

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)  
01.03.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.04.03 Биоинженерные, аддитивные и сквозные технологии**

*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:** Буйлов Никита Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент

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

**8. Учебный год:** 2027-2028

**Семестр(ы):** 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподаваемой дисциплины является ознакомление студентов с физическими принципами биоинженерных, аддитивных и сквозных технологий, а также современными материалами и методами моделирования и проектирования изделий биоинженерии с учетом свойств используемых материалов.

Основной задачей дисциплины является подготовка студентов для решения научно-исследовательских и научно-технических задач биоинженерии с применением аддитивных технологий и компьютерного моделирования.

В результате изучения курса студент должен:

знать:

основные понятия биоинженерных, аддитивных и сквозных технологий;  
общие принципы аддитивного производства;  
классификацию оборудования и материалов аддитивного производства;  
автоматизированные системы проектирования.

уметь:

проводить конструкторскую подготовку аддитивного производства;  
реализовывать производство изделий методом послойного синтеза;  
применять автоматизированные системы проектирования в аддитивных

технологиях.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.03 Биоинженерные, аддитивные и сквозные технологии 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-2	Способен модернизировать существующие и внедрять новые процессы модификации наноматериалов и наноструктур	ПК-2.1	Анализирует современное состояние методов и оборудования для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур	<b>Знать:</b> современные методы и оборудование для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур <b>Уметь:</b> анализировать современное состояние методов и оборудования для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур <b>Владеть:</b> навыками применения современных методов для проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур
		ПК-2.2	Применяет углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур	<b>Знать:</b> структуру, физико-химические свойства, конструкцию и назначение наноматериалов и наноструктур <b>Уметь:</b> применять углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур

				<b>Владеть:</b> навыками применения углубленных знаний о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур
--	--	--	--	---

**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
		6 семестр
Аудиторные занятия	72	72
в том числе:	лекции	36
	практические	
	лабораторные	36
Самостоятельная работа	36	36
Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой		
Итого:	108	108

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основные понятия биоинженерных технологий	Основы биоинженерных технологий. Генная инженерия. Клеточная инженерия. Тканевая инженерия. Биоинженерия и медицина. Динамика восстановительных процессов при повреждении конечностей. Морфологические особенности костеобразования. Методы формирования биокомпозитов. Гибридный метод формирования биокомпозитов.
1.2	Керамические материалы биоинженерных и аддитивных технологий	Композиционные и керамические материалы. Классификация керамических материалов. Керамические материалы функционального назначения, биоматериалы. Перспективные композиционные материалы, нанокomпозиционные материалы. Микроструктурный анализ керамических материалов. Особенности подготовки материалов и образцов для сканирующей электронной микроскопии. Методы нанесения покрытий для объектов СЭМ и рентгеновского микроанализа. Сканирующая зондовая микроскопия. Измерение механических свойств.
1.3	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 аддитивного производства в биоинженерных технологиях. Аддитивное производство как развитие концепции быстрого прототипирования. Определение и базовый технологический процесс аддитивного производства. Основные этапы производства деталей приращением. Особенности использования деталей, произведенных аддитивно. 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.
1.4	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	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.)
1.5	Технологии быстрого прототипирования	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.
1.6	Конструкторская подготовка аддитивного производства	Особенности конструирования деталей для аддитивного производства. Параметрическое и прямое моделирование. Точность экспорта геометрических данных в формат stl.
1.7	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	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
1.8	Автоматизированные системы проектирования (программа Компас)	Классы и виды CAD и CAM систем, их возможности и принципы функционирования Назначение программы. Типы документов в Компасе. (чертеж, фрагмент, деталь). Основные способы создания чертежей. Библиотеки элементов. Основные операции при создании элементов чертежей. Основные приемы построения чертежа.
1.9	Программа Компас (3D моделирование)	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 изделия. Поворот объектов. Деформация объектов. Построение плавных кривых (Кривые Безье). Штриховка области.
<b>2. Лабораторные занятия</b>		
2.1	Программа Компас (3D моделирование)	Лабораторная работа 1. Построение геометрических примитивов Лабораторная работа 2. Трехмерное моделирование сложных тел с

		применением операции выдавливания. Лабораторная работа 3. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции вращения. Лабораторная работа 4. Трехмерное моделирование с применением кинематической операции. Лабораторная работа 5. Создание документа спецификаций сборочного изделия в 3D. Лабораторная работа 6. Изготовление макетного изделия с помощью 3D печати.
--	--	---

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия биоинженерных технологий	4			2	6
2	Керамические материалы биоинженерных и аддитивных технологий	4			3	7
3	Общие принципы аддитивного производства	4			3	7
4	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	4			3	7
5	Технологии быстрого прототипирования	4			3	7
6	Конструкторская подготовка аддитивного производства	4			3	7
7	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	4			3	7
8	Автоматизированные системы проектирования (программа Компас)	4		18	8	30
9	Программа Компас (3D моделирование)	4		18	8	30
	Итого:	36		36	36	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 программ-генераторов индивидуальных заданий на письменные самостоятельные работы.

Самостоятельная работа в аудитории выполняется под непосредственным руководством преподавателя на лабораторных занятиях, призванных обеспечить

выборочное использование лекционного материала для более глубокого изучения. Для повышения эффективности руководства при проведении лабораторных занятий, демонстрирующих способность сопряжения составных частей лабораторного 3D принтера, а также демонстрирующих варианты использования автоматизированных систем проектирования и приемов 3D моделирования для решения соответствующих практических задач, необходимо ссылаться на материалы лекций, показывая место решаемых задач в общем плане изложения. Для обеспечения каждого студента индивидуальным комплектом из четырех обязательных для выполнения задач, имеется набор заданий соответствующего объема. Проверка результатов выполнения работы включает требования возможной масштабируемости приложения на количество параллельных процессов, достижения максимального параллелизма и равномерного распределения вычислительной нагрузки, а также хорошего стиля моделирования в предоставленных автоматизированных системах проектирования. Демонстрация выполненного лабораторного задания включает обязательную проверку правильности построения трехмерных моделей сложных тел, что подразумевает использование учебного 3D принтера.

Учитывая разницу темпов выполнения индивидуальных заданий, преподаватель обеспечивает выполнение студентами дополнительных заданий (общих для студентов, решивших основную задачу) с целью углубленного изучения материала.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Информационные системы в аддитивных технологиях» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 16 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 10 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 10 часов
итога	– 36 часов

## 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.	«Кульметьева, В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 276 с. — ISBN 978-5-398-01146-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160488">https://e.lanbook.com/book/160488</a> (дата обращения: 22.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Кульметьева, В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — ISBN 978-5-398-01146-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160488">https://e.lanbook.com/book/160488</a> (дата обращения: 22.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 1.)
5.	Остеоинтеграция биоактивных имплантатов при лечении переломов длинных трубчатых костей : учебное пособие / А. В. Попков, Д. А. Попков, Н. А. Кононович [и др.]. — Томск : ТПУ, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-4387-0783-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106759">https://e.lanbook.com/book/106759</a> (дата обращения: 22.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6.	Дубков И.С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей: учебное пособие / Дубков И.С., Сташевский П.С., Яковина И.Н., Новосибирский государственный технический университет, 2017.– 80 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/m/book/118206#1">https://reader.lanbook.ru/m/book/118206#1</a> )
7.	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.
8.	Лукаччук С.А. КОМПАС-График и КОМПАС-3D версии 6-плюс - 13: практическое пособие для вузов / Лукаччук С.А., Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2012.— 77 с. (ЭБС Лань <a href="https://reader.lanbook.ru/m/book/63713#2">https://reader.lanbook.ru/m/book/63713#2</a> )
9.	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.	Карасев В. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы: Учебное пособие, Карасев В. В. Рязанский государственный радиотехнический университет, 2013.— 64 с. (ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.ru/book/168010">https://e.lanbook.ru/book/168010</a> )
4.	Глибин Е. С. Разработка измерительных систем с применением контроллеров Arduino: Электронное учебно-методическое пособие / Глибин Е. С., Чепелев В. И., Тольяттинский государственный университет, 2016.— 48 с. (ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.ru/book/140062">https://e.lanbook.ru/book/140062</a> )
5.	Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D. Проектирование в машиностроении / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 440 с. — ISBN 978-5-94074-480-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1308">https://e.lanbook.com/book/1308</a> (дата обращения: 02.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6.	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.
7.	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
8.	<a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
9.	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
10.	<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; лабораторные занятия; 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 компьютерных технологий кафедры физики твердого тела и наноструктур, свободно распространяемый пакет КОМПАС-3D (Учебная версия) (лаб. 21)

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.	Основные понятия биоинженерных технологий	ПК-2	ПК-2.1	Устная беседа
2.	Керамические материалы биоинженерных и аддитивных технологий	ПК-2	ПК-2.1	Устная беседа
			ПК-2.2	
3.	Общие принципы аддитивного производства	ПК-2	ПК-2.1	Устная беседа
4.	Классификация оборудования и материалов аддитивного производства	ПК-2	ПК-2.1	Устная беседа
5.	Технологии быстрого прототипирования	ПК-2	ПК-2.2	Устная беседа
6.	Конструкторская подготовка аддитивного производства	ПК-2	ПК-2.2	Устная беседа
7.	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	ПК-2	ПК-2.1	Устная беседа
			ПК-2.2	
8.	Автоматизированные системы проектирования (программа Компас)	ПК-2	ПК-2.1	Лабораторная работа 1-2
9.	Программа Компас (3D моделирование)	ПК-2	ПК-2.1	Лабораторная работа 3-8
			ПК-2.2	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Устная беседа, лабораторные 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 лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Построение геометрических примитивов

Лабораторная работа 2. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции выдавливания.

Лабораторная работа 3. Трехмерное моделирование сложных тел с применением операции вращения.

Лабораторная работа 4. Трехмерное моделирование с применением кинематической операции.

Лабораторная работа 5. Создание документа спецификаций сборочного изделия в 3D.

Лабораторная работа 6. Изготовление макетного изделия с помощью 3D печати.

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

### 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	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении тестов и лабораторных задач	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен проходить тестирование и выполнять лабораторные задания	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении практических задач лабораторных работ	–	Неудовлетворительно

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Описание технологии проведения промежуточной аттестации

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

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*.

Оценка уровня освоения дисциплины «Биоинженерные, аддитивные и сквозные технологии» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных 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	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении тестов и лабораторных задач	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен проходить тестирование и выполнять лабораторные задания	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении практических задач лабораторных работ	–	Неудовлетворительно

### Перечень заданий для проверки сформированности компетенций:

Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. В качестве объекта биотехнологии не может выступать?

- а) человек**
- б) микроорганизмы
- в) растения
- г) ферменты

2. Прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги?

- а) бионика**
- б) биоинженерия
- в) нанотехнология
- г) биоинформатика

3. С какими отраслями промышленности конкурирует биотехнология?

- а) изготовление пищи для людей и животных
- б) создание и производство новых материалов, также альтернативных источников энергии
- в) разработка технологии безотходных производств, контроль и устранение загрязнений и сельское хозяйство

**г) все ответы верны**

4. Современные биореакторы должны обладать следующими системами?

- а) эффективного перемешивания и гомогенизации среды выращивания
- б) обеспечения свободной и быстрой диффузии газообразных компонентов системы (аэрирование в первую очередь)
- в) теплообмена, обеспечивающего поддержание оптимальной температуры внутри реактора и ее контролируемые изменения
- г) все ответы верны**

5. Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?

- а) Титан
- б) АБС-пластик
- в) Шоколад
- г) Древесина**

6. Как расшифровывается аббревиатура SLS?

- а) выборочное/селективное лазерное плавление
- б) выборочное/селективное лазерное спекание**
- в) выборочное тепловое спекание
- г) такого метода не существует

7. Укажите отличия аддитивных технологий от субтрактивных?

- а) в аддитивных технологиях используется пластик, а в субтрактивных – металл
- б) в аддитивных технологиях материал “наращивается”, а в субтрактивных – срезается**
- в) в аддитивных технологиях не строится 3D модель, а в субтрактивных – строится
- г) нет отличий

8. Какая из технологий 3D печати позволяет печатать фотополимерами?

- а) SLA
- б) DLP
- в) MJM
- г) все перечисленные**

9. какие объекты максимально «сложны» для сканирования с помощью структурированного света?

- а) черные, глянцевые, блестящие, прозрачные**
- б) матовые, белые, непрозрачные
- в) нет разницы для данного вида 3D-сканирования с помощью структурированного света
- г) такого вида 3D-сканирования не существует

10. При изготовлении детали с ее поверхности срезается слой металла в виде стружки. Назовите способ срезания стружки?

- а) фрезерование**
- б) сверление
- в) точение
- г) шлифование

11. В каком формате необходимо сохранить 3D-модель, чтобы слайсер смог с ней работать?

- а) \*.m3d
- б) \*.stp
- в) \*.stl**
- г) \*.ply

12. Определите по описанию, о какой технологии 3D-печати идет речь?

Метод основан на облучении материала лазером для создания твердых физических моделей. Построение модели производится слой за слоем. Каждый слой вычерчивается лазером согласно данным, заложенным в трехмерной цифровой модели. Облучение лазером полимеризации материала в точках соприкосновения с лучом.

- а) SLS -технология
- б) SLA-технология**
- в) DLP-технология
- г) FDM-технология

13. Укажите последовательность выполнения действий получения готового изделия методами аддитивных технологий

- а) создание STL файла
- б) 3D печать
- в) подготовка CAD-модели
- г) разделение на слои

**Ответ: в, а, г, б**

14. Какая система координат применяется в САПР КОМПАС-3D?

- а) полярная система координат. Ее невозможно удалить или переместить в пространстве.
- б) правая декартова система координат. Ее невозможно удалить или переместить в пространстве**
- в) каркасная система координат. Ее можно удалить или переместить в пространстве.
- г) правая декартова система координат. Ее можно удалить или переместить в пространстве

15. Какие виды привязок вы знаете?

- а) глобальные, локальные, клавиатурные**
- б) первичные, вторичные, третичные
- в) системные и внесистемные
- г) модельные и физические

Открытые задания (повышенный уровень сложности):

1. Дайте определение понятию «аддитивные технологии»

Ответ: Аддитивные технологии — метод создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала: пластика, металла, керамики, бетона.

2. Какой принцип лежит в основе аддитивных технологий?

Ответ: Процесс изготовления деталей в аддитивном производстве основан на создании физического объекта по электронной модели путем добавления материала, как правило,

слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки).

3. Материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые его важные для данного исследователя типичные черты, называют \_\_\_\_\_.

Ответ: модель

4. При аддитивном производстве используется \_\_\_\_\_ принцип создания объектов.

Ответ: послойный

5. Что называют «экструзия»?

Ответ: Экструзия (технологический процесс) – метод и процесс получения изделий из полимерных материалов (резиновых смесей, пластмасс, крахмалсодержащих и белоксодержащих смесей) путём продавливания расплава материала через формующее отверстие в экструдере.

6. Какие виды моделей вы знаете? \_\_\_\_\_

Ответ: материальные и идеальные

7. Филамент – это \_\_\_\_\_

Ответ: Филамент – это полимерный расходный материал, используемый при создании 3D-моделей при помощи 3D-принтера

8. Материальные модели – это \_\_\_\_\_

Ответ: Материальные модели – это предметные модели, которые воспроизводят геометрические и физические свойства предметов (глобус, анатомический муляж, макеты зданий)

9. Температура плавления пластика PLA составляет \_\_\_\_\_

Ответ: 173-178 градусов

10. Модель в КОМПАС-3D состоит из геометрических объектов —

Ответ: эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел.

11. Геометрические объекты в КОМПАС-3D состоят из

Ответ: примитивов — вершин, ребер, граней.

12. Какие виды моделей могут быть в КОМПАС-3D:

Ответ: твердотельная (представлена телами и обладает ненулевой массой) и поверхностная (представлена поверхностями и обладает нулевой массой), а также сочетание результатов твердотельного и поверхностного моделирования

13. На какие виды можно разделить операции построения тел в твердотельном моделировании?

Ответ: формообразующие, добавляющие материал и дополнительные

14. Основными формообразующими операциями в КОМПАС 3D являются:

Ответ: выдавливание, вращение, по траектории, по сечениям.

15. Дополнительные операции в КОМПАС 3D позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примером дополнительных операций являются:

Ответ: вырезать выдавливанием, скругление, подсечка (для листовых тел).