

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А. В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«10» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные разделы физики»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности/ специализации	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.  06.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Ю. А. Новикова
(инициалы, фамилия)


Программа одобрена на заседании кафедры № 3
«10» февраля 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.  10.02.2026
(уч. степень, звание) (подпись, дата)

А. В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  20.02.2026
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Н. Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Специальные разделы физики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 03.03.01 «Прикладная математика и физика» направленности/специализации «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-6 «Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими основами низкоразмерных полупроводниковых систем, квантово-размерными эффектами в наногетероструктурах, принципами работы приборов квантовой электроники и фотоники на их основе, а также современными методами экспериментальной диагностики, контроля параметров и измерения свойств наноструктурированных материалов и гетероструктур с учетом их фундаментальных физических ограничений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

- формирование у обучающихся углубленных теоретических знаний в области физики твердого тела, квантовой механики и наноструктурных материалов;
- развитие практических умений по обоснованному выбору и применению методов контроля, диагностики и исследования параметров наноматериалов и гетероструктур для решения задач квантовой электроники и фотоники в nanoиндустрии.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов	ПК-6.3.2 знать физические принципы работы, области применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений ПК-6.3.3 знать методы диагностики и контроля параметров наногетероструктур и наноструктурных материалов ПК-6.У.1 уметь выбирать методы и средства контроля параметров приборов и материалов квантовой электроники и фотоники

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Химия»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Квантовая электроника»,
- «Физика конденсированного состояния вещества»,
- «Физика лазеров»,
- «Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.	Дифф. зач.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий. Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение в физику низкоразмерных полупроводниковых систем Тема 1.1. Классификация полупроводниковых наноструктур и квантово-размерные эффекты. Тема 1.2. Плотность электронных состояний в системах пониженной размерности (квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки). Тема 1.3. Энергетический спектр носителей заряда в полупроводниковых гетероструктурах.	4	4			8
Раздел 2. Физические принципы работы приборов квантовой электроники и фотоники Тема 2.1. Оптические переходы в квантово-размерных структурах. Тема 2.2. Физические основы работы лазеров на квантовых ямах и квантовых точках. Тема 2.3. Полупроводниковые фотодетекторы на основе квантово-размерных гетероструктур.	4	4			8

<p>Раздел 3. Методы экспериментального исследования и диагностики параметров наногетероструктур</p> <p>Тема 3.1. Оптическая спектроскопия наноструктур (фотолюминесценция, оптическое поглощение).</p> <p>Тема 3.2. Рентгеновские методы анализа структурных параметров гетероструктур (XRD, XRR).</p> <p>Тема 3.3. Электронная и сканирующая зондовая микроскопия в диагностике наноматериалов.</p>	3	3			8
<p>Раздел 4. Разработка методик контроля технологических процессов в nanoиндустрии</p> <p>Тема 4.1. Физический контроль параметров тонкопленочного роста и молекулярно-лучевой эпитаксии.</p> <p>Тема 4.2. Метрологическое обеспечение измерений в nanoиндустрии.</p> <p>Тема 4.3. Составление регламентов и технических руководств по контролю качества наноструктурированных полупроводниковых материалов.</p>	3	3			7
<p>Раздел 5. Физические явления в перспективных наноматериалах</p> <p>Тема 5.1. Квантовый транспорт и одноэлектронные явления в наноструктурах.</p> <p>Тема 5.2. Спиновые явления в низкоразмерных полупроводниках и основы спинтроники.</p> <p>Тема 5.3. Двумерные наноматериалы (графен, дихалькогениды переходных металлов) и методы их характеристики.</p>	3	3			7
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Введение в физику низкоразмерных полупроводниковых систем</p> <p><i>Тема 1.1. Классификация полупроводниковых наноструктур и квантово-размерные эффекты.</i> Классификация полупроводниковых наноструктур: двумерные (2D), одномерные (1D) и нульмерные (0D) системы. Понятие длины волны де Бройля, де-бройлевская длина волны в</p>

	<p>полупроводниках, критерий проявления квантово-размерных эффектов. Математическая формулировка уравнения Шредингера для квантовой ямы с бесконечными и конечными барьерами.</p> <p><i>Тема 1.2. Плотность электронных состояний в системах пониженной размерности (квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки). Плотность электронных состояний: ступенчатый характер плотности состояний двумерного электронного газа (2DEG), корневая зависимость плотности состояний в квантовых проволоках, дельтаобразная плотность состояний в квантовых точках.</i></p> <p><i>Тема 1.3. Энергетический спектр носителей заряда в полупроводниковых гетероструктурах. Энергетический спектр носителей заряда, подзоны размерного квантования. Физические свойства гетеропереходов I и II типа.</i></p>
2	<p>Физические принципы работы приборов квантовой электроники и фотоники</p> <p><i>Тема 2.1. Оптические переходы в квантово-размерных структурах. Межзонные и внутризонные оптические переходы в квантово-размерных гетероструктурах. Правила отбора для переходов между подзонами квантования. Экситонные эффекты в низкоразмерных системах при комнатной температуре.</i></p> <p><i>Тема 2.2. Физические основы работы лазеров на квантовых ямах и квантовых точках. Физические основы полупроводниковых излучателей. Диодные лазеры на квантовых ямах: снижение пороговой плотности тока, температурная стабильность, перестройка длины волны генерации. Лазеры на квантовых точках и их преимущества перед классическими полупроводниковыми излучателями.</i></p> <p><i>Тема 2.3. Полупроводниковые фотодетекторы на основе квантово-размерных гетероструктур. Принцип работы полупроводниковых фотодетекторов и лавинных фотодиодов на основе гетероструктур с квантовыми ямами.</i></p>
3	<p>Методы экспериментального исследования и диагностики параметров наногетероструктур</p> <p><i>Тема 3.1. Оптическая спектроскопия наноструктур (фотолюминесценция, оптическое поглощение). Методы оптической характеристики наноструктур: спектроскопия стационарной и нестационарной фотолюминесценции (ФЛ), спектроскопия оптического поглощения. Определение геометрических и композиционных параметров квантовых ям по спектрам ФЛ.</i></p> <p><i>Тема 3.2. Рентгеновские методы анализа структурных параметров гетероструктур (XRD, XRR). Физические основы рентгеновской дифрактометрии (XRD): закон Брэгга-Вульфа, анализ кривых качания для сверхрешеток, уширение дифракционных пиков (формула Шеррера). Применение рентгеновской рефлектометрии (XRR) для контроля толщины, плотности и шероховатости нанометровых пленок.</i></p> <p><i>Тема 3.3. Электронная и сканирующая зондовая микроскопия в диагностике наноматериалов. Сканирующая</i></p>

	зондовая микроскопия: физический принцип атомно-силовой микроскопии (контактный и колебательный режимы), сканирующей туннельной микроскопии. Высокорастворяющая просвечивающая электронная микроскопия (HRTEM) и растровая электронная микроскопия (SEM).
4	<p>Разработка методик контроля технологических процессов в наноиндустрии</p> <p><i>Тема 4.1. Физический контроль параметров тонкопленочного роста и молекулярно-лучевой эпитаксии.</i> Технологии роста низкоразмерных полупроводниковых гетероструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) и газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений (MOCVD). Внутрикамерные методы контроля роста в реальном времени: дифракция быстрых электронов на отражение (RHEED) и эллипсометрия.</p> <p><i>Тема 4.2. Метрологическое обеспечение измерений в наноиндустрии.</i> Метрологическое обеспечение прецизионных физических измерений в нанотехнологиях. Правила формулирования погрешностей и калибровки измерительных приборов.</p> <p><i>Тема 4.3. Составление регламентов и технических руководств по контролю качества наноструктурированных полупроводниковых материалов.</i> Разработка технических руководств, технологических карт и стандартов по контролю качества готовых гетероструктурных эпитаксиальных пластин для приборов оптоэлектроники.</p>
5	<p>Физические явления в перспективных наноматериалах</p> <p><i>Тема 5.1. Квантовый транспорт и одноэлектронные явления в наноструктурах.</i> Явления квантового транспорта в наноструктурах: баллистический транспорт, квантование проводимости (формула Ландауэра-Буттикера). Эффект кулоновской блокады и принципы работы одноэлектронного транзистора. Квантовый эффект Холла в двумерных системах.</p> <p><i>Тема 5.2. Спиновые явления в низкоразмерных полупроводниках и основы спинтроники.</i> Спиновые эффекты: спин-орбитальное взаимодействие (эффекты Рашбы и Дрессельхауза), концепция полупроводникового спинового транзистора Датта-Даса.</p> <p><i>Тема 5.3. Двумерные наноматериалы (графен, дихалькогениды переходных металлов) и методы их характеристики.</i> Двумерные кристаллы: зонная структура графена, дираковские фермионы. Физические свойства двумерных дихалькогенидов переходных металлов (MoS₂, WSe₂) и методы их экспериментального контроля.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Расчет энергетического спектра электронов в одномерной прямоугольной квантовой яме конечной глубины	Решение ситуационных задач	4		1
2	Моделирование и расчет пороговых характеристик и спектров усиления полупроводникового лазера на квантовых ямах	Решение ситуационных задач	4		2
3	Анализ экспериментальных спектров фотолюминесценции и дифрактограмм полупроводниковых сверхрешеток	Решение ситуационных задач	3		3
4	Разработка методики и технического руководства по контролю толщины диэлектрической пленки методом эллипсометрии	Решение ситуационных задач	3		4
5	Расчет проводимости баллистического наноконтакта и кулоновской блокады в квантовой точке при различных температурах	Решение ситуационных задач	3		5
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	17	17
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	9
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся
указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
53 С12	Курс общей физики: в 3 т.: учебное пособие / И. В. Савельев. - М.: Наука: Физматлит, 1977 - Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 1977. - 432 с.	84
53 Т76	Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 13-е изд., стер. - М.: Academia, 2007. - 558 с	94
https://e.lanbook.com/book/440105 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 20-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 436 с. - ISBN 978-5-507-52151-7.	
https://e.lanbook.com/book/507521 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 464 с. - ISBN 978-5-507-54344-1.	
https://e.lanbook.com/book/440198 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-507-50503-6.	

https://znanium.com/catalog/product/470189 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с. ISBN 978-5-9221-1512-4.	
https://znanium.com/catalog/product/470190 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с. ISBN 978-5-9221-1514-8.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470867 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Механика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 312 с. - ISBN 978-5-93208-519-6.	
https://znanium.com/catalog/product/549781 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5.	
https://znanium.com/catalog/product/944794 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие / Сивухин Д.В., - 3-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с.: ISBN 5-9221-0228-1.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470883 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 14-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 322 с. - ISBN 978-5-93208-520-2.	
https://znanium.com/catalog/document?id=470861 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 9-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 261 с. - ISBN 978-5-93208-517-2.	
https://znanium.com/catalog/document?id=476087 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2026. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4.	

https://urait.ru/bcode/563653 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Сазонов, А. Б. Ядерная физика: учебник для вузов / А. Б. Сазонов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-534-11829-2.	
--	---	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://new-science.ru/category/fizika/	Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика
https://openedu.ru/	Образовательная платформа «Открытое образование»
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП
https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения ГУАП

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15,

	аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	аудитория №32-01
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ-19шт., объединённых в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №33-08
3	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; вакуумная установка УВРИ-2 для напыления различных материалов	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-07

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
Учебным планом не предусмотрено		

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Опишите физические принципы работы сканирующего туннельного микроскопа. Каковы основные области применения и принципиальные ограничения, связанные с электропроводностью образцов?	ПК-6.3.2
2	Каковы принципы работы атомно-силового микроскопа в различных режимах (контактный, бесконтактный, полуконтактный)? В чем заключаются ограничения метода при анализе высокоаспектных наноструктур?	ПК-6.3.2
3	Объясните физический механизм рентгеновской дифрактометрии применительно к анализу наноматериалов. Как размер нанокристаллитов ограничивает точность определения параметров решетки с использованием уравнения Шеррера?	ПК-6.3.2

4	Опишите физические основы спектроскопии комбинационного рассеяния света. Какие принципиальные ограничения накладывает выбор длины волны возбуждающего лазера на анализ колебательных мод углеродных нанотрубок?	ПК-6.3.2
5	Проанализируйте метод просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). В чем состоят физические ограничения пространственного разрешения, накладываемые сферической и хроматической абберациями электронных линз?	ПК-6.3.2
6	Каковы физические принципы метода эллипсометрии? Каковы области его применения в контроле толщин нанометровых слоев и принципиальные ограничения при исследовании сильно поглощающих или шероховатых сред?	ПК-6.3.2
7	Опишите физический принцип работы оптического микроскопа ближнего поля. Каковы основные области его применения и ограничения по сравнению со стандартной конфокальной микроскопией?	ПК-6.3.2
8	Каков физический принцип рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)? Какие факторы ограничивают глубину анализа и энергетическое разрешение метода?	ПК-6.3.2
9	Охарактеризуйте физические принципы масс-спектрометрии вторичных ионов (МСВИ). Каковы ограничения метода по глубине разрешения и разрушающему воздействию пучка первичных ионов?	ПК-6.3.2
10	Объясните принцип фотоэлектрического метода измерения времени жизни неосновных носителей заряда. Каковы ограничения метода применительно к тонким эпитаксиальным слоям с высокой скоростью поверхностной рекомбинации?	ПК-6.3.2
11	Опишите метод фотолюминесцентной (ФЛ) спектроскопии для диагностики квантовых ям. Как по положению и полуширине пика ФЛ можно контролировать толщину ямы и качество гетерограниц?	ПК-6.3.3
12	Каковы особенности применения емкостной вольт-фарадной профилирующей спектроскопии для определения профиля легирования и высоты барьеров в наногетероструктурах?	ПК-6.3.3
13	Объясните метод модулированной фотоотражательной спектроскопии. Какую информацию о зонной структуре и встроенных электрических полях в наногетероструктурах позволяет получить данный метод?	ПК-6.3.3
14	Как спектроскопия глубоких уровней используется для бесконтактного контроля параметров дефектов и ловушек в полупроводниковых наногетероструктурах?	ПК-6.3.3
15	Опишите метод рентгеновской рефлектометрии в диагностике параметров наноструктурных материалов. Как с его помощью контролировать толщину, плотность и шероховатость ультратонких пленок?	ПК-6.3.3
16	Каковы особенности применения спектроскопии нестационарной фотопроводимости для диагностики энергетического спектра локализованных состояний в квантовых точках?	ПК-6.3.3
17	Объясните использование эффекта Холла и метода Ван дер Пау для контроля концентрации и подвижности свободных носителей в двумерных электронных системах.	ПК-6.3.3
18	Как метод фотоэлектрической спектроскопии позволяет диагностировать энергетические уровни пространственного квантования в квантово-размерных структурах?	ПК-6.3.3

19	Опишите особенности спектроскопии терагерцового диапазона в бесконтактном контроле проводимости и диэлектрической проницаемости наноструктурированных полупроводниковых материалов.	ПК-6.3.3
20	Каким образом метод малоуглового рентгеновского рассеяния применяется для экспресс-диагностики распределения по размерам наночастиц в коллоидных растворах и нанокompозитах?	ПК-6.3.3
21	Обоснуйте выбор метода для неразрушающего контроля однородности толщины и состава активной области в промышленной гетероструктуре лазерного диода.	ПК-6.У.1
22	Выберите оптимальные методы контроля качества омических контактов и барьеров Шоттки на наноразмерных элементах транзисторных полупроводниковых гетероструктур с высокой плотностью интеграции.	ПК-6.У.1
23	Предложите комплекс методов для прецизионного определения размеров и поверхностной плотности самоорганизующихся квантовых точек Ge/Si на кремниевой подложке. Какой метод будет основным, а какой вспомогательным?	ПК-6.У.1
24	Обоснуйте выбор оптического метода контроля дефектов упаковки и дислокаций несоответствия в эпитаксиальных слоях полупроводников АЗВ5 на начальных стадиях гетероэпитаксиального роста.	ПК-6.У.1
25	Вам необходимо оценить термическую стабильность и диффузию компонентов на гетерограницах наноразмерной сверхрешетки GaAs/AlGaAs после высокотемпературного отжига. Какие методы контроля структуры и состава вы выберете?	ПК-6.У.1
26	Выберите метод контроля эффективности преобразования энергии и распределения токов утечки в тонкопленочных солнечных элементах на основе перовскитных наноструктур.	ПК-6.У.1
27	Обоснуйте выбор прибора и методики для экспресс-измерения показателя преломления и коэффициента поглощения многослойного интерференционного диэлектрического зеркала для полупроводникового лазера вертикального излучения.	ПК-6.У.1
28	Предложите метод бесконтактного определения температуры активной области мощного светодиода на основе нитрида галлия (GaN) в процессе его непрерывной работы при высоких токах накачки.	ПК-6.У.1
29	Обоснуйте выбор методики контроля чистоты и стехиометрического состава поверхности диэлектрических слоев двуокиси кремния перед нанесением металлизации в технологии нанoeлектроники.	ПК-6.У.1
30	Выберите и обоснуйте методику контроля параметров распределения локальных механических напряжений в кремниевых нанопроволоках, используемых в качестве каналов полевых транзисторов нового поколения.	ПК-6.У.1

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Какое физическое ограничение накладывается на тип исследуемых образцов в методе сканирующей туннельной микроскопии?</p> <p>а) Образец должен быть прозрачным для видимого света б) Образец должен обладать высокой электропроводностью в) Образец должен находиться в жидкой среде г) Образец должен обладать ферромагнитными свойствами</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
2	<p>В бесконтактном режиме атомно-силовой микроскопии взаимодействие между зондом и поверхностью образца определяется преимущественно силами:</p> <p>а) Трения скольжения б) Электростатического отталкивания в) Ван-дер-Ваальсова притяжения г) Ковалентного химического связывания</p> <p><i>Ключ: в</i></p>	ПК-6.3.2
3	<p>Формула Шеррера в рентгеновской дифрактометрии связывает полуширину дифракционного максимума с:</p> <p>а) Плотностью точечных дефектов кристаллической решетки б) Средним размером областей когерентного рассеяния (нанокристаллитов) в) Химическим составом тройного твердого раствора г) Толщиной аморфной подложки</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
4	<p>Физический принцип спектроскопии комбинационного рассеяния света основан на:</p> <p>а) Неупругом рассеянии фотонов на колебаниях кристаллической решетки (фононах) б) Спонтанной радиационной рекомбинации электронов и дырок в) Дифракции рентгеновских лучей на кристаллографических плоскостях г) Эмиссии фотоэлектронов под действием ультрафиолетового излучения</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.3.2
5	<p>Что накладывает принципиальное физическое ограничение на пространственное разрешение просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ)?</p> <p>а) Ограничение по глубине резкости оптического окуляра б) Длина волны электронов и геометрические aberrации электромагнитных линз в) Наличие флуктуаций давления в вакуумной колонне г) Оптическая прозрачность подложки образца</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2

6	<p>Метод спектроскопической эллипсометрии основан на измерении:</p> <p>а) Интенсивности рассеянного света под фиксированным углом</p> <p>б) Изменения состояния поляризации света при отражении от поверхности</p> <p>в) Спектра люминесценции при высоких уровнях оптического возбуждения</p> <p>г) Угла Брэгга для дифрагированных пучков</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
7	<p>Каким образом оптическая микроскопия ближнего поля преодолевает волновой дифракционный предел?</p> <p>а) Использованием сверхмощных импульсных рентгеновских лазеров</p> <p>б) Регистрацией затухающих (эванесцентных) волн в субволновой окрестности субмикронной апертуры</p> <p>в) Использованием жидких иммерсионных сред с высоким показателем преломления</p> <p>г) Глубоким криогенным охлаждением образца до температур жидкого гелия</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
8	<p>Из какой области по глубине (информативной зоны) регистрируются фотоэлектроны в методе РФЭС?</p> <p>а) Из всего объема полупроводниковой подложки (до 100 мкм)</p> <p>б) Из приповерхностного слоя толщиной от 1 до 10 нм</p> <p>в) Из промежуточной области толщиной от 1 до 5 мкм</p> <p>г) Исключительно из первого монослоя адсорбированных атомов газов</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
9	<p>Какое физическое ограничение является принципиальным для метода масс-спектрометрии вторичных ионов (МСВИ)?</p> <p>а) Невозможность детектирования легких элементов (водород, литий)</p> <p>б) Разрушающий характер контроля вследствие ионного распыления образца</p> <p>в) Требование к абсолютной прозрачности исследуемого кристалла</p> <p>г) Необходимость использования лазеров непрерывного действия</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.2
10	<p>Принципиальное ограничение метода измерения времени жизни носителей по спаду фотопроводимости для сверхтонких слоев заключается в:</p> <p>а) Влиянии высокой скорости поверхностной рекомбинации, искажающей объемные параметры</p> <p>б) Невозможности сфокусировать зондирующий инфракрасный лазер</p> <p>в) Ограничении на максимальную массу образца</p> <p>г) Необходимости предварительного нанесения металлических контактов</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.3.2
11	<p>Смещение пика фотолюминесценции квантовой ямы GaAs/AlGaAs в коротковолновую область (синий сдвиг) указывает на:</p> <p>а) Увеличение толщины квантовой ямы</p> <p>б) Уменьшение геометрической ширины квантовой ямы за счет размерного квантования</p> <p>в) Повышение степени деградации гетерограницы</p> <p>г) Диффузию атомов кремния из легирующего слоя</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3

12	<p>Вольт-фарадное профилирование основано на измерении барьерной емкости перехода в зависимости от обратного напряжения смещения, что позволяет непосредственно рассчитать:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Спектральную плотность квантовых состояний в валентной зоне б) Распределение концентрации ионизированной примеси по глубине структуры в) Подвижность электронов в квантовом канале г) Эффективное время жизни неосновных носителей <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
13	<p>Спектроскопия фотоотражения относится к группе модуляционных методов и характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Деструктивным разрушением исследуемого образца в процессе измерения б) Получением спектров, имеющих вид производных, вблизи критических точек зонной структуры в) Требованием обязательного нанесения металлических контактов на образец г) Использованием только радиочастотных полей возбуждения <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
14	<p>Спектроскопия DLTS позволяет определить параметры глубоких центров захвата на основе температурной зависимости:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Кинетики релаксации емкости обедненной области барьера Шоттки или p-n перехода б) Угла Брэгга при вращении образца в) Коэффициента оптического пропускания в видимой области г) Интенсивности сигнала рентгеновской флуоресценции <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.3.3
15	<p>На рентгеновской рефлектограмме ультратонкой пленки частота осцилляций Киссига непосредственно определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Кристаллографической ориентацией подложки б) Геометрической толщиной исследуемого слоя в) Средней шероховатостью подложки г) Уровнем легирования пленки донорами <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
16	<p>Поглощение инфракрасного излучения на внутривозонных переходах в квантовых ямах происходит при совпадении энергии кванта с:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Шириной запрещенной зоны барьерного материала б) Расстоянием между уровнями размерного квантования в яме в) Энергией связи экситона в объемном кристалле г) Работой выхода электрона из полупроводника <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
17	<p>С помощью измерения эффекта Холла в гетероструктуре со сформированным двумерным газом контролируют:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Плотность дислокаций несоответствия на границах б) Двумерную концентрацию и подвижность свободных носителей заряда в) Стехиометрическое соотношение элементов в твердом растворе г) Коэффициент теплопроводности полупроводника <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3

18	<p>Фотоэлектрическая спектроскопия (спектроскопия фототока) наногетероструктур регистрирует протекание тока, возникающего в результате:</p> <p>а) Термической генерации дефектов при нагреве лазером б) Оптического поглощения и последующего разделения фотоносителей в электрическом поле в) Туннелирования электронов через диэлектрический барьер при подаче высокого напряжения г) Механического давления зонда на поверхность структуры</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
19	<p>Измерение кинетики затухания фотолюминесценции позволяет непосредственно рассчитать:</p> <p>а) Эффективное время жизни неравновесных носителей заряда б) Концентрацию легирующей примеси в подложке в) Высоту потенциального барьера на гетерогранице г) Период дифракционной решетки</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.3.3
20	<p>Метод малоуглового рентгеновского рассеяния используется для диагностики:</p> <p>а) Наличия сверхпроводящих фаз в полупроводниках б) Распределения наночастиц и нанопор по размерам в диапазоне 1–100 нм в) Профиля легирования глубоких р-п переходов г) Оптической анизотропии диэлектрических пленок</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.3.3
21	<p>Для неразрушающего контроля толщины слоев и качества сверхрешетки AlAs/GaAs в промышленном масштабе целесообразно выбрать метод:</p> <p>а) Высокорастворимой рентгеновской дифрактометрии б) Растровой электронной микроскопии с селективным травлением в) Сканирующей туннельной микроскопии г) Вторично-ионной масс-спектрометрии</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.У.1
22	<p>Какое аналитическое оборудование следует выбрать для локального контроля механических напряжений в кремниевых наноструктурах с субмикронным пространственным разрешением?</p> <p>а) Спектрометр рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) б) Лазерный микро-КР-спектрометр (микро-Раман) в) Широкополосный оптический эллипсометр г) Рентгеновский рефлектометр</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1
23	<p>Для бесконтактного контроля состава Al(x)Ga(1-x)As эпитаксиального слоя на поверхности пластины GaAs целесообразно выбрать метод:</p> <p>а) Емкостной спектроскопии глубоких уровней б) Спектроскопии стационарной фотолюминесценции (ФЛ) при комнатной или азотной температуре в) Измерения магнетосопротивления в геометрии диска Корбино г) Атомно-силовой микроскопии</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1

24	<p>Какой метод контроля целесообразно выбрать для визуализации атомных плоскостей и контроля качества сопряжения решеток на гетерогранице GaAs/InAs?</p> <p>а) Растровую электронную микроскопию б) Просвечивающую электронную микроскопию высокого разрешения в) Оптическую конфокальную микроскопию г) Метод дифракции рентгеновских лучей на порошках</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1
25	<p>Выберите метод экспресс-контроля шероховатости поверхности подложек сапфира перед эпитаксиальным ростом структур светодиодов GaN:</p> <p>а) Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) б) Атомно-силовая микроскопия в) Спектроскопия комбинационного рассеяния света г) Спектроскопия нестационарной фотопроводимости</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1
26	<p>Какой метод оптического контроля наиболее целесообразно применить для бесконтактной оценки толщины диэлектрического просветляющего покрытия лазерного диода (слоя Al₂O₃ толщиной ~100 нм) в процессе производства?</p> <p>а) Спектроскопическую эллипсометрию б) Спектроскопию обратного рассеяния Рутерфорда в) Рентгеновскую дифрактометрию г) Масс-спектрометрию вторичных ионов</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.У.1
27	<p>Какое средство контроля вы выберете для определения профиля распределения концентрации водорода в эпитаксиальных пленках кремния, легированных в процессе роста?</p> <p>а) Спектроскопию фотолюминесценции б) Масс-спектрометрию вторичных ионов в) Атомно-силовую микроскопию г) Рентгеновскую рефлектометрию</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1
28	<p>Для контроля наличия и концентрации глубоких дефектов упаковки в активных областях готовых светодиодных гетероструктур на GaN целесообразно выбрать:</p> <p>а) Спектроскопию глубоких уровней б) Рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию (РФЭС) в) Инфракрасную Фурье-спектроскопию г) Метод эллипсометрии</p> <p><i>Ключ: а</i></p>	ПК-6.У.1
29	<p>При составлении методического руководства по контролю латеральных размеров квантовых нитей GaAs на вицинальных подложках в качестве основного измерительного средства следует выбрать:</p> <p>а) Спектрометр комбинационного рассеяния б) Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения в) Рентгеновский рефлектометр г) Оптический рефрактометр Аббе</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1

30	<p>Для прецизионного контроля химической чистоты поверхности кремниевых пластин от следов переходных металлов перед проведением высокотемпературных технологических процессов выберите наиболее чувствительный метод:</p> <p>а) Оптическую профилометрию б) Рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию в) Рентгеновскую дифрактометрию г) Рамановскую спектроскопию</p> <p><i>Ключ: б</i></p>	ПК-6.У.1
----	---	----------

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

– изложение теоретических основ дисциплины с использованием презентационных материалов и описанием практических примеров из современной физики наноструктур и наногетеросистем.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Порядок проведения каждого практического занятия разделён на три этапа:

1. Вводная часть, в ходе которой преподаватель обозначает цель работы, актуализирует необходимый теоретический минимум по текущей теме и разбирает алгоритмы решения демонстрационных задач.

2. Основная часть, предполагающая самостоятельное индивидуальное выполнение студентами расчетно-графических заданий и разбор ситуационных задач под методическим руководством преподавателя.

3. Заключительная часть, посвященная обсуждению полученных результатов, разбору типичных ошибок, формулировке выводов и защите выполненных расчетов.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Основной формой текущего контроля успеваемости является защита отчетов по выполненным практическим работам, а также устные опросы в ходе лекционных занятий. Для получения допуска к промежуточной аттестации студенту необходимо успешно выполнить и защитить не менее 75% запланированных практических работ текущего семестра.

В случае невыполнения указанных требований в установленные календарным графиком сроки, студент считается имеющим академическую задолженность и не допускается к промежуточной аттестации по дисциплине. Ликвидация академической задолженности по текущему контролю проводится в установленные кафедрой сроки.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение текущего контроля успеваемости.

Аттестация может проходить в форме устного опроса по билетам (теоретические вопросы и практические задачи) или в виде компьютерного тестирования. При оценивании учитывается глубина усвоения материала, логика изложения ответа, умение применять теоретические знания для решения практических задач автоматизации эксперимента, а также процент правильных ответов на тестовые задания.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой