



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГиАС
В.Р. Храппин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЛНЕЧНОЙ И
ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Интеллектуальные системы электроснабжения

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	1
Семестр	2

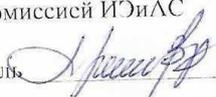
Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электроснабжения промышленных предприятий
09.02.2024, протокол № 3

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Хрушин

Рабочая программа составлена:
профессор Высшей школы высоковольтной энергетики
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого», д-р техн. наук

 А.Г. Калимов

Рецензент:
начальник Магнитогорской ГПС
филиал ПАО «ФСК ЕЭС» -
Южно-Уральское ПМЭС



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

1. Формирование компетенций в области технических дисциплин, включая знания, умения, навыки и социально-личностные качества, обеспечивающие успешность научно-исследовательской и инженерной деятельности
2. Приобретение знаний о климатической системе, природных процессах и их энергии, принципе действия, режимах работы объектов энергетики
3. Развитие практических навыков постановки и решения научно-исследовательских задач в области возобновляемой энергетики

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физико-технические основы солнечной и ветроэнергетики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Технико-экономические расчеты в электроэнергетике

Цифровая электроэнергетика

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

Энергосбережение и энергоменеджмент

Учебная - практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Устойчивость систем электроснабжения

Управление, защита и автоматика питающих и распределительных сетей

Специальные вопросы электроснабжения

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физико-технические основы солнечной и ветроэнергетики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений
ПК-4.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
ПК-4.2	Осуществляет сбор информации по существующим и выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем электроснабжения объекта капитального строительства
ПК-4.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объекта капитального строительства

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 47 акад. часов;
- аудиторная – 44 акад. часов;
- внеаудиторная – 3 акад. часов;
- самостоятельная работа – 25,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Планетарный энергетический баланс								
1.1 Первичные источники электроэнергии. Ископаемое топливо. Возобновляемая энергетика. Проблемы экологии.	2	2		4	4,3	Выполнение практического задания "Физико-технические проблемы возобновляемой энергетики"	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		2		4	4,3			
2. Современные физико-технические проблемы энергетики								
2.1 Принципы работы тепловых станций. сравнительная характеристика различных видов топлива для тепловых станций. Перспективы развития теплоэнергетики.	2	2		8	6	Выполнение практического задания "Фотоэлектрические преобразователи"	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		2		8	6			
3. Солнечная энергетика								
3.1 Физические принципы преобразования солнечного излучения в электроэнергию. Солнечные коллекторы. Фотоэлектрические преобразователи. Конфигурации солнечных электростанций.	2	6		10	8	Выполнение практического задания "Согласование массива фотоэлектрических преобразователей и нагрузки"	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		6		10	8			
4. Ветроэнергетика								

4.1	Конфигурация ветротурбин. Ветроэнергетический потенциал. Принципы аэродинамики. Мощность ветрового потока. Динамическое давление. Ветровое давление. Число Рейнольдса. Эффективность ветротурбин.	2	4		8	7	Выполнение практического задания "Эффективность ветроэнергетических установок"	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу			4		8	7			
5. Промежуточная аттестация									
5.1	Промежуточная аттестация (экзамен)	2					Подготовка к экзамену	Сдача экзамена	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу									
Итого за семестр			14		30	25,3		экзамен	
Итого по дисциплине			14		30	25,3		экзамен	

5 Образовательные технологии

В преподавании курса используются преимущественно традиционные образовательные технологии - лекции, индивидуальные занятия и самостоятельная работа.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; составители В. И. Велькин [и др.] ; под общей редакцией В. И. Велькина. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-9765-4991-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/231635> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-9502-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195537> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Степанов, В. С. Ветроэнергетика : учебное пособие / В. С. Степанов, Н. В. Старикова. — Иркутск : ИРНИТУ, 2018. — 142 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217205> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Стребков, Д. С. Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения : учебное пособие для вузов / Д. С. Стребков, Э. В. Тверьянович ; под редакцией Д. С. Стребкова. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08777-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514344> (дата обращения: 06.07.2023).

2. Буяльский, В. И. Ветроагрегаты с оптимальным управлением выработки электроэнергии : монография / В.И. Буяльский. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 182 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1946200. - ISBN 978-5-16-018259-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1946200> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: по подписке.

3. Тремясов, В. А. Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию : учебное пособие / В. А. Тремясов, Т. В. Кривенко. — Красноярск : СФУ, 2017. — 164 с. — ISBN 978-5-7638-3749-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117787> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин, Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, Е. В. Крюков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-7458-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160138> (дата обращения: 06.07.2023). — Режим доступа: для

авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Методические указания приведены в Приложении 3 к РПД.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
AdobeReader	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Предусмотрено использование компьютерного класса с 10 компьютерами, а также ноутбука, проектора и большого экрана для представления аспирантов дополнительного наглядного материала. При изучении курса используются следующие компьютерные программы: MathCAD, ComsolMultiphysics, Matlab.

Компьютерный класс ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium IV, объем ПЗУ не меньше 2-3 Гб, объем ОЗУ не меньше 512 Мб. Наличие лицензированного пакета MATLAB, программного обеспечения персональных компьютеров и локальной сети кафедры

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:

1. Первичные источники энергии. Планетарный энергодобавок.
2. Излучение абсолютно черного тела.
3. Природа солнечной энергии.
4. Солнечное излучение на поверхности Земли.
5. Инсоляция. Топоцентрическая система координат.
6. Определение углов топоцентрической системы координат. Часы восхода и заката.
7. Инсоляция неподвижной поверхности.
8. Инсоляция поверхности, следящей за солнцем.
9. Инсоляция горизонтальной поверхности.
10. Крупнейшие солнечные электростанции. Типы солнечных электростанций.
11. Структура солнечной электростанции.
12. Классификация типов солнечных коллекторов.
13. Солнечная архитектура.
14. Плоские солнечные коллекторы.
15. Концентрирующий солнечный коллектор.
16. Безымпиджиевые солнечные коллекторы.
17. Структура ветроэнергетического комплекса.
18. Типы ветроэнергетических установок.
19. Модель идеального ветроколеса. Поток воздуха в области идеального ветроколеса.
20. Мощность идеального ветроколеса. Критерий Бетца - Жуковского.
21. Лобовое давление на ветроколесо.
22. Сравнение эффективности ветротурбин, использующих эффекты подъемной силы и лобового давления.
23. Эффект Магнуса.
24. Эффективность ветротурбин.
25. Быстроходность ветроустановки.
26. Ветроэнергетические установки с вертикальной осью.
27. Аэродинамические профили лопастей
28. Число Рейнольдса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-4: Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений		
ПК-4.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	1. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации 1. Первичные источники энергии. Планетарный энергодобавление. 2. Излучение абсолютно черного тела. 3. Природа солнечной энергии. 4. Солнечное излучение на поверхности Земли. 5. Инсоляция. Топоцентрическая система координат. 6. Определение углов топоцентрической системы координат. Часы восхода и заката. 7. Инсоляция неподвижной поверхности. 8. Инсоляция поверхности, следящей за солнцем. 9. Инсоляция горизонтальной поверхности.
ПК-4.2	Осуществляет сбор информации по существующим и выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем электроснабжения объекта капитального строительства	1. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации 1. Крупнейшие солнечные электростанции. Типы солнечных электростанций. 2. Структура солнечной электростанции. 3. Классификация типов солнечных коллекторов. 4. Солнечная архитектура. 5. Плоские солнечные коллекторы. 6. Концентрирующий солнечный коллектор. 7. Безымиджиевые солнечные коллекторы. 8. Структура ветроэнергетического комплекса. 9. Типы ветроэнергетических установок.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-4.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объекта капитального строительства	<p>1. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель идеального ветроколеса. Поток воздуха в области идеального ветроколеса. 2. Мощность идеального ветроколеса. Критерий Бетца - Жуковского. 3. Лобовое давление на ветроколесо. 4. Сравнение эффективности ветротурбин, использующих эффекты подъемной силы и лобового давления. 5. Эффект Магнуса. 6. Эффективность ветротурбин. 7. Быстроходность ветроустановки. 8. Ветроэнергетические установки с вертикальной осью. 9. Аэродинамические профили лопастей 10. Число Рейнольдса.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Для дисциплины «Физико-технические основы солнечной и ветроэнергетики» формой аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающемуся, который после начала экзамена отказался его сдавать, а также в случае нарушения учебной дисциплины (во время сдачи или пересдачи экзамена со стороны обучающегося допущены нарушения учебной дисциплины (списывание со шпаргалок или иных источников информации, использование средств мобильной связи, ноутбуков, планшетов, аудиоплееров, других технических устройств), нарушения Правил внутреннего распорядка, предпринята попытка подлога документов).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

Методические указания для студентов по разработке реферата

Подбор исходных материалов производится с учётом выданной руководителем темы сообщения. На какую тему писать реферат, в большинстве случаев решает преподаватель. Тема устанавливается так, чтобы исполнитель проявил старание в поисках материала: чего стоит реферат, который можно написать, пользуясь общеизвестной литературой, либо, скачав образец сочинения из Интернета!

Количество анализируемой исполнителем литературы зависит от:

1. Объёма (устанавливается научным руководителем).
2. Сроков готовности.
3. Глубины проработки вопросов.
4. Сложности оформления.
5. Количества баллов, которыми оценивается работа.

Написать реферат на тему, которая была пропущена – задание ответственное: преподаватель на лекции мог использовать малодоступную литературу. Определяется уровень оригинальности представляемых материалов: процент минимальной уникальности задаётся при выдаче задания.

Для аналитического обзора важно количество использованных источников. Лучше, когда приводятся данные из различных научных школ, направлений, которые излагаются объективно, без явных предпочтений. Если объём исходных данных мал, допустимо проконсультироваться у преподавателя, возможно ли привлечь в текст иные, схожие с темой реферата публикации.

Читайте также: Как написать отчет по практике самостоятельно.

Структура реферата

Как писать реферат? Составляется план, по которому разрабатывается структура сообщения. Требования различных учебных заведений могут отличаться, но правильно выполненное задание должно включать:

1. Титульный лист реферата формата А4, где указывается правильное (официальное) наименование учебного заведения, тема, фамилия, инициалы исполнителя (с указанием группы или класса), фамилия, учёная степень, учёное звание научного руководителя, принимающего реферат, место, год написания.

2. Аннотация – краткое содержание темы работы - оформляется по требованиям ГОСТ 7.0.5-2008. Объём аннотации должен быть не более одной страницы.

3. Содержание работы, где указываются основные разделы и – напротив – номер страницы, начинающей раздел. При разветвлённой структуре преподаватель вправе потребовать перечисления наименований подразделов.

4. Как написать введение к реферату? Считается, что аннотация и введение – одно и то же, но это неверно. В аннотации кратко перечисляется план самого доклада, а для правильно написанного введения характерны обоснование актуальности темы, её значения для изучения дисциплины. Объём введения не стоит писать более одной страницы. Заканчиваться оно должно правильной, обоснованной фразой, направленной на необходимость прочтения всего последующего материала.

5. Основная часть. Её план, объём, содержание не регламентируются, а определяются темой работы. Редко когда можно отыскать и удачный образец. План основной части обычно включает четыре-пять разделов: тогда считается, что тема раскрыта глубоко, а выполненное задание заслуживает высокой оценки.

6. Заключение. Там подводятся итоги, делаются выводы, устанавливается практическая ценность работы. Можно отметить её важность, а также указать перспективы дальнейшего развития темы.

7. Приложения. Правильным будет представить те дополнительные материалы –

сканы изображений, планы, программы расчётов, образцы фотографий, вспомогательные таблицы, графики - которые нецелесообразно включать в основной текст. Таблицы подаются так, как они встречаются в литературе-первоисточнике, о чём делается соответствующее предупреждение. Написать реферат про техническую новинку без приложений нельзя.

8. Список использованной литературы. Он оформляется по требованиям ГОСТ 7.0.5-2008. Существуют разночтения, как правильно писать о ссылках: по алфавитному порядку, либо по ходу их появления. Следует перед окончательным оформлением проконсультироваться с руководителем, точно исполнив его указания (целесообразно попросить образец оформления). Вначале проставляются ссылки на литературу, а потом – ссылки на использованные Интернет-источники, либо сайты.

Технические требования к правильному оформлению реферата индивидуальны, но чаще для печати текста принимают шрифт Times New Roman 12 пт или 14 пт, через полтора интервала. Плохой тон - искусственно увеличивать объём за счет увеличения размера шрифта и/или интервала между строками. Иногда руководители оговаривают минимальный по учебному плану объём в знаках печатного текста.

Сквозная нумерация подразделов, формул, числовых зависимостей должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.0.5-2008.

Для написания реферата про технологические процессы и оборудование потребуются формулы, расчёты. Рекомендуется использовать редактор формул Microsoft Equation, который предусмотрен базовым инструментарием Word. Использование других способов представления символики (например, редактора Symbol) менее информативно.