ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 22.05.2023

А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М2.02 Комплексное использование ветроэлектростанций
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Комплексное использование возобновляемых источников энергии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 22.05.2023

А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
д.техн.н., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Соломин Е. В.
Пользователь: solominev
Дата подписания: 19.05.2023

Е. В. Соломин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка научного работника, способного решать на основе полученных теоретических знаний и практических навыков технические и научные вопросы и задачи, связанные с решением инженерных задач в области ветроэнергетики и использования ветровой энергии в виде ветроэлектростанций (ВЭС) для производства энергии. Задачи дисциплины: – сформировать у студентов общие представления о современных прогрессивных технологиях и технических средствах эксплуатации ветровых ресурсов на основе изучения достижений науки и техники в области проектирования, строительства и эксплуатации ветроэнергетических установок; – изучить историю развития, мировые тенденции, состояние развития, ресурсы, достоинства и недостатки, классификацию и конструкции устройств, преобразующих энергию ветра в электрическую, механическую и/или тепловую энергию, научить студентов разбираться в физике процессов и явлений, происходящих при этом преобразовании, выделяя ветроэлектростанции среди устройств ветроэнергетики; – освоить прогрессивные технологии и технические средства, приобрести навыки высокоэффективного использования техники, освоить основные методики проектирования и расчета основных параметров ветроэлектростанций и их экономическую эффективность; – научиться определять практическую, социальную и экономическую целесообразность внедрения ветроэлектростанций в соответствии с законодательной базой; – научиться грамотно прогнозировать и исследовать ветровой потенциал конкретного региона с целью использования его для получения электроэнергии.

Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины предусматривает рассмотрение принципов преобразования ветровой энергии в электрическую энергию. На основе ряда базовых дисциплин изучению подлежат общие технические, социальные и экономические вопросы ветроэнергетики, устройство ветроэлектростанций (ВЭС), системы преобразования энергии, а также варианты, проблемы и преимущества комплексного использования ВЭС. Дисциплиной предусмотрено изучение вопросов разработки, монтажа, эксплуатации и обслуживания ВЭС, включающих определение потенциала и скорости ветра, расчеты параметров компонентов ВЭС и характеристик выработки электроэнергии, регулирование мощности со схемными решениями автоматизации, аккумулирование энергии при автономной и сетевой работе ВЭС, а также пути совершенствования технических решений систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	Знает: современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации Умеет: переводить академические тексты с иностранного языка или на иностранный язык Имеет практический опыт: академического и профессионального взаимодействия

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Децентрализованные системы энергообеспечения с распределенными энергоисточниками

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 59,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	84,5	84,5
Изучение методологии разработки ветроэнергетических установок	84,5	84.5
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	1	1	0	0
2	Проектирование ветроэлектростанций	12	4	4	4
3	Стандарты по ветроэнергетике	1	1	0	0
4	Технологии ветроэнергетики	12	4	4	4
5	Методологии разработки компонентов ветроэнергетических установок	14	3	6	5
6	Экономика ветроэнергетики	3	2	1	0
7	Безопасность в ветроэнергетике	5	1	1	3

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	1.1. Воздействие на окружающую среду, глобальное потепление и истощение запасов ископаемого топлива 1.2. История ветроэнергетики 1.3. Статистика ветроэнергетики 1.4. Установленная мощность ветроэнергетики в мире (годовое, кумулятивное, мировое производство) 1.5. Рынок ветроэнергетики	1
2	2	2.1. Глобальное преобразование энергии 2.2. Размещение ветроэнергетических установок на суше и в море 2.3. Макро и микро оценка, оптимизация параметров 2.4. Особенности земной атмосферы 2.5. Приборы измерения параметров ветра	2
3	2	2.9. Плотность энергии ветра, распределения Рэлея и Вейбулла 2.10. Оценка ветровых ресурсов 2.11. Энергия ветра, ветровых потоков 2.12. Основы аэродинамики 2.13. Атмосферная турбулентность 2.14. Горизонтальные и вертикальные профили средней скорости ветра 2.15. Длина шероховатости профиля поверхности 2.16. Суточная изменчивость ветра 2.17. Атмосферная стабильность 2.18. Прогноз погоды	2
4	3	3.1. Основная терминология 3.2. Международные стандарты МЭК 3.3. Национальные и местные стандарты (вариант)	1
5	4	4.1. Основное использование энергии ветра, основные параметры 4.2. Классификации ветроэнергетическихэ установок (ветровых турбин) 4.3. Централизованная и децентрализованная (автономная) ветроэнергетика 4.4. Преимущества и недостатки больших и малых ветроэнергоустановок 4.5. Преимущества и недостатки сетевых и автономных ветроэнергоустановок	4
6	5	5. Методологии разработки компонентов ветроэнергетических установок 5.1. Расчет и разработка профиля лопасти, тестирование и оптимизация 5.2. Композиционные материалы лопастей ветроэнергоустановок 5.3. Анализ профиля лопасти и сравнение аналогов 5.8. Самодельные ветряные турбины 5.9. Отрицательные параметры ветроэнергоустановок и снижение шума и вибраций 5.10. Разработка системы рыскания (ориентации) и оптимизация угла рыскания 5.11. Управление питч-контролем и аэродинамическое управление аэродинамическими регуляторами (для вертикально-осевой ветроэнергетической установки) 5.16. Система освещения на основе гибридов, в том числе солнечного модуля и вертикально-осевой ветроэнергетической установки 5.17. Электрические соединения и схемы (для больших и малых ветроэнергоустановок) 5.18. Основные концепции проектирования электрических схем ветроэнергоустановок 5.19. Разработка башни / мачты и фундамента, расчет, оптимизация 5.20. Фундаменты оффшорных ветровых турбин 5.21. Монтаж крупных и малых ветроэнергоустановок	3
7	6	6.1. Производство энергии и экономика 6.2. Ветроэлектростанция. Планирование ветропарка 6.3. Локализация производства компонентов 6.4. Расчет и сокращение затрат 6.5. Затраты на эксплуатацию ветроэнергоустановки / парка 6.6. Инструменты экономических расчетов в ветроэнергетике (опция)	2
8	7	7.1. Варианты отказов ветроэнергоустановки / парка 7.2. Травмы в ветроэнергетике	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во

			часов
1	2	2.6. Скорость и направление ветра 2.7. Ветровые ресурсы, классы ветров	2
2	2	2.19. Оценка ветрового потенциала (глобального (валового), технического, экономического)	2
3	4	4.6. Пути улучшения аэродинамических параметров, теория энергии ветра	4
4	5	5.4. Анализ методом конечных элементов, применение Ansys CFX / CFD / Fluent 5.5. Расчет прочности профиля, приложение SolidWorks 5.6. Предварительный структурный дизайн и лабораторное тестирование 5.12. Разработка трансмиссии 5.13. Разработка, расчет, оптимизация ветроэнергоустановки 5.14. Разработка системы управления, расчет, оптимизация 5.15. Разработка, расчет, оптимизация тормозных систем 5.22. Разработка перспективных многоярусных малых вертикальных осевых ветроэнергоустановок (опция) 5.23. Гибридные энергокомплексы и системы (опция)	6
5	6	6.7. Экономика ветроэнергетики - чистая приведенная стоимость (NPV) (варианты) 6.8. Экономика ветроэнергетики - выровненная стоимость энергии (LCoE) (вариант)	1
6	7	7.3. Общее и индивидуальное оборудование для монтажа, обслуживания, ремонта	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	2.8. Анализ результатов измерений	2
2	2	2.20. Анализ конкретной ветряной турбины, конкретные условия 2.21. Коэффициент Использования Энергии Ветра	2
3	4	4.7. Коэффициент мощности и быстроходность	4
4	5	5.7. Разработка ротора ветроэнергоустановки, прочностные расчеты и оптимизация	5
5	7	7.4. Спасение и эвакуация	3

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение методологии разработки ветроэнергетических установок	Возобновляемые источники энергии, Физико-технические основы, Да Роза А., 2010. Глава 13, стр. 622.	1	84,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	1	Текущий контроль	Тест	1	5	Текущий контроль - 10 тестов - по 1 баллу за тест (проходной балл 3 из 5). Курсовой проект - по 5 баллов за курсовой (проходной балл 3 из 5).	экзамен
2	1	Курсовая работа/проект	Комплексное использование электростанций (образец)	-	5	Тест – по 1 баллу за тест, максимальная оценка каждого теста 5 баллов. Итоговое количество баллов за 10 тестов = 10 баллов. Курсовой проект - по 5 баллов за курсовой (проходной балл 3 из 5). Итоговое количество баллов за семестр = 15 баллов.	кур-совые проекты
3	1	Проме-жуточная аттестация	Тест	-	5	Тест – по 1 баллу за тест, максимальная оценка каждого теста 5 баллов. Итоговое количество баллов за 10 тестов = 10 баллов. Курсовой проект - по 5 баллов за курсовой (проходной балл 3 из 5). Итоговое количество баллов за семестр = 15 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые проекты	Очно. Оценка "Отлично" выставляется за полный, развернутый отчет по курсовому, показана совокупность осознанных знаний по теме проекта. Оценка "Хорошо" выставляется за полный, развернутый отчет. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Оценка "Удовлетворительно" выставляется за недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Оценка "Неудовлетворительно" выставляется за отчет, который представляет собой разрозненные части проекта с существенными ошибками. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Оценка 1 выставляется за отсутствие знаний по предмету. Оценка 0 выставляется за непредставление каких-либо оправдательных документов.	В соответствии с п. 2.7 Положения
экзамен	Очно, с учетом полученных в течение семестра баллов. Оценка "Отлично" выставляется за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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 литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа Оценка "Хорошо" выставляется за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя Оценка "Удовлетворительно" выставляется за 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 Оценка "Неудовлетворительно" выставляется за 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, инженерная терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Оценка 1 выставляется за отсутствие знаний по предмету. 0 выставляется за непредставление каких-либо оправдательных документов.	

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
УК-4	Знает: современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации	+	+	+
УК-4	Умеет: переводить академические тексты с иностранного языка или на иностранный язык	+	+	+
УК-4	Имеет практический опыт: академического и профессионального взаимодействия	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Фарафонтова, Г. В. Электротехнические материалы Метод. указания к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. станции, сети и системы; Под ред. И. М. Ушакова; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 31 с.
2. Околович, М. Н. Проектирование электрических станций Учеб. для вузов по спец."Электр. станции". - М.: Энергоиздат, 1982. - 399 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Безруких, П. П. Ветроэнергетика [Текст] справ. и метод. пособие П. П. Безруких. - М.: Энергия, 2010. - 313, [1] с. ил., табл.
2. Безруких, П. П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология [Текст] П. П. Безруких. - М.: Колос, 2008. - 196 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Альтернативная энергетика и экология

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кирпичникова, И.М. Ветроэнергетические установки. Расчет параметров компонентов: Учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. – Челябинск: Изд–во ЮУрГУ, 2013. – 72с. Тираж 70 экз.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кирпичникова, И.М. Ветроэнергетические установки. Расчет параметров компонентов: Учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. – Челябинск: Изд–во ЮУрГУ, 2013. – 72с. Тираж 70 экз.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Роза, А. да Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы [Текст] учеб. пособие для инж.-физ. и энергет. фак. вузов А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. - М.; Долгопрудный: Издательский дом МЭИ : Интеллект, 2010. - 702, [1] с. ил., табл. https://e.lanbook.com/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для

		различных видов занятий
Лабораторные занятия	444 (3б)	Учебно-исследовательский лабораторный комплекс по изучению параметров ветроэнергетической установки, Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии, Карта Челябинской области со светодиодной индикацией солнечного и ветрового потенциала. Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии.
Практические занятия и семинары	604 (1б)	Масштабированные модели ветроэнергетических установок, Компьютерный класс с установленным программным обеспечением. Метеостанция. Стенды отработки систем управления.
Лекции	444 (3б)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера