

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур

 Середин П.В.)
01.03.2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Процессы микро– и нанотехнологии

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: **03.04.02**

Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика передовых технологий производства изделий микро- и нанозлектроники

3. Квалификация выпускника: *Магистр*

4. Форма образования: *очная*

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: *Юраков Юрий Алексеевич,*

доктор физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник

7. Рекомендована: *НМС физического факультета протокол №2 от 23.03.2023*

8. Учебный год: *2024–2025*

Семестр: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование у обучающихся комплекса специальных знаний, умений, навыков и компетенций в области обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований современных изделий микро- и наноэлектроники.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение и освоение поэтапного контроля технологических и электрофизических параметров изготавливаемого изделия и его тестирования;
- освоение способов анализа полученных результатов и при необходимости корректировки и оптимизации режимов технологических операций на производстве.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок Б1.

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций профессиональных стандартов:

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

– В/01.7 «Разработка технологических процессов и внедрение их в производство»;

– В/02.7 «Оптимизация параметров технологических операций».

40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»

– В/02.6 «Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований»;

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные спланируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Участвует в разработке технологических процессов, их оптимизации и внедряет их в производство	ПК-3.1	Осуществляет поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров изготавливаемого изделия и его тестирования	Знать: методы осуществления поэтапного контроля технологических и электрофизических параметров изготавливаемого изделия и его тестирования
				Уметь: осуществлять поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров изготавливаемого изделия и его тестирование
				Владеть: навыками осуществления поэтапного контроля технологических и электрофизических параметров изготавливаемого изделия и его тестирования

		ПК-3.3	Анализирует полученные результаты и при необходимости корректирует и оптимизирует режимы технологических операций на производстве	<p>Знать: методы анализа полученных результатов и при необходимости корректировки и оптимизирования режимов технологических операций на производстве</p> <p>Уметь: осуществлять анализ полученных результатов и при необходимости корректировать и оптимизировать режимы технологических операций на производстве</p> <p>Владеть: навыками анализа полученных результатов и при необходимости корректировки и оптимизирования режимов технологических операций на производстве</p>
--	--	--------	---	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.— 3/108.

Форма промежуточной аттестации Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия		60	60
в том числе:	лекции	30	30
	практические		
	лабораторные	30	30
	групповые консультации		
Самостоятельная работа		48	48
Форма промежуточной аттестации –зачет с оценкой			
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Получение эпитаксиальных полупроводниковых слоев	Влияние технологических факторов на процессы получения эпитаксиальных слоев кремния методом химического осаждения в газовой фазе (ХОГФ). Получение легированных эпитаксиальных слоев кремния. Получение эпитаксиальных пленок арсенида галлия методом ХОГФ. Вакуумные технологии получения эпитаксиальных слоев.
1.2	Получение ионно-легированных структур	Принципы процесса ионного легирования. Теория ЛШШ. Длина пробега ионов в твердом теле. Потери энергии при торможении ионов в твердом теле. Ядерная и электронная тормозные способности. Распределение пробегов

		ионов. Влияние радиационных дефектов на структуру поверхности пластин. Отжиг дефектов и электрические свойства ионно-легированных слоев. Влияние технологических факторов на параметры ионно-легированных слоев. Ионно-распыление мишеней в процессе имплантации. Технология маскирования в процессах ионного легирования.
1.3	Технология литографических процессов	Сущность процесса фотолитографии. Фоторезист. Негативные и позитивные фоторезисты. Общие понятия о фотолитографии. Фоторезисты и их основные характеристики. Основные операции фотолитографического процесса. Методы получения рисунка ИМС. Фотошаблоны и технология их изготовления. Технология цветных фотошаблонов. Источники излучения в рентгеновской литографии. Экспонирование в рентгенолучевой литографии. Технология рентгенолитографических процессов.
2. Лабораторные работы		
2.1	Получение эпитаксиальных полупроводниковых слоев	Лабораторная работа 1. Изучение процесса получения эпитаксиальных слоев кремния методом химического осаждения в газовой фазе (ХОГФ). Лабораторная работа 2. Изучение процесса легирования эпитаксиальных слоев кремния.
2.2	Получение ионно-легированных структур	Лабораторная работа 3. Изучение влияния радиационных дефектов на структуру ионно-легированных слоев пластин. Лабораторная работа 4. Влияние отжига дефектов на электрические свойства ионно-легированных слоев.
2.3	Технология литографических процессов	Лабораторная работа 5. Изучение технологии фотолитографического процесса. Лабораторная работа 6. Изучение технологии рентгенолитографического процесса.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
1	Получение эпитаксиальных полупроводниковых слоев.	10		8		16	34
2	Получение ионно-легированных структур.	10		8		16	34
3	Технология литографических процессов.	10		14		16	40
	Итого:	30		30		48	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов

преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Дисциплина «Процессы микро- и нанотехнологии» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные работы; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов-магистров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, участием в лабораторных работы, подготовкой и сдачей зачета по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или лабораторной работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа обучающегося позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа – это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу обучающихся и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность обучающихся должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности обучающегося по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались обучающиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных обучающимся знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа обучающихся при изучении дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» включает в себя: изучение теоретической части курса, подготовку к выполнению лабораторных работ, написание отчетов по лабораторным работам.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 18 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 18 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 12 часов
итога	– 48 часа

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров / В.Н. Черняев. – М.: Радио и связь. – 1987. 464 с.
2.	Аброян И.А. Физические основы электронной и ионной технологии / И.А. Аброян, А.Н. Андронов, А.И. Титов. – М.: Высш. шк., 1984. – 320 с.
3.	Юраков Ю.А. Исследование наноструктурированных материалов методом растровой электронной микроскопии / Ю.А. Юраков, А.С. Леньшин, П.В. Середин. – Воронеж: ВГУ, 2014. - 14 с.
4.	Современная кристаллография. Т.3 / Под.ред. Б.К. Вайнштейна, А.А. Чернова, Л.А. Шувалова. - М.: Наука, 1980. - 407 с.
5.	Машкина Е.С. Литографические процессы в технологии твердотельной электроники: учебно-методическое пособие. / Е.С. Машкина, Е.Н. Бормонтов. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. 36 с.
6.	Бурмаков А.П. Физические основы технологии микроразработки: Учебное пособие / А.П. Бурмаков, П.И. Гайдук, Ф.Ф. Комаров, А.В. Леонтьев. - Минск: БГУ, 2002. –194 с.
7.	Киреев В.Ю. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование: [учебно-справочное руководство] / В.Ю. Киреев. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 319 с.
8.	Комаров, Ф. Ф. Ионная имплантация диэлектриков / Ф.Ф. Комаров, А.В. Леонтьев. - Минск: БГУ, 2010. - 190 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
9.	Комаров Ф. Ф. Ионная имплантация в металлы / Ф.Ф. Комаров. - М.: Металлургия, 1990. - 216 с.
10	Мейер, Дж. Ионное легирование полупроводников : кремний и германий / Дж. Мейер, Л. Эрикссон, Дж. Дэвис; пер. с англ. под ред. В.М. Гусева. - М.: Мир, 1973. - 296 с.
11	Буренков А.Ф. Таблицы параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей: Теория, метод расчета, таблицы / А.Ф. Буренков, Ф.Ф. Комаров, М.А. Кумахов и др. - Минск: Изд-во БГУ, 1980. - 347 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
12	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ

13	http://www.moodle.vsu.ru
14	https://e.lanbook.com – ЭБС «Лань»
15	https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
16	www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»
17	https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
18	Зорин, Е. И. Ионное легирование полупроводников / Е.И. Зорин, П.В. Павлов, Д.И. Тетельбаум. - М.: Энергия, 1975. - 129 с.
19	Лифшиц, В. Г. Процессы на поверхности твердых тел / В. Г. Лифшиц, С. М. Репинский ; Рос.акад. наук, Дальневост. отд-ние, Ин-т автоматики и процессов упр., Сиб. отд-ние, Ин-т физики полупроводников, Владивосток: Дальнаука, 2003.- 702 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные работы, групповые консультации, индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория технологии наноструктур и наноматериалов кафедры физики твердого тела и наноструктур: вакуумные установки для магнетронного и термического нанесения металлических, полупроводниковых и диэлектрических тонких пленок, электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения тонких пленок и наноструктур с заданными стехиометрией и свойствами, растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments для диагностирования морфологии и составананослоев, просвечивающий электронный микроскоп Libra 120 для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры тонких и слоев и нанослоев, рентгеновские дифрактометры ДРОН-4М с цифровой регистрацией, ДРОН-8Т, многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением, прецизионный LCR измеритель НЮКИ-3522-50, измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Получение эпитаксиальных полупроводниковых слоев.	ПК-3	ПК-3.1	Лабораторная работа 1, 4
			ПК-3.3	
2.	Получение ионно-легированных структур.	ПК-3	ПК-3.1	Лабораторная работа 2, 4
			ПК-3.3	
3.	Технология литографических процессов.	ПК-3	ПК-3.1	Лабораторная работа 3, 4
			ПК-3.3	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: отчеты о выполнении лабораторных работ.

Перечень тем лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Изучение процесса получения эпитаксиальных слоев кремния методом химического осаждения в газовой фазе (ХОГФ).

Лабораторная работа 2. Изучение процесса легирования эпитаксиальных слоев кремния.

Лабораторная работа 3. Изучение влияния радиационных дефектов на структуру ионно-легированных слоев пластин.

Лабораторная работа 4. Влияние отжига дефектов на электрические свойства ионно-легированных слоев.

Лабораторная работа 5. Изучение технологии фотолитографического процесса.

Лабораторная работа 6. Изучение технологии рентгенолитографического процесса.

Для текущего контроля успеваемости используется устный опрос, отчеты о ходе выполнения лабораторных работ, на основе которых выставляется предварительная оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно/неудовлетворительно*.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала предварительных оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выполнения лабораторных работ	Повышенный уровень	<i>Отлично</i>

Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении лабораторных работ	Базовый уровень	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен выполнять лабораторные работы	Пороговый уровень	<i>Удовлетворительно</i>
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении лабораторных работ	–	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Комплект КИМ

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Влияние технологических факторов на процессы получения эпитаксиальных слоев кремния методом химического осаждения в газовой фазе.
2. Принципы процесса ионного легирования.

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Получение легированных эпитаксиальных слоев кремния методом химического осаждения в газовой фазе.
2. Длина пробега ионов в твердом теле.

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Получение эпитаксиальных пленок арсенида галлия методом ХОГФ.
2. Потери энергии при торможении ионов в твердом теле.

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Вакуумные технологии получения эпитаксиальных слоев.
2. Ядерная и электронная тормозные способности.

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Распределение пробегов ионов.
2. Сущность процесса ФЛ.

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Влияние радиационных дефектов на структуру поверхности пластин.
2. Негативные и позитивные резисты.

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Отжиг дефектов и электрические свойства ионно-легированных слоев.
2. Основные операции фотолитографического процесса.

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Влияние технологических факторов на параметры ионно-легированных слоев.
2. Методы получения рисунка ИМС.

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Ионное распыление мишени в процессе имплантации.
2. Технология цветных фотошаблонов.

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Технология маскирования в процессах ионного легирования.
2. Фотошаблоны и технология их изготовления.

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Источники излучения в рентгеновской литографии.
2. Технология рентгенолитографических процессов.

Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет с оценкой. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*.

Оценка уровня освоения дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных работ;
- полнота ответов на вопросы контрольно-измерительного материала;
- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки освоения дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии»:

– оценка *отлично* выставляется при полном соответствии работы студента всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень;

– оценка *хорошо* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления курсовых работ и отчетов по лабораторным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень;

– оценка *удовлетворительно* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно,

частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу;

– оценка *неудовлетворительно* выставляется в случае несоответствия работы студента всем показателям, его неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление: 03.04.02 Физика

шифр и наименование направления/специальности

Дисциплина: Б1.В.ДВ.02.01 Процессы микро- и нанотехнологии

код и наименование дисциплины

Профиль подготовки: Физика передовых технологий производства изделий микро- и нанoeлектроники

в соответствии с Учебным планом

Форма обучения: очная

Учебный год: 2024-2025

Ответственный исполнитель -

Зав.кафедрой ФТТиНС

должность, подразделение

подпись

(П.В. Середин)

расшифровка подписи

_____.____.20__

Исполнители:

Профессор каф. ФТТиНС

должность, подразделение

подпись

(Ю.А. Юраков)

расшифровка подписи

_____.____.20__

должность, подразделение

подпись

расшифровка подписи

_____.____.20__

СОГЛАСОВАНО:

Куратор ООП ВО

направления 03.04.02

подпись

(Г.В. Быкадорова)

расшифровка подписи

_____.____.20__

Зав.отделом

обслуживания ЗНБ

подпись

(Н.В. Белодедова)

расшифровка подписи

_____.____.20__

Рекомендована НМС физического факультета, протокол № 2 от 23.03.2023

(наименование факультета, структурного подразделения)