МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е.Троян
«___» _____2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

«Непрерывные математические модели»

Уровень основной образовательной программы _____ магистратура

Направление(я) подготовки (специальность): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей

Форма обучения _ очная

Факультет ___ систем управления

Кафедра _____ автоматизированных систем управления

Курс __1 Семестр___2

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 2	Единицы
Лекции	**18**	**часов**
Лабораторные работы	не предусмотрено	**часов**
Практические занятия	**18**	**часов**
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	не предусмотрено	**часов**
Всего аудиторных занятий	**36**	**часов**
Из них в интерактивной форме	**8**	**часов**
Самостоятельная работа студентов (СРС)	**36**	**часов**
Всего (без экзамена)	**72**	**часов**
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	**не предусмотрен**	**часов**
Общая трудоемкость	**72**	**часов**
(в зачетных единицах)	**2**	**ЗЕТ**

Экзамен не предусмотрено **Диф. зачет** не предусмотрено

Зачет 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8491

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 22 » 12 2016 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) третьего поколения по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) "магистр"), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 октября 2015 г. N 911.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры АСУ,

протокол № 1 от « 30 » августа 2016 г.

Разработчики
к.ф.-м.н., доцент каф. АСУ _____ Б.А. Воронин

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан, к.т.н., доцент _____ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперты
Доцент каф. АСУ, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 8491

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Непрерывные математические модели» изучается в 2 семестре и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий, получение различного рода консультаций.

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы дать магистрантам дополнительные знания соответствующих разделов математики, ознакомить с основными задачами прикладной математики, приводящими к непрерывным математическим моделям, освоить современные методы исследования моделей.

Основной **задачей** дисциплины является изучение основных этапов построения непрерывных математических моделей при решении практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Непрерывные математические модели» относится к числу дисциплин общенаучного цикла (базовой части). Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания математического анализа, теории вероятностей, дифференциальных уравнений, уравнений математической физики, исследования операций, дискретных и вероятностных математических моделей в объеме, предусмотренном ФГОС ВО третьего поколения по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «бакалавр», «магистр»). Полученные знания необходимы для изучения дисциплины «математическое моделирование», для выполнения научно-исследовательской работы и подготовки магистерской диссертации.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Непрерывные математические модели» направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурные компетенции (ОК):

- Выпускник должен обладать способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

профессиональные компетенции (ПК):

- Выпускник должен обладать способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1);
- Выпускник должен обладать способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные принципы построения непрерывных математических моделей;
- области применения непрерывных моделей при решении прикладных задач;

Уметь:

- применять математические модели и методы математического моделирования при анализе проблем в различных областях науки и техники;
- применять современные математические методы к исследованию непрерывных математических моделей;
- использовать методы компьютерного моделирования, вычислительные методы при решении сложных математических задач.

Владеть:

- практическими навыками в области построения математических моделей и их исследования.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	**36**		**36**		
В том числе:			–		

Согласована на портале № 8491

Лекции	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)	–		–		
Практические занятия (ПЗ)	18		18		
Семинары (С)	–		–		
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект (работа) (аудиторная нагрузка)	не предусмотрен				
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	**36**		**36**		
В том числе:	–		–		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	–		–		
Расчетно-графические работы	–		–		
Реферат	–				
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	12		12		
Подготовка к практическим занятиям	12		12		
Подготовка к лабораторным занятиям					
Самостоятельное изучение тем теоретической части	12		12		
Подготовка к экзамену	–		–		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)			зачет		
Общая трудоемкость час	**72**		**72**		
зач. ед.	**2**		**2**		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия	Самост. работа студентов	Всего часов	Формируемые компетенции (ОК,ОПК, ПК)
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия и принципы математического моделирования.	3	2	4	9	ОК-1, ПК-1, ПК-2
2.	Простейшие математические модели.	3	2	5	10	ОК-1, ПК-1, ПК-2
3.	Основы математического моделирования в физике.	6	6	11	23	ОК-1, ПК-2, ПК-1
4.	Методы анализа математических моделей.	4	4	10	18	ОК-1, ПК-1, ПК-2,
5.	Модели некоторых трудноформализуемых объектов.	2	4	6	12	ОК-1, ПК-1, ПК-2
ИТОГО		**18**	**18**	**36**	**72**	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия и принципы математического модели-	Определения и свойства моделей. Основные типы математических моделей. Особенности линейных и нелинейных моделей. Статистические и динамиче-	3	ОК-1, ПК-1,

Согласована на портале № 8491

	рования.	ские модели. Замкнутые и открытые модели. Особенности моделирования экономических систем.		
2.	Простейшие математические модели	Элементарные математические модели. Вариационные принципы и математические модели. Примеры иерархии моделей. Универсальность математических моделей: колебания в электрическом контуре, малые колебания в системе «хищник-жертва», простейшая модель изменения зарплаты и занятости. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов физики: сохранение массы вещества, сохранение энергии, сохранение числа частиц.	3	ОК-1, ПК-1, ПК-2
3.	Основы математического моделирования в физике	Особенности математического моделирования в физике. Использование законов Ньютона для описания законов движения материальной точки на основе дифференциальных уравнений. Вывод уравнения колебания маятника. Гармонические колебания. Колебания под воздействием внешней силы. Явление резонанса. Универсальность модели колебаний. Уравнение распространения звука как приме линейного уравнения в частных производных второго порядка. Типы линейных уравнений в частных производных второго порядка. Описание колебаний струны и мембраны с помощью уравнения гиперболического типа. Физические задачи, приводящие к уравнению параболического типа. Описание стационарного распределения тепла с помощью уравнения эллиптического типа.	6	ОК-1, ПК-2, ПК-1
4.	Методы анализа математических моделей	Применение методов подобия. Принцип максимума и теоремы сравнения. О переходе к дискретным моделям и метод численного моделирования. Анализ модели на чувствительность к ее параметрам на примере задачи линейного программирования.	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2
5.	Модели некоторых трудноформализуемых объектов	Особенности математического моделирования поведения людей и их интересов. Моделирование социально-экономических процессов: модели финансовых и экономических процессов, модели соперничества, динамика распределения власти в иерархии. Моделирование демографических процессов.	2	ОК-1, ПК-1, ПК-2
ИТОГО			**18**	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
	Предшествующие дисциплины					
1.	Математический анализ	+	+	+	+	+
2.	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+	+	+
3.	Дифференциальные уравнения	+	+	+	+	+
3.	Уравнения математической физики			+		
4.	Исследование операций	+			+	

Согласована на портале № 8491

5.	Дискретные и вероятностные математические модели	+			+	

№ п/п	Наименование последующих дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, которые необходимы при изучении последующих дисциплин				
		1	2	3	4	5
	Последующие дисциплины					
1.	Математическое моделирование	+	+	+	+	+
2.	Научно-исследовательская работа в семестре	+	+	+	+	+
3.	Магистерская диссертация	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Л	Пр	СРС	Формы контроля *(примеры)*
ОК-1	+	+	+	Опрос на лекции, устный ответ на практическом занятии
ПК-1		+	+	Отчет по практической работе, устный ответ на практическом занятии, материалы доклада
ПК-2	+	+	+	Опрос на лекции, проверка конспекта

Л – лекция, Пр – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Формы / Методы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде		2	**2**
Пресс-конференция		2	**2**
Презентации с использованием различных вспомогательных средств: интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации, задания на СРС	2	2	**4**
Итого интерактивных занятий	**2**	**6**	**8**

Примечание.

1. Презентации с использованием различных вспомогательных средств (интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации) используются преподавателем и студентами на лекциях и практических занятиях, при обсуждении заданий на самостоятельную работу студентов.
2. «Работа в команде» происходит в процессе обсуждения материалов докладов на практических занятиях и результатов решений задач на практических занятиях.
3. По результаты самостоятельного изучения тем студенты делают доклады с помощью презентаций, проводя подобие пресс-конференций.

Согласована на портале № 8491

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ – не предусмотрен

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1.	1	Типы математических моделей. Основные требования к модели.	2	ОК-1, ПК-2
2.	2	Рассмотрение простейших моделей, получаемых из фундаментальных законов физики.	2	ОК-1, ПК-1
3.	3	Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения.	2	ОК-1, ПК-2
4.	3	Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных.	2	ОК-1, ПК-1
5.	3	Модель переноса излучения. Численные методы решения уравнения переноса.	2	ОК-1, ПК-1
6.	4	Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность к параметрам модели.	2	ОК-1, ПК-2
7.	4	Решение задачи линейного программирования и его анализ на чувствительность к параметрам модели.	2	ОК-1, ПК-2
8.	5	Доклады по теме «Жесткие» и «мягкие» математические модели», предложенной для самостоятельного изучения.	2	ОК-1, ПК-1
9.	5	Модели соперничества.	2	ОК-1
ИТОГО			**18**	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1	2	3	4	5	6
1.	1	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2, ОК-1	Опрос на практических занятиях (устно), проверка конспекта
		Подготовка к практическим занятиям	2		
2.	2	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2,	Опрос на практических занятиях (устно), проверка конспекта, контрольная работа,
		Подготовка к практическим занятиям	3		
3.	3	Проработка лекционного материала	4	ПК-2, ПК-1, ОК-1,	Опрос на практических занятиях (устно), проверка конспекта, контрольная работа, материалы докладов
		Подготовка к практическим занятиям	3		
		Самостоятельное изучение темы «Интегро-дифференциальное уравнение переноса и методы его решения»	4		
4.	4	Проработка лекционного материала.	3	ПК-2, ПК-1, ОК-1,	Опрос на практических занятиях (устно), проверка конспекта,
		Подготовка к практическим занятиям.	3		

Согласована на портале № 8491

		Самостоятельное изучение темы «Анализ на чувствительность решения задачи линейного программирования с помощью двойственной задачи».	4		контрольная работа, материалы докладов
5.	5	Проработка лекционного материала.	1	ПК-2, ПК-1,	Опрос на практических занятиях (устно), проверка конспекта, материалы докладов
		Подготовка к практическим занятиям.	1		
		Самостоятельное изучение темы: «Жесткие и мягкие математические модели»	4		
ИТОГО			**36**		

Темы для самостоятельного изучения:

1. Анализ на чувствительность решения задачи линейного программирования с помощью двойственной задачи;
2. Интегро-дифференциальное уравнение переноса и методы его решения;
3. «Жесткие» и «мягкие» математические модели.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Курс 1, семестр 2 Контроль обучения – Зачет.

Таблица 11.1 – Дисциплина «Непрерывные математические модели» (**зачет**, лекции, практические занятия)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	4	4	**12**
Контрольные работы	10	10	10	**30**
Практические занятия	20	20	12	**52**
Компонент своевременности	2	2	2	**6**
Итого максимум за период:	**36**	**36**	**28**	**100**
Нарастающим итогом	**36**	**72**	**100**	

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично/зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо/зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно/ зачтено)	65 – 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 8491

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: Учебное пособие для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6495
2. Мицель, А. А. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов : Учебное пособие [Электронный ресурс] / Мицель А. А. — Томск: ТУСУР, 2016. — 193 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6348

12.2 Дополнительная литература

1. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. − М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 192 с. (в библиотеке ТУСУР 3 экз)
2. Арнольд В.И.“Жесткие” и “мягкие” математические модели / 3-е изд., стереотип. – М.: МЦНМО, 2011. – 32 с. (в библиотеке ТУСУР 19 экз.)
3. Шапкин А.С., Мазаева Н. П. Математические методы и модели исследования операций: Учебник для вузов/ 4-е изд. – М.: Дашков и К°, 2007. − 395 с. (в библиотеке ТУСУР 20 экз)

12.3. Учебно-методические пособия

1. Астафуров В.Г. Методические рекомендации к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Непрерывные математические модели». − Томск: ТУСУР, 2011. − 6 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.asu.tusur.ru/learning/mag010400/d03/, свободный.
2. Мицель, А. А. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов: Методические указания по самостоятельной работе студентов [Электронный ресурс] / Мицель А. А. — Томск: ТУСУР, 2016. — 12 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6347

12.4. Лицензионное программное обеспечение

Математический пакеты Mathcad и MatLab.

12.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

http://e.lanbook.com/
http://www.intuit.ru/
http://hitran.iao.ru/

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для чтения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором. Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием математических пакетов Mathcad либо MatLab.

Согласована на портале № 8491

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ П. Е. Троян

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Уровень основной образовательной программы _____ магистратура

Направление(я) подготовки (специальность): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей

Форма обучения _ очная

Факультет ___ систем управления

Кафедра _____ автоматизированных систем управления

Курс __1__ Семестр___2__

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Зачет ____2____ семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8491

ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «**Непрерывные математические модели»** и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «**Непрерывные математические модели»** компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-1	способность проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	**Знать:** • сновные принципы анализа непрерывных математических моделей; • области применения непрерывных моделей при решении прикладных задач; **Уметь:** • применять математические модели и методы математического моделирования при анализе проблем в различных областях науки и техники; • применять современные математические методы к исследованию непрерывных математических моделей; **Владеть:** • навыками в области построения математических моделей различных явлений и их исследования.
ПК-2	способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	**Знать:** • основные принципы построения непрерывных математических моделей; **Уметь:** • использовать методы компьютерного моделирования, вычислительные методы при решении сложных математических задач. **Владеть:** • практическими навыками в области построения математических моделей и их исследования.
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	**Знать:** • Современные проблемы прикладной математики и информатики; • Непрерывные математические модели; • Дискретные и вероятностные математические модели; • Математическое моделирование; • Основные принципы анализа непрерывных математических моделей; • Области применения непрерывных моделей при решении прикладных задач; **Уметь:** • Применять математические модели и методы математического моделирования при анализе проблем в различных областях науки и техники; • Применять использовать разные уровни абстракции к предметным областям, проводить анализ решений, синтезировать новые знания; **Владеть:** • навыками в области построения математических моделей различных явлений и их исследования**.**

Согласована на портале № 8491

1. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

1.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• Знает основные принципы построения непрерывных математических моделей; • Знает области применения непрерывных моделей при решении прикладных задач;	• Умеет применять математические модели и методы математического моделирования при анализе проблем в различных областях науки и техники; • Умеет применять современные математические методы к исследованию непрерывных математических моделей;	• Владеет навыками в области построения математических моделей различных явлений и их исследования.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации	• Практические занятия; • Выполнение домашнего задания;	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Зачет	• Подготовка и защита индивидуального домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита отчета индивидуальной работы, • Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 8491

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем общих знаний	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач	Работает только при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает, зачем необходимы непрерывные математически модели, в каких ситуациях они допустимы и когда нет; – Понимает важную роль непрерывных математических моделей информационной сферы, науки и технологии; – Глубоко понимает особенности непрерывных математических моделей в различных сферах; – Знает и понимает целый ряд мат. Моделей применительно к физике, механике, технологии сбережения и др..	– Умеет с использованием современных вычислительных систем проводить моделирование различных процессов; – Умеет для любой задачи с использованием НММ аргументированные решения в информационной сфере; – Умеет управлять персоналом (коллективом из 2-3 человек), планировать разделение труда для более высокого качества математической модели, оценивать эффективность своего управления по результатам деятельности работника в коллективе.	– Владеет всеми приемами стратегического тактического и оперативного планирования развития современных мат. моделей; – Способен применить приемы методы непрерывного мат.моделирования при неполной информации о объекте; – Владеет методами непрерывного мат. моделирования.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Понимает роль современных непрерывных мат. моделей в науке и технологии; – Имеет представление о том, как сопровождаются процессы математического развития непрерывных моделей и к чему они могут привести; – Знает виды мат. анализа качества современных моделей.	– Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать решения необходимые для данной модели процесса; – Умеет эффективно использовать кадровый потенциал.	– Владеет на хорошем уровне основными приемами только базового моделирования; – Хорошо владеет приемами оценки качества модели в рамках поставленной задачи.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Знает общие представления о непрерывных математических моделей; – Понимает важную роль непрерывных математических моделей в информационной сферы и технологической сфере; – Знает общие представле-	– Умеет с использованием непрерывных математических моделей принимать наиболее важные решения в информационной, научной и технологической сфере.	– Владеет основными приемами и методами мат. моделирования; – Слабо владеет сложными мат. методами для мат моделирования.

Согласована на портале № 8491

	ния о том, что собой представляют математических моделей.		

1.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• Знает основные принципы построения непрерывных математических моделей;	• Умеет использовать методы компьютерного моделирования, вычислительные методы при решении сложных математических задач.	• Владеет практическими навыками в области построения математических моделей и их исследования.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия; • Выполнение домашнего задания;	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Зачет	• Подготовка и защита индивидуального домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита отчета индивидуальной работы, • Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает все основные методы НММ, понимает особенности разработки концептуальных и теоретических моделей, все их типы и структуры, динамические и статические, этапы разработки и уточнения. – Знает, зачем необходимы	– Умеет с использованием современных вычислительных систем проводить моделирование различных процессов; – Умеет разрабатывать и отлаживать эффективные НММ и прикладное программное обеспечение с	– Владеет всеми приемами стратегического тактического и оперативного планирования развития современных мат. моделей; – Способен применить приемы методы

Согласована на портале № 8491

	непрерывные математически модели, в каких ситуациях научных проблем и задач они и когда нет; – Глубоко понимает особенности непрерывных математических моделей в различных сферах; – Знает и понимает целый ряд мат. Моделей применительно к физике, механике, технологии сбережения и тд..	использованием современных технологий программирования.	непрерывного мат.моделирования при неполной информации о объекте; – Владеет основными методами непрерывного мат. моделирования.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Понимает роль современных непрерывных мат. моделей в науке и технологии; – Имеет представление о том, как создаются теоретические и концептуальные НММ и к чему они могут привести; – Знает виды мат. анализа качества современных моделей.	– Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать решения необходимые для данной модели процесса;	– Владеет на хорошем уровне основными приемами только базового моделирования; – Хорошо владеет приемами оценки качества модели в рамках поставленной задачи.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Знает общие представления о непрерывных математических моделей; – Понимает важную роль непрерывных математических моделей в информационной сферы и технологической сфере; – Знает общие представления о том, что собой представляют НММ	– Умеет с использованием непрерывных математических моделей принимать наиболее важные решения в информационной, научной и технологической сфере.	– Владеет основными приемами и методами мат. моделирования; – Слабо владеет сложными мат. методами для мат моделирования.

1.3 Компетенция ОК- 1

ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• Знает основные принципы построения абстрактных математических моделей;	• Умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез при решении сложных математических задач.	• Владеет навыками в области построения абстрактных математических моделей

Согласована на портале № 8491

Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия	• Практические занятия; • Выполнение домашнего задания;	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Зачет	• Подготовка и защита индивидуального домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита отчета индивидуальной работы, • Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает все основные методы построения мат моделей, понимает особенности разработки абстрактных моделей, анализирует этапы разработки НММ. – Знает, зачем необходимы непрерывные математически модели, анализирует, в каких ситуациях научных проблемах и задачах и когда нет; – Глубоко понимает особенности непрерывных математических моделей в различных сферах; – Знает и понимает целый ряд мат. моделей применительно к физике, механике, технологии сбережения и тд..	– Умеет с использованием современных вычислительных систем проводить моделирование различных процессов; – Проводить глубокий анализ поставленной задачи на данном абстарктном уровне; – Умеет разрабатывать и отлаживать эффективные НММ и прикладное программное обеспечение с использованием современных технологий программирования.	– Владеет всеми приемами стратегического тактического и оперативного планирования развития современных мат. моделей; – Способен применить приемы методы непрерывного мат.моделирования при неполной информации об объекте; – Владеет основными методами непрерывного мат. моделирования.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Понимает роль современных непрерывных мат. моделей в науке и технологии на разном уровне абстракции; – Имеет представление о том, как создаются теоретические и концептуальные НММ и к чему они могут привести; – Знает виды мат. анализа качества современных моделей.	– Умеет корректно выражать, и аргументированно обосновывать решения необходимые для данной модели процесса; – Умеет делать синтез разных условий задания для решения проставленной проблемы;	– Владеет на хорошем уровне основными приемами только базового моделирования; – Хорошо владеет приемами оценки качества модели в рамках поставленной задачи.

Согласована на портале № 8491

УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Понимает важную роль непрерывных математических моделей в информационной сферы и технологической сфере; – Знает общие представления о том, что собой представляют НММ	– Умеет с использованием непрерывных математических моделей принимать наиболее важные решения в информационной, научной и технологической сфере.	– Владеет основными приемами и методами мат. моделирования; – Слабо владеет сложными мат. методами для мат моделирования.

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

2.1Темы практических занятий

3. Типы математических моделей. Основные требования к модели.
4. Рассмотрение простейших моделей, получаемых из фундаментальных законов физики.
5. Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения.
6. Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных.
7. Модель переноса излучения. Численные методы решения уравнения переноса.
8. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность к параметрам модели.
9. Решение задачи линейного программирования и его анализ на чувствительность к параметрам модели.
10. Доклады по теме «Жесткие» и «мягкие» математические модели», предложенной для самостоятельного изучения. Непрерывные пмодели в молекулярной спектроскопии .
11. Модели соперничества.

3.2 Домашние индивидуальные задания по теме «Непрерывные математические модели»

Каждый студент выбирает из БД HITRAN молекулу. Разбирает формат данных для “своей” молекулу. Считывает основной изотополог. Анализирует следующие зависимомти.

1. Интенсивность(S)y/ частота(v)x.
2. Уширение воздухом - γ_{air} / полный угловой момент нижнего состояния (J). Осреднение по нижнему -J. /Т.е. усредняешь для данного J” нижнего все γ_{air} – получаешь одну точку!
3. Самоуширение γ_{self}/ угловой момент нижнего состояния. Осреднение по J”. Т.е. усредняешь для данного J” нижнего все γ_{self} – получаешь одну точку
4. Коэффициент температурной зависимости n_{air} / полный угловой момент нижнего состояния. Осреднение по J”.
5. Уширение воздухом- γ_{air} / от типа ветви (полный угловой момент нижнего и верхнего состояния (J)). Для данного J” нижнего получаешь 3 точки с осреднением γ_{air} – когда J”=J’, J”=J’+1 и J”=J’-1.
6. Самоуширение/ от типа ветви (полный угловой момент нижнего и верхнего состояния (J))
7. Коэффициент температурной зависимости n_{air} /(полный угловой момент нижнего и верхнего состояния (J))
8. По возможности выводится аналитическое уравнение для всех осредненных величин.
   Данные можно скачать с сайта Гарвардского университета
   https://www.cfa.harvard.edu/hitran/

3.3Темы для самостоятельной работы (темы рефератов)

4 Определить числа Пи с помощью метода Монте Карло. Предполагается использовать генератор случайных чисел в диапазоне от [0;1], отношения площадей четверти единичного круга и квадрата со стороной равной 1.

Согласована на портале № 8491

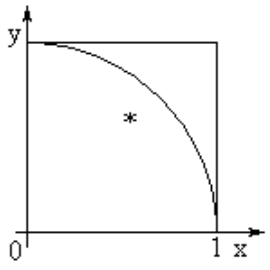


рис.1

5 Указать наилучший вариант консервной банки фиксированного объема V, имеющей обычную форму прямого кругового цилиндра. Получив такое задание, вы неизбежно должны спросить: Рассмотрим два варианта этой задачи.
1. Наилучшая банка должна иметь наименьшую поверхность S. (На ее изготовление пойдет наименьшее количество жести.)
2. Наилучшая банка должна иметь наименьшую длину швов l. (Швы нужно сваривать, и мы хотим сделать эту работу минимальной.)

6 Создать программу, обеспечивающую нахождение максимального объема коробки, которую можно выкроить из листа заданных размеров.

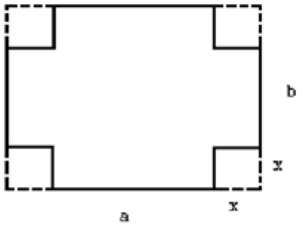


Рис.2. Лист со сторонами аи b из которого необходимо сделать коробку. (Стенки склеиваются скотчем).

7 Построение модели развития финансовой пирамиды. Нарисовать график прибыли от времени для своего варианта и определить максимально прибыльное для мошенников время (день) для сворачивания пирамиды.
8 Решение ОДУ. Построить график для своего варианта.
9 Решить систему ОДУ, нарисовать график
10 Методы математической физики. Запрограммировать и решить Уравнение в частных производных. Решение одномерного уравнения Пуассона методом конечных разностей.
11 Пример решения уравнения теплопроводности. Примеры решения волнового уравнения.
12 Нарисовать аттрактор Лоренца.

3.4 Вопросы для подготовки к теоретическому зачету (для студентов, которые не выполнили все контрольные работы и индивидуальные задания) по дисциплине «Непрерывные математические модели»

1. Определения и свойства моделей.
2. Основные типы математических моделей.
3. Особенности линейных и нелинейных моделей.
4. Статистические и динамические модели.
5. Замкнутые и открытые модели.
6. Особенности моделирования экономических систем.
7. Элементарные математические модели.
8. Вариационные принципы и математические модели.
9. Примеры иерархии моделей.
10. Универсальность математических моделей: колебания в электрическом контуре, малые колебания в системе «хищник-жертва».
11. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов физики: сохранение массы вещества, сохранение энергии, сохранение числа частиц.
12. Особенности математического моделирования в физике.
13. Использование законов Ньютона для описания законов движения материальной точки на основе дифференциальных уравнений.
14. Вывод уравнения колебания маятника.
15. Гармонические колебания. Колебания под воздействием внешней силы.

Согласована на портале № 8491

16. Явление резонанса.
17. Универсальность модели колебаний.
18. Уравнение распространения звука как приме линейного уравнения в частных производных второго порядка.
19. Типы линейных уравнений в частных производных второго порядка.
20. Описание колебаний струны и мембраны с помощью уравнения гиперболического типа. Физические задачи, приводящие к уравнению параболического типа.
21. Описание стационарного распределения тепла с помощью уравнения эллиптического типа.
22. Применение методов подобия.
23. Принцип максимума и теоремы сравнения.
24. О переходе к дискретным моделям и метод численного моделирования.
25. Анализ модели на чувствительность к ее параметрам на примере задачи линейного программирования
26. Особенности математического моделирования поведения людей и их интересов. Моделирование социально-экономических процессов: модели финансовых и экономических процессов.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

– Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: **Учебное пособие** для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6495.

– Мицель, А. А. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов : Учебное пособие [Электронный ресурс] / Мицель А. А. — Томск: ТУСУР, 2016. — 193 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6348.

– Астафуров В.Г. Методические рекомендации к **практическим занятиям и самостоятельной работе** по дисциплине «Непрерывные математические модели». − Томск: ТУСУР, 2011. − 6 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.asu.tusur.ru/learning/mag010400/d03/, свободный.

– Мицель, А. А. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов: Методические указания по **самостоятельной работе** студентов [Электронный ресурс] / Мицель А. А. — Томск: ТУСУР, 2016. — 12 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6347

Согласована на портале № 8491