

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт инженерных систем и энергетики
Кафедра физики и математики

СОГЛАСОВАНО:
Директор института
Н.В. Кузьмин
«28» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Красноярского ГАУ
Пыжикова Н.И.
«28» апреля 2025 г.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.
ДЕЙСТВИЕ: ИЕН: 15.05.2025 – 08.08.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы наноэлектроники
ФГОС ВО

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 1

Семестры 2

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника «Магистр»

Срок освоения ОПОП: 2 года 5 месяцев

Красноярск 2025

Составитель: д.ф-м.н., профессор Чжан А.В. «20» февраля 2025 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г № 340н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г., регистрационный № 32609), образовательного стандарта № 709 от 26.07.2017 г

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и математики протокол № 6 от «20» февраля 2025 г.

Зав. кафедрой к.ф-м.н, доцент Иванов В.И. «20» февраля 2025 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 7 «27» марта 2025 г.

Председатель методической комиссии к.п.н., доцент Носкова О.Е.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, к.т.н., доцент Бастрон А.В. «27» марта 2025 г.

Оглавление

Аннотация	5
1 Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов	6
2 обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
3 Организационно-методические данные дисциплины	6
4 Структура и содержание дисциплины	7
4.1 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины	7
4.2 Содержание модулей дисциплины	7
4.3 Содержание лекционного курса	8
4.4 Лабораторные/практические/семинарские занятия	9
4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	9
5 Взаимосвязь видов учебных занятий	10
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
6.1 Основная литература	10
6.2 Дополнительная литература	10
6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)	10
6.4 Программное обеспечение	10
7 Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций	13
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины	13
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
9.1 Методические указания по дисциплине для обучающихся	13
9.2 Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	15
10 РПД	17

Аннотация

Дисциплина «Физические основы наноэлектроники» относится к дисциплинам по выбору части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины модули (Б1.В.ДВ.01.02) подготовки студентов по направлению 35.04.06 «Агроинженерия»

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой «Физики и математики».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций выпускника, а именно:

ПК-3 – Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Курс «Физические основы наноэлектроники» обеспечивает базовую подготовку будущего инженера в области инновационных производственных технологий, дает знания, умения и навыки для изучения других дисциплин предметной подготовки. Курс ««Физические основы наноэлектроники»» позволяет улучшить подготовку молодежи к труду, к обоснованному выбору профессии и дает социально-политическую ориентацию по отношению к тенденциям развития и проблемам современного производства конструкционных материалов. Дисциплина ««Физические основы наноэлектроники»» относится к дисциплинам по выбору по направлению подготовки «35.04.06» Агроинженерия (научная деятельность) ». Дисциплина реализуется в институте «Института инженерных систем и энергетики» кафедрой «Физика».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций выпускника, а именно:

ПК-3. Способен и готов организовывать на предприятиях АПК высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 часов), практические (8 часов) занятия и самостоятельная работа студента (92 часа).

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы наноэлектроники» включена ОПОП в Блок 1, Часть формируемую участниками образовательных отношений блока 1–Б1.В.ДВ.01.01

Для успешного усвоения дисциплины «Физические основы наноэлектроники» необходимо знание дисциплин в объеме программы бакалавриата, вне зависимости от присвоенной квалификации.

2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью и задачей дисциплины «Физические основы наноэлектроники» является сообщение студентам необходимых знаний по теории и практике организации современного производства; подготовка молодежи к успешному и гармоническому функционированию в технологически насыщенном мире.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3 – Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-3.1 - Проводит инженерные расчеты для проектирования оборудования и их рабочие органы, приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции ПК-3.2 - Использует принципы построения технического задания, нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации ПК-3.3 - Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами	Знать: Современные измерительные приборы, испытательные установки и методики проведения измерений и испытаний параметров электрооборудования электроустановок потребителей. Уметь: Подобрать современные измерительные приборы, испытательные установки и методики для проведения соответствующих измерений и испытаний параметров электрооборудования электроустановок потребителей до 1000 В; Анализировать и оценивать результаты измерений и испытаний электроустановок потребителей электрической энергии до 1000 В, оформлять протоколы измерений и испытаний; Владеть: Анализировать и оценивать результаты измерений и испытаний .

3. Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 1

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час. чес.	по семестрам	
			№1	№2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108		108
Контактная работа	0,33	12		12
в том числе:				
Лекции (Л)	0,11	4		4
Лабораторные работы (ЛР)	0,22	8		8
Самостоятельная работа (СРС)		92		92

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№1	№2
в том числе:				
самостоятельное изучение тем и разделов				
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,67	92		92
подготовка к зачету				
др. виды				
Подготовка и сдача экзамена				4
Вид контроля:		4		зачет

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Таблица 2

Тематический план

№	Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе			Внеаудитор- ная работа (CPC)
			лекции	практиче- ские или семинар- ские заня- тия	лабора- торные занятия	
Календарный модуль 1						
1	Физические основы нанофизики	37	2		8	27
2	Физические основы конструирования и создания новых приборов для исследования наночастиц	37	1			36
3	Новейшие разработки в области наноэлектроники	30	1			29
	Итого:	104	4		8	92

4.2 Содержание модулей

1. Физические законы, применимые для частиц нанометрового масштаба.

История, понятия наноэлектронники и наноразмерности. Открытия в физике, заложившие основы квантовой механики. Понятие кванта. Волновые свойства частиц. Уравнение де Броиля. Пределы применимости классической физики. Уравнение Шредингера. Его основные выводы. Эффект туннелирования (эффект Гамова). Какая физика применима для наноразмерных частиц. Полупроводники и р\п переход. Гомопереход. Гетероструктуры. Квантовая яма, квантовая точка. Квантовая плоскость. Графен. Фуллерены.

2 Физические основы конструирования и создания новых приборов для исследования наночастиц.

Основные понятия оптики. Основные параметры оптических систем. История и строение микроскопов. Основные методы оптической микроскопии. Предел разрешения оптического микроскопа. Принцип работы солнечных элементов. Солнечные элементы на квантовых точках. Светодиоды на гетероструктурах. Твердотельные источники питания. Жк мониторы. Магнитные нанотехнологии и основные области применения магнитных наночастиц.

3. Новейшие разработки в области наноэлектроники

Применение нанотехнологий в с/х. Лотос-эффект. Умный нос, умная пыль. Применение нанотехнологий в военной области.

4.3. Содержание лекционного курса

Содержание лекционного курса

Таблица 3

№ п/п	Раздел дисциплины	№ и тема лекции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Физические законы, применимые для частиц нанометрового масштаба.	1. История развития электроники. Что такое наноэлектроника. Понятие наноразмерности. 2. Открытия в физике, заложившие основы квантовой механики. Понятие кванта. Волновые свойства частиц. Уравнение де Броиля. Пределы применимости классической физики. Уравнение Шредингера. Его основные выводы. Эффект туннелирования (эффект Гамова). Какая физика применима для наноразмерных частиц.	Лекция	4
		3. Полупроводники и p\p переход. Гомопереход. Гетероструктуры. Квантовая яма, квантовая точка. Квантовая плоскость. Графен. Фуллерены.	Лекция	2
2.	Физические основы конструирования и создания новых приборов для исследования наночастиц	4. Основные понятия оптики. Основные параметры оптических систем. История и строение микроскопов. Основные методы оптической микроскопии. 5. Предел разрешения оптического микроскопа . 6. Принцип работы туннельного микроскопа. Принцип работы атомного силового микроскопа.	Лекция	1
		7. Принцип работы солнечных элементов. Солнечные элементы на квантовых точках. Светодиоды на гетероструктурах. Твердотельные источники питания 8. Жк мониторы. Магнитные нанотехнологии и основные области применения магнитных наночастиц.		
3.	Новейшие разработки в области наноэлектроники	9. Применение нанотехнологий в с/х. 10. Лотос-эффект. Умный нос, умная пыль. 11. Применение нанотехнологий в военной области.	Лекция	1

4.4 Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Физические законы, применимые для частиц нанометрового масштаба.	1. Определение постоянной Планка	Лабораторная	3
		2. Законы теплового излучения	Лабораторная	3
		3. Изучение спектра излучения атомов водорода	Лабораторная	2

4.5. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	Раздел дисциплины	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	
1.	Физические законы, применимые для частиц нанометрового масштаба	Классификация наночастиц и пределы применимости классической физики. Уравнение Шредингера. Его основные выводы. Эффект туннелирования. Полупроводники и p\ n переход. Гомопереход. Гетероструктуры. Квантовая яма, квантовая точка. Квантовая плоскость.	32
2.	Физические основы конструирования и создания новых приборов	Способы создания наноструктур. a) Литография. b) Химические способы. c) Вакуумное напыление. d) Гранулированные системы. e) Гетероструктуры f) Фуллерены. графен	30
3.	Новейшие разработки в области наноэлектроники	Наноструктуры в биологических материалах. Тенденции в проектировании биологических наноматериалов.	30
ВСЕГО:			92

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Таблица 6
Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лек- ции	ЛЗ/ ПЗ/С	СРС	Другие виды	Вид кон- троля
ПК-3	1-4	1-3	1-3		Зачет

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Нанонаука и нанотехнологии : энциклопедия систем жизнеобеспечения / гл. соред.: Осама О. Аваделькарим, Чуньли Бай, С. П. Капица ; [пер. с англ.: Н. Н. Выхристенко, О. Н. Киселева, А. М. Лельчук и др.]. – М.: Магистр-Пресс, 2015. - 999 с. - Текст : непосредственный //ЭБС Юрайт [сайт].
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений. – 12-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 560 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Грабовский Р.И. Курс физики: учебное пособие для высших учебных заведений/ Р.И. Грабовский.-12-е изд. – СПб: Лань, 2012. – 608 с.

6.3 Доступ к электронным библиотекам и электронной информационно-образовательной среде

ЭБ (ЭБ «Web-Ирбис64+ Электронная библиотека», ЭБС «AgriLib», ЭБС «Лань», ЭБС «Юрайт», ИБС «Статистика», НЭБ «Национальная электронная библиотека», НЭБ «eLIBRARY.RU» и др.), электронной информационно-образовательной среде (LMS Moodle, сайт <http://e.kgau.ru/>), иным информационным Интернет-ресурсам (<https://sudact.ru/>, <https://sudrf.ru/> и др.) из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

6.4. Программное обеспечение

Обучающимся и преподавателям доступны рабочие станции с установленным программным обеспечением, которое позволяет работать с текстами, профессиональными справочно-правовыми системами и иными электронными ресурсами. Наименование программного обеспечения :

1. Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия).
2. Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008).

3. MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License (лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019).
5. Moodle 3.5.6a. Система дистанционного образования (Бесплатно распространяемое ПО)

Таблица 9

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙКафедра Физика
(научная деятельность).

Направление подготовки (специальность) «35.04.06» Агроинженерия

Дисциплина Физические основы наноэлектроники

Количество студентов _____

Общая трудоемкость дисциплины : лекции 4 час.; лабораторные работы 8 час.; практические занятия _____ час.;
КП (КР) час.; СРС 92 час.

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
Основная										
Лекция	1.Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений 2. Нанонаука и нанотехнологии : энциклопедия систем жизнеобеспечения	Трофимова Т.И. Осама О. Авадель-карим, Чуньли Бай, С. П. Капица ; [пер. с англ.: Н. Н. Выхристенко, О. Н. Киселева, А. М. Лельчук и др.]	М.: Академия М.: Магистр-Пресс.,	2012 2015	печ		Библ.		7	115
Дополнительная										
Л, ПЗ, СРС	Курс физики	Грабовский Р.И.	СПб: Лань	2012	печ		библ		7	Заказ 100

Директор научной библиотеки _____

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Виды текущего контроля: зачет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения учебных занятий:

Ауд. 1-01: Лаборатория электричества и магнетизма . Осциллограф ЭО7 Миллиамперметр, Реостат, Лабораторный автотрансформаторЛАТР-2М, Ваттметр астатический АСТ, Вольтметр астатический Э56, Амперметр астатический АСТ, Реостат, Трансформатор, Гальванометр школьный, Магазин сопротивлений Р33, Реостат, Источник питания пост.тока Б5-48, Реостат, Электросчетчик, Амперметр, Вольтметр, Мост постоянного тока МО-62, Вольтметр АСТВ, Амперметр Э59, Реостат РПШ2 ЮОом, Реостат РПШ2 , ЮОом, Соленоид 160 Ом, Вольтметр Э59, Соленоид 130 ом, Амперметр Э59, Лабораторный автотрансформаторЛАТР-, Реостат, Реостат РСП, Лабораторный автотрансформатор, ЛАТР-1М, УТН-1, Реостат РСП-4, Вольтметр М2004, Миллиамперметр Э59, Источник питания постоянного тока "АГАТ", Магазин сопротивлений Р-33, Гальванометр М265М93, Магазин сопротивлений, Лабораторная установка ФПК-07 «Изучение температурной зависимости.

Ауд. 1-26: Компьютерный класс с выходом в интернет: Компьютер DEPO Neos i3 2120/4G/DVD+RW/монитSamsun - 20 шт., Передвижной проекционный столик РТ-5, Экран демонстрационный. Переносная мультимедийная установка, меловая доска, принтер.

9. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения дисциплины

9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся

Теоретическую часть дисциплины «Физические основы наноэлектроники» можно изучать в виде традиционных занятий или с использованием дистанционных образовательных технологий, пользуясь Электронным учебно-методическим комплексом.

Теоретический материал лекций закрепляется решением инженерных задач; самостоятельной работой – выполнением домашнего задания, контролем по тестовым заданиям по материалам лекций.

Во время чтения лекций можно пользоваться комплектом презентационного материала по всем модулям и темам изучаемой дисциплины, которые имеются в учебно-методическом комплексе дисциплины, способствующим углублению получаемых знаний и навыков, служащих для лучшего усвоения материала лекций. До начала семестра необходимо в бюро расписаний заказать лекционную аудиторию, снаженную экраном и проектором. При подго-

товке к лекциям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями [раздел 6].

Подготовку к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ студенты проводят параллельно с изучением теоретического курса. Для подготовки к лабораторным работам и их проведению можно пользоваться методическими материалами, указанными в разделе 6.

На лабораторных занятиях студенты изучают теоретический материал на заданную тему, проводят исследования, читают типовые схемы, решают задачи, оформляют отчет. Перечень и содержание лабораторных работ приведено в табл. 5.

Защита лабораторной работы проводится в день проведения занятия после выполнения задания лабораторной работы. При защите отчета студент обязан проявить компетентностный подход, показать не только знание материала по теме, но уметь представить решение и защитить его. Порядок оформления отчета и контрольные вопросы для защиты лабораторных работ приведены в методических указаниях.

Трудоемкость модулей и видов учебной работы по дисциплине принята за 100 единиц и приведена в табл. 9. В оценку текущей работы входит посещаемость лекций; выполнение и защита лабораторных работ; самостоятельное изучение теоретического материала; выполнение домашнего задания, промежуточная аттестация.

Для допуска к аттестации требуется обязательное выполнение минимального объема текущей работы:

- посещение лекций не менее 60%;
- выполнение и защита всех лабораторных работ;
- выполнение и защита домашнего задания;
- изучение теоретического материала и написание конспекта самостоятельно изучаемого материала.

График учебного процесса и самостоятельной работы и сроки выполнения всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы приведены в табл.9.

Важнейшим средством формирования у студента познавательной деятельности является выполнение им различных типов и видов самостоятельных работ. Самостоятельные работы, нацелены прежде всего на развитие опыта творческой деятельности, приучают студентов видеть в необычных ситуациях уже известные им законы, самостоятельно программировать собственную познавательную деятельность по применению знания в новых условиях.

Задание для самостоятельной работы студенту выдается на первом лабораторном занятии (табл. 5). Консультации и аттестация проводятся на лабораторных занятиях. Защита материалов задания проводится согласно графика учебного процесса (табл. 9).

9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - 1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
 - 1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
 - 1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья послуху:
 - 2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
 - 3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представляются водной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме;• в форме электронного документа;
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме увеличенным шрифтом;• в форме электронного документа;• в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме;• в форме электронного документа;• в форме аудиофайла.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья возможна индивидуальная работа.

Индивидуальная работа может быть организована преподавателем в виде:

- индивидуальная учебная работа в виде консультаций, т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы;
- индивидуальная воспитательная работа.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработали:

Чжан А.В., д.ф.-м.н., профессор

(подпись)