

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 08.11.2023 16:50:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:  
Руководитель ООП

*А.В. Язенин* / А.В. Язенин /  
« 1 » ноя 2019 года

Рабочая программа дисциплины  
**Математическое моделирование процессов и систем**

Направление подготовки  
09.03.03 – «Прикладная информатика»

Профиль подготовки  
Прикладная информатика в экономике

Для студентов 2 курса  
очная форма обучения

Составитель:  
к.ф.-м.н. Малышкин Ю.А.

Тверь, 2019

## I. Аннотация

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является:

освоение методов математического моделирования.

Задачами освоения дисциплины являются:

изучение теоретических аспектов некоторых классов математических моделей и их применение для решения практических задач.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к разделу «Дисциплины профиля подготовки» части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1.

Для успешного усвоения курса необходимы знания математических дисциплин «Математический анализ», «Дискретная математика», «Численные методы», а также знание основных понятий из дисциплин «Алгебра и геометрия», «Методы программирования», «Теоретические основы информатики», «Технология программирования».

Полученные в ходе изучения дисциплины знания могут быть востребованы во время обучения в магистратуре, научной и практической деятельности.

### 3. Объем дисциплины: 3 зачетных единицы, 108 академических часов,

в том числе **контактная работа:** лекции -, практические занятия 64 часа, в т.ч. практическая подготовка 32 часа;

**самостоятельная работа:** 44 часа.

### 4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-1.1 Имеет общее представление о существующих математических моделях и областях их применения ПК-1.2 Формулирует задачу в терминах, соответствующих предполагаемым методам решения ПК-1.3 Оценивает возможность использования существующих моделей и

	методов для решения задачи, выбирает метод решения задачи и использует его для решения задачи ПК-1.4 Грамотно оформляет решение поставленной задачи
<b>ПК-5</b> Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область	ПК-5.1 Применяет известные математические модели для решения конкретных практических задач ПК-5.2 При необходимости видоизменяет известные математические модели для лучшего решения поставленных задач

**5. Форма промежуточного контроля:** зачёт.

**6. Язык преподавания** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)	
		Лекции		Практические занятия			Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
<b>Основы теории вероятностей</b> Дискретные пространства элементарных событий, вероятности в дискретных пространствах элементарных событий, элементы комбинаторного анализа, выборки, биномиальные коэффициенты, формула Стирлинга. Понятие дискретной случайной величины.	16			10	6	6	

<p><b>Случайные блуждание и задачи о разорении</b>  Простейшее случайное блуждание и игра с бросанием монеты. Первый закон арксинуса, число возвращений в начало координат. Испытания Бернулли, биномиальные распределения, закон больших чисел, распределение Пуассона. Нормальное распределение, большие отклонения. Классическая задача о разорении. Задача о времени первого достижения, средняя продолжительность игры.</p>	22			14	6		8
<p><b>Марковские цепи и простейшие задачи обслуживания</b>  Понятие цепи Маркова, вероятности перехода. Эргодическое свойство, стационарные распределения, невозвратные состояния. Простейшие стохастические процессы с непрерывным временем. Распределение Пуассона. Процесс чистого размножения, процесс размножения и гибели. Очереди и задачи обслуживания.</p>	20			12	4		8

<b>Основы теории случайных графов. Моделирование сложных сетей.</b> Общее понятие графа, его основные характеристики. Понятие случайного графа. Статические и динамические модели случайных графов. Основы программирования на языке R. Библиотеки для моделирования случайных графов. Модель Эрдеша-Реньи. Распределение степеней, связность и существования гигантской компоненты. Понятие сложных сетей, основные характеристики. Модели предпочтительного присоединения и их основные свойства.	50			28	16		22
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>-</b>		<b>64</b>	<b>32</b>		<b>44</b>

## 2. Структура дисциплины для студентов заочной формы обучения

Не предусмотрено.

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Основы теории вероятностей	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Случайные блуждания и задачи о разорении	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Марковские цепи и простейшие задачи обслуживания	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Основы теории случайных графов. Моделирование сложных сетей.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Построение компьютерных моделей

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий, занятий в компьютерных классах и различных форм

самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, практические занятия в диалоговом режиме, занятия в компьютерном классе, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий, практических заданий, связанных с реализацией моделей.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Для проведения текущей аттестации

Примеры заданий для практических занятий:

Группа из  $2N$  мальчиков и  $2N$  девочек делится на две равные части. Найти вероятность того, что в каждой части число мальчиков и девочек одинаково. Вычислить эту вероятность, используя формулу Стирлинга.

Найти вероятность того, что в пятикарточном покере получится следующий набор: две пары карт одинакового значения, в том числе одна пара тузов королей или дам, плюс одна другая карта.

Сколько нужно взять случайных цифр, чтобы вероятность появления среди них цифры 7 была не меньше  $9/10$ ?

Частица при каждом шаге (одномерного случайного блуждания) перемещается на две единицы налево или на единицу направо, причем соответствующие вероятности равны  $p$  и  $q$ . Если движение начинается из точки  $z > 0$ , то какова вероятность того, что частица когда-либо достигнет начала координат.

Цепь Маркова с состояниями  $1, 2, \dots, a$  имеет матрицу вероятностей перехода, первая и последняя строчки которой равны  $(q, p, 0, \dots, 0)$  и  $(0, \dots, 0, q, p)$  соответственно. В оставшихся строках  $p(k, k+1) = p$  и  $p(k, k-1) = q$ . найти стационарное распределение.

Для проведения промежуточной аттестации:

#### **ПК-1**

способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

ПК-1.1 Имеет общее представление о существующих математических моделях и областях их применения

ПК-1.2 Формулирует задачу в терминах, соответствующих предполагаемым методам решения

ПК-1.3 Оценивает возможность использования существующих моделей и методов для решения задачи, выбирает метод решения задачи и использует его для решения задачи

ПК-1.4 Грамотно оформляет решение поставленной задачи

Пример заданий:

1. В автопарк, рассчитанный на  $N$  мест, прибывает пуассоновский поток машин с интенсивностью  $b$  до тех пор, пока имеются свободные места. Найти дифференциальные уравнения для вероятностей того, что ровно  $n$  мест заняты.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 8 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 6 балла;

Решение содержит грубые ошибки или имеются неточности при выборе модели - 4 балла.

Решение содержит грубые ошибки, имеются неточности при выборе модели - 2 балла.

2. Реализовать модель графа Эрдеша-Реньи для  $n=2000$ ,  $p=0.005$ , построить полученный граф и вычислить для него размер гигантской компоненты.

Способ проведения – реализация программы в компьютерном классе.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 8 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 6 балла;

Решение содержит грубые ошибки или имеются неточности при выборе модели - 4 балла.

Решение содержит грубые ошибки, имеются неточности при выборе модели - 2 балла.

## **ПК-5**

Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область

ПК-5.1 Применяет известные математические модели для решения конкретных практических задач

ПК-5.2 При необходимости видоизменяет известные математические модели для лучшего решения поставленных задач

1. Страховая компания страхует события  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$ . Страховые выплаты по ним постоянные и составляют соответственно 100, 50, 120, 320 рублей.

Ежемесячные взносы по страховке составляют 3 рубля. Какова вероятность разорения компании (для каждой страховки события наступают независимо и не более одного раза в месяц), если ее начальный капитал равен 3000 рублей, а ежемесячные вероятности наступления событий А, В, С и D равны 0.005, 0.012, 0.0045, 0.0025.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 8 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 6 балла;

Решение содержит грубые ошибки или имеются неточности при выборе модели - 4 балла.

Решение содержит грубые ошибки, имеются неточности при выборе модели - 2 балла.

2. Реализовать модель графа предпочтительного присоединения с весовой функцией  $f(x)=x-x^{0.9}+1$ , построить полученный граф для  $n=1000$  вершин, логарифмический график распределения степеней вершин для  $n=100000$  и вычислить кластерный коэффициент для  $n=100000$ .

Способ проведения – реализация программы в компьютерном классе.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 8 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 6 балла;

Решение содержит грубые ошибки или имеются неточности при выборе модели - 4 балла.

Решение содержит грубые ошибки, имеются неточности при выборе модели - 2 балла.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 389 с.: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://znanium.com/go.php?id=424033>

2. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / Орлова И.В., - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 140 с.: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://znanium.com/go.php?id=546672>



б) Дополнительная литература:

1. Практикум по методам оптимизации: Практикум / Сдвижков О.А. - М.:  
Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с.: ISBN 978-5-9558-0372-2.

[Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://znanium.com/go.php?id=459517>

2. Исследование операций и принятие решений в экономике: Сборник задач и упр.: учебное пособие для вузов/Невежин В. П., Кружилов С. И., Невежин Ю. В. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=504735>

2) Программное обеспечение

а)

<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.И	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

#### **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт поддержки учебного процесса по дисциплине: <http://prog.tversu.ru>,

Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)

Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

Сайт ТвГУ (<http://university.tversu.ru>)

#### **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

##### **Если зачет:**

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся зачетом, по итогам семестра составляет 100 баллов (50 баллов - 1-й модуль и 50 баллов - 2-й модуль).

Студенту, набравшему 40 баллов и выше по итогам работы в семестре, в экзаменационной ведомости и зачетной книжке выставляется оценка «зачтено». Студент, набравший до 39 баллов включительно, сдает зачет.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

##### **Если экзамен:**

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой

ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

В итоге проводятся 3 контрольных мероприятия, распределение баллов между которыми составляет 20/35/35. Распределение баллов между модулями первый модуль – 25 баллов, второй модуль – 75 баллов. Также 10 баллов распределяются на выполнение домашнего задания. Контрольные работы проводятся в письменной форме. Примеры заданий приведены в пункте IV.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 308 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, Экран, проектор.
Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.

Для самостоятельной работы.

Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
--	--

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания
--------	---	------------------------------	---------------------------

			кафедры, утвердившего изменения
1.	3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	3. Объем дисциплины. II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменения в учебные планы и обновление рабочих программ практик, рабочих программ дисциплин в части включения часов практической подготовки.	Решение научно- методического совета (протокол №1 от 09.09.2020 г.).
4.	4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. №1456.	Решение научно- методического совета (протокол №6 от 02.06.2021 г.)
5	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/ измененные компетенции в соответствии с	Протокол № 7 заседания ученого совета от 30.12.2021 года

		приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. № 1456	
6	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
7	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
8	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета