за весь период обучения и учитывает:

- составление опорного конспекта по теме лекции
- подготовку к занятию, выполнение домашнего задания
- активную работу на занятии
- выполнение контрольной работы
- выполнение заданий по самостоятельной работе
- промежуточную аттестацию
- составление кроссвордов по изучаемым темам или ко всему курсу
- составление картотеки основных понятий по теме.

С этой целью разработана технологическая карта, в которой детально описывается структура оценивания. Если студент не посетил занятие баллы ему не начисляются (в учетной ведомости проставляется 0 баллов).

Для получения итоговой оценки сумма баллов должна составлять:

- для оценки «отлично» 85-100 баллов;
- для оценки «хорошо» 70-84 баллов;
- для оценки «удовлетворительно» 52-69 баллов.

Студенты допускаются к экзамену только в том случае, если по дисциплине в течение семестра получено не менее 42% от максимального балла.

За неоднократную попытку списывания ответов на вопросы билета, использование при подготовке к ответам различного вида шпаргалок, электронных устройств; при нарушении студентом требований Устава СахГУ, студент удаляется, ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Лицам, получившие оценку «неудовлетворительно», могут сдать экзамен повторно в соответствии с Порядком промежуточной аттестации СахГУ.

Лица, которые не явились для прохождения экзамена, могут сдать экзамен в соответствии с Порядком промежуточной аттестации СахГУ.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 9.1. Основная литература:

Радченко, Р. В. Общая энергетика: водород в энергетике : учебник для вузов / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 230 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07557-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562838>

Смирнов, В. И. Нанoeлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 268 с. — ISBN 978-5-9729-1244-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133297.html>

Филимонова, А. А. Системы накопления электроэнергии : учебное пособие / А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Д. Ф. Гайнутдинова. — Казань : КГЭУ, 2023. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/487277>

### 9.2. Дополнительная литература

Перспективы развития водородной энергетики : учебное пособие / И. Г. Киселев, М. Ю. Кудрин, И. А. Корченков, Д. В. Крылов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 74 с. — ISBN 978-5-7641-1893-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439418>

Водородная энергетика : учебник / Н. В. Кулешов, С. К. Попов, С. В. Захаров [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2021. — 548 с. — ISBN 978-5-7046-2438-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307244>

Некрасова, С. О. Расчёт параметров источников автономного энергоснабжения : учебное пособие / С. О. Некрасова, О. В. Тремкина. — Самара : Самарский университет, 2023. — 76 с. — ISBN 978-5-7883-2012-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406505>

### 9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.
2. Силовая механика. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.
3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.
4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.

### 9.4. Программное обеспечение

#### Операционные системы

- *Альт Линукс*: российская операционная система, обеспечивающая высокий уровень безопасности и соответствие национальным стандартам.
- *РЕД ОС*: отечественная разработка, ориентированная на использование в государственных учреждениях и образовательных организациях.
- *Астра Линукс*: система с повышенными требованиями к безопасности, активно применяемая в различных секторах, включая образование.
- *ОС РОСА ХРОМ*: операционная система предназначена для оснащения рабочих мест пользователей без специальных требований по информационной безопасности.

#### Офисные пакеты

- *МойОфис*: российский офисный пакет, включающий текстовый редактор, табличный процессор и другие инструменты для работы с документами.
- *P7-Офис*: еще одно отечественное решение, поддерживающее работу с текстами, таблицами и презентациями, полностью совместимое с форматами Microsoft Office.

### Антивирусное ПО

- *Kaspersky Lab*: один из ведущих мировых производителей антивирусного ПО, широко используемый в образовательных учреждениях России.
- *Dr. Web*: надежное антивирусное решение с многолетней историей использования в учебных заведениях.

### Видеоконференции и коллаборация

- *Сферум*: отечественная платформа для видеоконференций и совместной работы, созданная специально для образовательных нужд.
- *Яндекс.Телемост*: сервис от Яндекса, обеспечивающий надежную видеосвязь и удобные инструменты для онлайн-обучения.
- *TrueConf*: российское решение для видеоконференций, поддерживающее высокое качество связи и широкие функциональные возможности.
- *МТС Линк*: делает коммуникацию со студентами и сотрудниками быстрее, результативнее и выгоднее; позволяет эффективно решить все задачи вуза по онлайн-коммуникациям.

### СУБД (Системы управления базами данных)

- *Postgres Pro*: отечественная версия PostgreSQL, адаптированная для использования в России и активно применяемая в образовательных учреждениях.
- *Ред База Данных*: российская система управления базами данных, основанная на Firebird и обеспечивающая высокую надежность и производительность.
- *YDB (ранее Yandex Database)*: масштабируемая база данных от Яндекса, подходящая для различных задач, включая образовательные.

### Облачное хранилище

- *Яндекс.Диск*: отечественное облачное хранилище, предлагающее удобный доступ к файлам и интеграцию с другими сервисами Яндекса.
- *Облако Mail.ru*: еще одно популярное российское решение для хранения и обмена файлами, активно используемое в образовании.
- *МойОфис Хранилище*: часть офисного пакета МойОфис, обеспечивающая безопасное хранение и совместную работу с документами.

### Система управления обучением

- *Платформа Teachbase*: система дистанционного обучения, которая предназначена для автоматизации процессов обучения за счет своевременного обучения её пользователей и возможности оперативного контроля за подготовкой и переподготовкой пользователей.
- *iSpring Learn*: LMS с полным циклом обучения.
- *GetCourse*: платформа для онлайн-школы, дает возможность создавать тренинги, вести базу.
- *Stepik*: российская образовательная платформа и конструктор бесплатных и платных открытых онлайн-курсов и уроков.

### Системы управления проектами и совместной работы

- *Яндекс.Трекер*: российская система для управления задачами и проектами, интегрированная с другими сервисами Яндекса.

- *Сфера*: платформа для управления проектами и задачами, широко используемая в российских компаниях и образовательных учреждениях.
- *Трекер Р7-Офис*: часть офисного пакета Р7-Офис, предлагающая инструменты для совместной работы и управления проектами.
- *TeamStorm*: платформа для управления командами и процессами разработки.

### Формы и опросы

- *Яндекс.Формы*: российский сервис для создания опросов и анкет, предлагающий удобные инструменты для сбора и анализа данных.
- *Сервисы от 1С: Управление*: специализированные решения для создания и анализа опросов и анкет, используемые в российских организациях.
- *Testograf*: сервис для создания опросов, анкет и тестов для клиентов и сотрудников. Он предоставляет набор инструментов для создания и анализа опросов, а также для управления результатами и отчётами.
- *Univer Online. Анкетирование*: предназначен для сбора и предоставления руководству вуза актуальной информации о качестве образовательного процесса

### Программы для работы с PDF-документами

- *PDF Commander*: российское решение для работы с PDF-файлами, предлагающее широкий функционал для создания, редактирования и просмотра документов.
- *МойОфис Стандартный. Документы*: часть офисного пакета МойОфис, включающая инструменты для работы с PDF-документами.
- *Master PDF*: многофункциональный и простой в использовании редактор файлов в формате PDF.
- *Content AI (ABBYY)*: многофункциональный редактор для решения любых задач с PDF и бумажными документами.

### Почтовые клиенты

- *КриптоАРМ ГОСТ 3*: универсальное приложение для работы с электронными документами со встроенным почтовым клиентом, позволяющим безопасно обмениваться файлами.
- *Р7-Офис. Органайзер*: предназначен для управления почтой, деловым расписанием, работы с контактами и планирования задач.
- *RuPost Desktop*: предоставляет полный набор инструментов для организации вашей рабочей жизни. Это включает в себя управление почтой, календарями, контактами, задачами и даже панель быстрых кнопок для удобства.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»  
«Антиплагиат.ВУЗ»

## 9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- а) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://lk.sakhgu.ru/>
- б) Официальный сайт Сахалинского государственного университета.  
<http://www.sakhgu.ru/>
- в) Электроэнергетический Информационный Центр  
<http://www.electrocentr.info/download/>
- г) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>
- д) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- е) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- ж) Единое окно доступа к информационным ресурсам:  
<http://window.edu.ru/resource/771/40771>

- з) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- и) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- к) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- л) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- м) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции» Договор №985/11-ЛВ-25015.
- н) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор № 095/04/0173 от 22.06.2015 г.
- о) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru> ; ООО «НексМедиа» Договор № 132-06/15 от 23.06.2015.
- п) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com); Бесплатный бессрочный контент
- р) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» ; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» Бесплатный контент.
- с) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

## **10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

#### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сахалинская область,<br>г. Южно-Сахалинск,<br>ул. Пограничная, д. 68,<br>каб. № 101,113, 112, 123, 203, 204 | Лекционная аудитория<br>Доступ к сети Интернет<br>Рабочие места обучающихся;<br>Рабочее место преподавателя;<br>Шкафы;<br>Классная доска;<br>Переносной экран;<br>Ноутбук;<br>Мультимедийный проектор;<br>Таблицы;<br>Учебно-наглядные пособия;<br>Набор инструментов классных;<br>Модели демонстрационные;<br>Раздаточный материал.<br>Экран, таблицы, схемы<br>Лаборатория материалов<br>Кабинет механики. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

УТВЕРЖДЕНО \_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

*(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.*

*При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).*

в рабочей программе (модуле) дисциплины \_\_\_\_\_  
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) \_\_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ учебный год

1. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

1.1. ....;  
1.2. ....;  
...  
1.9. ....

2. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

2.1. ....;  
2.2. ....;  
...  
2.9. ....

3. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

3.1. ....;  
3.2. ....;  
...  
3.9. ....

Составитель  
дата

подпись

расшифровка подписи

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи