




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

Ахметова И.Г.
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01. Нанoeлектроника в электроэнергетике

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВО)

Направление
подготовки

12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

(указывается код и наименование)

Направленность
подготовки

05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Уровень высшего
образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация (степень)
выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Наноэлектроника в электроэнергетике» является ознакомление с физическими принципами наноэлектроники, приборами и устройствами и их разнообразными приложениями в энергетических устройствах.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Ознакомление с основами нанотехнологий.
2. Формирование умений по применению нанотехнологий в электронике.
3. Получение практических навыков по применению нанотехнологий в энергетике.

В результате изучения дисциплины «Наноэлектроника в электроэнергетике» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.	З1(ПК-1) Знать: эффективные методики проведения экспериментального исследования с применением современных средств и методов У1 (ПК-1) Уметь: классифицировать средства измерений и преобразовывать сигналы измерительной информации; применять эффективные методики проведения экспериментального исследования с применением современных средств и методов В1 (ПК-1) Владеть: эффективными методиками проведения экспериментального исследования с применением современных средств и методов
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	З1(УК-1) Знать: основы метрологии и метрологического обеспечения при решении исследовательских и практических задач; У1 (УК-1) Уметь: критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В1 (УК-1) Владеть: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

<p>УК-6 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>	<p>З1(УК-6) Знать: как планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; У1 (УК-6) Уметь: планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; В1 (УК-6) Владеть: способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>
--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Наноэлектроника в электроэнергетике» относится к дисциплинам по выбору и является образовательной составляющей учебного плана. Дисциплина преподается на 2 курсе. Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Квантовая электроника; Физика металлов, полупроводников и диэлектриков; Физика сверхпроводимости; История и методология науки и техники.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Наноэлектроника в электроэнергетике»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 3 часа.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			4			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108		108			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	30		30			
Лекции (Лк)	15		15			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	15		15			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	60		60			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						

Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	60		60			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	18		3о			

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			4			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108		108			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	12		12			
Лекции (Лк)	6		6			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	6		6			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	92		92			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	92		92			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	4		3о			

3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Введение. Общие принципы применения нанотехнологий, материалов и наносистемной техники в электроэнергетике	8	4	2	2		9	Устный опрос.
2	Основы нанoeлектроники	11	4	2	2		9	Устный опрос. Доклад.
3	Основные наноразмерные материалы, устройства и системы электроники	8	4	2	2		9	Устный опрос. Презентация.
4	Солнечная электроэнергетика	8	4	2	2		9	Доклад. Презентация.
5	Термоэлектрическая энергетика	10	4	2	2		8	Доклад. Презентация.
6	Лазеры и светоизлучающие диоды	11	4	2	3		8	Устный опрос. Доклад. Презентация.
7	Топливные батареи	10	4	3	2		8	Устный опрос. Доклад. Презентация.
	Промежуточная аттестация	6	4				18	Зачет
	Итого:	108	–	15	15		78	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Введение.

Общие принципы применения нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники в электроэнергетике

Основы нанотехнологий и свойства наноматериалов. Применение нанотехнологий в энергетике.

2. Основы нанoeлектроники

Нанотехнологии в электронике. Физические принципы переноса носителей заряда в наноразмерных структурах.

3. Основные наноразмерные материалы, устройства и системы электроники

Функциональные и конструкционные материалы. Методы нанотехнологии. Методы диагностики и анализа наносистем. Элементы и приборы наноэлектроники.

4. Солнечная электроэнергетика

Начальный период солнечной энергетики. Солнечные элементы на основе гетероструктур. Каскадные солнечные элементы. Концентрация солнечного излучения. Полимерные солнечные элементы.

5. Термоэлектрическая энергетика

Физические принципы термоэлектрических явлений. Термофотовольтаические элементы.

6. Лазеры и светоизлучающие диоды

Мощные полупроводниковые лазеры. Мегаваттные фемтосекундные лазеры. Сверхмощные химические лазеры. Современные типы светодиодов на полимерах и полупроводниковых гетероструктурах.

7. Топливные батареи

Химические источники электричества. Твердые электролиты. Топливные батареи на наночастицах.

3.4. Практические (семинарские) занятия

для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Свойства кристаллических решеток Электронные состояния в кристаллах	4	1	2
2	Физические свойства р-п и гетеропереходов	4	2	2
3	Технологические процессы создания микро и наноразмерных материалов и структур	4	3	2
4	Параметры солнечных батарей	4	4	2
5	Параметры зондовых микроскопов	4	5	2
6	Параметры лазерного излучения	4	6	2
7	Параметры светоизлучающих диодов и фотоприемников	4	7	3
	Промежуточная аттестация	4	1-7	
	Итого			15

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

			ПК-1	УК-1	УК-6	Количество компетенций
1	Введение. Общие принципы применения нанотехнологий, материалов и наносистемной техники в электроэнергетике	8	З, В	З, В		2
2	Основы нанoeлектроники	11	З		З, В	2
3	Основные наноразмерные материалы, устройства и системы электроники	8	З, У	З, В		2
4	Солнечная электроэнергетика	8			З, В	2
5	Термоэлектрическая энергетика	10	У, В		З, В	2
6	Лазеры и светоизлучающие диоды	11		З, В		2
7	Топливные батареи	10			З, В	2

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Объем академических часов
1	2	3	4	5
1	Технологии крупномасштабной солнечной энергетики	4	1-2	10
2	Применение электронных приборов и устройств в энергосберегающих технологиях	4	3-4	10
3	Применение приборов и устройств при генерации электрической энергии за счет ветра и геотермального тепла	4	5	10
4	Понятие водородной энергетики	4	6	10
5	Лазерные энергетические установки	4	7	10
6	Подготовка к зачету	4	1-7	10
Итого:				60

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Введение. Общие принципы применения нанотехнологий, материалов и наносистемной техники в электроэнергетике	ПК-1з,в УК-1з,в	Лекция-визуализация	Устный опрос.
2	Основы нанoeлектроники	ПК-1з УК-6з,в	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос.
3	Основные наноразмерные материалы, устройства и системы электроники	ПК-1з,у УК-1з,в	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос.
4	Солнечная электроэнергетика	УК-6з,в	Лекция-визуализация	Доклад.
5	Термоэлектрическая энергетика	ПК-1в,у УК-6з,в	Лекция-визуализация	Доклад.
6	Лазеры и светоизлучающие диоды	УК-1з,в	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос.
7	Топливные батареи	УК-6з,в	Лекция-визуализация	Устный опрос.

Используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Наноэлектроника в электроэнергетике») является промежуточная аттестация в форме зачета зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 4 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Комплект тем докладов и презентаций

1. Развитие энергетической электроники.
2. Основы физики лазеров и лазерных технологий.
3. Лазеры с высокой мощностью и сверхмалой длительностью импульсов.
4. Взаимодействие мощного лазерного излучения с веществом.
5. Лазеры на свободных электронах.
6. Рентгеновские лазеры.
7. Мощные химические лазеры.
8. Полупроводниковые лазеры.
9. Современное состояние солнечной фотоэнергетики.
10. Материалы солнечной фотоэнергетики.
11. Установки солнечной фотоэнергетики.
12. Проблемы глобальной солнечной энергосистемы.
13. Топливные батареи.

14. Светодиоды как источники излучения.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Общие принципы применения нанотехнологий, наноматериалов в электроэнергетике
2. Основы нанотехнологий и свойства наноматериалов. Применение нанотехнологий в энергетике.
3. Нанотехнологии в электронике. Физические принципы переноса носителей заряда в наноразмерных структурах.
4. Основные наноразмерные материалы, устройства и системы электроники
5. Функциональные и конструкционные материалы.
6. Методы нанотехнологии. Методы диагностики и анализа наносистем.
7. Элементы и приборы наноэлектроники.
8. Начальный период солнечной энергетике.
9. Солнечные элементы на основе гетероструктур.
10. Каскадные солнечные элементы. Концентрация солнечного излучения.
11. Полимерные солнечные элементы.
12. Физические принципы термоэлектрических явлений.
13. Термофотовольтаические элементы.
14. Мощные полупроводниковые лазеры.
15. Мегаваттные фемтосекундные лазеры.
16. Сверхмощные химические лазеры.
18. Современные типы светодиодов на полимерах и полупроводниковых гетероструктурах.
19. Химические источники электричества. Твердые электролиты.
20. Топливные батареи на наночастицах.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Наноэлектроника в электроэнергетике» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала,

	правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
<i>«удовлетворительно»</i>	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
<i>«неудовлетворительно»</i>	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 основная литература:

1. Смирнов Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие/ Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. -Москва: Лань, 2013. -320 с. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа **URL:** <https://e.lanbook.com/book/5855>

6.2 дополнительная литература:

1. Лозовский В. Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность/ В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. -Москва: Лань, 2008. -336 с.: ил. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <http://e.lanbook.com>
2. Драгунов В. П. Основы наноэлектроники : учебное пособие/ В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. -М.: Логос, 2006. -496 с.
3. Голенищев-Кутузов В. А. Электроника в электроэнергетике : учебное пособие/ В. А. Голенищев-Кутузов, А. В. Голенищев-Кутузов. -Казань: КГЭУ, 2012. -72 с.

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. iprbookshop.ru.
2. knigafund.ru.
3. ibooks.ru.
4. znanium.com.

5. e.lanbook.com.
6. library.bsu.ru/menu-electronic.

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для расчета параметров интерфейсов Multisim, MatLab, LabVIEW и Trace Mode.

6.5. Интернет-ресурсы

1. [http:// otherreferats.allbest.ru](http://otherreferats.allbest.ru).
2. www.kgeu.ru.
3. www.mirknig.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
3	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеочкамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды име-

ют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.


Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время


занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов «12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №877.

Автор  Д. ф.-м. н., проф. В.А. Голенищев-Кутузов

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ПЭС от 27.10.2020г., протокол № 5.

Зав. кафедрой ПЭС  Д. ф.-м. н., проф. А.В. Голенищев-Кутузов

На заседании методического совета ИЭЭ от 28.10.2020 г., протокол №3 программа рекомендована к утверждению.

Директор ИЭЭ  д.т.н., проф. И.В. Ившин

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изме- нения	Номера листов (страниц)			Всего ли- стов в доку- менте	ФИО и под- пись лица, внесшего изменение	Дата
	замененных	новых	изъятых			