

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Факультет Электроэнергетический
Кафедра «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии»



16 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОУСТАНОВОК»
основной профессиональной образовательной программы –
образовательной программы высшего образования

Уровень профессионального образования
высшее образование – магистратура

Направление подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы
*Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации
энергетического оборудования*

Форма обучения

очная
очно - заочная

Год приема
2024

Санкт-Петербург
2024

Декан факультета

 Г.В. Медведев

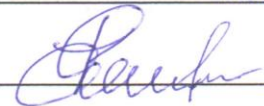
Заведующий выпускающей
кафедрой

 М.М. Беззубцева

Руководитель образовательной
программы

 В.С. Волков

Разработчик

 Е.В. Кравцова

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой

 Н.А. Борош

СОДЕРЖАНИЕ

1 Результаты обучения по дисциплине (модулю).....	4
2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	6
3 Структура и содержание дисциплины (модуля).....	6
4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	20
4.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства	20
4.2 Учебное обеспечение дисциплины (модуля)	20
4.3 Методическое обеспечение дисциплины (модуля)	21
4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	22
5 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	23
6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1 Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Результаты обучения по дисциплине «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения
1	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	ИУК-1.4 Выстраивает сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения.	З-ИУК-1.4 знать: Методы осуществления критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
			У-ИУК-1.4 уметь: Осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
			В-ИУК-1.4 владеть: Способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
2	ОПК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	ИОПК-2.2 Оценивает и представляет результаты выполненной научно- исследовательской работы.	З-ИУК-2.2 знать: Способы оценки и представления результатов выполненной научно- исследовательской работы.
			У-ИУК-2.2 уметь: Оценивать и представлять результаты выполненной научно- исследовательской работы.
			В-ИУК-2.2 владеть: Способностью оценивать и представлять результаты выполненной научно- исследовательской работы.

3	ПК-1. Способен выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработку методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов; подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	ИПК-1.1. Выполняет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирает методики и средства решения задачи, разрабатывает методики и организует проведение экспериментов и испытаний, анализирует их результаты	З-ИПК-1.1 знать: методы обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбора методик и средств решения задачи; разработки методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов; подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере. У-ИПК-1.1 уметь: выполнять сбор, обработку, анализ и Систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработку методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов; подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере. В-ИПК-1.1 владеть: способностью выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработку методики и организации проведения экспериментов и испытаний,
---	---	---	--

			анализ их результатов; подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.
	ПК-2 Способен организовывать мероприятия по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.	ИПК-1.2. Подготавливает научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований; разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	З-ИПК-1.2 знать: способы выполнения сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбора методик и средств решения задач; разработки методик и организации проведения У-ИПК-1.2 уметь: выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработку методики и организации проведения В-ИПК-1.2 владеть: способностью выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработку методики и организации проведения

Знать: Уметь: Владеть:

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Оптимизация режимов технологических энергосистем» образовательной программы.

3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) «» составляет 4 зачетных единиц 144 часов (таблица 2).

Содержание дисциплины (модуля) «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» представлено в таблицах 3 – 6.

Таблица 2. Структура дисциплины (модуля)
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам	
		№ 3	№
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144	
1. Контактная работа:	48	48	
Аудиторная работа	48	48	
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	16	16	
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	32	32	
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>			
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>			
<i>консультации перед экзаменом</i>			
2. Самостоятельная работа (СРС)	96	96	
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>			
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>			
<i>контрольная работа</i>			
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>			
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>			
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>			
Вид промежуточного контроля:	Экзамен/зачёт с оценкой/ зачёт/ защита КР/КП		
Промежуточный контроль		Зачёт с оценкой	

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
ОЧНО - ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам	
		№ 4	№
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144	
1. Контактная работа:	58,2	58,2	
Аудиторная работа	58	58	
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	20	20	
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	38	38	
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>			
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>			
<i>консультации перед экзаменом</i>			
2. Самостоятельная работа (СРС)	85,8	85,8	
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>			
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>			
<i>контрольная работа</i>	0,2	0,2	
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>			
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>			
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>			
Вид промежуточного контроля:	Экзамен/зачёт с оценкой/ зачёт/ защита КР/КП		
Промежуточный контроль		Зачёт с оценкой	

Таблица 3. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Название раздела дисциплины (модуля)	Форма образовательной деятельности	Количество часов	
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1	2	3	4	5
1	Основные принципы оптимизации режимов работы.	занятия лекционного типа	всего	3
			в том числе в форме практической подготовки	3
		занятия семинарского типа	всего	6
			в том числе в форме практической подготовки	6
		самостоятельная работа обучающихся		14
2	Совершенствование схем и технологии пуска и основного оборудования.	занятия лекционного типа	всего	3
			в том числе в форме практической подготовки	3
		занятия семинарского типа	всего	6
			в том числе в форме практической подготовки	6
		самостоятельная работа обучающихся		14
3	Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.	занятия лекционного типа	всего	3
			в том числе в форме практической подготовки	3
		занятия семинарского типа	всего	6
			в том числе в форме практической подготовки	6
		самостоятельная работа обучающихся		14
4	Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования.	занятия лекционного типа	всего	3
			в том числе в форме практической подготовки	3
			всего	6

		занятия семинарского типа	в том числе в форме практической подготовки	5	6
		самостоятельная работа обучающихся		16	14
5	Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ. Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.	занятия лекционного типа	всего	3	4
			в том числе в форме практической подготовки	3	4
		занятия семинарского типа	всего	6	7
			в том числе в форме практической подготовки	6	7
		самостоятельная работа обучающихся		16	15
6	Аккумуляирование энергии. Методы, способы эффективность и применимость, методы оценки. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.	занятия лекционного типа	всего	3	4
			в том числе в форме практической подготовки	3	4
		занятия семинарского типа	всего	6	7
			в том числе в форме практической подготовки	6	7
		самостоятельная работа обучающихся		16	15
Итого				144	144

Таблица 4. Содержание занятий лекционного типа

№ п/п	Название раздела дисциплины (модуля)	Содержание занятий лекционного типа	Код результата обучения	Количество часов	
				очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
1	Основные принципы оптимизации режимов работы.	Общая характеристика условий и основные принципы оптимизации режимов работ энергетического оборудования.	3-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; 3-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; 3-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; 3-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	2	3

2	Совершенствование схем и технологии пуска и основного оборудования.	Пуски барабанных котлов на общестанционную магистраль. Пусковые растопочные схемы. Основные этапы пуска котлов. Пуски паровых турбин на ТЭС с поперечными связями. пусковые схемы. Этапы пуска турбоагрегата. расходы и потери теплоты и топлива при пусках. Нормы затрат топлив. Пуски энергоблоков. Пусковые схемы блоков с барабанными котлами. Пусковые схемы энергоблоков с прямоточными котлами. Температурные напряжения в металле элементов энергоблока в пусковых режимах и связанные с ними ограничения. Допустимые скорости прогрева и расхолаживания оборудования. Унифицированная технология пуска блоков сверхкритических параметров. Малоцикловая надежность, способы определения допустимых циклов для различных способов резервирования. Преимущества блочных пусков на скользящих параметрах пара. Основные факторы, ограничивающие скорость пуска энергоблоков (температурные напряжения, относительное удлинение ротора, рост температуры в последних ступенях на холостом ходу, эрозионный износ последних ступеней). Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Остановы блоков. Плановые и аварийные. Классификация остановов. Совершенствование технологии останова блока в резерв. Тепловая консервация энергоблоков. Останов энергоблоков в плановый ремонт. Расхолаживание оборудования.	3-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; 3-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; 3-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; 3-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	2	3
3	Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.	Перегрузочные возможности основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий (форсирование котла, отключение ПВД). Расчет затрат топлива в режимах получения пиковой мощности. Оценка экономической эффективности режимов. Надежность работы оборудования ТЭС в режимах с повышенной нагрузкой.	3-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; 3-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; 3-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; 3-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	3	3
4		Регулировочный диапазон оборудования,	3-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4;	3	3

	Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования.	технический минимум, маневренные характеристики. Ограничения по условиям надежности, устанавливаемые на диапазон изменения нагрузки энергоблока, устойчивого сжигания топлива, шлакоудаления. Минимально и максимально допустимые нагрузки. Сброс нагрузки до уровня собственных нужд и холостого хода. Подхват нагрузки Маневренность оборудования ТЭС. Методы повышения маневренности и регулировочного диапазона. Конструктивные и режимные мероприятия. Их сравнительная эффективность.	В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2		
5	Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ. Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.	Способы прохождения провалов нагрузки. Разгрузка энергоблоков. Пуско-остановочные режимы. Малопаровые режимы. Моторный режим и режим горячего вращающегося резерва. Преимущества и недостатки. Расчет затрат топлива при различных способах прохождения провалов нагрузки. Оптимизация работы энергоблоков малорасходных режимах. Перегрузочные возможности основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий (форсирование котла, отключение ПВД). Расчет затрат топлива в режимах получения пиковой мощности. Оценка экономической эффективности режимов. Участие теплофикационных агрегатов различного типа в регулировании графиков тепловой и электрической нагрузок. Способы снижения электрической нагрузки при постоянной тепловой нагрузке, их сравнительная эффективность. Вопросы эксплуатации ЦНД теплофикационных турбин при работе их с полностью закрытой диафрагмой. Ограничения по температуре металла лопаток ЦНД, давления в конденсаторе, давления и расхода в теплофикационных отборах. Методы расчета эффективности выбора способа прохождения провала нагрузки Методы оптимального распределения нагрузки между параллельно работающими агрегатами в пределах станции (ТЭС,	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	3	4

		АЭС) при однотипном и разнотипном оборудовании. Методы распределения нагрузки по равенству относительных приростов, метод «клапанов», динамическое программирование, аналитические методы. Области применимости каждого из указанных методов. Выбор и оптимизация состава генерирующего оборудования при прохождении провалов нагрузки при однотипном и разнотипном составе оборудования. Учет факторов надежности при выборе состава генерирующего оборудования. Методы совместной оптимизации по выбору состава оборудования и распределение нагрузки при прохождении провалов нагрузки. Особенности внутростанционной оптимизации режимов работы оборудования ТЭЦ.			
6	Аккумуляирование энергии. Методы, способы эффективность и применимость, методы оценки. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.	Выравнивание графиков нагрузки энергосистем и электростанций за счет использования аккумуляторов. Типы аккумуляторов. Их применимость и эффективность. Перспективы использования аккумуляторов различных типов. Аккумуляторы тепла и ГАЭС. Особенности расчета затрат топлива при использовании аккумуляторов тепла. Выбор емкости аккумуляторов тепла и ГАЭС в энергосистеме. Аккумуляирование энергии в тепловых сетях. Способы использования аккумуляторов сетевой воды. Оптимизация периодов зарядки и разрядки с учетом электрического графика нагрузки и изменении спроса на тепловую и электрическую энергию в течение суток. Методы расчета оценки экономической эффективности. Основные принципы разработки концепции развития станций и энергосистем с учетом фактора спроса на тепловую и электрическую энергию, наличия площадки для строительства, связей с энергосистемой, наличия топлива, коммуникаций и инфраструктуры. Влияние доли базовой и переменной части нагрузки на выбор типа и единичной мощности агрегата и станции в целом. Методы учета влияния режимов работы оборудования на выбор оптимального варианта.	3-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; 3-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; 3-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; 3-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	3	4

		Анализ морального и физического старения оборудования. Методика выбора оптимального варианта.			
Итого				16	20

Таблица 5. Содержание и формы занятий семинарского типа

№ п/ п	Название раздела дисциплины (модуля)	Формы и содержание занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	Код результата обучения	Количество часов, в том числе в форме практической подготовки	
				очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
1	Основные принципы оптимизации режимов работы.	Практическое занятие. Уровни и этапы оптимизации.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	5	6
2	Совершенствование схем и технологии пуска и основного оборудования.	Практическое занятие. Расхолаживание под нагрузкой, расхолаживание сторонним паром.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	5	6
3	Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.	Практическое занятие. Способы получения дополнительной электрической нагрузки на теплофикационных агрегатах, области их применения, сравнительная эффективность.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	5	6
4	Способы расширения регулируемого диапазона основного оборудования.	Практическое занятие. Температурные напряжения в металле в переходных режимах работы оборудования.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	5	6
5	Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и	Практическое занятие. Совместное распределение тепловой и электрической нагрузки между турбо- и котлоагрегатами ТЭЦ при однотипном и разнотипном оборудовании.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1;	6	

	агрегатами ТЭЦ. Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.		В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2		7
6	Аккумуляция энергии. Методы, способы эффективности и применимость, методы оценки. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.	Практическое занятие. Принципы выбора и ранжирования вариантов нового строительства или вариантов продления оборудования.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	6	7
Итого				32	38

Таблица 6. Содержание и формы самостоятельной работы обучающихся

№ п/ п	Название раздела дисциплины (модуля)	Формы и содержание самостоятельной работы обучающихся	Код результата обучения	Количество часов	
				очная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
1	Основные принципы оптимизации режимов работы.	Основные цели и задачи оптимизации в течение жизненного цикла станции.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	16	14
2	Совершенствование схем и технологии пуска и основного оборудования.	Расхолаживание воздухом. Схемы расхолаживания и их эффективность.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	16	14
3	Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.	Надежность работы оборудования ТЭЦ в режимах с повышенной нагрузкой.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	16	14
4	Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования.	Ползучесть. Малоцикловая усталость. Ресурс металла.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	16	14
5	Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ.	Учет экологических и надежности факторов при проведении оптимизационных расчетов.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2;	16	

	Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.		У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2		15
6	Аккумуляция энергии. Методы, способы эффективности и применимость, методы оценки. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.	Анализ морального и физического старения оборудования. Методика выбора оптимального варианта.	З-ИУК-1.4; У-ИУК-1.4; В-ИУК-1.4; З-ИУК-2.2; У-ИУК-2.2; В-ИУК-2.2; З-ИПК-1.1; У-ИПК-1.1; В-ИПК-1.1; З-ИПК-1.2; У-ИПК-1.2; В-ИПК-1.2	16	14,8
Итого				96	85,8

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, дисциплины (модуля) «Оптимизация режимов работы энергоустановок» представлен в таблице 7.

Таблица 7. Программное обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Программное обеспечение	Страна производства	Реквизиты документа
Лицензионное программное обеспечение			
1	Антиплагиат.ВУЗ	Россия	открытое лицензионное соглашение GNU
2	Система Консультант Плюс	Россия	открытое лицензионное соглашение GNU
3	Microsoft (Windows XP, Windows Server 2003, Windows XP Professional x64 Edition, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows Server 2012, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2013, Microsoft Office 365).	США	Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021
Свободно распространяемое программное обеспечение			
4	Adobe Acrobat Reader DC	США	открытое лицензионное соглашение GNU
5	7-Zip	Россия	открытое лицензионное соглашение GNU
6	Autodesk	США	открытое лицензионное соглашение GNU

4.2 Учебное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебное обеспечение дисциплины (модуля) «Оптимизация режимов работы энергоустановок» представлено в таблице 8.

Таблица 8. Обеспеченность дисциплины (модуля) учебными изданиями

№ п/п	Учебное издание	Вид учебного издания	Количество экземпляров (указывается только для печатных изданий)
1	Беззубцева, М.М. Научное обоснование энергоэффективности технологических процессов. Вероятностное моделирование энерготехнологических поточных линий для АПК: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль «Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем» : [16+] / М.М. Беззубцева, В.С. Волков ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2018. – 158 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=596607 – Библиогр. : с. 110 - 113. – Текст : электронный.	электронное	
2	Беззубцева, М.М. Научное обоснование энергоэффективности технологических процессов : учебное пособие : [16+] / М.М. Беззубцева, В.С. Волков ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2016. – 267 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=596605 – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.	электронное	

4.3 Методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Методическое обеспечение дисциплины (модуля) «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» представлено в таблице 9.

Таблица 9. Обеспеченность дисциплины (модуля) методическими изданиями

№ п/п	Методическое издание	Вид методического издания	Количество экземпляров (указывается только для
-------	----------------------	---------------------------	--

			печатных изданий)
1	Беззубцева М.М., Волков В.С., Криштопа Н.Ю. Самостоятельная работа студентов: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль «Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем». — СПб.: СПбГАУ, 2019. — 224 с.	электронное	

4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем дисциплины (модуля) «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» представлен в таблице 10.

Таблица 10. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№ п/п	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	Режим доступа
1	Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. https://e.lanbook.com/	Свободный
2	Академия Google [Электронный ресурс]: поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-о академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку. – Режим доступа: https://scholar.google.ru , свободный.	Свободный
3	Библиографические базы данных ИНИОН по социальным и гуманитарным наукам [Электронный ресурс]: в базы данных включаются аннотированные описания книг и статей из журналов и сборников на 140 языках, поступивших в Фундаментальную библиотеку ИНИОН. – Режим доступа: http://inion.ru/ , свободный.	Свободный
4	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru , свободный.	Свободный
5	Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru	Свободный

5 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «*Оптимизация режимов работы энергоустановок*» представлено в таблице 11.

Таблица 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	2	3
1	1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 1.1 Аудитория: № 1407 Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся. Перечень основного оборудования 1. Посадочные места по количеству обучающихся; 2. Шкаф/стеллаж 1. Перечень технических средств обучения 1. Персональный компьютер В 161 в составе ATX 200 G4620 DDR4/500 Gb/a+МОНИТОР ACER V226HQL диаг. 21.5д. + МЫШЬ+КЛАВ - 1 шт. 2. Интерактивный проектор NEC U321Hi MT - 1 шт. 3. Источник бесперебойного питания Nippon - 1шт. 4. Сетевой фильтр Вуро 1.8 метра - 1 шт. Программное обеспечение 1. Лицензионное программное обеспечение «Антиплагиат. ВУЗ»; 2. Лицензионное программное обеспечение «Система КонсультантПлюс»; 3. Лицензионное программное обеспечение Microsoft (Windows XP, Windows Server 2003, Windows XP Professional x64 Edition, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows Server 2012, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2013, Microsoft Office 365); 4. Свободно распространяемое программное обеспечение Adobe Acrobat Reader DC; 5. Свободно распространяемое программное обеспечение 7-Zip; 6. Лицензионное программное обеспечение «1С: Предприятие»; 7. Свободно распространяемое программное обеспечение Autodesk.	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, строение 2

6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины

Студенты с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскопечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей, и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта, и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;

- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Студенты с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие) :

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскпечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие

осуществлять приём и передачу информации;

- осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования;

- обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);

- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);

- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);

- минимизация внешних шумов;

- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Студенты с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания) :

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию

вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее ознакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говoreния, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы,
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.