Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 15:24:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства
К.И. Лушин
«____» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Установки и системы распределённой энергетики»

Направление подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль
Автоматизированные энергетические установки

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва
2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования установок и систем распределённой энергетики;

– выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования установок и систем распределённой энергетики;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавр по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов проектирования установок и систем распределённой энергетики.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования установок и систем распределённой энергетики;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности установок и систем распределённой энергетики с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие методики проектирования установок и систем распределённой энергетики и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах проектирования установок и систем распределённой энергетики в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем использования и передачи энергии;

– научить анализировать результаты моделирования установок и систем распределённой энергетики, производить поиск оптимизационного решения для энергетических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавратуры

Дисциплина «Установки и системы распределённой энергетики» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы бакалавра.

Дисциплина «Установки и системы распределённой энергетики» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

— Оборудование газораспределительных станций;

— Общие вопросы энергетики;

— Основы разработки производственно-технологической документации и локальных нормативных документов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	**знать:** методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений **уметь:** проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений; **владеть:** методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единиц, т.е. **108** академических часов (из них 28 часов – лекции, 26 часа – семинарские занятия, 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» изучаются на втором курсе в **восьмом** семестре.

Структура и содержание дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Восьмой семестр

Тема 1. **Распределенная энергетика: определения и современное состояние.**

Определение и структура распределенной энергетики. Виды распределенной энергетики и матрица критериев распределенной генерации в России. Управление спросом. Энергоэффективность и энергосбережение. Микрогрид. Распределенные системы хранения электроэнергии (накопители). Роль распределенной энергетики в глобальной трансформации энергосистем. Процесс перехода к «новой энергетике»: Energiewende, Energy Transition, «энергетического перехода». Трансформация энергосистемы: от централизованной модели к децентрализованной. Текущее состояние распределенной энергетики в России. Распределенная генерация. Мощность и количество станций распределенной генерации в России. Типовые кейсы распределенной генерации в России.

Тема 2. **Потребность в генерирующих мощностях в России.**

Сценарии изменения спроса на электро- и тепловую энергию. Интервалы изменения генерирующей мощности централизованной энергетики. Доля ТЭС в энергобалансе. Парковый и дополнительный ресурс паросилового оборудования ТЭС. Потребность в генерирующих мощностях. Избытки генерирующей мощности по частям ЕЭС и потребность в дополнительных мощностях.

Тема 3. **Потенциал распределенной энергетики для покрытия потребности в генерирующих мощностях.**

Основные источники потенциала распределенных энергоресурсов в России. Потенциал распределенной когенерации. Увеличение мощности объектов РКГ для замещения крупных ТЭЦ на рынке тепловой энергии. Прирост потребности в тепловой энергии от централизованных источников. Дополнительно вводимые объекты РКГ вместо существующих котельных. Потенциал микрогенерации на ВИЭ. Потенциал собственной генерации. Потенциал управления спросом тепловой и электрической энергии. Потенциал энергосбережения. Сценарий развития распределенной энергетики при условии частичного использования ее потенциала.

Тема 4. **Изменения в архитектуре и нормативном регулировании российской энергетики, необходимые для использования потенциала распределенной энергетики.**

Архитектура энергосистемы – текущий статус. Генерация, транспорт и распределение тепловой и электрической энергии. Оперативное управление режимом передачи энергии. Технологическая архитектура современной энергетики. Экономическая основа российской энергетики. Статус распределенной энергетики в архитектуре и нормативном регулировании. Архитектура энергосистемы – необходимые изменения. Архитектура российской энергетики - целевое видение. Кластеры новой энергетики, сочетающие распределенные энергоресурсы и интегрированные в общее

информационное пространство. Необходимые изменения нормативно-правовой базы.

Тема 5. **Энергетические комплексы малой распределенной энергетики**.

Место энергетического комплекса малой распределенной энергетики в структуре Единой энергетической системы России. Состав оборудования энергетического комплекса. Установки на традиционном топливе: дизель-генераторы (ДГУ), газопоршневые (ГПУ), газотурбинные установки (ГТУ). Гибридные энергетические установки на ВИЭ. Применение установок на базе ДВС в качестве основных генераторов электроэнергии. Эффективность работы установок на базе ДВС. Эффективность работы установок на ВИЭ (фотоэлектрических и ветроэнергетических). Аккумуляторы тепловой и электрической энергии. Работа комплексов малой энергетики: автономная и в составе распределительных сетей. Водогрейные котлы на углеводородном топливе: угле, газе или дизельном топливе в составе энергетического комплекса.

Тема 6. **Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики.**

Расчет величины суммарных затрат на энергоснабжение за расчетный период. Методика оптимизации энергетических комплексов. Расчет оптимальной режимной карты для заданной конфигурации оборудования. Сравнительные расчеты различных схемных решений с целью выбора наилучшего варианта из нескольких предложенных проектов. Нахождение оптимального решения при частичном изменении конфигурации энергетического комплекса (замена или добавление оборудования). Проектный расчет оптимальной схемы и режимных карт оборудования энергетического комплекса.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам современного проектирования и 3D-моделирования тепломассообменных аппаратов, а также эффективных методов эксплуатации оборудования и объектов энергетических промышленных систем.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «**Установки и системы распределённой энергетики**».

Проведение занятий предусматривается также на сайте http://online.mospolytech.ru на основе разработанных кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем темам дисциплины:

Дисциплина	Ссылка
Установки и системы распределённой энергетики	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7785

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В восьмом семестре:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики» (индивидуально для каждого обучающегося);
- выполнение тестового задания (по вариантам)».

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по расчетной работе.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложениях.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-3 - Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции**
знать: методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений
уметь: проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от

		режимов от заданных значений;	причин отклонения фактических режимов от заданных значений;	заданных значений;
владеть: методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся владеет методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся частично владеет методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Использование вторичных энергоресурсов в промышленности» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Общая энергетика: учебное пособие / Пискунов В.М., Шелудько О.В. - Москва: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 134 с.: - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/561337
2. Сибикин Ю.Д. Технология энергосбережения : учебник / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59512a06453748.90320744. - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/1045618
3. Онищенко Г.Б. Развитие энергетики России. Направления

инновационнотехнологического развития [Электронный ресурс] / Г. Б. Онищенко, Г. Б. Лазарев. - Москва: Россельхозакадемия, 2008. - 200 с. - ISBN 978-5-85941-174-0 - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/457679
4. Топливно-энергетический комплекс Российской Федерации: учебное пособие / Н.М. Кузьмина. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 172 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-102913-8 (online) - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/504886
5. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - Москва: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-905554-80-3 - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/486472
6. Авдюнин, Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник / Е.Г. Авдюнин. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0296-5. - Режим доступа: https://new.znanium.com/catalog/product/1053396

Дополнительная литература

1. Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики: тенденции и перспективы: сборник научных трудов / под общ. ред. Б.Н. Порфирьева. - Москва: Научный консультант, 2016. - 212 с. - ISBN 978-5-9908932-3-8. - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/1023661
2. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем / Филиппова Т.А. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 294 с.: ISBN 978-5-7782-2517-6 - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/556662
3. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учеб. пособие / В.И. Ляшков. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 218 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/22122. - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/942815
4. Отопление и тепловые сети: учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. — Изд. испр. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 480 с. — (Среднее профессиональное образование). - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/1055566

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, самостоятельной работы. АВ2402, АВ2403, АВ2414. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

АВ2404. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса. Проектор, интерактивная доска, ПК.

АВ2406. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Маркерная доска. Ноутбук.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Лабораторная установка («Valtec») «Модель системы отопления и теплоснабжения индивидуального жилого дома».

Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.

АВ2415. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные энергетические установки». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных правил расчета, проектирования и эксплуатации тепломассообменных аппаратов в теплоэнергетике, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным жизненным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

− рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

− методические указания и пособия;

− контрольные задания для закрепления теоретического материала;

− электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.

2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование) бакалавров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавров включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Бакалавры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные энергетические установки»

Авторы:

Ст. преподаватель
кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Е.А. Чугаев

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП И.Л. Савельев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Установки и системы распределённой энергетики» по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (бакалавр)

	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
	Восьмой семестр														
Тема 1	**Лекция. Распределенная энергетика: определения и современное состояние**	8	1	3			10								
	Семинарское занятие				4										
Тема 2	**Лекция. Потребность в генерирующих мощностях в России**	8	2	4			10								
	Семинарское занятие				5							+			
Тема 3	**Лекция. Потенциал распределенной энергетики для покрытия потребности в генерирующих мощностях**	8	3	4			8								
	Семинарское занятие				4								+		
Тема 4	**Лекция. Изменения в архитектуре и нормативном регулировании российской энергетики, необходимые для использования потенциала распределенной энергетики**	8	4	4			8								
	Семинарское занятие				4							+			
Тема 5	**Лекция. Энергетические комплексы малой распределенной энергетики**	8	5	6			10								
	Семинарское занятие				4										
Тема 6	**Лекция. Оптимизация энергетических комплексов малой распределенной энергетики**	8	6	6			8								
	Семинарское занятие				4								+		
	Итоговое тестирование				2										
	Форма аттестации														З
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре	**108**		**27**	**27**	**0**	**54**								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
ОП (профиль): «Автоматизированные энергетические установки»
Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Установки и системы распределённой энергетики»

Москва
2022

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Установки и системы распределённой энергетики					
ФГОС ВО 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	Знать: методы проведения анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию, тестирование	**Базовый уровень:** способен проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений **Повышенный уровень:** способен проводить анализ режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

Приложение 3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Перечень практических работ по дисциплине

1. Расчет водяного теплового аккумулятора систем отопления.
2. Расчет расчета запаса энергии теплового аккумулятора**.**
3. Расчет мощности нагревателей и расхода энергии.
4. Расчет необходимого объема теплового аккумулятора.
5. Расчет величины суммарных затрат на энергоснабжение за расчетный период.
6. Расчет оптимальной режимной карты для заданной конфигурации оборудования.

Приложение 4

Примеры задач для семинарских занятий

Пример 1. Расчет теплового аккумулятора для жилого здания с радиаторной системой отопления.

Решение:

Формула расчета тепловой нагрузки:

$$Q = m \cdot c(T_2 - T_1),$$

где:

Q — накопленная теплота, кДж;

m — масса воды в баке, л;

c — удельная теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·К), для воды равная 4200;

T_2 и T_1 — начальная и конечная температуры теплоносителя (70 и 90 ^{0}C).

Радиаторы подобраны под температурный режим 70/50/20. Т.е. при опускании температуры в баке аккумулятора ниже 7 ^{0}C, есть недостача тепла.

20 ^{0}C – температура в помещении. Допустим, имеется тепловой аккумулятор на 1000 литров (1 м^3).

Считаем запас тепла:

$$Q=1000 \cdot 4200 \cdot (90-70)=84\,000\,000 \text{ Дж или } 84\,000 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ кВт·ч} = 3600 \text{ кДж}$$

$$84000/3600=23{,}3 \text{ кВт тепла.}$$

Если теплопотери дома – 5 кВт в холодную пятидневку, то объем запасенного тепла составляет 5 часов. Соответственно, если температура выше расчетной на холодную пятидневку, то теплового аккумулятора будет достаточно на более продолжительное время.

Подбор объема теплового аккумулятора зависит от поставленных задач. Если необходимо сгладить температуру, ставим небольшой объем. Если требуется накопить тепло вечером, чтобы утром проснуться в теплом доме, нужен большой агрегат. Пусть стоит вторая задача. С 23:00 до 07:00 – должен быть запас тепла.

Предположим, что теплопотери – 6 кВт, а температурный режим системы отопления – 40/30/20. Теплоноситель в тепловом аккумуляторе может разогреться до 90 ^{0}C.

Время запаса - 8 часов.

$$6 \cdot 8 = 48 \text{ кВт}$$

$$M = Q/4200 \cdot (T_2 - T_1)$$

$$48 \cdot 3600 = 172800 \text{ кДж}$$

$$V = 172800/4200 \cdot 50 = 0{,}822 \text{ м}^3$$

Тепловой аккумулятор от 800 до 1000 литров удовлетворит расчетным требованиям.

Приложение 5

Вопросы к экзамену

1. Определение и структура распределенной энергетики.
2. Виды распределенной энергетики и матрица критериев распределенной генерации в России.
3. Управление спросом на энергоресурсы.
4. Энергоэффективность и энергосбережение.
5. Микрогрид.
6. Распределенные системы хранения электроэнергии (накопители).
7. Роль распределенной энергетики в глобальной трансформации энергосистем.
8. Процесс перехода к «новой энергетике»: Energiewende, Energy Transition, «энергетического перехода».
9. Трансформация энергосистемы: от централизованной модели к децентрализованной.
10. Текущее состояние распределенной энергетики в России.
11. Распределенная генерация энергии.
12. Мощность и количество станций распределенной генерации в России.
13. Типовые кейсы распределенной генерации в России.
14. Сценарии изменения спроса на электро- и тепловую энергию.
15. Интервалы изменения генерирующей мощности централизованной энергетики.
16. Доля ТЭС в энергобалансе России.
17. Парковый и дополнительный ресурс паросилового оборудования ТЭС.
18. Потребность в генерирующих мощностях.
19. Избытки генерирующей мощности по частям ЕЭС и потребность в дополнительных мощностях.
20. Основные источники потенциала распределенных энергоресурсов в России.
21. Потенциал распределенной когенерации.
22. Увеличение мощности объектов РКГ для замещения крупных ТЭЦ на рынке тепловой энергии.
23. Прирост потребности в тепловой энергии от централизованных источников.
24. Дополнительно вводимые объекты РКГ вместо существующих котельных.
25. Потенциал микрогенерации на ВИЭ.
26. Потенциал собственной генерации тепловой и электрической энергии.
27. Потенциал управления спросом тепловой и электрической энергии.

28. Потенциал энергосбережения.

29. Сценарий развития распределенной энергетики при условии частичного использования ее потенциала.

30. Архитектура энергосистемы – текущий статус.

31. Генерация, транспорт и распределение тепловой и электрической энергии.

32. Оперативное управление режимом передачи энергии.

33. Технологическая архитектура современной энергетики.

34. Экономическая основа российской энергетики.

35. Статус распределенной энергетики в архитектуре и нормативном регулировании.

36. Архитектура энергосистемы – необходимые изменения.

37. Архитектура российской энергетики - целевое видение.

38. Кластеры новой энергетики, сочетающие распределенные энергоресурсы и интегрированные в общее информационное пространство.

39. Необходимые изменения нормативно-правовой базы.

40. Место энергетического комплекса малой распределенной энергетики в структуре Единой энергетической системы России.

41. Состав оборудования энергетического комплекса.

42. Установки на традиционном топливе: дизель-генераторы (ДГУ), газопоршневые (ГПУ), газотурбинные установки (ГТУ).

43. Гибридные энергетические установки на ВИЭ. Применение установок на базе ДВС в качестве основных генераторов электроэнергии.

44. Эффективность работы установок на базе ДВС.

45. Эффективность работы установок на ВИЭ (фотоэлектрических и ветроэнергетических).

46. Аккумуляторы тепловой и электрической энергии.

47. Работа комплексов малой энергетики: автономная и в составе распределительных сетей.

48. Водогрейные котлы на углеводородном топливе: угле, газе или дизельном топливе в составе энергетического комплекса.

49. Расчет величины суммарных затрат на энергоснабжение за расчетный период.

50. Методика оптимизации энергетических комплексов.

51. Расчет оптимальной режимной карты для заданной конфигурации оборудования.

52. Сравнительные расчеты различных схемных решений с целью выбора наилучшего варианта из нескольких предложенных проектов.

53. Нахождение оптимального решения при частичном изменении конфигурации энергетического комплекса (замена или добавление оборудования).

54. Проектный расчет оптимальной схемы и режимных карт оборудования энергетического комплекса.