

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 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерное моделирование объектов протезирования»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Биотехнические системы и технологии для здравоохранения
Форма обучения	очная
Год приема	2026

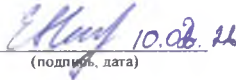
Санкт-Петербург– 20 26

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)

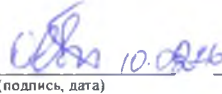
Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«10» февраля 2026 г, протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

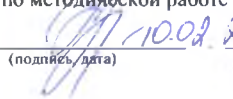
О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

А.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерное моделирование объектов протезирования» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические системы и технологии для здравоохранения». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»

ПК-2 «Способность к построению математических моделей интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий»

ПК-3 «Способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору метода обработки результатов исследований»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами моделирования объектов протезирования с использованием пакетов прикладных программ в различных областях медицинской деятельности: кардиологии, травматологии, ортопедии и др.

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 экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение методов моделирования объектов протезирования при различных внешних воздействиях. Формирование навыков построения статических, кинематических и динамических моделей органов и структур человеческого организма в норме, при патологии, коррекции и реконструкции.

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3.2 знать цифровые инструменты, предназначенные для разработки проекта/решения задачи; методы и программные средства управления проектами
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность к построению математических моделей интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий	ПК-2.3.1 знать методы математического моделирования биологических процессов, интеллектуальных биотехнических систем и технологий для медицины ПК-2.У.2 уметь выполнять компьютерное моделирование функционирования биотехнических систем и медицинских изделий
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору	ПК-3.3.1 знать как правильно сформулировать задачи для выявления принципов и путей создания инновационных биотехнических систем и изделий для медицины

	метода обработки результатов исследований	
--	-------------------------------------------	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информационные основы биомеханики».

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

- «Научно-исследовательская работа».

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	76	76
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

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 1					
Раздел 1. Теоретические основы математического моделирования объектов протезирования Тема 1. Моделирование объектов протезирования с использованием пакетов прикладных программ	2		0		4

Раздел 2. Моделирование объектов протезирования для человеческого организма Тема 2. Моделирование объектов протезирования в кардиологии	6		6		16
Тема 3. Моделирование объектов протезирования в травматологии и ортопедии	4		4		16
Тема 4. Моделирование объектов протезирования в отоларингологии	4		4		12
Тема 5. Моделирование объектов протезирования в офтальмологии	6		6		10
Тема 6. Моделирование объектов протезирования в урологии	4		4		6
Тема 7. Моделирование объектов протезирования в герниологии	4		4		6
Раздел 3. Построение расчетных схем объектов протезирования для решения различных задач Тема 8. Расчётные схемы органов и структур человеческого организма	4		6		6
Итого в семестре:	34		34		76
Итого	34		34		76

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
Раздел 1. Теоретические основы математического моделирования объектов протезирования Тема 1. Моделирование объектов протезирования с использованием пакетов прикладных программ	Лекция 1.1 с демонстрацией слайдов. Предмет дисциплины и ее задачи. Моделирование объектов протезирования с использованием пакетов прикладных программ.
Раздел 2. Моделирование объектов протезирования для человеческого организма Тема 2. Моделирование объектов протезирования в кардиологии.	Лекция 2.1. с демонстрацией слайдов. Искусственное сердце. Искусственные клапаны сердца. Гидродинамика искусственных клапанов сердца. Лекция 2.2. с демонстрацией слайдов. Реконструктивные операции на желудочках сердца. Окклюдеры. Моделирование структур сердца. Лекция 2.3. с демонстрацией слайдов. Аппараты вспомогательного кровообращения. Протезы кровеносных сосудов, стенты. Лекция 2.4. с демонстрацией слайдов. Моделирование структур кровеносных сосудов и элементов конструкций протезов.

<p>Тема 3. Моделирование объектов протезирования в травматологии и ортопедии</p>	<p>Лекция 3.1. с демонстрацией слайдов. Эндопротезы. Лекция 3.2. с демонстрацией слайдов. Чрескостный и на костный остеосинтез. Лекция 3.3. с демонстрацией слайдов. Моделирование структур объектов протезирования и элементов конструкций протезов. Исследование биомеханической совместимости «биологический объект-протез».</p>
<p>Тема 4. Моделирование объектов протезирования в отоларингологии</p>	<p>Лекция 4.1. с демонстрацией слайдов. Протезы – имплантаты в слухоулучшающих реконструктивных операциях при поражении наружного слухового прохода, барабанной перепонки, механических структур и окна среднего уха. Лекция 4.2. с демонстрацией слайдов. Моделирование структур объектов протезирования и элементов конструкций протезов.</p>
<p>Тема 5. Моделирование объектов протезирования в офтальмологии</p>	<p>Лекция 5.1. с демонстрацией слайдов. Контактные линзы. Искусственный хрусталик. Клипс – линзы. Протезирование роговицы. Циркляж глаза. Пломбирование глаза. Лекция 5.2. с демонстрацией слайдов. Моделирование структур объектов протезирования и элементов конструкций протезов. Лекция 5.3. с демонстрацией слайдов. Исследование биомеханической совместимости «биологический объект-протез».</p>
<p>Тема 6. Моделирование объектов протезирования в урологии</p>	<p>Лекция 6.1. с демонстрацией слайдов. Искусственная почка, искусственный мочевой пузырь. Лекция 6.2. с демонстрацией слайдов. Моделирование структур объектов протезирования и элементов конструкций протезов.</p>
<p>Тема 7. Моделирование объектов протезирования в герниологии</p>	<p>Лекция 7.1. с демонстрацией слайдов. Герниопластика. Имплантаты при не натяжной герниопластике. Лекция 7.2. с демонстрацией слайдов. Моделирование биомеханического взаимодействия «организм-протез – имплантат».</p>
<p>Раздел 3. Построение расчетных схем объектов протезирования для решения различных задач Тема 8. Расчётные схемы органов и структур человеческого организма</p>	<p>Лекция 8.1. Статические расчетные схемы органов и структур человеческого организма. Лекция 8.2. Кинематические расчетные схемы органов и структур человеческого организма. Определение скоростей и ускорений биологического объекта, рассматриваемого по плоской кинематической схеме.</p>

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 1				
1	Исследование кровеносных сосудов с бляшками при протезировании	8	2	2
2	Исследование кровеносных сосудов с аневризмами	8	2	2
3	Исследование структур глаза при патологиях	4	2	2
4	Подбор необходимой информации для проведения моделирования и биомеханического исследования объекта протезирования	4	2	1, 3
5	Исследование структур опорно-двигательного аппарата. Создание маски по данным КТ	2	2	2
6	Создание твердотельных элементов на основе построенной маски	2	2	2
7	Создание сборки элементов ОДА и протезов	2	2	2
8	Биомеханическое исследование построенной модели конструкции протезированного участка ОДА	4	2	2
Всего		34		

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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала	30	30

дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	36	36
Всего:	76	76

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
620.2 Б 63	Вихров С.П., Холомина Т.А., Бегун П.И., Афонин П.Н. Биомедицинское материаловедение. - М.: Горячая линия Телеком. 2006	5
004.8 Т 40	SolidWorks 2006 / Ш. Тыку. - СПб. : ПИТЕР, 2007. - 719 с. : рис. - (Эффективная работа). - Загл. обл. : Официальное руководство. - Алф. указ.: с. 709 - 719.	2
61 П 18	Биомеханика кровообращения : учебное пособие / В. Б. Парашин, Г. П. Иткин ; ред. С. И. Щукин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. - 224 с. : рис., табл. - (Биомедицинская инженерия в техническом университете). - Библиогр.: с. 221 (16 назв.)	1

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
1	Microsoft Office 2019 Договор №278 от 18.06.2020
2	Solidworks CAMPUS Договор №1031-3 от 31.07.2018

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, тесты.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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	Исследование напряженно-деформированного состояния кровеносного сосуда после дилатации бляшки гибким баллоном при стентировании.	УК-1.В.2
2	Исследование напряженно-деформированного состояния кровеносного сосуда с аневризмами	УК-2.3.2
3	Исследование напряженно-деформированного состояния левого желудочка сердца с патологиями и протезами	ПК-2.3.1
4	Исследование напряженно-деформированного состояния предсердий сердца с имплантатом	ПК-2.3.1
5	Исследование напряженно-деформированного состояния глазного яблока при компрессии	ПК-2.У.2
6	Исследование напряженно-деформированного состояния глазного яблока при измерении внутриглазного давления	ПК-2.У.2

	различными способами	
7	Исследование напряженно-деформированного состояния диска зрительного нерва в зависимости от градиента внутриглазного и внутричерепного давлений	ПК-2.У.2
8	Исследование напряженно-деформированного состояния барабанной перепонки с перфорациями и протезами	ПК-3.3.1
9	Исследование напряженно-деформированного состояния реконструированного мочевого пузыря.	ПК-3.3.1
10	Исследование напряженно-деформированного состояния передней брюшной стенки после реконструктивной герниопластики	ПК-4.3.1
11	Исследование напряженно-деформированного состояния структур черепа после реконструкции	
12	Статические расчетные схемы органов и структур человеческого организма	ПК-5.В.1
13	Кинематические расчетные схемы органов и структур человеческого организма	

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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	<p>1 тип. Что представляет собой математическая модель?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Переход от исходных физических величин к некоторым обобщенным переменным – критериям подобия; 2. Систему математических соотношений – формул, уравнений, неравенств и т. д., отражающих существенные свойства объекта или явления; 3. Параметрические структуры, построенных в конечно-элементных пакетах. 	ПК-2 Способность к построению математических моделей интеллектуальных биотехнических систем и медицинских изделий						
2	<p>1 тип. В каком виде содержат информацию компьютерные и магниторезонансные томограммы?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В виде чисел Хаунсфилда; 2. В виде значений плотности материала биологического объекта; 3. В виде градаций серого. 	ПК-3 Способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору метода обработки результатов исследований						
3	<p>2 тип. Как учесть при моделировании различные механические характеристики объектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Заданием различных модулей упругости соответственно для каждой детали модели; 2. Задать модуль упругости для всей модели; 3. Механические характеристики не надо учитывать. 	ПК-2						
4	<p>2 тип. Какие допущения вводятся при построении содержательных моделей объектов в норме и при патологических изменениях?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Геометрии; 2. Граничных условий; 3. Материалов. 	ПК-3						
5	<p>3 тип. Установите соответствия:</p> <table border="1" data-bbox="328 1848 1185 2065"> <tr> <td data-bbox="328 1848 738 2065">1</td> <td data-bbox="742 1848 783 2065">а</td> <td data-bbox="786 1848 1185 2065">Сначала возрастает, а затем убывает</td> </tr> <tr> <td data-bbox="328 1848 738 2065">Как изменяется в активной фазе сердечного цикла модуль нормальной упругости материала миокарда</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	1	а	Сначала возрастает, а затем убывает	Как изменяется в активной фазе сердечного цикла модуль нормальной упругости материала миокарда			ПК-2
1	а	Сначала возрастает, а затем убывает						
Как изменяется в активной фазе сердечного цикла модуль нормальной упругости материала миокарда								

	2	Чем заполнена суставная полость	б	Синовиальной жидкостью	
	3	Чем определяется постоянный уровень внутриглазного давления	в	Гидродинамическим балансом между притоком и оттоком внутриглазной жидкости	
	4	С чем связаны пороки развития структурных элементов стенки трахеи	г	С отсутствием, недостатком или дезорганизацией хрящевой или эластической и мышечной ткани	
6	3 тип. Установите соответствия:				ПК-3
	1	Влияет ли сложность модели на что-нибудь	а	На адекватность и точность проведения исследования	
	2	В каком формате сложные модели можно пересылать другим пользователям	б	В формате архива: сборки вместе с деталями и результатами анализа	
	3	Можно ли переносить файлы построенных моделей в другие пакеты моделирования	в	Можно используя универсальный формат сохранения	
	4	От чего зависит выбор типа расчетной схемы биологического объекта	г	От типа решаемой задачи исследования	
7	4 тип. Установите последовательность описания при создании содержательной модели: а) форма; б) материал; в) закрепления; г) нагрузки.				ПК-2
8	4 тип. Установите последовательность проведения компьютерного моделирования биообъекта: д) создание содержательной модели; е) создание компьютерной геометрической модели; ж) проведение биомеханического исследования модели; з) анализ результатов и формирование выводов и рекомендаций.				ПК-3
17	5 тип. Что нужно учитывать при изучении механических свойств биологических тканей в отличии от изучения обычных конструкционных материалов?				ПК-2
18	5 тип. Перечислите особенности моделирования биологических объектов.				ПК-3

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

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, приходиться 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.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Методы текущего контроля успеваемости обучающихся: устный опрос на занятиях; защита отчётов по лабораторным работам.

Лабораторные работы должны быть выполнены в соответствии с индивидуальным заданием. Отчеты по лабораторным работам, оформленные по правилам, предоставляются на проверку преподавателю. По результатам проверки студент допускается до защиты работ, отвечает на вопросы преподавателя и показывает степень усвоения материала, использованного при выполнении работ. При наличии засчитанных работ студент допускается до промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» - исследование выполнено, студент показывает полное понимание работы, «хорошо» - исследование выполнено, обоснования результатов нет, «удовлетворительно» - исследование выполнено не полностью, «неудовлетворительно» - исследование не выполнено.

11.5. 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.

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