

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.01.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Избранные вопросы математического моделирования 2**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация  
Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Диф.зачет	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные		
Практические	50	50
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	68,35	68,35
Самостоятельная работа	111,75	111,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.ф.-м.н, Тырыгина Г.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

---

*(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО)*

**Срок действия программы дисциплины до «31» августа 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Прикладная математика и информатика»

---

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2022г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование теоретических и практических знаний о математическом моделировании.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, программирование, избранные вопросы математического моделирования 1

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: для выполнения научно-исследовательской работы.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает принципы разработки плана выполнения (дорожной карты) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла УК-2.2. Умеет формулировать на основе поставленной проблемы проектную задачу, разрабатывать план выполнения (дорожную карту) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, предусматривая проблемные ситуации и риски, осуществлять мониторинг хода реализации проекта, и корректировку его отклонения УК-2.3. Владеет методами планирования и выполнения проектов в	Знать: основные принципы математического моделирования Уметь: применять на практике методы математического моделирования Владеть: навыками построения и исследования математических моделей

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	условиях неопределенности, осуществляя руководство проектом (поддерживая выполнение проекта)	
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1. Знает возможные нестандартные ситуации, возникающие в процессе профессиональной деятельности</p> <p>ИУК-3.2. Умеет действовать в нестандартных ситуациях, возникающих в процессе профессиональной деятельности, вырабатывать стратегию сотрудничества и на ее основе организовывать отбор членов команды для достижения поставленной цели, планировать и корректировать работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, разрешать конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета всех ее сторон</p> <p>ИУК-3.3. Владеет методами и приемами работы в нестандартных ситуациях, возникающих в процессе профессиональной деятельности команды</p>	<p>Знать: возможные нестандартные ситуации, возникающие в процессе профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: действовать в нестандартных ситуациях, возникающих в процессе профессиональной деятельности, вырабатывать стратегию сотрудничества и на ее основе организовывать отбор членов команды для достижения поставленной цели, планировать и корректировать работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, разрешать конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета всех ее сторон</p> <p>Владеть: методами и приемами работы в нестандартных ситуациях, возникающих в процессе профессиональной деятельности команды</p>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
(ПК-1) Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-1.1. Знает основные подходы к построению основных и дискретных математических моделей в различных областях знаний ПК-1.2. Умеет строить и анализировать математические модели различных явлений и процессов и выполнять на их основе научные исследования в различных областях ПК-1.3. Владеет основными методами построения и анализа математических моделей различных явлений и процессов и выполнения на их основе научных исследований в различных областях	Знать: основные подходы к построению основных и дискретных математических моделей в различных областях знаний Уметь: строить и анализировать математические модели различных явлений и процессов и выполнять на их основе научные исследования в различных областях Владеть: основными методами построения и анализа математических моделей различных явлений и процессов и выполнения на их основе научных исследований в различных областях
ПК-2 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-2.1. Знает методы проведения научных исследований и технологию командной работы ПК-2.2. Умеет проводить научные исследования для получения научных и прикладных результатов в различных областях прикладной математики и информатики ПК-2.3. Владеет навыками проведения научных исследований для получения научных и прикладных результатов в различных областях прикладной математики и информатики.	Знать: методы проведения научных исследований и технологию командной работы Уметь: проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива Владеть: навыками проведения научных исследований для получения научных и прикладных результатов в различных областях прикладной математики и информатики.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного
Модуль 1	Лек.	Математическое моделирование в естественных, социальных и экономических областях.	3	2	-	-	
	Пр.	Математическое моделирование в прикладных задачах в естественных, социальных и экономических областях.	3	6	-	-	
	Лек.	Математическая модель взаимодействия двух популяций. Основные положения. Разновидности моделей при различных типах взаимодействия.	3	2	-	-	
	Пр.	Компьютерное модель математической модели взаимодействия двух популяций. взаимодействия.	3	6	-	-	
	Лек.	Автономная система. Основные понятия. Устойчивость автономных систем. Функция Ляпунова. Устойчивость положения равновесия линейных однородных систем. Устойчивость положения равновесия по первому приближению. Устойчивость положения равновесия с помощью функций Ляпунова.	3	2	-	-	
	Пр.	Исследование устойчивости автономных систем.	3	6	-	-	
	Лек.	Устойчивость в математической модели взаимодействия двух популяций	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного
	Пр.	Устойчивость в математической модели взаимодействия двух популяций	3	6	-	-	
	Лек.	Основные понятия и методы. Конкретные модели систем массового обслуживания	3	2	-	-	
	Пр.	Основные понятия и методы. Конкретные модели систем массового обслуживания	3	6	-	-	
	Лек.	Система массового обслуживания. Основные понятия. Входящий поток.	3	2	-	-	
	Пр.	Система массового обслуживания. Основные понятия. Входящий поток.	3	6	-	-	
	Лек.	Построение марковских моделей СМО. Одноканальная СМО с отказа-ми.	3	4	-	-	
	Пр.	Построение марковских моделей СМО. Одноканальная СМО с отказами.	3	8	-	-	
	Лек.	Одноканальная СМО с ожиданием. Стационарный режим. Построение других вариантов систем массового обслуживания	3	2	-	-	
	Пр.	Одноканальная СМО с ожиданием. Стационарный режим. Построение других вариантов систем массового обслуживания	3	6	-	-	
	ПА			0,25	-	-	
	СР			111,75	-	-	
	Контроль						
Итого:				180			

## **5. Образовательные технологии**

В рамках учебного курса предусмотрены следующие образовательные технологии: технология традиционного обучения: лекции и практические работы, самостоятельная работа.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет.

В ходе лекционных занятий задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и выпускных квалификационных работ.

Студентам следует:

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться студентом на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.



Необходимо ориентировать студентов на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, что позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	УК-2	Типовые задания № 1-2
3	УК-3	Вопросы к экзамену № 1-8, 15-29
3	ПК-1	Типовые задания № 3-4
3	ПК-2	Вопросы к экзамену № 8-14, 30-50

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Задания

(наименование оценочного средства)

#### Типовые задания

##### Задание 1

Определить характер точек покоя для следующих систем дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 3x + y \\ \frac{dy}{dt} = -2x + y \end{cases}$$

##### Задание 2

Исследовать на устойчивость тривиальные решения систем

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -3y - 2x^3 \\ \frac{dy}{dt} = 2x - 3y^3 \end{cases}$$

##### Задача 3.

На станцию технического обслуживания (СТО) автомобилей каждые два часа подъезжает в среднем одна машина. Станция имеет 6 постов обслуживания. Очередь автомобилей, ожидающих обслуживания, не ограничена. Машина получает отказ, если СТО занята. Среднее время обслуживания одной машины 2 часа. Все потоки в системе простейшие. Определите вероятностные характеристики станции технического обслуживания автомобилей.

##### Задача 4.

В вычислительном центре работает 5 персональных компьютеров (ПК). Простейший поток задач, поступающих на ВЦ, имеет  $\lambda=10$  задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все ПК заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания (ВЦ).

### Темы письменных работ

Не предусмотрены

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Математическая модель взаимодействия двух популяций. Основные положения.
2	Разновидности моделей при различных типах взаимодействия.
3	Автономная система. Основные понятия.
4	Устойчивость автономных систем.
5	Устойчивость положения равновесия линейных однородных систем.
6	Устойчивость положения равновесия по первому приближению.
7	Устойчивость положения равновесия с помощью функций Ляпунова.
8	Устойчивость в математической модели взаимодействия двух популяций.
9	Система массового обслуживания. Основные понятия.
10	Входящий поток. Основные понятия.
11	Построение марковских моделей СМО.
12	Одноканальная СМО с отказами.
13	Одноканальная СМО с ожиданием. Стационарный режим.
14	Построение других вариантов систем массового обслуживания.
15	Системы дифференциальных уравнений. Основные понятия и определения.
16	Функция Ляпунова.
17	Точка покоя. Асимптотическая устойчивость точки покоя.
18	Устойчивый узел. Примеры.
19	Неустойчивый узел. Примеры.
20	Седло. Примеры.
21	Устойчивый фокус. Неустойчивый фокус. Примеры.
22	Центр. Примеры.
23	Устойчивый вырожденный узел. Неустойчивый вырожденный узел.
24	Устойчивость решений линейной системы.
25	Теорема Ляпунова об устойчивости.
26	Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.
27	Теорема о неустойчивости.
28	Условие асимптотической устойчивости точки покоя.
29	Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость.
30	Пуассоновский поток событий.
31	Рекуррентный поток.
32	Поток восстановления.
33	Модели систем массового обслуживания и обозначения.
34	Процессы гибели и рождения.
35	Графы вероятностей переходов состояний цепей Маркова.
36	Время ожидания.
37	Время обслуживания
38	Классификация систем массового обслуживания.
39	Уравнения Колмогорова.
40	Графы состояний систем массового обслуживания.

41	Характеристика входящего потока.
42	Дисциплины обслуживания.
43	Показатели эффективности обслуживающих систем.
44	Процесс гибели.
45	Процесс рождения.
46	Система уравнений Колмогорова.
47	Пример установившегося режима в СМО.
48	Понятие о немарковских СМО,
49	Многоканальная СМО с ожиданием.
50	Многоканальная СМО с отказами.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Зачет с оценкой (письменно)	«отлично»	Студент усвоил учебный материал, не затрудняется в ответе при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и вопросами. Задачи должны быть выполнены студентом не менее чем на 90%.
		«хорошо»	Студент знает учебный материал, допускает несущественные ошибки при ответе на вопросы или при решении задач. Задачи должны быть выполнены студентом не менее чем на 80%.
		«удовлетворительно»	Студент знает основные факты, допускает ошибки в формулировках, испытывает затруднения при решении задач, умеет решать простые задачи с подсказкой преподавателя.
		«неудовлетворительно»	Студент не знает учебный материал, не справляется с предлагаемыми ему задачами.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Тарасик В. П.	Математическое моделирование технических систем	учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM .COM"
2	Антонов А. В.	Системный анализ	учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM .COM"
3	Кутузов О. И.	Моделирование систем: методы и модели ускоренной имитации в задачах телекоммуникационных и транспортных сетей.	учеб. пособие	2018	ЭБС "Лань"
4	Ганичева А. В.	Теория вероятностей	учеб. пособие	2017	ЭБС «Лань»
5	Рыжиков И.Ю.	Логистика и теория очередей	учеб. пособие	2019	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Петров А. В.	Моделирование процессов и систем	учеб. пособие	2015	ЭБС "Лань"
2	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов	учеб. пособие	2016	ЭБС "Лань"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Springer International Publishing, Part of Springer Science+Business Media [Электронный ресурс] – Springer International Publishing AG, 2016. — Режим доступа к журн.: <http://link.springer.com> . – Загл. с экрана
2. WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016 –. Режим доступа: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.
3. Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004–. – Режим доступа: [scopus.com](http://scopus.com). – Загл. С экрана. – Яз. рус. англ.
4. Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000–. – Режим доступа: [elibrary](http://elibrary)

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	MATLAB &Simulink	Договор 652/2014 от 07.07.2014 бессрочный
2	Mathcad	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09)

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-401)	Компьютер (монитор 19", системный блок Pentium (R) Dual-Core E5500 2,8 GHz / 4 Gb / 500 Gb), Столы ученические , Столы компьютерные , стол преподавательский, стулья, доска аудиторная(меловая)
	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	