

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 12 » 02 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Направление подготовки **12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

Уровень высшего образования **Академическая магистратура**

Форма обучения – **Очная**

Се- местр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
2	4 / 144	-	18	-	99	Экзамен 27 ч.
Итого	4 / 144	-	18	-	99	Экзамен 27 ч.

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются изучение основных принципов разработки и методов структурной и параметрической идентификации математических моделей физических и технологических процессов, определяющих качество электронных средств и приборов. Курс способствует формированию представлений о методиках разработки высоких технологий в электронике, обеспечивающих качество электронных средств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части блока 1 программы подготовки магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии».

«Входные» компетенции формируются при изучении курсов бакалаврской подготовки по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», а также при изучении дисциплин предыдущих курсов подготовки магистров: «Автоматизация экспериментальных данных», «Биотехнические системы и технологии».

Получаемые в процессе изучения курса знания используются при изучении дисциплин «Методы математической обработки медико-биологических данных», «Биометрические системы и технологии», при выполнении выпускной квалификационной работы магистра и в практической деятельности.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, умений и навыков, необходимых в дальнейшем для обоснования высокотехнологичных решений проблем обеспечения качества ЭС в интересах конкретных работодателей:

ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

ПК-2 способностью выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований;

ПК-4 способностью ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **Знать:**

- основные типы задач математического анализа конструкций биомедицинских средств и систем (ОПК-1);

- методику решения конечно-элементных задач при проектировании биомедицинских приборов и систем (ПК-2);

**Уметь:** использовать математические модели, включая конечно-элементные модели для анализа конструкций биомедицинских средств и систем на механические и тепловые воздействия (ОПК-1);

**Владеть:** программными средствами расчета математических моделей SolidWorks Simulation и Ansys (ПК-4);

- методиками применения результатов моделирования в задачах проектирования биомедицинских приборов и систем (ПК-2, ПК-4).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	Задачи прочности биомедицинских приборов при статических нагрузках. Построение и решение конечно-элементных моделей.	2	1-3			4			20		2 ч./50 %	
2	Методика построения и решения конечно-элементных моделей для анализа динамического поведения конструкций биомедицинских приборов.	2	4-8			4			24		2 ч/50.0%	Рейтинг контроль №1
3	Основы расчета задач теплового анализа методами конечных элементов.	2	9-13			4			24		2 ч./50.0%	Рейтинг контроль №2
4	Построение и решение конечно-элементных моделей в различных расчетных системах: ANSYS и SolidWorks Simulation.	2	14-18			6			31		2 ч./33,3%	Рейтинг контроль №3
Всего						18			99		8ч./44.4%	Экзамен 27 часов

#### 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы

проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

## **5.2. Мультимедийные технологии обучения**

Практические занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного видеопроектора и аудиосистемы.

Студентам через ИНТРАНЕТ-сайт кафедры доступны методические указания к СРС в электронном виде, учебные видеофильмы и рекламно-информационные материалы профильных предприятий и организаций.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Перечень вопросов по курсу для промежуточной (рейтинг) аттестации**

#### **6.1 Вопросы к рейтинг-контролю**

##### **Рейтинг-контроль №1**

1. Компьютерное моделирование инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов.
2. Понятие компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов.
3. Современные средства компьютерного моделирования.
4. Метод конечных элементов. Основные понятия.

##### **Рейтинг-контроль №2**

1. Расчетные системы. Понятие сетки.
2. Виды конечных элементов.
3. Уравнения математической физике. Их применение в решении задач проектирования биомедицинских приборов.
4. Прочностной анализ при статических нагрузках. Применение метода конечных элементов.

##### **Рейтинг-контроль №3**

4. Динамические нагрузки. Свободные колебания конструкций. Применение метода конечных элементов.

2. Тепловой анализ биомедицинских приборов. Применение метода конечных элементов.

### **Практические занятия**

Практические работы выполняются с использованием персональных компьютеров с установленным программным обеспечением SolidWorks, SolidWorks Simulation и ANSYS.

### **Список тем практических занятий**

1. Основы построения конечно-элементных моделей в системах компьютерного моделирования.
2. Основы решения прочностных задач в проектировании биомедицинских приборов.
3. Основные виды динамических задач в проектировании биомедицинских приборов.
4. Изучение методик компьютерного моделирования динамических задач в проектировании ЭС методом конечных элементов.
5. Моделирование тепловых процессов. Основные виды задач математического моделирования.
6. Изучение методик компьютерного моделирования тепловых воздействий на биомедицинские приборы методом конечных элементов.
7. Разновидности конечно-элементной сетки. Основные типы конечных элементов.
8. Изучение способов построения конечно-элементной сетки в различных компьютерных системах моделирования ANSYS, SolidWorks Simulation.
9. Комплексное моделирование биомедицинских приборов в системах ANSYS и SolidWorks Simulation.

### **6.3 Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, подготовка к лабораторным работам, подготовка к защите практических работ. Основа самостоятельной работы – изучение рекомендуемой литературы, самостоятельный поиск информации по вопросам, возникающим при выполнении практических работ. Основной объем самостоятельной работы тратится на подготовку к выполнению практических работ, а также на подготовку к экзамену. Для повышения эффективности самостоятельной работы еженедельно проводятся консультации.

Кроме этого ежедневно организуется общение между преподавателем и студентами с использованием электронной почты.

#### **Список вопросов к самостоятельной работе студентов:**

1. Основные этапы развития численного анализа.
2. Метод конечных разностей.
3. Метод конечных элементов.
4. Уравнения математической физики.
5. Понятие сетки.
6. Понятие граничных условий.
7. Понятие начальных условий.
8. Основные типы инженерных задач при проектировании биомедицинских приборов и систем

#### **Вопросы к экзамену**

1. Актуальность математического моделирования в задачах проектирования биомедицинских приборов.
2. Основные типы инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов. Способы решения в системе ANSYS.
3. Основные типы инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов. Способы решения в системе SolidWorks Simulation.
4. Понятие сетки. Создание и управление параметрами сетки в ANSYS. Влияние на точность результатов.
5. Понятие сетки. Создание и управление параметрами сетки в SolidWorks Simulation. Влияние на точность результатов.
6. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для прочностного анализа конструкций биомедицинских приборов и систем. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
7. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для динамического поведения конструкций. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
8. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для теплового анализа конструкций ЭС. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
9. Пример решения обратной некорректной задачи в ANSYS.
10. Уравнения математической физики. Их применение в решении задач проектирования.
11. Прочностной анализ при статических нагрузках. Применение метода конечных элементов.

12. Пример решения обратной некорректной задачи в SolidWorks Simulation.
13. Тепловой расчет в SolidWorks Simulation. Функциональные возможности. Граничные условия.
14. Тепловой расчет в SolidWorks Simulation. Стационарный и нестационарный режимы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Королёв А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / А.Л. Королёв. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 296 с.: ил. - (Педагогическое образование). - ISBN 978-5-9963-2255-8

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html>

2. Конструирование узлов и устройств электронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - 540 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-20994-3.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222209943.html>

3. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=6995](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6995)

4. Научно-технические технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безьязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2012. 528 с. - ISBN 978-5-94275-619-2.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756192.html>

### **б) дополнительная литература**

1. Хернитер, М.Е. Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 500 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970600261.html>

2. Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 704 с., ил. (Серия "Проектирование"). - ISBN 5-94074-238-6

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940742386.html>

3. Евдокимов, Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. [Электронный ресурс] : справочник / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 398 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940743463.html>

### **Программное обеспечение и интернет-ресурсы**

1. <http://www.cadfem-cis.ru/>
2. <http://cae-expert.ru/>
3. [www.cad.ru](http://www.cad.ru)
4. <http://www.ansys.com/>

При выполнении практических работ используются пакеты программ SolidWorks, Ansys.

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**


Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- оборудование специализированной лаборатории (330-3) - компьютерные терминалы с программным обеспечением SolidWorks, Kompas, Ansys;
- электронные записи, мультимедиа презентации на сервере кафедры.



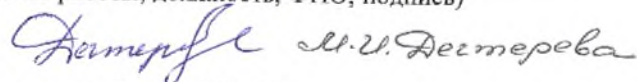
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Рабочую программу составил доцент каф. БЭСТ Варакин А.А. \_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись)



Рецензент

(представитель работодателя) Директор ТБЧЗ ВО «МШАЦ»  
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Заведующий кафедрой БЭСТ Сушкова Л.Т. \_\_\_\_\_



(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Председатель комиссии Сушкова Л.Т. \_\_\_\_\_



(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Л.Т. Сущкова

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ФРЭМТ  
Кафедра БЭСТ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Л.Т.Сушкова



подпись

инициалы, фамилия

« 12 » 02 2015 г.

Основание:

решение кафедры

от « 12 » 02 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Уровень высшего образования: Академическая магистратура

Владимир, 2015

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое моделирование» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии».

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее	Наименование оценочного средства
1	Основные виды задач математического анализа решаемых при разработке биотехнических систем и технологий.	ОПК-1, ПК-2	Набор вопросов по пройденному материалу
2	Применение компьютерных систем для математического моделирования	ПК-4	Набор вопросов по пройденному материалу

Комплект оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
  - комплект вопросов, позволяющих оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;
  - Регламент проведения и оценивания защиты практических работ.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме
  - контрольные вопросы для проведения экзамена.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии».

ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения		
Знать	Уметь	Владеть
основные типы задач математического моделирования для конструкций биотехнических средств и систем	Выявлять основные типы задач математического моделирования для конструкций биотехнических средств и систем	
ПК-2 способностью выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований		
Знать	Уметь	Владеть
методику решения расчетных задач при проектировании биотехнических средств и систем, используемую в современных программах численного анализа	применять САПР для решения задач моделирования при проектировании биотехнических средств и систем.	Программными средствами численного моделирования в задачах проектирования биотехнических средств и систем.
ПК-4 способностью ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований		
Знать	Уметь	Владеть
	анализировать конструкции биотехнических средств и систем с использованием методики конечно-элементного анализа в программах SolidWorks Simulation и Ansys	программными средствами математического моделирования, включая системы конечно-элементного моделирования SolidWorks Simulation и Ansys

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование» формируется только часть компетенций ОПК-1, ПК-2, ПК-4.

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Математическое моделирование»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Математическое моделирование» предполагает получение от студентов кратких ответов на контрольные вопросы.

**Критерии оценки тестирования студентов**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
<i>5 баллов за правильный ответ на 1 вопрос</i>	<i>Правильный ответ, грамотное обращение с терминами и определениями в тексте.</i>

**Регламент проведения мероприятия и оценивания**

<b>№</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Продолжительность</b>
1.	Предел длительности тестирования (1 вопрос)	15-25 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 30 мин.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Математическое моделирование»**

**Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Компьютерное моделирование инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов.
2. Понятие компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов.
3. Современные средства компьютерного моделирования.
4. Метод конечных элементов. Основные понятия.

**Вопросы к рейтинг-контролю № 2**

1. Расчетные системы. Понятие сетки.
2. Виды конечных элементов.
3. Уравнения математической физике. Их применение в решении задач проектирования биомедицинских приборов.
4. Прочностной анализ при статических нагрузках. Применение метода конечных элементов.

### Вопросы к рейтинг-контролю № 3

1. Динамические нагрузки. Свободные колебания конструкций. Применение метода конечных элементов.
2. Тепловой анализ биомедицинских приборов. Применение метода конечных элементов.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

Рейтинг-контроль 1	1 вопрос	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	1 вопрос	До 10 баллов
Рейтинг контроль 3	1 вопрос	До 15 баллов
Посещение занятий студентом		5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		5 баллов
Выполнение практических работ		15 баллов

### Регламент проведения и оценивания защиты практических работ

Оценка защиты практических работ.

В целях закрепления навыков и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Математическое моделирование» предполагается выполнение практических работ, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

### Список тем практических занятий

1. Основы построения конечно-элементных моделей в системах компьютерного моделирования.
2. Основы решения прочностных задач в проектировании биомедицинских приборов.
3. Основные виды динамических задач в проектировании биомедицинских приборов.
4. Изучение методик компьютерного моделирования динамических задач в проектировании ЭС методом конечных элементов.
5. Моделирование тепловых процессов. Основные виды задач математического моделирования.
6. Изучение методик компьютерного моделирования тепловых воздействий на биомедицинские приборы методом конечных элементов.
7. Разновидности конечно-элементной сетки. Основные типы конечных элементов.
8. Изучение способов построения конечно-элементной сетки в различных

компьютерных системах моделирования ANSYS, SolidWorks Simulation.

9. Комплексное моделирование биомедицинских приборов в системах ANSYS и SolidWorks Simulation.

#### Регламент проведения мероприятия

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Выполнение практической работы:	
	- подготовка к выполнению (прочитать и усвоить цель работы и рекомендации по выполнению)	до 15 мин.
	- выполнение практической работы	согласно времени указанному в п. 4 рабочей программы дисциплины
2.	Защита практической работы:	
	- пояснение выполнения заданий практической работы	5-7 мин.
	- ответы на контрольные вопросы	5-7 мин.
	Итого на защиту (в расчете на одну практическую работу)	до 15 мин.

#### Критерии оценки выполнения и защиты практической работы

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	работа выполнена полностью, студент свободно объясняет процесс выполнения работы, получены ответы на контрольные вопросы (2 любых контрольных вопроса из методических указаний к данной работе)
4 балла	работа выполнена полностью, студент свободно объясняет процесс выполнения работы, получены не точные ответы на контрольные вопросы (2 любых контрольных вопроса из методических указаний к данной работе)
2 балла	работа выполнена полностью, студент свободно объясняет процесс выполнения работы, не получены ответы на контрольные вопросы (2 любых контрольных вопроса из методических указаний к данной работе).
0 баллов	работа выполнена полностью, студент не может пояснить процесс выполнения работы, не получены ответы на контрольные вопросы (2 любых контрольных вопроса из методических указаний к данной работе) или работа не выполнена



**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Математическое моделирование»**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса и практическое задание. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с практическими заданиями, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент показывает твердое знание материала, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10-19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Математическое моделирование»**

Вопросы к экзамену:

1. Актуальность математического моделирования в задачах проектирования биомедицинских приборов.
2. Основные типы инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов. Способы решения в системе ANSYS.
3. Основные типы инженерных задач в проектировании биомедицинских приборов. Способы решения в системе SolidWorks Simulation.
4. Понятие сетки. Создание и управление параметрами сетки в ANSYS. Влияние на точность результатов.
5. Понятие сетки. Создание и управление параметрами сетки в SolidWorks Simulation. Влияние на точность результатов.
6. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для прочностного анализа конструкций биомедицинских приборов и систем. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
7. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для динамического поведения конструкций. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
8. Понятие граничных условий. Определение граничных условий для теплового анализа конструкций биомедицинских приборов и систем. Пример моделирования в ANSYS и SolidWorks Simulation.
9. Пример решения обратной некорректной задачи в ANSYS.
10. Уравнения математической физики. Их применение в решении задач проектирования.
11. Прочностной анализ при статических нагрузках. Применение метода конечных элементов.
12. Пример решения обратной некорректной задачи в SolidWorks Simulation.
13. Тепловой расчет в SolidWorks Simulation. Функциональные возможности. Граничные условия.
14. Тепловой расчет в SolidWorks Simulation. Стационарный и нестационарный режимы.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Математическое моделирование» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения лабораторные работы выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат опшибки.	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	<b>Компетенции не сформированы</b>