

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Максимов В.П.

" 12 " мая

2025 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.05 НАКОПИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Уровень высшего образования
МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки
Электроэнергетические системы

Квалификация
Магистр

Форма обучения
заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск
2025 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программу составил (и):

д.п.н., профессор Максимов В.П.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 9 от 12 мая 2025 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор Максимов В.П.



© ФГБОУ ВО «СахГУ»

1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) являются освоение профессиональных компетенций в области применения накопителей энергии в системах электроснабжения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, формируемую участниками образовательного процесса.

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

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-3	Способен организовывать эксплуатацию объектов электроэнергетики	ПКС-3.1 Знать: классификацию накопителей энергии; законы сохранения и преобразования энергии; схемы устройств накопления энергии. ПКС-3.2 Уметь: рассчитывать ёмкость, составлять схемы применения накопителей энергии; оценивать возможность применения накопителей энергии. ПКС-3.3 Владеть методами оценки свойств и способами подбора накопителей энергии; методами синтеза схем применения накопителей энергии.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 ЗЕТ, 180 часов.

Вид работы	Трудоёмкость, акад. Часов 3 семестр	Трудоёмкость, акад. Часов 4 семестр	Трудоёмкость, акад. Часов Итого
Общая трудоёмкость	72	108	180
Контактная работа:	10	11	21
Лекции (Лек)	6	4	10
Практические занятия (ПР)	4	4	8
Лабораторные работы (Лаб)			
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (<i>Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами</i>)			

Вид работы	Трудоёмкость, акад. Часов 3 семестр	Трудоёмкость, акад. Часов 4 семестр	Трудоёмкость, акад. Часов Итого
Конт ПА		3	3
Промежуточная аттестация: зачёт, экзамен		6	6
Самостоятельная работа:	62	91	153
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР)			
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ)			
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ)			
- написание реферата (Р)			
- написание эссе (Э)			
- самостоятельное изучение разделов	40	60	100
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий)	10	10	20
- подготовка к лабораторным занятиям			30
- подготовка к практическим занятиям	12	10	22
- подготовка к коллоквиумам			
- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)		11	11

4.2. Распределение видов работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины

Заочная форма обучения

№	Раздел дисциплины	Семе стр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточно й аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Конт роль	
1	Энергия. Основные виды	3	1	0	1	1	20	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Механические накопители энергии	3	1		1	1	20	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Индукционные накопители энергии	3	2		1	0	20	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Ёмкостные накопители энергии	3	2		2	1	22	0	0	Опрос, дискуссия, тест

5	Накопители тепловой энергии	3	1		1	0	23	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Химические аккумуляторы	3	1		1	1	24	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Применение накопителей энергии в системах электроснабжения	4	2		1	0	24	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	4	0	0	0	0	0	3	6	Экзамен
	Итого	180	10	0	8	0	153	3	6	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Энергия. Основные виды

Основные понятия и определения. Распределенная генерация. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), ветроэнергетические установки (ВЭУ), высокоэффективные энергетические технологии (ГТУ и ПГУ), функциональное назначение, накопители энергии (НЭ)

Тема 2. Механические накопители энергии

Виды накопители энергией. Виды накопители энергией. Функциональные схемы. Особенности, достоинства и недостатки каждого вида накопителей энергии. Устройство, принцип действия.

Тема 3. Индукционные накопители энергии

Применение накопителей энергии и управляемых установок распределенной генерации. Обзор текущего состояния энергетики и основных перспектив развития малой генерации субъектов РФ. Основные направления использования НЭ. Концепция интеллектуальных сетей.

Тема 4. Ёмкостные накопители энергии

Современные системы накопления энергии. Технологии распределённой генерации. Устройство и принцип работы ГТУ и ПГУ. Гибридный накопитель электрической энергии для сетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников электрической энергии. Электрическая энергия. Механические системы. Тепловые системы. Химические системы. Энергетические системы четвёртого поколения.

Тема 5. Накопители тепловой энергии

Технико-экономическое обоснование эффективности хранения энергии. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база ввода объектов малой генерации.

Тема 6. Химические аккумуляторы

Экономическая эффективность технологического направления. Краткая характеристика рассматриваемых предприятий (объектов) электрификации. Производство и реализация энергии.

Тема 7. Применение накопителей энергии в системах электроснабжения

4.4. Темы и планы практических занятий

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоёмкость (час.)
1.	Анализ суточного графика электропотребления	2
2.	Расчёт ёмкости аккумулятора в системе освещения	2
3.	Расчёт ёмкости аккумулятора в системе электроснабжения здания	2
4.	Расчёт ёмкости накопителя энергии для транспортного	2

	устройства	
5.	Расчёт и выбор накопителя энергии для подстанции	
Итого		12

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

Нет

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Не предусмотрено.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

1. Анализ применения накопителей энергии в СТЭ.
2. Подготовка к лекциям.
3. Подготовка к практическим занятиям.
4. Подготовка к экзамену.

6. Образовательные технологии

№ п.п.	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Энергия. Основные виды	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
2	Механические накопители энергии	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
3	Индукционные накопители энергии	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
4	Ёмкостные накопители энергии	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты

5	Накопители тепловой энергии	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
6	Химические аккумуляторы	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
7	Применение накопителей энергии в системах электроснабжения	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развёрнутая беседа с обсуждением доклада. Решение примеров и задач. 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 к экзамену

1. Накопители энергии. Назначение. Основные типы и направления использования
2. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ).
3. Высокоэффективные энергетические технологии (ГТУ и ПГУ).
4. Механическое накопление
5. Гидроэлектричество
6. Гидроаккумулирующая электростанция
7. Технология накопления энергии сжатого воздуха
8. Технология накопления энергии маховиком
9. Накопление гравитационной потенциальной энергии твердых масс
10. Аккумулированная тепловая энергия
11. Скрытое накопление тепловой энергии
12. Аккумуляторная батарея
13. Проточная батарея
14. Суперконденсатор
15. Электрические методы. Конденсатор
16. Накопление возобновляемой энергии
17. Индуктивные накопители энергии (ИНЭ). Особенности. Достоинства и недостатки
18. Гибридный накопитель электрической энергии для сетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников электрической энергии
19. На чем основаны энергетические системы разных поколений
20. Применение накопителей энергии и управляемых установок распределенной генерации
21. Сверхпроводниковые и крио-проводниковые ИН. Достоинства и недостатки. Области применения.
22. Ёмкостные накопители энергии. Функциональная схема. Достоинства и недостатки.

23. Механические накопители энергии (МНЭ). Разновидности МНЭ. Удельные показатели.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учётом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

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.

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 контрольной работы	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	18	36
Составление таблиц расчётных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачёт	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

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».

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

9.1. Основная литература

Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20009-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557451>.

Накопители электроэнергии в электроэнергетике : учебное пособие / составители А. В. Гофман, А. С. Ведерников, Д. М. Баннов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111386.html>

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>.

9.2. Дополнительная литература

Гулия, Н. В. Удивительная механика / Н. В. Гулия. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 188 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-09641-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563866>.

Кукис, В. С. Тепловые накопители энергии в силовых установках и теплогенерирующих установках транспортной энергетики : монография / В. С. Кукис, А. Г. Савиновских, Д. А. Новикова. — Челябинск : Южно-Уральский институт управления и экономики, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-6040592-0-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81301.html>

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.

2. Силовая электроника. 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*
- *РЕД ОС*
- *Астра Линукс*
- *ОС РОСА ХРОМ*

Офисные пакеты

- *МойОфис*
- *P7-Офис*
- **Антивирусное ПО**
- *Kaspersky Lab*
- *Dr.Web*
- **Видеоконференции и коллаборация**
- *Сферум*
- *Яндекс.Телемост*
- *TrueConf*
- *МТС Линк*
- **СУБД (Системы управления базами данных)**
- *Postgres Pro*
- *Ред База Данных*
- *YDB (ранее Yandex Database)*
- **Облачное хранилище**
- *Яндекс.Диск*
- *Облако Mail.ru*
- *МойОфис Хранилище*
- **Система управления обучением**
- *Платформа Teachbase*
- *iSpring Learn*
- *GetCourse*
- *Stepik*
- **Системы управления проектами и совместной работы**
- *Яндекс.Трекер*
- *Сфера*
- *Трекер P7-Офис*
- *TeamStorm*
- **Формы и опросы**
- *Яндекс.Формы*
- *Сервисы от 1С: Управление*
- *Testograf*
- *Univer Online. Анкетирование*
- **Программы для работы с PDF-документами**
- *PDF Commander*
- *МойОфис Стандартный. Документы*
- *Master PDF*
- *Content AI (ABBYY)*
- **Почтовые клиенты**
- *КриптоАРМ ГОСТ 3*
- *P7-Офис. Органайзер*
- *RuPost Desktop:*
- **Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»**
- **«Антиплагиат.ВУЗ»**

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

- 1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://cdo.sakhgu.ru/>
- 2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета. <http://www.sakhgu.ru/>

- 3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/down/>
- 4) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>
- 5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- 6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- 7) Единое окно доступа к информационным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource/771/40771>
- 8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- 9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- 10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- 11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- 12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции»
- 13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека»
- 14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru> ; ООО «НексМедиа»
- 15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бессрочный контент
- 16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» ; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» Бесплатный контент.
- 17) 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.

Накопители электрической энергии	Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 101, 112, 113, каб. 210, 128	Учебные аудитории с проекционным оборудованием, имеющим мультимедиа и выход в сеть Интернет.
----------------------------------	---	--

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 перечёркивается, 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