

Технический институт (филли

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Нерюнгри 2020

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.04.02 Накопители энергии в распределенной генерации
Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины: актуальность развития малой генерации в России как дополнение к существующей централизованной энергетике. Целесообразность эксплуатации объектов с учетом климатических особенностей страны. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии; энергосбережение и экология; нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Рассмотреть эффективность управления ЭЭС и роль сетевых накопителей энергии (СНЭ)

Краткое содержание дисциплины: понятие «распределенная генерация», предпосылки и тенденции развития распределённой генерации в мире и в России, область применения, технологии распределённой генерации, преимущества и недостатки объектов малой генерации, виды накопителей и способы "упаковки" электроэнергии, электрохимические аккумуляторы, сетевые накопители энергии (СНЭ), накопители электроэнергии посредством создания стандартизированной связи «сеть – генерация», аккумуляторные батареи большой энергоёмкости (АББЭ), Li-ion накопители.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3.1 Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения; ПК-4.1 Проводит испытания вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; ПК-4.2 Участвует в пуско-наладочных работах	знать: передовые методы управления производством, передачи и потребления энергии и применяемое энергосберегающее оборудование; методы проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов; типовые энергосберегающие мероприятия в энергетических и технологических установках, тепловых и электрических сетях, зданиях и сооружениях; уметь: оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий; владеть: навыками составления и анализа энергетических балансов аппаратов, технологических установок, зданий и сооружений, промышленных предприятий и коммунальных потребителей, основами расчёта технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.ДВ.04.02	Накопители энергии в распределенной генерации	10	Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты Б1.В.06.04 Электроснабжение потребителей и режимы	Б2.В.04(Пд) Производственная преддипломная практика

1.4. Язык преподавания: русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. 3-БП-ЭО-20(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.ДВ.04.02 Накопители энергии в распределенной генерации	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	10	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	10 сем.	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	15	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	4	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	6	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)		-
- лабораторные работы	6	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	5	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	89	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	-	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Все го часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Введение. Основные понятия и определения.		1	-		-		-	-	-	-	
Виды накопители энергией	19					1				1	16 (ЛР)
Применение накопителей энергии и управляемых установок распределенной генерации	19	1	-		-	1	-	-	-	1	16 (ЛР)
Современные системы накопления энергии	45	1				2	-	-	-	1	16 (ЛР) 25(РГР)
Технико-экономическое обоснование эффективности хранения энергии	21	1				2	-	-	-	2	16 (ЛР)
Зачет	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего часов	108	4	-		-	6	-	-	-	5	89

Примечание: Пр-подготовка к практическим занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Введение. 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. Виды накопители энергией.

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

Тема 3. 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. 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 четвертого поколения.

Тема 5. Технико-экономическое обоснование эффективности хранения энергии.

Нормативно-правовая и нормативно-техническая база ввода объектов малой генерации. Экономическая эффективность технологического направления. Краткая характеристика рассматриваемых предприятий (объектов) электрификации. Производство и реализация энергии. Детальная проработка технических решений и обоснование возможности возврата инвестиций.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине.

Содержание СРС.

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Виды накопители энергией	Выполнение ЛР	16	Анализ теоретического материала (внеауд.СРС), выполнение лабораторных работ
2	Применение накопителей энергии и управляемых установок распределенной генерации	Выполнение ЛР	16	Анализ теоретического материала, выполнение лабораторных работ, выполнение РГР (внеауд.СРС)
3	Современные системы накопления энергии	Выполнение ЛР Выполнение РГР	16 25	Анализ теоретического материала, выполнение лабораторных работ (внеауд.СРС)
4	Технико-экономическое обоснование эффективности хранения энергии	Выполнение ЛР	16	Анализ теоретического материала, выполнение лабораторных работ (внеауд.СРС)
	Всего часов		89	

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

Лабораторные занятия или коллоквиумы:

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Практические занятия или коллоквиумы:	Трудо емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Виды накопители энергией	Разработка имитационной модели электротехнической системы распределенной генерацией с НЭ.	16	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Применение накопителей энергии и управляемых установок распределенной генерации	Исследование места распределенной генерацией с НЭ в электроэнергетике.	16	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Современные системы накопления энергии	Исследование работы энергетических систем четвертого поколения в сетях распределенной генерации с НЭ.	16	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Технико-экономическое обоснование эффективности хранения энергии	Рассмотрение целесообразности применения разработанных объектов НЭ в распределенной генерации	16	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		64	

Расчетно-графическая работа.**«Расчет параметров накопителей энергии для автономных энергокомплексов».****Общие положения и требования по выполнению РГР**

Выполнение расчетно-графических работ предусмотрено учебным планом подготовки и имеет следующие цели:

а) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на предусмотренных учебным планом видах занятий;

б) формирование умений самостоятельно решать задачи по расчету показателей объекта изучения дисциплины с обоснованием применяемых при этом теоретических положений и анализом полученных результатов;

в) формирование инженерного мышления, необходимого для исследования существующих и перспективных систем электроэнергетики и электротехники.

Общая характеристика задания на РГР

Задание на расчетно-графическую работу имеет практический характер и предусматривает расчеты показателей объекта изучения дисциплины с использованием различных способов и методов по индивидуальным исходным данным.

Каждый студент выполняет свой индивидуальный вариант задания в зависимости от выбранного объекта территории исследования. Выполняет работу по предложенным алгоритмам и методикам, допускается творческий подход и изменение предложенных схем решения поставленного вопроса.

Выполненная и оформленная в соответствии с требованиями работа представляется студентом на проверку преподавателю в срок, не позднее установленного в графике контрольных точек СРС. По результатам проверки преподавателем назначается допуск к защите работы, с целью выявления степени самостоятельности выполнения задания, уровня освоенности материала, уровня сформированности компетенций или выдачи рекомендаций для устранения имеющихся в работе недостатков. В случае не допуска, выполненная на оценку «неудовлетворительно» РГР возвращается для доработки и исправления ошибок студенту.

При обнаружении факта дублирования чье-то работы преподаватель имеет право изменить вариант работы и потребовать от студента его выполнения в полном объеме.

Основополагающим в оценивании выполненной РГР является уровень ее защиты.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

30 (в 8 семестре) баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 27 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 24 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 21 баллов – за работу с 3 ошибками. 20 баллов – за работу с 4 ошибками. Работа, выполненная более чем с 4 ошибками, не оценивается.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Шарипова А.Р. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Энергосбережение». Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2010		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			

1	Лабораторные занятия	64	40	50	знание теории; выполнение практической работы
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	25	20	30	в письменном виде, индивидуальные задания
4	Зачет	4		20	
	Итого:	89(4)	60	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-3.1 Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения; ПК-4.1 Проводит испытания вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; ПК-4.2 Участвует в пуско-наладочных работах	знать: физические основы формирования режимов электропотребления, методы и практические приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом, методы выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств; уметь: рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения; уметь: составлять расчетные схемы замещения для расчета интегральных характеристик режимов, показателей качества электроэнергии, надежности; получить: навыки практического выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем электроснабжения объектов различного	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.	Отлично (зачтено)
		Базовый	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические	Хорошо (зачтено)

	назначения.		ошибки.	
		Мини-мальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.	Удовлетворительно (зачтено)
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	Неудовлетворительно (незачтено)

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы).

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. Акумуляторная 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 криопроводниковые ИН. Достоинства и недостатки. Области применения.
22. Емкостные накопители энергии. Функциональная схема. Достоинства и недостатки.
23. Механические накопители энергии (МНЭ). Разновидности МНЭ. Удельные показатели.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-4.2
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Летняя зачетная неделя
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Зачет принимается в устной форме, с учетом набранных баллов в течении семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 60 баллов, чтобы получить зачет.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ
Основная литература			
1	Астахов Ю. Н. и др. Накопители энергии в электрических системах: Учеб, пособие для электроэнергетических спец. вузов/ Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян.— Москва: Высш. шк., 1989.		30
Дополнительная литература			
1	Ганжа, В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов [Электронный ресурс]: теория и практика энергосбережения / В.Л.Ганжа ; ред. А.А. Барановой. -Минск: Белорусская наука, 2007. -452 с.		5
2	Белей, В.Ф. Экологические аспекты энергетики: монография / В. Ф. Белей, В. А. Шкицкий ; КГТУ. - Калининград: КГТУ, 2004. -82 с.		6
3	Гулиа Н.В. Накопители энергии Москва. - Наука. - 1980. – 150 с.		5
4	Проскурякова Л. Н. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития / Л. Н. Проскурякова, Г. В. Ермоленко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики» – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 96 с.		5
5	Теплотехника: Учеб для вузов/В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред. В.Н.Луканина.-2-е изд., перераб.-М.: Высш. шк., 2006.-671 с.		5
6	Соломонов М. П. Эффективность биогазовых установок в условиях Республики Саха (Якутия) / М. П. Соломонов // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 32. – С. 48-53.		5
7	Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. – 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 540 с. : ил.		5

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
(далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

- 1) Задачи по электроснабжению <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/2016/sistemy-elektrosnabzheniya/>
- 2) Справочная интерактивная система по проектированию электроснабжения <https://project-energy-ken.ru/literatura/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лекционные занятия	ауд №А503	Доска (1 шт.), комплект мебели (25 шт.), стол 1-тумбовый (1 шт.), стул (1 шт.), проектор (1 шт.), компьютер в комплекте Пентиум 4 (монитор 19") (1 шт.), экран (1 шт.).
2.	Подготовка к СРС	Кабинет для СРС № 511	Компьютер, доступ к интернет

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине⁴

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

- Windows 7, пакет MS Office 2013, MS Visio 2013, ZOOM, Matlab.

10.3. Перечень информационных справочных систем

Не используются.

⁴В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.04.02 Накопители энергии в распределенной генерации

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.