

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.03.2026
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b558fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
Протокол от «17» марта 2026 г., №12
Зав. кафедрой _____ [Холина С.А.]

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)
Технологии полупроводниковых материалов

Направление подготовки: 03.03.02 Физика
Профиль: Фундаментальная физика и нанотехнология

Москва
2026

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	5
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	9

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации. Уметь: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания устного опроса
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации. Уметь: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Владеть: механизмами поиска информации, в том числе с применением современных информационных	Конспект, лабораторная работа, устный опрос, практическая подготовка	Шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания устного опроса,

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

			коммуникационных технологий.		шкала оцениван ия практиче ской подготов ки
ДПК-2	Порогов ый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоя тельная работа.	Знать: современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь: применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.	Конспект, лаборатор ная работа, устный опрос	Шкала оцениван ия лаборато рной работы, шкала оцениван ия устного опроса
	Продвин утый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоя тельная работа	Знать: современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь: применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики. Владеть: основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.	Конспект, лаборатор ная работа, устный опрос, практичес кая подготовк а	Шкала оцениван ия лаборато рной работы, шкала оцениван ия устного опроса, шкала оцениван ия практиче ской подготов ки

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания лабораторных работ.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент решил 71-90% от всех лабораторных работ	8-10
Если студент решил 51-70% от всех лабораторных работ	5-7
Если студент решил 31-50% от всех лабораторных работ	3-4
Если студент решил 0-30% от всех лабораторных работ	0-2

Шкала оценивания устных опросов.

Критерии оценивания	Баллы
---------------------	-------

Если студент отобразил в ответе 71-90% выбранной темы.	8-10
Если студент отобразил в ответе 51-70% выбранной темы	5-7
Если студент отобразил в ответе 31-50% выбранной темы	2-4
Если студент отобразил в ответе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания конспекта.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в ответе 71-90% выбранной темы.	8-10
Если студент отобразил в ответе 51-70% выбранной темы	5-7
Если студент отобразил в ответе 31-50% выбранной темы	2-4
Если студент отобразил в ответе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания практической подготовки.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Знать: механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на пороговом уровне

Перечень вопросов к устному ответу

1. Кристаллическая структура твердого тела.
2. Химические связи в кристаллах.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень вопросов к устному ответу

1. Тепловые колебания атомов.
2. Дефекты кристаллов.

Уметь: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на пороговом уровне

Перечень вопросов к устному ответу

- 1.Определение структуры кристалла.
- 2.Электронные состояния в твердых телах.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень вопросов к устному ответу

- 1.Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
- 2.Электропроводность металлов. Сверхпроводимость металлов.
- 3.Неоднородные полупроводники.
- 4.Диффузионные и дрейфовые токи.
- 5.Измерение параметров полупроводников

Владеть: механизмами поиска информации, в том числе с применением современных информационных и коммуникационных технологий.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных заданий для практической подготовки по дисциплине

1. Определить на практике структуры кристалла. Агрегатные состояния вещества. Кристаллическая структура твердого тела. Химические связи в кристаллах. Тепловые колебания атомов. Дефекты кристаллов.
2. Исследовать электропроводность металлов, сверхпроводимость металлов, электропроводность собственных полупроводников.
3. Измерить удельное сопротивление полупроводников. Определить тип электропроводности полупроводников.
4. Исследовать на практике Эффект Ганна. Неравновесные носители заряда. Неоднородные полупроводники.
5. Измерить параметры полупроводников. Гальваномагнитные эффекты, термомагнитные эффекты, тепловые свойства полупроводников.
6. Собрать экспериментальную установку и провести демонстрации «Контакт полупроводника и металла», «Выпрямление на контакте полупроводника с металлом», «Омические переходы».

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами

решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

Знать: современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на пороговом уровне

Перечень примерной тематики конспектов

1. Агрегатные состояния вещества.
2. Кристаллическая структура твердого тела.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерной тематики конспектов

1. Химические связи в кристаллах. Тепловые колебания атомов.
2. Дефекты кристаллов.
3. Определение структуры кристалла.

Уметь: применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на пороговом уровне.

Перечень примерной тематики лабораторных работ

1. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов 2-х зондовым методом.
2. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов 4-х зондовым методом.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерной тематики лабораторных работ

1. Определение типа, проводимости полупроводниковых материалов по знаку термо-ЭДС.
2. Определение типа проводимости полупроводниковых материалов по виду вольтамперной характеристики.
3. Снятие зависимости удельного сопротивления от температуры.
4. Определение концентрации и подвижности носителей путем эффекта Холла.

Владеть: основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерных заданий для практической подготовки по дисциплине

7. Исследовать природу токов через р-п-переход. Переходы п-п+, р-р+. Гетеропереходы. Перенос носителей в тонких пленках.
8. Исследовать практическое применение оптоэлектроники на основе знаний: Квантовый выход. Люминесценция. Фото-э.д.с. в полупроводниках. Квантовые генераторы. Твердотельные лазеры.
9. Изготовить на практике полупроводниковые материалы и измерить их свойств (Кремний и германий).
10. Исследовать оксидные полупроводники, тугоплавкие полупроводники, сверхпроводящие полупроводники, магнитные полупроводники, органические полупроводники, полупроводники с низкой подвижностью носителей заряда.
11. Оценить конструктивно-технологические варианты исполнения биполярного и полевого транзисторов в одном кристалле Функционально-интегрированные биполярно-полевые структуры.
12. Исследовать интегральные конденсаторы. Конструктивно-технологические варианты изоляции элементов микросхем друг от друга, контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхемы, вспомогательные элементы микросхем.

Промежуточная аттестация

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Знать: механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации.

Уметь: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.

Владеть: механизмами поиска информации, в том числе с применением современных информационных и коммуникационных технологий.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1

Перечень вопросов для зачета

1. Неравновесные носители заряда. Время жизни неравновесных носителей заряда.
2. Диффузионные и дрейфовые токи.
3. Гальваноманнитные эффекты.
4. Термомагнитные эффекты.
5. Тепловые свойства полупроводников.

6. Контакт полупроводника и металла. Выпрямление на контакте полупроводника с металлом.
7. Образование p - n -переходов. Классификация p - n -переходов. Природа токов через p - n -переход.
8. Омические переходы.
9. Перенос носителей в тонких пленках.
10. Термоэлектрические явления.

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

Знать: современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики.

Уметь: применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.

Владеть: основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2

Перечень вопросов для зачета

1. Фотопроводимость.
2. Спектр поглощения полупроводников. Квантовый выход.
3. Люминесценция. Фото-э.д.с. в полупроводниках.
4. Квантовые генераторы. Твердотельные лазеры.
5. Приготовление полупроводниковых материалов и измерение их свойств. Соединения типа $A^{III}B^V$. Соединения типа $A^{II}B^{VI}$.
6. Оксидные полупроводники. Тугоплавкие полупроводники. Сверхпроводящие полупроводники. Магнитные полупроводники. Органические полупроводники.
7. Конструктивно-технологические особенности и варианты интегральных биполярных транзисторов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии.
8. Конструктивно-технологические варианты исполнения биполярного и полевого транзисторов в одном кристалле
9. Интегральные диоды. Интегральные резисторы. Интегральные конденсаторы
10. Конструктивно-технологические варианты изоляции элементов микросхем друг от друга. Контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхемы.

Примерная тематика для курсовой работы

1. Технология выращивания монокристаллического кремния методом Чохральского для силовой электроники.
2. Особенности получения поликристаллического кремния силан-методом.
3. Технология получения бездислокационных монокристаллов кремния методом бестигельной зонной плавки.
4. Получение профилированных кристаллов полупроводников методом Степанова.
5. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии в производстве гетероструктур на основе арсенида галлия (GaAs).
6. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
7. Процессы жидкостного и сухого (плазмохимического) травления кремниевых структур.
8. Ионная имплантация как метод легирования полупроводников: механизмы внедрения примесей и радиационные дефекты.
9. Диффузионное легирование кремния: математическое моделирование и технологические режимы.
10. Высокотемпературная диффузия бора и фосфора в кремниевых структурах.
11. Методы радиационной модификации свойств полупроводниковых материалов.
12. Влияние ростовых дефектов (дислокаций, вакансий) на электрофизические свойства кремния.
13. Методы геттерирования примесей в технологии производства интегральных микросхем.
14. Методы нанесения тонких пленок органических полупроводников для гибкой электроники.
15. Получение и стабилизация перовскитных полупроводниковых материалов для солнечных элементов.
16. Методы контроля электрофизических параметров полупроводников (метод Холла, четырехзондовый метод).
17. Рентгеноструктурный анализ дефектов кристаллической решетки в полупроводниковых гетероструктурах.
18. Исследование дефектов структуры полупроводников методами избирательного химического травления.
19. Технология получения полупроводниковых материалов для лазерных диодов ИК-диапазона.
20. Синтез термоэлектрических полупроводниковых материалов на основе теллурида висмута (Bi_2Te_3).
21. Материалы для фотоприемников видимого и УФ-диапазонов на основе широкозонных полупроводников.
22. Разработка технологии создания прозрачных проводящих оксидов (TCO) для оптоэлектронных приборов.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к зачету

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Шкала оценивания курсовой работы

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в курсовой работе 71-90% выбранной темы.	81-100
Если студент отобразил в курсовой работе 51-70% выбранной темы	61-80
Если студент отобразил в курсовой работе 31-50% выбранной темы	41-80
Если студент отобразил в курсовой работе 0-30% выбранной темы	0-40

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе
отлично	81 – 100
хорошо	61 - 80
удовлетворительно	41 - 60
неудовлетворительно	0 - 40

Шкала оценивания зачета

Баллы	Критерии оценивания
20	Обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные.
14	Систематическое посещение занятий, участие в практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.
7	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

	- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры.
3	Обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы на промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено
61-80	Зачтено
41-60	Зачтено
0-40	Не зачтено