

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

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«10» 02 2026г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационные основы биомеханики»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 20 26

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

Е.А. Николаева

(инициалы, фамилия)

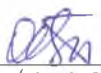
Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«10» февраля 2026 г., протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Информационные основы биомеханики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ПК-2 «Способность к моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»

ПК-4 «Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с механикой мягких и твердых биологических тканей, механикой кровообращения и дыхания, биомеханические аспекты операций по восстановлению несущей способности и движения биологических систем, биомеханическими проблемами создания заменителей различных биологических тканей и биосистем, с основными классами современных конструкционных материалов, биосовместимыми материалами (трансплантатами и имплантатами), предназначенными для контакта с живой тканью при выполнении функций медицинского назначения; созданием биомеханического информационного обеспечения хирургических операций.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение понятий и методов биомеханики человеческого организма, формирование знаний об основных металлах и других конструкционных материалах, их физико-механических и химических свойствах, а также о применении этих материалов в биомедицине; формирование знаний о биосовместимых материалах (трансплантатах и имплантатах); формирование навыков построения статических и динамических расчетных схем и математических моделей для биологических структур человеческого организма, использование пакетов трехмерного моделирования для биомеханического анализа.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием информационных технологий, включая интеллектуальные
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность к моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.3.1 знать принципы разработки алгоритмов и реализацию математических и компьютерных моделей элементов и процессов биологических и биотехнических систем ПК-2.У.1 уметь выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных	ПК-4.3.1 знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных, а также методы математического моделирования биологических процессов, биотехнических систем ПК-4.У.1 уметь выбирать методы изучения

	программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах	свойств биологических объектов и проводить исследования по заданной методике ПК-4.В.1 владеть навыками сбора, обработки, систематизации и анализа результатов исследований
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Прикладная механика»,
- «Физика».

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

- «Биотехнические системы медицинского назначения»,
- «Компьютерное моделирование объектов протезирования».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№5	№6
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	4/ 144	2/ 72
Из них часов практической подготовки	44	22	22
Аудиторные занятия, всего час.	119	68	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	51	34	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	68	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	61	40	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Дифф. Зач.	Экз.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					

Тема 1. Механические свойства биологических тканей и жидкостей	2				2
Тема 2. Свойства материалов и их применение в биомедицинской инженерии	2				4
Тема 3. Информационные основы биомеханики сосудистой системы	6		12		8
Тема 4. Информационные основы биомеханики сердца	6		6		8
Тема 5. Информационные основы биомеханики дыхательных путей	2		2		2
Тема 6. Информационные основы биомеханики органов речеобразования	2				4
Тема 7. Информационные основы биомеханики глаза	6		6		6
Тема 8. Информационные основы биомеханики уха	6		6		4
Тема 9. Информационные основы биомеханики вестибулярного аппарата	2		2		2
Итого в семестре:	34		34		40
Семестр 6					
Тема 10. Информационные основы биомеханики опорно-двигательного аппарата	8		10		10
Тема 11. Информационные основы биомеханики пищеварительной системы	3		6		4
Тема 12. Информационные основы биомеханики выделительной системы	2		8		4
Тема 13. Информационные основы биомеханики в герниологии	2		6		2
Тема 14. Материалы в биомедицинских системах	2		4		1
Итого в семестре:	17		34		21
Итого	51	0	68	0	61

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Тема 1. Механические свойства биологических тканей и жидкостей	Структуры биологических тканей в норме и патологии. Изучение механических свойств биотканей. Саморегулирующиеся биологические структуры. Кровь, как тиксотропная суспензия. Реологические свойства тканей. Методы моделирования при исследовании биологических тканей
Тема 2. Свойства материалов и их применение в биомедицинской инженерии	Особенности материалов для биомедицинских систем. Требования к материалам для медицинских изделий, обусловленные спецификой их применения. Биологическая

	<p>инертность биомедицинских материалов по отношению к тканям и средам организма, с которыми они соприкасаются. Проблема совместимости биологических тканей и функциональных свойств материалов, биологических тканей и технических материалов. Состав и структура материалов. Классы конструкционных и специальных материалов, в том числе с особыми упругими, тепловыми, магнитными и электрическими свойствами. Взаимодействие материалов с активными и агрессивными средами.</p>
<p>Тема 3. Информационные основы биомеханики сосудистой системы</p>	<p>Строение и функционирование сосудистой системы. Течение и давление крови в артериях. Особенности сосудистой системы в норме и патологии. Микроциркуляция. Механические свойства и экспериментальные исследования сосудистой системы. Влияние геометрии сосудов на поток. НДС артериальной и венозной систем. НДС сосудов в норме и патологии. Модели сосудистой системы. Модели поведения сосудов при различных видах нагружения.</p>
<p>Тема 4. Информационные основы биомеханики сердца</p>	<p>Строение и функционирование сердца. Особенности строения и функционирования миокарда, аортального и митрального клапанов в норме и патологии. Механические свойства сердца и его структур. Упругие и прочностные свойства сердечной мышцы, лепестков аортального и митрального клапанов. Зависимости напряжение-деформация для структур сердца. Стендовые испытания клапанных аппаратов сердца. Схемы и модели сердца и его структур.</p>
<p>Тема 5. Информационные основы биомеханики дыхательных путей</p>	<p>Строение и функционирование структур и органов дыхательных путей. Особенности строения и функционирования гортани, трахеи и легких в норме и патологии. Механические свойства структур и органов дыхательных путей. Экспериментальные методы и результаты исследования деформационных и прочностных свойств трахеобронхиального дерева в норме и патологии. Исследование напряжений, деформаций и плеврального давления в легких. Исследование механических свойств легочной паренхимы. Расчетные схемы и модели структур и органов дыхательных путей.</p>
<p>Тема 6. Информационные основы биомеханики органов речеобразования</p>	<p>Строение и функционирование органов речи. Строение и функционирование артикуляторов: голосовых связок, глотки, мягкого неба, губ, языка и нижней челюсти. Влияние несовершенств органов речи на артикуляцию. Экспериментальные исследования процессов речеобразования. Электромеханические системы исследования движения голосовых связок и губ. Математические модели органов речеобразования</p>

<p>Тема 7. Информационные основы биомеханики глаза</p>	<p>Строение глаза и его структур. Особенности строения глаза, фиброзной, сосудистой, сетчатой оболочек, роговицы, хрусталика, цилиарного тела, циановых связок и стекловидного тела в норме и патологии. Механические свойства глаза и его структур. Исследования разновидностей микродвижений глаза: тремор, дрейф, скачки, сведение и разведение зрительных осей. Анизотропия механических свойств склеры, роговицы и хрусталика. Распределение механических характеристик по области склеры в норме, при близорукости и дальнозоркости. Моделирование глаза и его структур в норме и патологии.</p>
<p>Тема 8. Информационные основы биомеханики уха</p>	<p>Строение уха и его структур. Особенности строения и функционирования структур наружного, среднего и внутреннего уха в норме и патологии. Механические свойства уха и его структур. Экспериментальные исследования функционирования структур уха. Исследование упругих и прочностных свойств структур уха. Действие трансформационного механизма слуховых косточек. Исследование колебаний во внутреннем ухе. Моделирование уха и его структур.</p>
<p>Тема 9. Информационные основы биомеханики вестибулярного аппарата</p>	<p>Строение и функционирование вестибулярного аппарата. Особенности строения и функционирования структур вестибулярного аппарата: полукружных колец, саккулюса и утрикулюса, отолитового аппарата и купулы в норме и патологии. Экспериментальные исследования механических свойств вестибулярного аппарата. Экспериментальные исследования функционирования структур вестибулярного аппарата. Исследования механических свойств купулы и эндолимфы в полукружных каналах. Физическое моделирование структур вестибулярного аппарата. Стендовые испытания. Исследования механических свойств отолитовой мембраны. Математические модели структур вестибулярного аппарата</p>
<p>Тема 10. Информационные основы биомеханики опорно-двигательного аппарата</p>	<p>Строение и функционирование опорно-двигательного аппарата. Структура опорно-двигательного аппарата: кости скелета, соединения костей, мышцы. Механические свойства позвонков, свойства синовиальной жидкости. Анализ кинематики тела человека. Антропометрические параметры частей тела человека. Ограничения на движения в суставах. Схемы и модели структур ОДА.</p>
<p>Тема 11. Информационные основы биомеханики пищеварительной системы</p>	<p>Строение и функционирование органов пищеварения. Строение и функционирование пищеварительного тракта и желез: пищевода, желудка, тонкой и толстой кишки, печени, желчного пузыря, поджелудочной железы в норме и патологии. Экспериментальные исследования механических свойств органов пищеварения. Экспериментальные исследования функционирования органов пищеварительной системы.</p>

	<p>Исследование механических свойств пищевода и желудка. Анализ биомеханической неоднородности пищевода. Модели органов и структур пищеварительной системы</p>
<p>Тема 12. Информационные основы биомеханики выделительной системы</p>	<p>Кожа. Строение и функционирование. Придатки кожи - волосы, ногти, потовые и сальные железы. Кровеносная система кожи. Барьерно-защитные функции кожи. Физиология кровеносной системы. Терморегуляционная функция кожи. Рецепторы кожи. Ощущение тепла и холода, болевая чувствительность. Строение и функционирование мочевых путей. Мочевые пути. Интратенальные мочевые пути. Экстратенальные мочевые пути. Нефрон. Почечные чашечки. Почечная капсула. Мочеточник, строение и кровообращение. Мочевой пузырь, строение, функционирование. Мочеиспускательный канал, строение, функционирование. Гидростатика и гидродинамика транспорта мочи. Модели органов выведения</p>
<p>Тема 13. Информационные основы биомеханики в герниологии</p>	<p>Строение брюшной стенки человека. Предпосылки и механизмы возникновения грыж белой линии живота и паховых грыж. Экспериментальные исследования структур брюшной стенки.</p>
<p>Тема 14. Материалы в биомедицинских системах</p>	<p>Металлы и сплавы Использование чугуна для изготовления базовых деталей медицинского оборудования (оснований хирургических столов, стоматологических кресел, бормашин и т.д.). Углеродистые инструментальные стали, маркировка, применение. Методы защиты от коррозии. Применение тантала для изготовления скрепляющих скобок, а также в качестве шовного материала. Использование сплавов виталиума и комохрома в ортопедической практике — изготовление гвоздей для внутрикостного штифтования, пластинок и винтов для соединения отломков костей. Применение полупроводниковых материалов в медицине. Применение фенопластов и аминопластов в качестве конструкционных материалов для медицинского оборудования. Области использования полиэтилена, полистирола, поливинилхлорида, капрона в медицине. Применение слоистых пластиков, эластомеров и фарфора. Материалы для протезирования. Эндопротезы пожизненного и временного действия. Биодеструкция материалов. Проблема гемосовместимости искусственных органов; биолизация. Использование синтетических клеев. Свойства и особенности использования материалов-имплантантов в хирургической ортопедии и стоматологии.</p>

Лекционные занятия по всем темам проводятся в интерактивной форме (демонстрация слайдов и учебных фильмов).

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
	Моделирование сосудистой системы при различных патологиях	18	6	3
	Моделирование структур сердца	10	4	4
	Моделирование структур глаза	10	4	7
Семестр 6				
	Моделирование структур уха	10	4	8
	Моделирование опорно-двигательного аппарата	20	8	10
Всего		68		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	36	20	16
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	12	10	2
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	13	10	3
Всего:	61	40	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
61 Б 37	Бегун, П. И. Моделирование в биомеханике : учебное пособие / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. - М. : Высш. шк., 2004. - 390 с. : рис., табл. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-06-004798-9 : 339.90 р.	16
615.47- X13	Хенч Л., Джонс Д. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей.- М.: Техносфера, 2007	
620.22(075) 615.47(075)- Б 63	Вихров С.П., Холомина Т.А., Бегун П.И., Афонин П.Н. Биомедицинское материаловедение. - М.: Горячая линия Телеком. 2006	

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

URL адрес	Наименование
http://orthoload.com	База диагностических исследований

8. Перечень информационных технологий
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	1433

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Моделирование дилатации гибким баллоном кровеносного сосуда с бляшкой ранней стадии развития и исследование НДС в его структурах в зависимости от их геометрических параметров и механических свойств.	УК-1.3.1
2	Моделирование дилатации гибким баллоном кровеносного сосуда с бляшкой поздней стадии развития и исследование НДС в его структурах в зависимости от их геометрических параметров и механических свойств	
3	Моделирование кровеносного сосуда со сферической аневризмой и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств сосуда и аневризмы	ПК-2.3.1
4	Моделирование кровеносного сосуда с неосесимметричной аневризмой и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств сосуда и аневризмы	
5	Моделирование левого желудочка сердца с аневризмой и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств левого желудочка и аневризмы	ПК-2.У.1
6	Моделирование левого желудочка сердца с некротизированным участком и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств левого желудочка и некротизированного участка	

7	Моделирование левого желудочка сердца с участком разрыва стенки желудочка и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств левого желудочка и геометрических параметров участка разрыва стенки желудочка	ПК-4.3.1
8	Моделирование левого желудочка сердца с имплантатом и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств левого желудочка и имплантата	
9	Моделирование глазного яблока при компрессии и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств роговицы и склеры	ПК-4.У.1
10	Моделирование глазного яблока при измерении внутриглазного давления по методу Маклакова и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств роговицы и склеры	
11	Моделирование глазного яблока при измерении внутриглазного давления по методу Гольдмана и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров и механических свойств роговицы и склер	ПК-4.В.1
12	Моделирование диска зрительного нерва и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров, механических свойств структур и градиента внутриглазного и внутричерепного давлений	
13	Моделирование барабанной перепонки с перфорациями и определение наиболее благоприятного, с точки зрения НДС, места перфорации	
14	Моделирование барабанной перепонки корригированной после перфорации и исследование НДС в её структурах в зависимости от геометрических параметров, механических свойств структур	

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Моделирование перелома большеберцовой кости и исследование НДС в её структурах при различных нагрузках	УК-1.3.1
2	Моделирование перелома лучевой кости и исследование НДС в её структурах при различных нагрузках	
3	Композитные материалы. Требования к композитным материалам, используемым в медицинской технике и медицине.	ПК-2.3.1
4	Способы лечения переломов. Фиксаторы, условия их работы. Материалы фиксаторов. Сравнение свойств кости и имплантата.	
5	Критерии оценки надежности работы конструкций в ортопедии и протезировании	ПК-2.У.1
6	Строение и структура керамики. Требования к керамическим материалам, используемым в медицинской технике и медицине.	
7	Моделирование мочевого пузыря во время открытия внутреннего сфинктера и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров, механических свойств.	ПК-4.3.1
8	Моделирование мочевого пузыря во время открытия внутреннего сфинктера и исследование НДС в его структурах в зависимости от	

	геометрических параметров, механических свойств.	
9	Моделирование мочевого пузыря с патологическим образованием – дивертикулом во время открытия внутреннего сфинктера и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров, механических свойств мочевого пузыря и дивертикула	ПК-4.У.1
10	Моделирование мочевого пузыря с рубцом во время открытия внутреннего сфинктера и исследование НДС в его структурах в зависимости от геометрических параметров, механических свойств мочевого пузыря и рубца	
11	Моделирование белой линии живота с патологическим образованием и исследование НДС в структурах живота с патологическим образованием в зависимости от их геометрических параметров и механических свойств	ПК-4.В.1
12	Материалы искусственных органов. Современные конструкторские решения.	
13	Что предполагает биохимическая совместимость материалов.	

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

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

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

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

Типы тестовых заданий и инструкции для их выполнения:

1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из трех предложенных и обоснованием выбора (инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа);

2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора (инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов);

3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия (инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности (инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо);

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ).

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора																
1	1 тип. Что представляет собой интегральный компьютерный метод при моделировании и анализе биологических структур: <ol style="list-style-type: none"> 1. пакет прикладных программ; 2. морфогенез биологических структур; 3. симбиоз биомеханического компьютерного моделирования и анализа биологических структур по данным клинических исследований. 	ПК-2																
2	1 тип. Какое число называют верхним критическим числом Рейнольдса: <ol style="list-style-type: none"> 1. Число, при котором в случае увеличения скорости жидкости турбулентный режим переходит в ламинарный; 2. Число, при котором в случае увеличения скорости жидкости ламинарный режим переходит в турбулентный; 3. Число, при котором скорости жидкости не меняется. 	ПК-4																
3	2 тип. Где возле аортального клапана можно измерять профили скорости ультразвуковым доплеровским методом: <ol style="list-style-type: none"> 1. Перед клапаном; 2. Внутри клапана; 3. За клапаном 4. Нельзя измерять. 	ПК-2																
4	2 тип. От чего зависит преломляющая сила оптической системы глаза: <ol style="list-style-type: none"> 1. От толщины роговицы; 2. От радиуса кривизны преломляющих поверхностей (роговица, хрусталик); 3. От расстояния между роговицей и хрусталиком; 4. От количества пигмента в радужной оболочке. 	ПК-4																
5	3 тип. Установите соответствия: <table border="1" data-bbox="327 1518 1125 2067"> <tbody> <tr> <td data-bbox="327 1518 375 1630">1</td> <td data-bbox="375 1518 718 1630">статическое моделирование</td> <td data-bbox="718 1518 758 1630">а</td> <td data-bbox="758 1518 1125 1630">состояние системы в определённый момент времени</td> </tr> <tr> <td data-bbox="327 1630 375 1742">2</td> <td data-bbox="375 1630 718 1742">динамическое моделирование</td> <td data-bbox="718 1630 758 1742">б</td> <td data-bbox="758 1630 1125 1742">поведение, изменение и развитие системы во времени</td> </tr> <tr> <td data-bbox="327 1742 375 1854">3</td> <td data-bbox="375 1742 718 1854">гипотетическое моделирование</td> <td data-bbox="718 1742 758 1854">в</td> <td data-bbox="758 1742 1125 1854">предположения о функциях элементов и их связях</td> </tr> <tr> <td data-bbox="327 1854 375 2067">4</td> <td data-bbox="375 1854 718 2067">физическое моделирование</td> <td data-bbox="718 1854 758 2067">г</td> <td data-bbox="758 1854 1125 2067">Исследование на аналогах с переносом свойств и определением корреляционных зависимостей</td> </tr> </tbody> </table>	1	статическое моделирование	а	состояние системы в определённый момент времени	2	динамическое моделирование	б	поведение, изменение и развитие системы во времени	3	гипотетическое моделирование	в	предположения о функциях элементов и их связях	4	физическое моделирование	г	Исследование на аналогах с переносом свойств и определением корреляционных зависимостей	ПК-2
1	статическое моделирование	а	состояние системы в определённый момент времени															
2	динамическое моделирование	б	поведение, изменение и развитие системы во времени															
3	гипотетическое моделирование	в	предположения о функциях элементов и их связях															
4	физическое моделирование	г	Исследование на аналогах с переносом свойств и определением корреляционных зависимостей															

6	3 тип. Установите соответствия:		ПК-4		
	1	математическое моделирование		а	создание математического описания объекта
	2	Компьютерное моделирование		б	разработка модели объекта с помощью компьютерных программ
	3	Компьютерный эксперимент		в	Параметрическое исследование модели объекта
	4	Компьютерный анализ	г	изучение результатов моделирования системы	
7	4 тип. Установите последовательность создания модели биообъекта: а) Изучение особенностей объекта; б) Создание содержательной модели объекта; в) Построение трехмерной геометрической модели с помощью компьютерных программ.		ПК-2		
8	4 тип. Установите последовательность проведения компьютерного анализа биообъекта: а) Задать механические свойства объекта; б) Определить контакт составляющих модели и их связь между собой; в) Задать ограничения и нагрузки.		ПК-4		
9	5 тип. Что представляет собой биологическая ткань?		ПК-2		
10	5 тип. Перечислите особенности биомеханического моделирования биологических систем.		ПК-4		

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из трех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

Лекционный материал сопровождается демонстрацией слайдов и проведением коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Комплекс решаемых задач охватывает все пройденные разделы. Студент получает задание с индивидуальными параметрами в соответствии с номером варианта. Лабораторная работа проводится в соответствии с инструкциями преподавателя, озвученными перед началом выполнения работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет составляется каждым студентом индивидуально.

При оформлении отчета при выполнении практической работы в компьютерном классе в нем должны быть представлены следующие разделы:

- 1 Цель работы
- 2 Порядок и методика выполнения работы
- 3 Обработка результатов составленных студентом исследований
- 4 Схемы моделей или таблицы, иллюстрирующие исследования
- 5 Анализ результатов и выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

При оформлении отчета при выполнении практической работы на лабораторной установке в отчете должен быть оформлен титульный лист, принятого в ГУАП образца, должны быть представлены в указанной последовательности следующие разделы:

- 1 Цель работы;
- 2 Схемы моделей,
- 3 Порядок или методика выполнения работы;
- 4 Результаты выполненных измерений;
- 5 Обработка результатов эксперимента;
- 6 Анализ результатов и выводы по работе.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения

и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в устной форме по вопросам из списка вопросов к экзамену. Аттестационная оценка «отлично» выставляется если вопрос раскрыт полностью, приведены примеры, «хорошо» - вопрос раскрыт не достаточно широко, «удовлетворительно» - вопрос раскрыт не полностью, но указаны основные этапы моделирования, «неудовлетворительно» - вопрос не раскрыт.

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

Дифференцированный зачет выставляется по итогам защиты отчетов лабораторных работ. Оценка «отлично» - исследование выполнено, студент показывает полное понимание работы, «хорошо» - исследование выполнено, обоснования результатов нет, «удовлетворительно» - исследование выполнено не полностью, «неудовлетворительно» - исследование не выполнено.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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