

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

Утверждено:

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

И.о. зав.кафедрой Г / Гумеров И.С.



Согласовано:

Президент УМК естественно-математического факультета

Ильбулова Г.Р.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ**

(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.

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 И /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. Цели 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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
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, без ясного понимания	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

		смысла; поощрять выбор различных путей в решении поставленной задачи.	ла; 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 «Математическое моделирование в естествознании» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре (для очной формы обучения) и на 4 курсе в 7 семестре (для очно-заочной формы обучения).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Алгебра, Математический анализ, Математический анализ (часть 2), Дифференциальные уравнения, Практикум на ЭВМ.

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 соотнесенных 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 источники информации для обучения математике детей, для которых русский язык не является родным и ограничено 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 ограничено используется в семье и ближайшем окружении.	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 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.	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 математических 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.	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 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.	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 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 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.	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
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 формиро-	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 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

вания 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.					
---	--	--	--	--	--

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. 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	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
- 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	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	Индивидуальный опрос; Групповой опрос; Решение задач; Тесты; Контрольные работы

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. 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.	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. 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

Математическое моделирование в естествознании

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	15
1. Аудиторная работа			10	10
Рубежный контроль			15	25
1. Контрольная работа №1		1	5	10
Модуль 2				
Текущий контроль			20	25
1. Аудиторная работа			10	10
2. Выполнение лабораторной работы			5	10
3. Коллоквиум			5	10
Рубежный контроль			30	45
1. Контрольная работа №2			5	10
2. Тест			5	10
Поощрительные баллы				
1. Участие в олимпиадах, конференциях			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30
ИТОГО			45	110

Контрольная работа

Контрольная работа №1 используется для рубежного контроля модуля 1, Контрольная работа №2 и Тест - для рубежного контроля модуля 2. Максимальное количество баллов за каждую контрольную работу и тест 10 б.

Критерии оценки контрольной работы (в баллах):

- **9-10 баллов** выставляется, если студент решил все задачи полностью:

- в логических рассуждениях и обоснованиях решения нет пробелов и ошибок;
- в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, которая не является следствием незнания и непонимания учебного материала);

- **7-8 баллов** выставляется, если

- студент решил все задачи, но обоснования шагов решения недостаточны;
- допущена одна ошибка или есть два-три недочета в выкладках.

- **5-6 баллов** выставляется, если допущено более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, но студент обладает обязательными умениями по проверяемому модулю;

- **0-4 баллов** выставляется, если

- допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает обязательными умениями по проверяемому модулю;
- работа показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и умений по проверяемому модулю.

Пример варианта контрольной работы № 1

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

- Записать уравнение этого колебания;
- Найти смещения колеблющейся точки от положения равновесия при $T=0$ и при $T = 1,5$ с;
- 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. 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.

4. 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.

5. 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?

Пример варианта контрольной работы №2

1. Чему равен логарифмический декремент затухания математического маятника, если за 1 мин амплитуда колебаний уменьшилась в два раза? Длина маятника 1 м.

2. Амплитуда колебаний камертона за 13 секунд уменьшилась в 130 раз. Найдите коэффициент затухания колебаний.

3. Во сколько раз уменьшится амплитуда секундного маятника за 5 мин если логарифмический декремент затухания равен 0,031.

4. Математический маятник длиной 24,5 см совершает затухающие колебания. Через какое время амплитуда колебаний уменьшится в 4 раза. Логарифмический декремент затухания 0,01.

5. Математический маятник длиной 1,09 м колеблется в среде с коэффициентом затухания 0,045. Определить время, в течение которого амплитуда колебаний уменьшится в 10 раз.

Лабораторная работа

Порядок выполнения лабораторной работы. К выполнению лабораторной работы следует приступать после изучения соответствующего теоретического материала по учебнику и лекциям.

При выполнении лабораторной или расчетно-графической работы студент должен, руководствуясь следующими указаниями:

каждую работу следует выполнять в виде реферата, на передней обложке которой должны быть указаны фамилия и инициалы студента, номер и вариант лабораторной работы;

работа должна содержать:

- 1. теоретическое изложение решаемой задачи;
- 2. алгоритм решения задачи;
- 3. листинг программы на языке программирования (по выбору студента). Можно программировать в математических пакетах.

4. тестовые значения для проверки работы программы

студент должен уметь объяснять каждый шаг сделанной работы, и отвечать на вопросы по теории и по программе относящиеся к данной задаче.

В случае незачета студент обязан в кратчайший срок выполнить все требования рецензента и представить работу на повторное рецензирование. До экзамена необходимо сдать все лабораторные работы, исправить все ошибки и получить допуск к экзамену. Работы, выполненные небрежно, несамостоятельно, или содержащие задачи не своего варианта, возвращаются без проверки.

Пример лабораторной работы

Разработать программу (язык программирования на выбор), которая строит траектории модели популяционной динамики "хищник-жертва".

Критерии оценки лабораторной работы (в баллах):

Запланировано выполнение студентами одной лабораторной работы. Одна лабораторная работа оценивается на 4 балла.

- **9-10 баллов** выставляется, если студент решил все задачи полностью:

- имеется правильно работающая программа;
- отчет оформлен в соответствии с требованиями;
- студент умеет объяснять каждый шаг сделанной работы, и отвечает на вопросы по теории и по программе относящиеся к данной задаче;

- **7-8 баллов** выставляется, если

- имеется правильно работающая программа;
- отчет оформлен в соответствии с требованиями;
- студент умеет объяснять каждый шаг сделанной работы, но не отвечает на дополнительные вопросы по теории и по программе относящиеся к данной задаче;

- **5-6 баллов** выставляется, если

- имеется правильно работающая программа;
- отчет оформлен в соответствии с требованиями;

- **ниже 5 баллов** выставляется, если программа не работает либо работает с ошибками; отчета нет либо оформлен не по требованиям. В данном случае лабораторная работа считается незачтенным.

Коллоквиум

Коллоквиум - это устная беседа со студентом по теоретическим вопросам. Компетенции считаются сформированными, если студент набирает за коллоквиум от 5 до 10 баллов.

Перечень вопросов для коллоквиума

1. Моделирование движения описываемого вторым законом Ньютона.
2. Модели некоторых механических систем: колебания математического маятника в поле силы тяжести. Гармонические колебания.
3. Модели некоторых механических систем: свободные затухающие колебания.
4. Математическое моделирование электрических цепей. Законы Кирхгофа. Уравнения колебательного контура. Уравнения гармонического осциллятора.
5. Уравнения гармонического осциллятора. Осциллятор Ван дер Поля.
6. Центробежный регулятор (регулятор Уатта). Выводы Вышнеградского.
7. Математическая модель движения космической ракеты. Формула Циолковского.
8. Математическая модель радиоактивного распада.
9. Математическое моделирование динамики биологических популяций.
10. Математическая модель рекламы.
11. Математические модели процессов выравнивания.

Критерии оценки коллоквиума (в баллах):

- **9-10 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **7-8 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **5-6 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **0-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Тест

Тест используется для рубежного контроля модуля 2.

Критерии оценки тестирования (в баллах):

- **9-10 баллов** выставляется, если 90-100% заданий верно;

- **7-8 баллов** выставляется, если 70-89% заданий верно;

- **5-6 баллов** выставляется, если 50-69% заданий верно;

- **0-4 баллов** выставляется, если до 49% заданий верно.

Вариант I

1) Как называется элемент электрической цепи $-||-$?

- а) катушка;
- б) конденсатор;
- в) нелинейный резистор;
- г) сопротивление.

2) При замене порядка полюсов, величина напряжения:

- а) остается неизменной;
- б) удваивается;
- в) меняет знак;
- г) возводится в квадрат.

3) При замене порядков полюсов величина индуктивности:

- а) остается неизменной;
- б) удваивается;
- в) меняет знак;
- г) возводится в квадрат.

4) При замене порядков полюсов емкость:

- а) остается неизменной;
- б) удваивается;
- в) меняет знак;
- г) возводится в квадрат.

5) Для двухполюсника, представляющего собой индуктивность, имеет место соотношение:

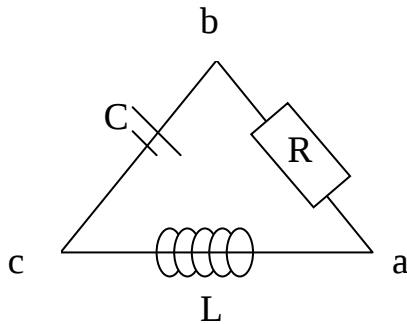
а) $U_{ab}(t) = L_{ab} I_{ab}(t)$

б) $I_{ab}(t) = L_{ab} \frac{dU_{ab}(t)}{dt}$

в) $I_{ab}(t) = L_{ab} U_{ab}(t)$

г) $U_{ab}(t) = L_{ab} \frac{dI_{ab}(t)}{dt}$

6) Для RLC-цепи верно соотношение:



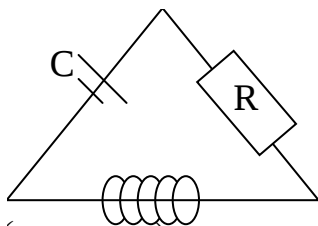
а) $I_{ab}(t) = I_{bc}(t) = I_{ca}(t)$;

б) $I_{ab}(t) + I_{bc}(t) + I_{ca}(t) = 0$;

в) $U_{ab}(t) + U_{bc}(t) = U_{ca}(t)$;

г) $U_{ab}(t) = U_{bc}(t) = U_{ca}(t)$.

7) Для RLC-цепи верно уравнение:



а) $\left(Lp + R + \frac{1}{c} \right) I(t) = 0$;

б) $\left(Lp^2 + Rp + \frac{1}{c} \right) I(t) = 0$;

в) $\left(Rp^2 + Lp + c \right) I(t) = 0$;

г) $\left(Lp^2 + Lp + c \right) I(t) = U(t)$.

Периодом полураспада радиоактивного вещества называется:

- а) промежуток времени, за которое количество вещества уменьшается в 4 раза по сравнению с начальным;
- б) промежуток времени, за которое вещество полностью превращается в свинец;
- в) промежуток времени, за которое вещество уменьшается в 3 раза по сравнению с начальным;
- г) промежуток времени, за которое количество вещества уменьшается в 2 раза по сравнению с начальным.

8) За 50 дней распалось 50% первоначального количества радиоактивного вещества. Найти закон изменения количества вещества. Предполагается, что скорость распада количества вещества пропорциональна общему количеству вещества в данный момент времени.

а) $x(t) = 50 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{100}};$

б) $x(t) = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{50}};$

в) $x(t) = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{5}};$

г) $x(t) = 100 \left(\frac{1}{4} \right)^{\frac{t}{50}}.$

9) Динамика популяции животных меняется по закону $x' = (\alpha - \beta)x$, где $x(t)$ - количество популяции в данный момент времени t , $\alpha > 0, \beta > 0$ - некоторые константы, коэффициенты рождаемости и смертности соответственно. Пусть $\alpha = 5, \beta = 2, N(0) = 3$. Найти приближенное количество популяции через год.

- а) 59;
- б) 6;
- в) 10;
- г) 12.

10) Дана модель «хищник-жертва» $\begin{cases} M' = (6 - 2M) \cdot N; \\ N' = (12 - 4N) \cdot M. \end{cases}$ где $N(t)$ – количество жертв,

$M(t)$ – количество хищников в момент времени t . При каких ненулевых значениях $N(t)$ и $M(t)$ численности этих популяций не меняются с течением времени?

- а) $N=3, M=3$;

б) $N=2, M=1$;

в) $N=8, M=4$;

г) $N=1, M=1$.

11) Динамика популяции животных меняется по закону $N' = 2\left(1 - \frac{N}{200}\right)N$, $N(t)$ – количество популяции в момент времени t . При каком ненулевом значении N численность популяции находится в равновесии?

а) $N=2$;

б) $N=100$;

в) $N=1$;

г) $N=200$.

12) Лодка замедляет свое движение под действием сопротивления воды, которое пропорционально скорости лодки. Пусть начальная скорость лодки 2м/с. Через 5с скорость стала 1м/с. Найти закон изменения скорости лодки.

а) $x(t) = 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5}}$;

б) $x(t) = 5 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{2}}$;

в) $x(t) = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5}} + 2$;

г) $x(t) = 2 \cdot e^{-5t}$.

13) Камень массой m падает вниз. Изменением плотности с высоты пренебречь. Предполагается, что сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости, ускорение - силе тяжести. Тогда динамика скорости описывается дифференциальным уравнением (g - ускорение свободного падения):

а) $mx' + kx^2 = 0$;

б) $mx' + mg + kx^2 = 0$;

в) $mx' - mg + kx^2 = 0$;

г) $mx' + mg - kx^2 = 0$.

14) Тело массой m брошено вверх. Тогда, пренебрегая сопротивлением воздуха, динамика скорости тела описывается дифференциальным уравнением (g - ускорение свободного падения):

а) $x' = g$;

б) $x' = -g$;

в) $mx' = g$;

г) $mx' = -g$.

15) Тело массой m движется прямолинейно под действием силы $F_0 = \text{const}$. Тогда закон изменения пути $y(t)$ с течением времени определяется соотношением:

а) $y(t) = \frac{F_0}{2m}t^2 + C_1t + C_2$;

б) $y(t) = \frac{F_0}{m}t + C_1$;

в) $y(t) = -\frac{F_0}{2m}t^2 + C_1t + C_2$;

г) $y(t) = -\frac{F_0}{m}t + C_1$.

16) Тело массой m движется прямолинейно под действием силы F_0 . Предполагается, что F_0 обратно пропорциональна квадрату времени t , протеющему с начала движения (коэффициент пропорциональности k задан) и задан временной отрезок $t \in \left[\frac{1}{2}; 1\right]$. В момент времени $t=1$ скорость тела $v=0$ и пройденное расстояние $y=2$. Тогда динамика пути описывается:

а) $my'' = \frac{k}{t}, y(1) = 2, y'(1) = 0$;

б) $my' = \frac{k}{t^2}, y(1) = 2, y'(1) = 0$;

в) $my' = \frac{k}{t}, y(1) = 2, y'(1) = 0$;

г) $my' = \frac{k}{t^2}, y(1) = 2, y(1) = 0$.

17) В емкость, содержащей 4 л дистиллированной воды поступает со скоростью 1 л/мин раствор, в каждом литре которого содержится 1 г соли. Поступающий раствор перемешивается с водой и смесь вытекает из емкости с той же скоростью. Закон изменения количества x (г) соли в емкости с течением времени имеет вид:

а) $x(t) = 4 - 4e^{-\frac{t}{4}}$;

б) $x(t) = 4e^{-\frac{t}{4}} - 4$;

в) $x(t) = 4e^{-t} - 4$;

г) $x(t) = 2e^{-t} - 4$.

18) В баке находится 70л воды, содержащий 10кг соли. В бак непрерывно подается вода со скоростью 7л/мин, которая перемешивается с имеющимся раствором. Смесь вытекает с той же скоростью. Динамика изменения количества соли x (кг) в баке с течением времени описывается дифференциальным уравнением:

а) $x' = 0,1x$, $x(0) = 10$;

б) $x' = 7x$, $x(0) = 10$;

в) $x' = -7x$, $x(0) = 10$;

г) $x' = -0,1x$, $x(0) = 10$.

19) В баке находится 70л воды, содержащий 10 кг соли. В бак непрерывно подается вода со скоростью 7 л/мин, которая перемешивается с имеющимся раствором. Смесь вытекает с той же скоростью. Сколько количества соли (кг) останется в баке через 10мин.?

а) $\frac{10}{e}$;

б) $10e$;

в) $e + 10$;

г) 30.

20) Температура тела T с течением времени меняется по закону $T(t) = 50e^{-t} + 15$. Чему будет равна температура тела через минуту?

а) $\frac{50}{e} + 15$;

б) $-\ln \frac{14}{15}$;

в) $50e + 15$;

г) $\ln \frac{14}{15}$.

21) Тело охладилось от 60°C до 30°C . Температура окружающего воздуха поддерживается 20°C . Предполагается, что скорость остывания тела пропорциональна разности температуры тела и окружающей среды (k – коэффициент пропорциональности задан). Тогда закон изменения температуры тела с течением времени имеет вид:

а) $x(t) = 40e^{kt} + 20$;

б) $x(t) = 60e^{kt} + 20$;

в) $x(t) = 40e^{20kt}$;

г) $x(t) = 20e^{kt} + 60$.

22) Первый закон Кирхгофа гласит:

а) сумма всех токов втекающих в каждый узел цепи равна сумме всех токов вытекающих из этого узла;

б) сумма всех токов вытекающих из каждого узла цепи примыкающих к этому узлу не равна нулю;

в) сумма всех токов втекающих в каждый узел цепи из всех элементов, примыкающих к этому узлу равна нулю;

г) сумма напряжений последовательных узлов электрической цепи равна нулю.

23) Второй закон Кирхгофа гласит:

а) сумма всех токов втекающих в каждый узел цепи из всех элементов, примыкающих к этому узлу равна нулю;

б) сумма падений напряжений втекающих в каждый узел цепи из всех элементов, примыкающих к этому узлу равна нулю;

в) сумма падений напряжений вдоль любого замкнутого контура равен нулю;

г) сумма напряжений последовательных узлов электрической цепи равна нулю.

24) Формула Циалковского имеет вид (здесь U - скорость выброса продуктов сгорания, $v_{\max}$ - максимальная скорость ракеты, m_0 - начальная масса ракеты, m_p - полезная масса, m_s - структурная масса ракеты):

а) $v_{\max} = U \cdot \ln \left(\frac{m_0}{m_p + m_s} \right);$

б) $v_{\max} = U \cdot \ln \left(\frac{m_p + m_s}{m_0} \right);$

в) $v_{\max} = U \cdot \frac{m_0}{m_p + m_s};$

г) $v_{\max} = U + \frac{m_0}{m_p + m_s}.$

25) Какая ракета не пригодна для выведения на орбиту некоторой полезной массы (например, массы 1 т)?

а) одноступенчатая ракета;

б) двухступенчатая ракета;

в) трехступенчатая ракета;

г) четырехступенчатая ракета.

26) В современном ракетостроении величина $\lambda = \frac{m_s}{m_0 - m_p}$ (m_0 - начальная масса ракеты,

m_p - полезная масса, m_s - структурная масса ракеты), характеризующая соотношение полезной и структурной массы, примерно равна:

- а) 0,3;
- б) 0,5;
- в) 0,1;
- г) 2.

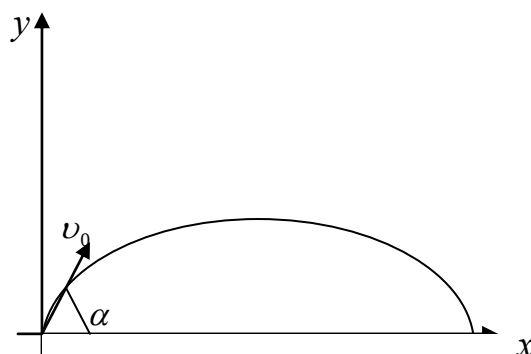
27) Движение математического маятника описывается дифференциальным уравнением:

- а) $x'' + (1 + x^2)x' + x = 0$;
- б) $x'' + \frac{g}{l}x = 0$;
- в) $x' + \frac{g}{l}x = 0$;
- г) $x' = kx$.

28) Тело брошено под углом α к поверхности. Предполагается: 1) земля – инерциальная система отсчета; 2) ускорение свободного падения g постоянна; 3) кривизной земли можно пренебречь; 4) влиянием воздуха на движение тела пренебречь.

Тело движется по оси Ox равномерно, а вдоль оси Oy - равноускоренно. Тогда координата x тела меняется по закону:

- а) $v_0 t$;
- б) $v_0 \sin \alpha$;
- в) $v_0 \cos \alpha$;
- г) $v_0 \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$.



Экзамен

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Для проведения экзамена на кафедре разрабатываются экзаменационные билеты. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания. Для подготовки к ответу студентам отводится не более 50 минут. По окончании ответа на вопросы билета экзаменатор может задавать дополнительные и уточняющие вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на экзамен.

Перечень вопросов для экзамена

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. Моделирование движения описываемого вторым законом Ньютона.
7. Модели некоторых механических систем: колебания математического маятника в поле силы тяжести. Гармонические колебания.
8. Модели некоторых механических систем: свободные затухающие колебания.
9. Математическое моделирование электрических цепей. Законы Кирхгофа. Уравнения колебательного контура. Уравнения гармонического осциллятора.
10. Уравнения гармонического осциллятора. Осциллятор Ван дер Поля.
11. Центробежный регулятор (регулятор Уатта). Выводы Вышнеградского.
12. Математическая модель движения космической ракеты. Формула Циолковского.
13. Математическая модель радиоактивного распада.
14. Математическое моделирование динамики биологических популяций.
15. Математическая модель рекламы.
16. Математические модели процессов выравнивания.
17. Размерность физических величин. Формулы размерности и операции над ними.
18. Системы единиц измерения физических величин и их эволюция.
19. Общие представления о масштабах физических величин.
20. Понятие зависимых и независимых размерных величин. π – теорема.
21. Приложения π –теоремы, анализ размерностей, определение вида функциональных зависимостей.
22. Размерные константы. Различные системы основных и производных величин.
23. Понятие подобия в математических моделях, критерии подобия. Примеры
24. Обезразмеривание в математических моделях и проблема параметризации.

Примерный перечень задач к экзамену

1. Предположим, что рассматривается «идеальная» одноступенчатая ракета, у которой непрерывно отбрасывается отработавшая и ставшая ненужной часть структурной массы (к моменту полного сгорания топлива $m_s = 0$). Пользуясь законом сохранения импульса, покажите, что максимальная скорость такой ракеты определяется по формуле

$$v = (1 - \lambda) \cdot u \cdot \ln \left(\frac{m_0}{m_p} \right).$$

2. Один из двух математических маятников совершил за некоторое время 10 колебаний. Второй за это же время совершил 8 колебаний. Разность длин маятников 20 см. Определите длину второго маятника. Запишите уравнения колебаний маятников, если их амплитуды совпадают и равны 15 см.

3. Математический маятник длиной 98 см совершает за 2 мин 60 полных колебаний. Найти частоту, период колебаний и ускорение свободного падения в том месте, где находится маятник.

4. Постройте график затухающих колебаний, частота которых 10 Гц, начальная амплитуда 6 см и логарифмический декремент затухания 0,1.

5. Амплитуда математического маятника длиной 1 м за 10 мин уменьшилась в 2 раза. Определите логарифмический декремент затухания.

6. Маятник длиной 86 см совершает затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания 0,628. Через какое время амплитуда маятника уменьшится в 6 раз?

7. Период затухающих колебаний 4 с. Логарифмический декремент затухания 1,6. Начальная фаза равна нулю. Смещение точки в начальный момент времени равно 4,5 см. Записать уравнение колебаний и найти смещение точки в момент времени, равный периоду. Построить график колебаний.

8. За 30 дней распалось 50% первоначального количества радиоактивного вещества. Через сколько времени останется 1% от первоначального количества?

9. Согласно опытам, в течение года из каждого грамма радия распадается 0,44 мг. Через сколько лет распадется половина имеющегося количества радия?

10. В исследованном куске горной породы содержится 100 мг урана и 14 мг уранового свинца. Известно, что уран распадается наполовину за $4,5 \cdot 10^9$ лет и что при полном распаде 238 г урана образуется 206 г уранового свинца. Определить возраст горной породы. Считать, что в момент образования горная порода не содержала свинца, и пренебречь наличием промежуточных радиоактивных продуктов между ураном и свинцом (так как они распадаются намного быстрее урана).

11. Масса ракеты с полным запасом топлива равна M , без топлива m , скорость истечения продуктов горения из ракеты равна c , начальная скорость ракеты равна нулю. Найти скорость ракеты после сгорания топлива, пренебрегая силой тяжести и сопротивлением воздуха.

12. Математический маятник длиной 2,5 м совершает колебания с амплитудой 10 см. Записать уравнения движения маятника. Начертить график движения.

Образец экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»
Сибайский институт (филиал) УУНиТ
Естественно-математический факультет
Кафедра прикладной математики и информационных технологий

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

по дисциплине «Математическое моделирование в естествознании»

Направление «Прикладная математика и информатика»

Профиль «Прикладная математика и информатика (общий профиль)»

1. Моделирование движения описываемого вторым законом Ньютона.
2. Математические модели процессов выравнивания.
3. Один из двух математических маятников совершил за некоторое время 10 колебаний. Второй за это же время совершил 8 колебаний. Разность длин маятников 20 см. Определите длину второго маятника. Запишите уравнения колебаний маятников, если их амплитуды совпадают и равны 15 см.

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № ____
(дата)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную производится следующим образом:
- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);

- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

Критерии оценки экзамена (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Юмагулов М.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения: теория и приложения (доп.УМО). М.-Ижевск, 2008. - 182 с.
2. Демидович Б.П. Моденов В.П. Дифференциальные уравнения. – С.Пб.: Лань, 2008. – 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=126.
3. Жабко А.П. Котина Е.Д. Чинова О.Н. Дифференциальные уравнения и устойчивость. – С.Пб.: Лань, 2015.-320 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60651

Дополнительная литература:

4. Самарский А. А. , Михайлов А. П. «Математическое моделирование». М.: Физматлит, 2005. - 160 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=68976
5. Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., и т.д. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие. / Под ред. Трусова П.В. М.: Логос, 2004.— 440 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=84691

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

1. ЭБС «Университетская библиотека online» - www.biblioclub.ru;
2. ЭБС изд-ва «Лань» - www.e.lanbook.com;
3. <http://www.exponenta.ru> –образовательный математический сайт;

4. <http://www.mccme.ru> - сайт Московского центра непрерывного математического 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 «Математическое моделирование в естествознании» на 6 (7) семестр

очной (очно-заочной) формы обучения

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 контроля:

Экзамен 6 (7) семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Моделирование движения описываемого вторым законом Ньютона	10 (11)	2 (1)		4 (2)	4 (8)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Изучение дополнительного материала	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум
2.	Математический маятник. Гармонические колебания. Затухающие колебания.	12 (14)	2 (1)		4 (4)	6 (9)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Изучение дополнительного материала	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум
3.	Математическое моделирование электрических цепей. Осциллятор Ван дер Поля.	12 (14)	2 (2)		4 (4)	6 (8)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Решение задач	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум
4.	Центробежный регулятор (регулятор Уатта). Математическая модель радиоактивного распада.	10,8 (12)	2 (2)		4 (2)	4,8 (8)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Решение задач	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум
5.	25. Математическая модель движения космической ракеты. Математическое моделирование динамики биологических популяций.	14 (16)	2 (2)		4 (4)	8 (10)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Решение задач	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум, лабораторная работа
6.	Математическая модель рекламы. Математические модели процессов выравнивания.	12 (14)	2 (2)		2 (2)	8 (10)	Осн: 1-3; доп: 1-4	Решение задач	Опрос, проверка дом. задания, контр. раб., коллоквиум
	Всего часов:	72,8 (81)	12 (10)		22 (18)	36,8 (53)			

