

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУНТ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. зав.кафедрой Г / Гумеров И.С.



Согласовано:

Председатель УМК естественно-математического факультета

Ильбулова Г.Р. / Ильбулова Г.Р.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

(наименование дисциплины)

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)

программа бакалавриата

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

Прикладная математика и информационные технологии

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н.,

(должность, ученая степень, ученое звание)

Беликова О.Н. / Беликова О.Н.

Для приема: 2023 г.

Сибай 2023 г.

Составитель: Беликова О.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий, протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой

 / Гумеров И.С./

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2: Владеет навыками обучения по предмету математика.	ПК-2.1. Знает: -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания математики; -специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	Знать: -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания математики; -специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.
		ПК-2.2. Умеет: - совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах, понимать рассуждение обучающихся; -анализировать предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказывать помощь в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения -формировать у обучающихся убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху,	Уметь: - совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах, понимать рассуждение обучающихся; -анализировать предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказывать помощь в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения -формировать у обучающихся убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху,

		без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи.	без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи.
		ПК-2.3. Владеет: - способностью логического рассуждения и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность; -способностью постижения основ математических моделей реального объекта или процесса, применения моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств; -навыками формирования конкретных знаний, умений и навыков в области математики и информатики; -навыками формирования внутренней (мысленной) модели математической ситуации (включая пространственный образ); -навыками формирования у обучающихся умения проверять математическое доказательство, приводить опровергающий пример; -навыками формирования у обучающихся умения выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий.	Владеть: - способностью логического рассуждения и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность; -способностью постижения основ математических моделей реального объекта или процесса, применения моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств; -навыками формирования конкретных знаний, умений и навыков в области математики и информатики; -навыками формирования внутренней (мысленной) модели математической ситуации (включая пространственный образ); -навыками формирования у обучающихся умения проверять математическое доказательство, приводить опровергающий пример; -навыками формирования у обучающихся умения выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Основы математического моделирования*» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре очной формы обучения и на 4 курсе в 7 семестре заочной формы обучения.

Теоретический и практический материал изучаемых тем может использоваться во многих разделах прикладной математики. Элементы математического моделирования применяются почти во всех отраслях современного естествознания. Моделирование присутствует почти во всех видах творческой активности людей различных специальностей - исследователей и предпринимателей, политиков и военачальников.

Особую роль в науке играют математические модели, строительный материал и инструменты этих моделей - математические понятия. Они накапливались и совершенствовались в течение тысячелетий. Практически каждое понятие в математике, каждый математический объект, начиная от понятия числа, является математической моделью. При построе-

нии математической модели, изучаемого объекта или явления выделяют те его особенности, черты и детали, которые с одной стороны содержат более или менее полную информацию об объекте, а с другой допускают математическую формализацию. Математическая формализация означает, что особенностям и деталям объекта можно поставить в соответствие подходящие адекватные математические понятия: числа, функции, матрицы и так далее.

Построение математической модели - это центральный этап исследования или проектирования любой системы. От качества модели зависит весь последующий анализ объекта. Модель должна быть достаточно точной, адекватной и должна быть удобна для использования.

Для успешного усвоения дисциплины «Основы математического моделирования» необходимо иметь хороший уровень подготовки по дисциплинам «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Математическая теория устойчивости» и «Теоретическая механика».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

ПК – 2 – Владеет навыками обучения по предмету математика.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-2.1. Знает -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания математики; -специальные подходы и ис-	Знает -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания мате-	Не знает основ математической теории и перспективных направлений развития современной математики. Не имеет представления о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений. Не знает теорию и методику преподавания мате-	Обладает на удовлетворительном уровне знаниями основ математической теории и перспективных направлений развития современной математики. Имеет на удовлетворительном уровне представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математиче-	Обладает на хорошем уровне знаниями основ математической теории и перспективных направлений развития современной математики. Имеет на хорошем уровне представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов	Обладает на отличном уровне знаниями основ математической теории и перспективных направлений развития современной математики. Имеет на отличном уровне представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов

точники информации для обучения математики детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	матики; -специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	матики; специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	ских элементов этих приложений. Знает на удовлетворительном уровне теорию и методику преподавания математики; специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	этих приложений. Знает на хорошем уровне теорию и методику преподавания математики; специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	этих приложений. Знает на отличном уровне теорию и методику преподавания математики; специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено используется в семье и ближайшем окружении.
ПК-2.2. Умеет -совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах, понимать рассуждение обучающихся; -анализировать предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказывать помощь в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения -формировать у обучающихся убеждение в	Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности.	Не умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических наук в профессиональной деятельности	Слабо умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических наук в профессиональной деятельности	Хорошо умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических наук в профессиональной деятельности	Уверенно умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических наук в профессиональной деятельности

абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху, без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи.					
ПК-2.3. Владеет - способностью логического рассуждения и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность; -способностью постижения основ математических моделей реального объекта или процесса, применения моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств; -навыками формирования конкретных знаний, умений и навыков в области математики и информатики; -навыками формирования внутренней (мысленной) модели математической ситуации (включая пространственный образ); -навыками формирования у обучающихся умения прове-	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Не владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний деятельности сформированы слабо	Хорошо владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Отлично владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

рять математическое доказательство, приводить опровергающий пример; -навыками формирования у обучающихся умения выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий.					
---	--	--	--	--	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-2.1. Знает: -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания математики; -специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограниченно используется в семье и ближайшем окружении.	Знает: -основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; -представление о широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; -теорию и методику преподавания математики; -специальные подходы и источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограниченно используется в семье и ближайшем окружении.	Индивидуальный опрос; Групповой опрос; Решение задач; Тесты; Контрольные работы
ПК2.2. Умеет: - совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах, понимать рассуждение обучающихся; -анализировать предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказывать помощь в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения -формировать у обучающихся	Умеет: - совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в математических и иных контекстах, понимать рассуждение обучающихся; -анализировать предлагаемое обучающимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать обучающимся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении; оказывать помощь в улучшении (обобщении, сокращении, более ясном изложении) рассуждения -формировать у обучающихся убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху,	Индивидуальный опрос; Групповой опрос; Решение задач; Тесты; Контрольные работы

убеждение в абсолютности математической истины и математического доказательства, предотвращать формирование модели поверхностной имитации действий, ведущих к успеху, без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи. ПК-2.3. Владеет: - способностью логического рассуждения и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность; -способностью постижения основ математических моделей реального объекта или процесса, применения моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств; -навыками формирования конкретных знаний, умений и навыков в области математики и информатики; -навыками формирования внутренней (мысленной) модели математической ситуации (включая пространственный образ); -навыками формирования у обучающихся умения проверять математическое доказательство, приводить опровергающий пример; -навыками формирования у обучающихся умения выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий.	без ясного понимания смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи. Владеет: - способностью логического рассуждения и коммуникации, установки на использование этой способности, на ее ценность; -способностью постижения основ математических моделей реального объекта или процесса, применения моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств; -навыками формирования конкретных знаний, умений и навыков в области математики и информатики; -навыками формирования внутренней (мысленной) модели математической ситуации (включая пространственный образ); -навыками формирования у обучающихся умения проверять математическое доказательство, приводить опровергающий пример; -навыками формирования у обучающихся умения выделять подзадачи в задаче, перебирать возможные варианты объектов и действий.	Подготовка докладов (рефератов); Индивидуальный опрос; Групповой опрос; Решение задач; Тесты; Контрольные работы; Вопросы экзамена
--	--	---

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10)

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»; от 60 до 79 баллов – «хорошо»; от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Основы математического моделирования

Направление: Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная математика и информационные технологии

Курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль			10	20
1. Аудиторная работа			3	6
2. Выполнение самостоятельных работ	7	2	7	14
Рубежный контроль			7	15
1. Тест №1	15	1	5	15
Модуль 2				
Текущий контроль			11	20
1. Аудиторная работа			4	6
2. Выполнение самостоятельных работ	7	2	7	14
Рубежный контроль			7	15
1. Тест №2	15	1	7	15
Поощрительные баллы				
2. Выполнение заданий повышенной трудности, подготовка рефератов, докладов и сообщений	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитываются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30
ИТОГО			35	110

Самостоятельные работы

Самостоятельная работа №1 используется для текущего контроля в модуле 1.

Пример варианта самостоятельной работы №1 Вариант 1

1. Определить количество верных цифр в числах, если известны их относительные погрешности:

$$\text{а) } a = 0,000135; \quad \delta_a = 0,15; \quad \text{б) } a = 9,3598; \quad \delta_a = 0,1\%.$$

2. Определить абсолютную погрешность чисел по их относительным погрешностям:

$$\text{а) } a = 13267; \quad \delta_a = 0,1\%; \quad \text{б) } a = 35,72; \quad \delta_a = 1\%; \quad \text{в) } a = 323,44; \quad \delta_a = 2\%.$$

3. Определить число верных в широком и узком смысле знаков чисел, если известны их абсолютные погрешности:

$$\text{а) } a = 1,109; \quad \Delta_a = 0,1 \cdot 10^{-2}; \quad \text{б) } a = 2,3547; \quad \Delta_a = 0,1 \cdot 10^{-3}; \quad \text{в) } a = 5,67123; \quad \Delta_a = 0,03 \cdot 10^{-2}.$$

4. Определить какое равенство точнее:

$$\text{а) } \sqrt{10} = 3,16; \quad \frac{15}{7} = 2,14; \quad \text{б) } \sqrt{9,8} = 3,13; \quad \frac{23}{15} = 1,53; \quad \text{в) } \sqrt{44} = 6,63; \quad \frac{21}{29} = 0,723.$$

5. Округлить числа до 4 значащих цифр после запятой и определить абсолютную и относительную погрешности приближенных чисел:

а) 5,34564087; б) 230,356883; в) 603,254837.

6. Даны приближенные числа, все цифры которых верны в широком (узком) смысле. Найти абсолютную погрешность чисел:

а) 5,237; б) 23,68703; в) 218,25.

Вариант 2

1. Определить количество верных цифр в числах, если известны их относительные погрешности:

а) $a = 0,11452$; $\delta_a = 10\%$; б) $a = 48361$; $\delta_a = 1\%$.

2. Определить абсолютную погрешность чисел по их относительным погрешностям:

а) $a = 2,32$; $\delta_a = 0,7\%$; б) $a = 0,896$; $\delta_a = 10\%$; в) $a = 1,15$; $\delta_a = 0,2\%$.

3. Определить число верных в широком и узком смысле знаков чисел, если известны их абсолютные погрешности:

а) $a = 2,01489$; $\Delta_a = 0,5 \cdot 10^{-3}$; б) $a = 6,3218$; $\Delta_a = 2 \cdot 10^{-3}$; в) $a = 9,1473$; $\Delta_a = 0,5 \cdot 10^{-2}$.

4. Определить какое равенство точнее:

а) $\sqrt{44} = 6,63$; $\frac{19}{41} = 0,463$; б) $\sqrt{27} = 5,19$; $\frac{50}{19} = 2,63$; в) $\sqrt{52} = 7,21$; $\frac{17}{19} = 0,895$.

5. Округлить числа до 4 значащих цифр после запятой и определить абсолютную и относительную погрешности приближенных чисел:

а) 18,34564087; б) 230,357596; в) 1,35068727.

6. Даны приближенные числа, все цифры которых верны в широком (узком) смысле. Найти абсолютную погрешность чисел:

а) 3,873; б) 0,5871; в) 21825.

Критерии оценки (в баллах):

Процент правильно решенных задач	Количество баллов
95 - 100 %	7
85 - 94 %	6
75 - 84%	5
65 - 74%	4
55 - 64%	3
45 - 54%	2
35 - 44%	1
менее 35%	0

Самостоятельная работа №2

Самостоятельная работа №2 используется для текущего контроля в модуле 1.

1. Сравнить качества измерений толщины d человеческого волоса (в мм) и расстояния l от Земли до Луны (в км), если

$$d = 0,15 \pm 0,005 \text{ и } l = 380000 \pm 500$$

2. Определить число верных знаков приближенной величины ускорения силы тяжести $g = 9,806$ при относительной погрешности 0,5%. Округлить величину g , оставив только верные знаки.

3. Известно, что предельная относительная погрешность числа $\sqrt{19}$ равна 0,1%. Сколько верных знаков содержится в этом числе?

4. Сколько верных знаков содержит число $a = 3,7563$, если относительная погрешность равна 1%?

5. Найти предельную абсолютную и относительную погрешности при вычислении полной поверхности усеченного конуса, если радиусы его оснований $R = 23,64 \pm 0,01$ (см), $r = 17,31 \pm 0,01$ (см), образующая $l = 10,21 \pm 0,01$ (см), число $\pi = 3,14$. (Указание: полная поверхность вычисляется по формуле $S = \pi[R^2 + (R+r) \cdot l + r^2]$).

6. Найти предельную абсолютную и относительную погрешности при вычислении объема конуса, если радиус его основания $r = 15 \pm 0,02$ (см), высота $h = 19,1 \pm 0,05$ (см), число $\pi = 3,14$. (Указание: объем конуса вычисляется по формуле $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$).

7. Экспериментально модуль Юнга E определяется по прогибу балки прямоугольного сечения $E = \frac{pl^3}{4a^3bs}$, где l - длина балки, a, b - размеры поперечного сечения, s - прогиб, p - нагрузка. Вычислить предельную абсолютную и относительную погрешности при определении модуля Юнга, если $l = 50$ см, $a = 3$ мм, $b = 44$ мм, $s = 2,5$ см, $p = 200$ Н. Все линейные размеры измерены с точностью 1%, нагрузка – с точностью 0,1%.

8. Вычислить $S = \ln(10,3 + \sqrt{4,4})$, если приближенные числа 10,3 и 4,4 верны в написанных знаках. Определить предельную абсолютную и относительную погрешности при вычислении S .

Критерии оценки (в баллах):

Процент правильно решенных задач	Количество баллов
95 - 100 %	7
85 - 94 %	6
75 - 84%	5
65 - 74%	4
55 - 64%	3
45 - 54%	2
35 - 44%	1
менее 35%	0

Самостоятельная работа №3

Самостоятельная работа №3 используется для текущего контроля в модуле 2.

1. Амплитуда гармонических колебаний равна 50 мм, период 4 с и начальная фаза $\frac{\pi}{4}$.

а) Записать уравнение этого колебания;

б) Найти смещения колеблющейся точки от положения равновесия при $T=0$ и при $T = 1,5$ с;

в) Начертить график этого движения.

2. Точка совершает гармоническое колебание. Период колебаний 2 с, амплитуда 50 мм, начальная фаза равна нулю. Найти скорость точки в момент времени, когда ее смещение от положения равновесия равно 25 мм.
3. Чему равен логарифмический декремент затухания математического маятника, если за 1 мин амплитуда колебаний уменьшилась в два раза? Длина маятника 1 м.
4. Амплитуда колебаний камертона за 13 секунд уменьшилась в 130 раз. Найдите коэффициент затухания колебаний.
5. Некоторая точка движется вдоль оси x по закону $x(t) = 4 \cdot \sin\left(2t + \frac{\pi}{4}\right)$. Найти:
 - а) амплитуду и период колебаний;
 - б) выражение для скорости точки;
 - в) построить график скорости.
6. За 2 минуты маятник совершил 120 колебаний. Когда длину маятника увеличили на 74,7 см, то он за то же время совершил 60 колебаний. Найти начальную и конечную длины маятника.
7. Первый маятник за 50 сек. совершил 100 колебаний, а второй за 3 мин. совершил 180 колебаний. У какого маятника частота больше? Чему она равна? У какого маятника больше период колебаний? Чему он равен?

Критерии оценки (в баллах):

Процент правильно решенных задач	Количество баллов
95 - 100 %	7
85 - 94 %	6
75 - 84%	5
65 - 74%	4
55 - 64%	3
45 – 54%	2
35 - 44%	1
менее 35%	0

Экзамен

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета: билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные этапы математического моделирования. Определение модели. Формальная классификация моделей.
2. Классификация моделей по способу представления объекта. Классификация по принадлежности к иерархическому уровню.
3. Оценка погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности.
4. Погрешность результатов операций над приближенными числами.
5. Обратная задача теории погрешностей
6. Анализ размерностей и групповой анализ моделей. Автомодельные (самоподобные) процессы.
7. Различные режимы распространения возмущения в нелинейных средах.
8. Принцип максимума и теоремы сравнения.

9. Расширение автомодельного метода.
10. Метод осреднения.
11. Различные способы осреднения.
12. Переход к дискретной модели и ее исследование.
13. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления.
14. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности.
15. Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью методом простой итерации.
16. Размерность физических величин. Формулы размерности и операции над ними.
17. Системы единиц измерения физических величин и их эволюция.
18. Общие представления о масштабах физических величин.
19. Понятие зависимых и независимых размерных величин. π – теорема.
20. Приложения π – теоремы, анализ размерностей, определение вида функциональных зависимостей.
21. Размерные константы. Различные системы основных и производных величин.
22. Понятие подобия в математических моделях, критерии подобия. Примеры
23. Обезразмеривание в математических моделях и проблема параметризации.

Список задач к экзамену

1. Угол, измеренный теодолитом, оказался равным $22^{\circ}20'30'' \pm 30''$. Какова относительная погрешность измерения?
2. Определить число верных знаков и дать соответствующую запись приближенной величины ускорения силы тяжести $g = 9,806$ при относительной погрешности 0,5%.
3. Известно, что предельная относительная погрешность числа $\sqrt{19}$ равна 0,1%. Сколько верных знаков содержится в этом числе?
4. Сколько верных знаков содержит число $A = 3,7563$, если относительная погрешность равна 1%?
5. Площадь квадрата равна $25,16 \text{ см}^2$ (с точностью до $0,01 \text{ см}^2$). С какой относительной погрешностью и со сколькими верными знаками можно определить сторону квадрата?
6. Со сколькими верными знаками можно определить радиус круга, если известно, что его площадь равна $124,35 \text{ см}^2$ (с точностью до $0,01 \text{ см}^2$)?
7. Найти предельную относительную погрешность при вычислении полной поверхности усеченного конуса, если радиусы его оснований $R = 23,64 \pm 0,01$ (см), $r = 17,31 \pm 0,01$ (см), образующая $l = 10,21 \pm 0,01$ (см); число $\pi = 3,14$.
8. Число $g = 9,8066$ является приближенным значением ускорения силы тяжести (для широты 45°) с пятью верными знаками. Найти его относительную погрешность.
9. Вычислить площадь прямоугольника, стороны которого $92,73 \pm 0,01$ (м) и $94,5 \pm 0,01$ (м). Определить относительную погрешность результата и число верных знаков.
10. С какой точностью надо измерить длину сторону квадрата для того, чтобы получить площадь с точностью 0,001?
11. Методом хорд и касательных найти корень уравнения

$$f(x) = x + 2 - \sqrt{9 - x^2} = 0$$
12. Свяжите радиус орбиты планеты с периодом обращения её вокруг Солнца.
13. Произведено измерение скорости пузырьков газа, выходящих из различных жидкостей и с помощью фотоаппарата, находящегося на расстоянии D от поверхности жидкости, регистрируются диаметры всплывающих пузырьков газа. Определите какие физические ве-

личины влияют на скорость всплывающего пузырька. С помощью π -теоремы получите число независимых безразмерных параметров и составьте необходимые безразмерные комбинации.

14. На опорный подшипник действует приложенная нагрузка F . На скорость вращения вала подшипника оказывают влияние: приложенная нагрузка, диаметр подшипника, диаметр шарика, угловая скорость вращения подшипника, плотность, вязкость и давление смазки, радиальный зазор между ободом подшипника и шариком. С помощью π -теоремы определите число независимых безразмерных параметров и составьте обоснованные безразмерные комбинации.

15. На величину скорости твёрдого шара,двигающегося в сжимаемой жидкости оказывают влияние: площадь поперечного сечения шара, скорость, плотность, вязкость и модуль упругости жидкости и сила лобового сопротивления. С помощью π -теоремы определите число независимых безразмерных параметров и составьте обоснованные безразмерные комбинации.

16. Скорость волны на поверхности жидкости определяется длиной волны, ускорением силы тяжести, толщиной слоя жидкости, её плотностью и поверхностным натяжением. С помощью π -теоремы определите число независимых безразмерных параметров и составьте логически обоснованные безразмерные комбинации.

Задания для организации рубежного контроля.

Тест №1.

Используется для рубежного контроля в модуле 1.

1. Моделирование — это:

- 1) процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;
- 2) процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод;
- 3) процесс неформальной постановки конкретной задачи;
- 4) процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;
- 5) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

2. Модель — это:

- 1) фантастический образ реальной действительности;
- 2) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;
- 3) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;
- 4) описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства;
- 5) информация о несущественных свойствах объекта.

3. При изучении объекта реальной действительности можно создать:

- 1) одну единственную модель;
- 2) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- 3) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
- 4) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
- 5) вопрос не имеет смысла.

4. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

- 1) описание всех свойств исследуемого объекта;
- 2) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- 3) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
- 4) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;

5) выделение не более трех существенных признаков объекта.

5. Натурное моделирование это:

- 1) моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом-оригиналом;
- 2) создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта оригинала;
- 3) моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
- 4) совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале;
- 5) создание таблицы, содержащей информацию об объекте-оригинале.

6. Информационной моделью объекта нельзя считать:

- 1) описание объекта-оригинала с помощью математических формул;
- 2) другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта оригинала;
- 3) совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;
- 4) описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке;
- 5) совокупность записанных на языке математики формул, описывающих поведение объекта-оригинала.

7. Математическая модель объекта — это:

- 1) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;
- 2) описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
- 3) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
- 4) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение;
- 5) последовательность электрических сигналов.

8. К числу математических моделей относится:

- 1) правила дорожного движения;
- 2) формула нахождения корней квадратного уравнения;
- 3) кулинарный рецепт;
- 4) инструкция по сборке мебели.

9. По поведению математических моделей во времени их разделяют на

- 1) детерминированные и стохастические
- 2) статические и динамические
- 3) непрерывные и дискретные
- 4) аналитические и имитационные.

10. Как называются модели, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий и их элементы (элементы модели) достаточно точно установлены?

- 1) статические;
- 2) дискретные;
- 3) детерминированные;
- 4) динамические.

Критерии оценки (в баллах): максимально возможное количество баллов, которое может набрать студент за рубежный контроль: 15 баллов. Тест №1 содержит 10 вопросов. Каждый вопрос теста оценивается в 1,5 балла.

Тест №2

Тест №2 используется в качестве рубежного контроля в модуле 2.

1. Одно из свойств, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном отношении индивидуальное для каждого из них, называется...

- 1) единицей измерения
- 2) физической величиной
- 3) единством измерений
- 4) показателем качества

2. Основной единицей системы SI не является...

- 1) Кандела
- 2) Кельвин
- 3) Вольт
- 4) Ампер

3. Физической величиной, на множестве размеров которой возможно выполнение операций, подобных сложению (или вычитанию), является...

- 1) сила электрического тока
- 2) твёрдость материала
- 3) сила ветра
- 4) коэффициент линейного расширения

4. При определении твёрдости материала используется шкала... порядка

- 1) наименований
- 2) отношений
- 3) интервалов

5. Сформулируйте различие между рядами величин, объяснив, какой из рядов более информативен и почему (по вариантам):

Вариант 1: 1; 3; 0,5 и 10 и 1 кг; 3 мин; 0,5 л; 10 см.

Вариант 2: 0,3; 2; 4 и 9 и 0,3 кг; 2 мин; 4 л; 9 см.

Вариант 3: 1; 5; 0,7 и 8 и 1 кг; 5 мин; 0,7 л; 8 см.

Вариант 4: 3; 5; 0,3 и 7 и 3 кг; 5 мин; 0,3 л; 7 см.

Вариант 5: 2; 3; 0,1 и 5 и 2 кг; 3 мин; 0,1 л; 5 см

6. С какими единицами физических величин осуществлялось сравнение объектов, если в результате измерений были получены следующие значения:

Вариант 1: 1 г; 10 Н; 3 Тл; 20 кг; 5 А; 0,1 В ?

Вариант 2: 2 г; 20 Н; 4 Тл; 30 кг; 6 А; 0,2 В ?

Вариант 3: 3 г; 30 Н; 5 Тл; 40 кг; 7 А; 0,3 В ?

Вариант 4: 4 г; 40 Н; 6 Тл; 50 кг; 8 А; 0,4 В ?

Вариант 5: 5 г; 50 Н; 7 Тл; 60 кг; 9 А; 0,5 В ?

7. Примените другие единицы для выражения результатов измерений, приведенных в предыдущей задаче (каждый свой вариант). Как при этом изменится физический размер величины и ее числовое значение?

8. Проанализируйте основное уравнение измерения $Q = nU$, где Q —измеряемая физическая величина, U —единица измеряемой физической величины, n —отношение измеряемой величины к единице физической величины, на примере измерения длины отрезка прямой в...

Вариант 1: 5 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 2: 6 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 3: 7 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 4: 8 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 5: 9 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

9. Как называется единица физической величины, определяемая через основную единицу физической величины:

- 1) основная;
- 2) производная;
- 3) системная;

- 4) кратная;
- 5) дольная.

10. Как называется единица физической величины в целое число раз больше системной единицы физической величины:

- 1) внесистемная;
- 2) дольная;
- 3) кратная;+
- 4) основная;
- 5) производная.

Критерии оценки (в баллах): максимально возможное количество баллов, которое может набрать студент за рубежный контроль: 15 баллов. Тест №2 содержит 10 вопросов. Каждый вопрос теста оценивается в 1,5 балла.

Темы для докладов, сообщений и рефератов

Подготовка доклада, сообщения или реферата может использоваться для получения поощрительных баллов.

- 1. Методы анализа размерностей: алгебраический метод Рэлея
- 2. Методы анализа размерностей: метод анализа дифференциальных уравнений
- 3. Геометрический и механический критерии подобия.
- 4. Гидродинамические критерии подобия.
- 5. Тепловые критерии подобия.
- 6. Кинетические критерии подобия.
- 7. Получение критериев подобия методом Рэлея.
- 8. Масштабирование математической модели и ее размерный анализ.
- 9. Размерностный анализ проблемы происхождения планетных систем и жизни.
- 10. Размерностный анализ в классической астрофизике.
- 11. Получение математических моделей из фундаментальных законов природы.
- 12. Достоинства и недостатки методов численного интегрирования.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

- 1. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.] ; под редакцией П. В. Трусова. — Москва : Логос, 2020. — 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162966> (дата обращения: 18.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 271 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44652>. — Загл. с экрана.
- 3. Костюкова, Н.И. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Костюкова. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 219 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100304>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

4. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие / Р. Ф. Маликов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-9912-0123-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5169> (дата обращения: 18.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Поздеев, А.Г. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. — 92 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102716>. — Загл. с экрана.
6. Юрчук, С.Ю. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С.Ю. Юрчук. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2014. — 108 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116706>. — Загл. с экрана.
7. Архипов, В. А. Практикум по теории подобия и анализу размерностей : учебно-методическое пособие / В. А. Архипов, А. И. Коноваленко. — Томск : ТГУ, 2016. — 93 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105094> (дата обращения: 17.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1) Официальный сайт математического портала [allmath.ru](http://www.allmath.ru). Режим доступа: <http://www.allmath.ru/probablytheory.htm>
- 2) Образовательный математический сайт Exponenta. Режим доступа: <http://www.exponenta.ru/>
- 3) Официальный сайт московского центра непрерывного математического образования. Режим доступа: http://www.mathnet.ru/ej.phtml?option_lang=rus
- 4) <http://www.bashlib.ru> – электронный читальный зал БГУ;
- 5) <http://www.e.lanbook.com> – ЭБС издательства Лань;
- 6) <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"
- 7) <http://www.exponenta.ru> –образовательный математический сайт;
- 8) <http://www.mccme.ru> - сайт Московского центра непрерывного образования.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 210	Лекции, практические занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест).

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУН_{ИТ}
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

на **6 (7)** семестр

очная (очно-заочная)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108 (3/108)
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12 (10)
практических/ семинарских	
лабораторных	22 (18)
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2 (0)
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36,8 (53)
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36 (27)

Форма(ы) контроля:

Экзамен **6 (7)** семестр

№ п/ п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятель- ная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и допол- нительная литерату- ра, реко- мендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоя- тельной работе сту- дентов	Форма те- кущего контроля успеваемо- сти (колло- квиумы, контроль- ные работы, компью- терные те- сты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/С ЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основные по- нятия и прин- ципы матема- тического мо- делирования. Классифика- ция математи- ческих моде- лей.	16 (20)	4 (4)		4 (4)	8 (12)	1 - 7		защита лабо- раторных ра- бот; выполне- ние самостоя- тельных работ
2	Погрешность результата численного решения зада- чи. Обратная задача теории погрешностей.	14 (16)	4 (4)		8 (6)	2 (6)	1 - 7		защита лабо- раторных ра- бот; выполне- ние самостоя- тельных ра- бот; тест №1
3	Исследование математиче- ских моделей. Метод осред- нения. Различ- ные способы осреднения	26 (29)	2 (1)		4 (4)	20 (24)	1 - 7		защита лабо- раторных ра- бот; выполне- ние самостоя- тельных работ
4	Размерность физических величин. Си- стемы единиц измерения фи- зических вели- чин и их эво- люция. Мас- штабы. Раз- мерные кон- станты. Подо- бие в матема- тическом мо- делировании.	14,8 (16)	2 (1)		6 (4)	6,8 (11)	1 - 7		защита лабо- раторных ра- бот; выполне- ние самостоя- тельных ра- бот; тест №2, экзамен
	Всего часов:	70,8 (81)	12 (10)		22 (18)	36,8 (53)			