

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
заведующий кафедрой  
физики твердого  
тела и наноструктур  
(П.В.Середин)  
05.06.2023г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.33 Физические аспекты аддитивных технологий**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

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

03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра физики твердого тела и наноструктур

**6. Составители программы:** Руднев Евгений Владимирович, к.ф.-м.н., доцент

**7. Рекомендована:** НМС физического факультета, №3 от 20.04.2023

**8. Учебный год:** 2024-2025

**Семестр(ы):** 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподаваемой дисциплины является ознакомление студентов с физическими принципами, лежащими в основе аддитивных технологий, а также методами моделирования деталей с учетом свойств используемых материалов.

Основной задачей дисциплины является ознакомление студентов с физическими аспектами аддитивных технологий.

В результате изучения курса студент должен:

знать:

общие принципы аддитивного производства;  
классификацию материалов аддитивного производства;  
автоматизированные системы проектирования.

уметь:

различать материалы для аддитивного производства;  
понимать принцип технологии 3D-печати  
изучить автоматизированные системы проектирования в аддитивных технологиях

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.О.33 Физические аспекты аддитивных технологий относится к части, формируемой участниками образовательных отношений базового блока Б1.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	ПК-1 Способен модернизировать существующие и внедрять новые методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур	ПК-1.1	Выбирает средства и методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур	<b>Знать:</b> методы и средства измерений параметров наноструктур в аддитивных технологиях <b>Уметь:</b> применять методы и средства контроля и изменения различных параметров наноматериалов в аддитивных технологиях <b>Владеть:</b> навыками применения и изменения параметров в наноструктурах и наноматериалах аддитивных технологий
		ПК-1.3	Применяет знания о назначении, устройстве и принципах действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур	<b>Знать:</b> устройство, назначение, принцип работы аддитивных технологий для измерения параметров нанообъектов <b>Уметь:</b> применять теоретические знания для совершенствования аддитивных технологий применительно к наноструктурам и наноматериалам <b>Владеть:</b> знаниями и принципами действия, устройстве и применении аддитивных технологий для наноматериалов
ПК-2	ПК-2 Способен модернизировать	ПК-2.1	Анализирует современное состояние	<b>Знать:</b> современное состояние методов аддитивных технологий

	существующие и внедрять новые процессы модификации наноматериалов и наноструктур		методов и оборудования для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур	для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур <b>Уметь:</b> изменять и модернизировать современные методы и оборудование для изучения свойств наноструктур и наноматериалов в аддитивных технологиях <b>Владеть:</b> навыками разработки современных методов модификации наноматериалов в аддитивных технологиях
			ПК-2.3	Оценивает воздействие использованного оборудования на наноматериалы и наноструктуры

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

Форма промежуточной аттестации Зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия		54	54
в том числе:	лекции	36	36
	практические	18	18
	лабораторные		
Самостоятельная работа		54	54
Форма промежуточной аттестации – зачет			
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Общие принципы аддитивного производства	Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. История создания и развития средств автоматизации подготовки и оценки проектной, рабочей и эксплуатационной документации. Алгоритмы применения вычислительной техники в проектной деятельности инженера. Основные функции и ограничения систем автоматизированной подготовки документации. Общая концепция

		<p>аддитивного производства Аддитивное производство как развитие концепции быстрого прототипирования. Определение и базовый технологический процесс аддитивного производства. Основные этапы производства деталей приращением. Особенности использования деталей, произведенных аддитивно. Сравнение аддитивного производства и обработки резанием с ЧПУ. Классификация процессов аддитивного производства. Направления развития технологий аддитивного производства. Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства Алгоритм выбора процесса аддитивного производства для определенной задачи. Оценка стоимости прямого цифрового производства. Особенности конструирования деталей для производства путем добавления материала. Создание, редактирование и позиционирование в рабочей зоне файлов STL.</p>
1.2	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	<p>Оборудование аддитивного производства: 3D принтер, 3D сканер, атомайзер (основные компоненты и составные части оборудования аддитивных технологий). Связь и физические принципы взаимодействия программных, электронных и механических частей оборудования. Материалы аддитивного производства: металл, полимер, биологические материалы (основные физические свойства, форма, размер, текучесть и т.д.)</p>
1.3	Технологии быстрого прототипирования	<p>Фотополимеризация. История и развитие фотополимеров. Конфигурации процессов фотополимеризации: векторное сканирование, проецирование трафарета, двухфотонные подходы. Описание применяемых материалов и процессов. Экструзия. Осаждение. Описание составных частей процесса: загрузка материала, сжижение, экструзия, затвердевание, контроль позиции. Описание различных систем и установок, использующих методы экструзии для аддитивного производства. Ламинирование. Спекание порошковой подложки. Описание процесса ламинирования листовых материалов. Описание процесса избирательного лазерного спекания. Классификация процессов спекания. особенности работы с порошком для спекания. Процессы печати Развитие печати как процесса аддитивного производства. Описание процесса, его преимущества и недостатки. Вид капель. Технология трехмерной печати. Рекомендации по выбору аддитивной технологии. Методы отбора. Подходы к определению целесообразности. Управление и планирование производством.</p>
1.4	Конструкторская подготовка аддитивного производства	<p>Особенности конструирования деталей для аддитивного производства. Параметрическое и прямое моделирование. Точность экспорта геометрических данных в формат stl.</p>
1.5	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	<p>Технологический процесс и слайсинг для изготовления изделий. Контроль качества готового изделия с использованием новейших научных методов и подходов, в том числе с использованием информационных систем. Финишная доработка изделий, полученных методом послойного синтеза. Эксплуатация аддитивных установок</p>
1.6	3D моделирование	<p>Основные способы создания деталей. Операции при создании деталей (выдавливание, вращение, кинематика). Основные операции по сечениям. Выделение объектов. Удаление объектов. Отмена и повтор команд. Использование вспомогательных построений. Ввод вспомогательной прямой через две точки. Ввод вспомогательной параллельной прямой. Простановка размеров. Ввод линейных размеров. Ввод линейных размеров с управлением надписью и заданием параметров. Ввод угловых размеров. Ввод диаметральных размеров. Ввод радиальных размеров. Построение фасок. Построение скруглений. Симметрия объектов. Построение зеркального изображения. Использование видов. Управление видами. Изменение параметров вида. Построение чертежей плоских деталей. Усечение и выравнивание объектов. Типовой чертеж детали «Вал». Поворот объектов. Деформация объектов. Построение плавных кривых (Кривые Безье). Штриховка области.</p>
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Классификация	<p>Практическая работа 1. Ознакомление с принципами сборки</p>

	оборудования и материалов аддитивного производства (Основные компоненты и составные части оборудования аддитивных технологий)	лабораторного 3D принтера.
2.2	3D моделирование	Практическая работа 2. Ознакомление с построением геометрических примитивов Практическая работа 3. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции вращения. Практическая работа 4. Трехмерное моделирование с применением кинематической операции. Практическая работа 5. Создание документа спецификаций сборочного изделия в 3D. Практическая работа 6. Изучение процесса изготовления макетного изделия с помощью 3D печати.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Общие принципы аддитивного производства	8	2		8	18
2	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	8	2		8	18
3	Технологии быстрого прототипирования	4	2		10	16
4	Конструкторская подготовка аддитивного производства	6	4		10	20
5	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	4	4		10	18
6	3D моделирование	6	4		8	18
Итого:		36	18		54	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает проработку материалов лекций, изучение рекомендованной литературы, подготовку к лабораторным работам и их защита, подготовку к устному опросу по лекционному материалу. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – рекомендованная программой литература и комплект индивидуальных заданий на письменные самостоятельные работы.

Изучение дисциплины “Б1.О.33 Физические аспекты аддитивных технологий” предусматривает осуществление учебной деятельности, состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины. Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции;

практические занятия; самостоятельная работа. 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);

Основной, 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. Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов.

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. 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. 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 понятое во время лекции положение 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:

- 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 неизвестное, 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: участием в лабораторных занятиях, подготовкой и сдачей экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента. Лабораторное занятие является эффективной формой организации учебного процесса в высшем учебном заведении, которая основывается на самостоятельной работе студентов. Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах.

Практические занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в научной и производственной деятельности. Приступая к работе в лаборатории, студенту следует знать, что любое несоблюдение расписания занятий и дисциплины будет считаться нарушением его служебных обязанностей. Преподаватель, который впервые встречается со студентами на вводном занятии, должен ознакомить их с общими правилами работы в лаборатории, которые они обязаны неукоснительно выполнять. Успех проведения конкретного лабораторного занятия зависит от его подготовки, которая включает: глубокое изучение студентами теоретического материала; подготовку необходимой учебно-материальной базы и документации (инструкций, методических разработок и т.п.); подготовку преподавателя и студентов. Подготовку к лабораторному занятию осуществляют в несколько этапов: предварительная подготовка, начало работы, ее выполнение, составление отчета и оценки работы преподавателем.

Предварительную подготовку к практическим работам осуществляют в отведенное для самостоятельной работы время. Готовясь к ней, студент прежде всего должен осознать ее цель, усвоить теоретический материал, добиться четкого представления о физических процессах, которые исследуются на лабораторном занятии. С целью качественного выполнения лабораторной работы преподаватели про-

веряют готовность студентов. Это происходит в форме беседы с каждым студентом, в процессе которой выявляют знания теоретического материала по теме работы, или в форме компьютерного тестирования по этим же вопросам. Таким образом выявляют уровень теоретической подготовки студентов, практические навыки, умение применять знания для решения практических задач. После экспериментальной части работы студенты должны ответить на контрольные вопросы, преподаватель использует для оценки знаний и экспериментальных умений и навыков студента при зачете его работы. Завершается практическая работа оформлением индивидуального отчета и его защитой перед преподавателем. Итоговые оценки выставляют в журнале учета выполнения лабораторных работ и учитывают при проведении зачёта по дисциплине. Следовательно, проведение занятия предусматривает следующие этапы: предварительный контроль подготовленности студентов к выполнению конкретной лабораторной работы; выполнения конкретных задач в соответствии с предложенной тематикой; оформление индивидуального отчета; оценивания преподавателем результатов работы студентов.

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки бакалавров. 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 практической 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. Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих: - понимание методологических основ построения изучаемых знаний; - выделение главных структур учебного курса;

8

- формирование средств выражения в данной области; - построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины "Б1.О.33 Физические аспекты аддитивных технологий" включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 24 часа
подготовку к лабораторным занятиям	– 16 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 14 часов
итого	– 54 часа

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Преображенская Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств. Часть 1: Учебное пособие / Преображенская Е. В., Боровик Т. Н., Баранова Н. С., МИРЭА - Российский технологический университет, 2021.– 173 с. (ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.ru/book/182474">https://e.lanbook.ru/book/182474</a> )
2.	Преображенская Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств. Часть 2: Учебное пособие / Преображенская Е. В., Зуев В. В., Мышечкин А. А. МИРЭА - Российский технологический университет, 2021.– 164 с. (ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.ru/book/182471">https://e.lanbook.ru/book/182471</a> )
3.	Веселова Ю. В. Промышленный дизайн и промышленная графика. Методы создания прототипов и моделей: учебное пособие / Веселова Ю. В., Лосинская А. А., Ложкина Е. А., Новосибирский государственный технический университет, 2019.– 144 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/m/book/152256#1">https://reader.lanbook.ru/m/book/152256#1</a> )
4.	Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный //

	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179203">https://e.lanbook.com/book/179203</a> (дата обращения: 02.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5.	Абросимов С.Н. Основы компьютерной графики САПР изделий машиностроения (MCAD): учебное пособие для вузов / Абросимов С.Н., Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2014.– 206 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/m/book/63672#1">https://reader.lanbook.ru/m/book/63672#1</a> )

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Горунов А.И. Аддитивные технологии и материалы: учебное пособие / А.И. Горунов. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2019.– 56 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/book/144008#3">https://reader.lanbook.ru/book/144008#3</a> )
2.	Трофимов А.В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии: Учебное пособие для студентов / А.В. Трофимов и др., Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2019.–72 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/m/book/120060#2">https://reader.lanbook.ru/m/book/120060#2</a> )
3.	Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 400 с. — ISBN 978-5-94074-418-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1303">https://e.lanbook.com/book/1303</a> (дата обращения: 02.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4.	Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D V10. Максимально полное руководство : руководство : в 2 томах / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том 1 — 2008. — 1184 с. — ISBN 978-5-94074-428-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1304">https://e.lanbook.com/book/1304</a> (дата обращения: 02.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

№ п/п	Ресурс
5.	<a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
6.	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
7.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> – ЭБС «IPRbooks»

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
2.	<a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>
3.	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека

## 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; практические занятия; индивидуальные занятия.  
 -По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория компьютерных технологий кафедры физики твердого тела и наноструктур, учебный 3D принтер (лаб. 25)

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.	Общие принципы аддитивного производства	ПК-1	ПК-1.1	Устная беседа
2.	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	ПК-1	ПК-1.3	Практическая работа 1, 2
		ПК-2	ПК-2.1	
3.	Технологии быстрого прототипирования	ПК-1	ПК-1.1	Устная беседа
4.	Конструкторская подготовка аддитивного производства	ПК-1	ПК-2.3	Устная беседа
5.	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	ПК-1	ПК-1.1	Устная беседа
		ПК-2	ПК-2.3	
6.	3D моделирование	ПК-2	ПК-2.1	Практическая работа 3-8
		ПК-1	ПК-1.1	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Устная беседа, практические задания

## 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 практических работ

Практическая работа 1. Ознакомление с принципами сборки лабораторного 3D принтера.  
Практическая работа 2. Ознакомление с построением геометрических примитивов  
Практическая работа 3. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции вращения.  
Практическая работа 4. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции вращения.  
Практическая работа 5. Трехмерное моделирование с применением кинематической операции.  
Практическая работа 6. Изучение процесса изготовления макетного изделия с помощью 3D печати.

Для текущего контроля успеваемости используется устный опрос, отчеты о ходе выполнения практических работ, на основе которых выставляется зачет.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет. В приложение к диплому вносится оценка *зачтено*.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – «зачтено», «не зачтено».

Оценка уровня освоения дисциплины «Физические аспекты аддитивных технологиях» осуществляется по следующим показателям:

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

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала 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 тестов решения практических задач при выполнении лабораторных работ	Повышенный уровень	зачтено
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении тестов и лабораторных задач	Базовый уровень	зачтено
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен проходить тестирование и выполнять лабораторные задания	Пороговый уровень	зачтено
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении практических задач лабораторных работ	–	не зачтено

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление: 03.03.02 Физика  
*шифр и наименование направления/специальности*

Дисциплина: Б1.О.33 Физические аспекты аддитивных технологий  
*код и наименование дисциплины*

Профиль подготовки: Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов  
*в соответствии с Учебным планом*

Форма обучения: очная

Учебный год: 2024-2025

Ответственный исполнитель -

Зав.кафедрой ФТТиНС \_\_\_\_\_ (П.В. Середин) 31.08.2024  
*должность, подразделение* *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

Доц. к.ф.-м.н.каф. ФТТиНС \_\_\_\_\_ (Е.В. Руднев) 31.08.2024  
*должность, подразделение* *подпись* *расшифровка подписи*

\_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *расшифровка подписи* \_\_\_\_\_. 20\_\_

СОГЛАСОВАНО:

Куратор ООП ВО  
направления 03.04.02 \_\_\_\_\_ (Г.В. Быкадорова) 31.08.2019  
*подпись* *расшифровка подписи*

Зав.отделом  
обслуживания ЗНБ \_\_\_\_\_ (Н.В. Белодедова) 31.08.2019  
*подпись* *расшифровка подписи*

Рекомендована НМС физического факультета, протокол № 6 от 26.06.2019  
*(наименование факультета, структурного подразделения)*