

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра теории упругости и вычислительной математики  
имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«21» апреля 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ДИСКРЕТНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»**  
частично практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	Статистика
Программа подготовки:	<u>Магистратура</u>
Квалификация:	Магистр
Форма обучения:	очная

Донецк 2021



**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики  
и информационных технологий  
И. А. Моисеенко



Рабочая программа учебной дисциплины «**Дискретные математические модели**» составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2021г. № 13; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерской программы: «Прикладная математика и информатика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры теории упругости и  
вычислительной математики имени  
академика А.С. Космодамианского

В.Г. Житняя

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского

Протокол № 15 от «12» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой

В.И. Сторожев

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
факультета математики и информационных технологий

Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Дискретные математические модели» является частично практико-ориентированной дисциплиной и относится к базовой части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими и сопутствующими дисциплинами* – Алгоритмы и структуры данных, Теория вероятностей и математическая статистика, Сетевые технологии, Случайные процессы, Теория систем. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Дискретные математические модели» являются основой для изучения *последующих* дисциплин: Нечеткое моделирование и методы обработки нечетких данных, Производственная практика.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика	
Магистерская программа	Статистика	
Программа подготовки	Магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей и тем	2 (18)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Базовой части	
Формы контроля	1 модульный контроль, экзамен в 1-м семестре	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество зачетных единиц	4	
Количество часов всего	144	
в т.ч.:		
- лекционных	18	
- практических или семинарских	36	
- лабораторных	-	
- самостоятельной работы	90	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов	8	
в т. ч.: - аудиторных	3	
- самостоятельной работы студента	5	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины «Дискретные математические модели»** – ознакомление студентов со свойствами моделируемых объектов и формирование у них представлений о теоретических основах дискретных математических моделей и об областях их практического применения.

**Задачи:** усвоение теоретических основ и практических навыков использования методов построения и анализа ряда основных классов дискретных математических моделей – моделей систем массового обслуживания и моделей сетей массового обслуживания.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Дискретные математические модели» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика и основной профессиональной

образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерской программы: «Статистика»:

<b>Универсальные компетенции (УК):</b>	
Наименование категории (группы) универсальных компетенций: «Системное и критическое мышление»	
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
Наименование категории (группы) универсальных компетенций: «Разработка и реализация проектов»	
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК):</b>	
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
<b>Профессиональные компетенции (ПК):</b>	
ПК-2	Способен проводить обработку и анализ научной информации и результатов исследований
ПК-5	Способен управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта

**Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения.** Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

Категории универсальных компетенций	Универсальные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Применяет системный подход и осуществляет критический анализ проблемной ситуации	Знает как проводить на практике критический анализ проблемных ситуаций.
			Умеет проводить на практике критический анализ проблемных ситуаций.
			Умеет решать задачи с опорой на имеющийся материал
		УК-1.2. Разрабатывает стратегию действий для достижения поставленной цели	Владеет навыками и приобретает опыт достижения цели в данной предметной области. Умеет строить алгоритм решения задач с опорой на имеющийся материал
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Определяет цель и задачи проекта, ресурсы, необходимые для его реализации	Знает как ставить на практике цели и задачи проекта с учетом имеющейся информации
			Умеет ставить на практике цели и задачи проекта с учетом имеющейся информации
		УК-2.2. Разрабатывает план реализации проекта в соответствии с его	Знает как разрабатывать поэтапный план реализации проекта
			Умеет разрабатывать поэтапный

		жизненным циклом	план реализации проекта
		УК-2.3. Оценивает и корректирует процесс реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла	Знает как оценивать и корректировать отдельные этапы поэтапного плана реализации проекта.
			Умеет вырабатывать навыки по реализации поэтапного плана проекта.

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1. Осуществляет анализ научной литературы для выявления актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	Знает как анализировать научную литературу с целью выявления актуальных проблем фундаментальных проблем фундаментальной и прикладной математики
		Умеет анализировать научную литературу с целью выявления актуальных проблем фундаментальной и прикладной математики
	ОПК-1.2. Аргументированно обосновывает выбор метода решения конкретной актуальной задачи фундаментальной и прикладной математики на основе теоретических знаний	Владеет навыками аргументированного обоснования выбора эффективного метода решения актуальной конкретной задачи
		Умеет доказывать теоремы, необходимые для решения поставленных задач.
ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Использует и комбинирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения поставленных задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Владеет навыками комбинации существующих ИКТ для решения поставленных задач.
		Умеет применять навыки по комбинации ИКТ для решения поставленных задач.
	ОПК-4.2. Адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности	Владеет навыками адаптации существующих ИКТ для решения поставленных задач.
		Умеет применять навыки по адаптации существующих ИКТ для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен проводить обработку и анализ научной информации и результатов исследований	ИПК-2.1. Осуществляет сбор, обработку, систематизацию и оценку перспектив результатов научных исследований в области компьютерно-	Владеет навыками сбора, обработки и систематизации, а также оценки перспектив использования результатов научных исследований в области дискретной математики.
		Умеет осуществлять сбор, обработку и систематизацию результатов научных исследований.
		Умеет оценивать перспективы использования

	математического моделирования	результатов научных исследований в области дискретной математики.
	ИПК-2.2. Готовит материалы для исследовательских баз данных и демонстрационные материалы по методам и результатам авторских исследований.	Владеет навыками создания баз данных и заполнения их собранными материалами по исследуемой проблеме.
		Умеет создавать базы данных.
		Умеет собирать необходимые данные для заполнения базы данных.
		Умеет структурировать собранные данные
ПК-5. Способен управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта	ИПК-5.1. Осуществляет планирование проекта	Знает как планировать проект.
		Умеет планировать проект.
	ИПК-5.2. Анализирует возможные риски реализации проекта	Знает как анализировать возможные риски реализации проекта.
		Умеет анализировать возможные риски реализации проекта.
	ИПК-5.3. Распределяет функции между участниками команды, реализующей проект	Знает как распределять функции между участниками команды, реализующей проект.
		Умеет распределять функции между участниками команды, реализующей проект.

#### 4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Дискретные математические модели» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и практических занятий используются раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение. В учебном процессе рассматриваются задачи, максимально приближенные к конкретным практическим ситуациям, самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к практическим занятиям, подготовку конспектов по отдельным вопросам изучаемых тем, изучение учебной и методической литературы.

##### Тематический план «Дискретные математические модели»

Темы	Вопросы темы
<b>Содержательный модуль 1. Общие вопросы концепции теоретического моделирования</b>	
1. Общие понятия теории систем	Понятия системы и комплекса. Структура и функция. Организация. Свойства систем. Эффективность. Параметры и характеристики. Процесс. Классификация систем и процессов.
2. Общие понятия теории моделирования	Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.
3. Общая характеристика задач моделирования	Разработка модели. Анализ характеристик. Синтез системы. Детальный анализ синтезированной системы.
4. Общая характеристика	Аналитические методы. Численные методы. Статистические



методов моделирования	методы. Комбинированные методы
5. Случайные величины - основные понятия и определения	Событие, вероятность. Случайная величина. Законы распределений случайных величин. Закон распределения дискретной случайной величины. Закон распределения непрерывной случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Начальные моменты. Центральные моменты.
6. Производящая функция и типовые распределения случайных величин	Производящая функция и преобразование Лапласа. Производящая функция. Преобразование Лапласа. Типовые распределения случайных величин. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение. Равномерный закон распределения. Экспоненциальный закон распределения. Распределение Эрланга. Нормированное распределение Эрланга. Гиперэкспоненциальное распределение. Гиперэрланговское распределение.
<b>Содержательный модуль 2. Модели систем массового обслуживания</b>	
7. Основные понятия теории систем массового обслуживания	Система массового обслуживания. Сеть массового обслуживания. Поток заявок. Длительность обслуживания заявок. Стратегии управления потоками заявок.
8. Классификация и характеристики систем массового обслуживания	Классификация моделей массового обслуживания. Базовые модели. Сетевые модели. Параметры и характеристики СМО. Параметры СМО. Обозначения СМО (символика Кендалла).
9. Режимы функционирования систем массового обслуживания	Режимы функционирования СМО. Характеристики СМО с однородным потоком. Характеристики СМО с неоднородным потоком заявок.
10. Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.
11. Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	Одноканальные СМО с однородным потоком заявок. Характеристики экспоненциальной СМО $M/M/1$ . Характеристики неэкспоненциальной СМО $M/G/1$ . Характеристики неэкспоненциальной СМО $G/M/1$ . Характеристики СМО общего вида $G/G/1$ . Анализ свойств одноканальной СМО.
12. Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	Характеристики многоканальной СМО $M/M/K$ . Анализ свойств многоканальной СМО.
13. Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	Одноканальные СМО с неоднородным потоком заявок. Характеристики и свойства ДО БП. Характеристики и свойства ДО ОП. Характеристики и свойства ДО АП. Законы сохранения.
14. Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	Разомкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание разомкнутых. Расчет коэффициентов передач и интенсивностей потоков заявок в узлах РССеМО. Проверка условия отсутствия перегрузок в СеМО. Расчет узловых характеристик РССеМО. Расчет сетевых характеристик РССеМО. Анализ свойств разомкнутых СеМО.
15. Замкнутые сети	Замкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком

[illegible]



<b>Тема 7.</b> Основные понятия теории систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 8.</b> Классификация и характеристики систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 9.</b> Режимы функционирования систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 10.</b> Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 11.</b> Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 12.</b> Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	1	2	5				
<b>Тема 13.</b> Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	8	1	2	5				
<b>Тема 14.</b> Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	1	2	5				
<b>Тема 15.</b> Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	1	2	5				
<b>Тема 16.</b> Элементы теории численного моделирования случайных процессов	8	1	2	5				
<b>Тема 17.</b> Марковские модели систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Тема 18.</b> Вариации марковских моделей систем массового обслуживания	8	1	2	5				
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	<b>96</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>60</b>				
<b>Всего часов</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>				

## 5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
		Очная форма
1	Общие понятия теории систем	1
2	Общие понятия теории моделирования	1
3	Общая характеристика задач моделирования	1
4	Общая характеристика методов моделирования	1
5	Случайные величины - основные понятия и определения	1
6	Производящая функция и типовые распределения случайных величин	1
7	Основные понятия теории систем массового обслуживания	1
8	Классификация и характеристики систем массового обслуживания	1
9	Режимы функционирования систем массового обслуживания	1
10	Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	1
11	Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	1
12	Многоканальные системы массового обслуживания с однородным	1

	потоком заявок	
13	Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	1
14	Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	1
15	Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	1
16	Элементы теории численного моделирования случайных процессов	1
17	Марковские модели систем массового обслуживания	1
18	Вариации марковских моделей систем массового обслуживания	1
<b>Всего</b>		<b>18</b>

Тексты лекций приведены в: электронный УМКД на кафедре теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского; *Moodle*

### Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
		Очная форма
1	Основные понятия, используемые в моделировании. Область применения моделирования.	2
2	Область применения моделирования.	2
3	Решение задач анализа и синтеза, направленных на построение оптимальных систем в соответствии с выбранным критерием эффективности, качественная характеристика (параметры и характеристики) любой системы	2
4	Качественная характеристика (параметры и характеристики) любой системы	2
5	Процесс, классификация систем и процессов	2
6	Модель, классификация моделей.	2
7	Параметризация моделей.	2
8	Задачи моделирования; разработка модели.	2
9	Методы моделирования.	2
10	Элементы теории вероятностей. Основные понятия: событие, вероятность, случайная величина (СВ).	2
11	Законы распределения: дискретной СВ, непрерывной СВ	2
12	Числовые характеристики СВ. Производящая функция.	2
13	Преобразование Лапласа.	2
14	Типовые распределения СВ	2
15	Система массового обслуживания (СМО). Дисциплина буферизации.	2
16	Дисциплина обслуживания	2
17	Сеть массового обслуживания СеМО). Поток заявок и его основная характеристика – интенсивность.	2
18	Основные виды (типы) случайных потоков.	2
<b>Всего</b>		<b>36</b>

Планы практических занятий с указанием рассматриваемых вопросов и выполняемых заданий приведены в: электронный УМКД на кафедре теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского; *Moodle*

## 6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название темы	Количество часов
		Очная форма
1	<b>Общие понятия теории систем.</b> Понятия системы и комплекса. Структура и функция. Организация. Свойства систем. Эффективность. Параметры и характеристики. Процесс. Классификация систем и процессов.	5
2	<b>Общие понятия теории моделирования.</b> Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.	5
3	<b>Общая характеристика задач моделирования.</b> Разработка модели. Анализ характеристик. Синтез системы. Детальный анализ синтезированной системы.	5
4	<b>Общая характеристика методов моделирования.</b> Аналитические методы. Численные методы. Статистические методы. Комбинированные методы	5
5	<b>Случайные величины - основные понятия и определения.</b> Событие, вероятность. Случайная величина Законы распределений случайных величин. Закон распределения дискретной случайной величины. Закон распределения непрерывной случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Начальные моменты. Центральные моменты.	5
6	<b>Производящая функция и типовые распределения случайных величин.</b> Производящая функция и преобразование Лапласа. Производящая функция. Преобразование Лапласа. Типовые распределения случайных величин. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение. Равномерный закон распределения. Экспоненциальный закон распределения. Распределение Эрланга. Нормированное распределение Эрланга. Гиперэкспоненциальное распределение. Гиперэрланговское распределение.	5
7	<b>Основные понятия теории систем массового обслуживания.</b> Система массового обслуживания. Сеть массового обслуживания. Поток заявок. Длительность обслуживания заявок. Стратегии управления потоками заявок.	5
8	<b>Классификация и характеристики систем массового обслуживания.</b> Классификация моделей массового обслуживания. Базовые модели. Сетевые модели. Параметры и характеристики СМО. Параметры СМО. Обозначения СМО (символика Кендалла).	5
9	<b>Режимы функционирования систем массового обслуживания.</b> Режимы функционирования СМО. Характеристики СМО с однородным потоком. Характеристики СМО с неоднородным потоком заявок.	5
10	<b>Параметры и характеристики сетей массового обслуживания.</b> Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.	5
11	<b>Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания.</b> Одноканальные СМО с однородным потоком заявок. Характеристики экспоненциальной СМО М/М/1. Характеристики неэкспоненциальной СМО М/Г/1. Характеристики неэкспоненциальной СМО Г/М/1. Характеристики СМО общего вида Г/Г/1. Анализ свойств одноканальной СМО.	5
12	<b>Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок.</b> Характеристики многоканальной СМО	5

	М/М/К. Анализ свойств многоканальной СМО.	
13	<b>Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок.</b> Одноканальные СМО с неоднородным потоком заявок. Характеристики и свойства ДО БП. Характеристики и свойства ДО ОП. Характеристики и свойства ДО АП. Законы сохранения.	5
14	<b>Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок.</b> Разомкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание разомкнутых СеМО. Расчет коэффициентов передач и интенсивностей потоков заявок в узлах РССеМО. Проверка условия отсутствия перегрузок в СеМО. Расчет узловых характеристик РССеМО. Расчет сетевых характеристик РССеМО. Анализ свойств разомкнутых СеМО.	5
15	<b>Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок.</b> Замкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание замкнутых СеМО. Расчет коэффициентов передач в узлах ЗСеМО. Расчет характеристик ЗСеМО. Анализ свойств замкнутых СеМО.	5
16	<b>Элементы теории численного моделирования случайных процессов.</b> Численное моделирование (модели случайных процессов). Понятие случайного процесса. Случайные процессы с дискретными состояниями. Понятие марковского случайного процесса. Параметры марковского случайного процесса. Характеристики марковского случайного процесса. Методы расчета марковских моделей. Эргодическое свойство случайных процессов. Марковские процессы с дискретным временем. Марковские процессы с непрерывным временем.	5
17	<b>Марковские модели систем массового обслуживания.</b> Одноканальная СМО без накопителя (М/М/1/0). Многоканальная СМО без накопителя (М/М/N/0).	5
18	<b>Вариации марковских моделей систем массового обслуживания.</b> Одноканальная СМО с накопителем ограниченной емкости (М/М/1/r). Одноканальная СМО с накопителем неограниченной емкости (М/М/1). Многоканальная СМО с накопителем ограниченной ёмкости (М/М/2/1). Одноканальная СМО с неоднородным потоком заявок и относительными приоритетами.	5
<b>Всего</b>		<b>90</b>

Содержание самостоятельной (в т.ч. индивидуальной) работы по темам и методические рекомендации по ее выполнению приведены в: электронный УМКД на кафедре теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского; *Moodle*.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Понятия системы и комплекса. Структура и функция. Организация. Свойства систем.
2. Эффективность. Параметры и характеристики. Процесс. Классификация систем и процессов.
3. Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.
4. Разработка модели. Анализ характеристик. Синтез системы. Детальный анализ синтезированной системы

5. Аналитические методы. Численные методы. Статистические методы. Комбинированные методы
6. Событие, вероятность. Случайная величина Законы распределений случайных величин.
7. Закон распределения дискретной случайной величины. Закон распределения непрерывной случайной величины.
8. Числовые характеристики случайных величин. Начальные моменты. Центральные моменты.
9. Производящая функция и преобразование Лапласа. Производящая функция. Преобразование Лапласа. Типовые распределения случайных величин. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение.
10. Равномерный закон распределения. Экспоненциальный закон распределения. Распределение Эрланга. Нормированное распределение Эрланга.
11. Гиперэкспоненциальное распределение. Гиперэрланговское распределение.
12. Система массового обслуживания. Сеть массового обслуживания. Поток заявок. Длительность обслуживания заявок. Стратегии управления потоками заявок.
13. Классификация моделей массового обслуживания. Базовые модели. Сетевые модели. Параметры и характеристики СМО. Параметры СМО. Обозначения СМО (символика Кендалла).
14. Режимы функционирования СМО. Характеристики СМО с однородным потоком. Характеристики СМО с неоднородным потоком заявок.
15. Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.
16. Одноканальные СМО с однородным потоком заявок.
17. Характеристики экспоненциальной СМО  $M/M/1$ .
18. Характеристики неэкспоненциальной СМО  $M/G/1$ .
19. Характеристики неэкспоненциальной СМО  $G/M/1$ .
20. Характеристики СМО общего вида  $G/G/1$ .
21. Анализ свойств одноканальной СМО.
22. Характеристики многоканальной СМО  $M/M/K$ . Анализ свойств многоканальной СМО.
23. Одноканальные СМО с неоднородным потоком заявок.
24. Характеристики и свойства ДО БП. Характеристики и свойства ДО ОП.
25. Характеристики и свойства ДО АП. Законы сохранения.
26. Разомкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок.
27. Расчет коэффициентов передач и интенсивностей потоков заявок в узлах РССеМО.
28. Проверка условия отсутствия перегрузок в СеМО.
29. Расчет узловых характеристик РССеМО.
30. Расчет сетевых характеристик РССеМО.
31. Анализ свойств разомкнутых СеМО.
32. Замкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание замкнутых СеМО.
33. Расчет коэффициентов передач в узлах ЗСеМО.
34. Расчет характеристик ЗСеМО. Анализ свойств замкнутых СеМО.
35. Численное моделирование (модели случайных процессов).
36. Понятие случайного процесса. Случайные процессы с дискретными состояниями.
37. Понятие марковского случайного процесса. Параметры марковского случайного процесса.
38. Характеристики марковского случайного процесса. Методы расчета марковских моделей.
39. Эргодическое свойство случайных процессов. Марковские процессы с дискретным временем. Марковские процессы с непрерывным временем.
40. Одноканальная СМО без накопителя ( $M/M/1/0$ ).



41. Многоканальная СМО без накопителя (М/М/Н/0).
42. Одноканальная СМО с накопителем ограниченной емкости (М/М/1/г).
43. Одноканальная СМО с накопителем неограниченной емкости (М/М/1).
44. Многоканальная СМО с накопителем ограниченной ёмкости (М/М/2/1).
45. Одноканальная СМО с неоднородным потоком заявок и относительными приоритетами.

## 8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Образовательная программа: *магистратура*  
 Направление подготовки: *01.04.02 Прикладная математика и информатика*  
 Магистерская программа: *Статистика*  
 Очная форма обучения: *1 семестр*  
 Учебная дисциплина: *Дискретные математические модели*

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.
2. Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
В.И. Сторожев  
В.Г. Житняя

## 9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
1	20
2	20
<b>Всего</b>	<b>40</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Образовательная программа: **магистратура**  
 Направление подготовки: **01.04.02 Прикладная математика и информатика**  
 Магистерская программа: **Статистика**  
 Очная форма обучения: **1 семестр**  
 Учебная дисциплина: **Дискретные математические модели**

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классификация моделей массового обслуживания. Базовые модели. Сетевые модели. Параметры и характеристики СМО. Параметры СМО.
2. Разомкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок.

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
 Преподаватель

\_\_\_\_\_  
 В.И. Сторожев  
 \_\_\_\_\_  
 В.Г. Житняя

## 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Номер задания	Количество баллов
1	40
2	60
<b>Всего</b>	<b>100</b>

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа (включая выполнение СРС) оценивается в 50 баллов. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

### Оценивание СРС по дисциплине «Дискретные математические модели»

Названия содержательных модулей и тем	СРС
<b>Содержательный модуль 1. Общие вопросы концепции теоретического моделирования</b>	
<b>Тема 1.</b> Общие понятия теории систем	3
<b>Тема 2.</b> Общие понятия теории моделирования	3
<b>Тема 3.</b> Общая характеристика задач моделирования	3
<b>Тема 4.</b> Общая характеристика методов моделирования	3
<b>Тема 5.</b> Случайные величины - основные понятия и определения	4
<b>Тема 6.</b> Производящая функция и типовые распределения случайных величин	4
<b>Итого по 1-му содержательному модулю</b>	<b>20</b>
<b>Содержательный модуль 2. Модели систем массового обслуживания</b>	
<b>Тема 7.</b> Основные понятия теории систем массового обслуживания	3
<b>Тема 8.</b> Классификация и характеристики систем массового обслуживания	3
<b>Тема 9.</b> Режимы функционирования систем массового обслуживания	2
<b>Тема 10.</b> Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	2

<b>Тема 11.</b> Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	3
<b>Тема 12.</b> Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	2
<b>Тема 13.</b> Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	3
<b>Тема 14.</b> Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	2
<b>Тема 15.</b> Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	3
<b>Тема 16.</b> Элементы теории численного моделирования случайных процессов	2
<b>Тема 17.</b> Марковские модели систем массового обслуживания	3
<b>Тема 18.</b> Вариации марковских моделей систем массового обслуживания	2
<b>Итого по 2-му содержательному модулю</b>	<b>30</b>
<b>Всего баллов</b>	<b>50</b>

### 13. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Общая оценка знаний студентов по дисциплине проводится по 100-балльной шкале согласно таким критериям, приведенным в таблице ниже. *Организационно-учебная работа студента* в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (вопросы лектору по теме лекционного материала, участие в обсуждении пройденного материала, решение задач и ситуаций у доски и т.п.).

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа	20
	<b>Итого</b>	<b>25</b>
Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа	30
	Модульная контрольная работа	40
	<b>Итого</b>	<b>75</b>
<b>Экзамен</b>		<b>100</b>
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

### Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в главном (г. Донецк, пр. Гурова, д. 6) корпусе университета. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете главного корпуса (ауд. 601, 604, 605).

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Дискретные математические модели», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ».

## 17. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Агибалова, А. В. Математические модели в естественных и общественных науках [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Агибалова, Д. В. Лиманский ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2014. - Электронные данные (1 файл).	0	+
2.	Дискретные математические модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сост.: В.Г.Житняя, Сторожев В.И.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл)	0	+
3.	Житняя, В. Г. Программирование в среде СУБД Visual FoxPro [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Житняя ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2012. - Электронные данные (1 файл).	0	+
4.	Практикум по дискретным математическим моделям [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сост.: В.Г. Житняя, Сторожев В.И.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл)	0	+
<b>Дополнительная литература</b>			
5.	Анисимов В.В. Элементы теории массового обслуживания и асимптотического анализа систем: [Учеб. пособие для вузов по специальности "Математика", "Прикл. математика", "Экон. кибернетика"] / В.В. Анисимов, О.К. Закусило, В.С. Донченко и др. ; Под общ. ред. В.В. Анисимова. - К.: Вища шк., 1987. - 248 с.	5	-
6.	Болдин М.В. Знаковый статистический анализ линейных моделей / Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н. - М.: Наука, 1997. - 288 с	2	-

7.	Бочаров П.П. Теория массового обслуживания : учеб. для вузов по направлению "Прикл. математика и информатика" и спец. "Математика" и "Прикл. математика" / Бочаров П.П., Печинкин А.В. - Москва : Изд-во РУДН, 1995. - 529 с.	1	-
8.	Васин А.А. Модели динамики коллективного поведения: [Для вузов по специальности "Приклад. математика"] / А. А. Васин. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 153 с.	6	-
9.	Введение в математическое моделирование : [Учеб. пособие для вузов направления 511200 "Математика. Прикладная математика"] / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др. ; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2004. - 439 с.	20	0
10.	Введение в математическое моделирование : [Учеб. пособие для вузов направления 511200 "Математика. Прикладная математика"] / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др. ; Под ред. П.В. Трусова. - М. : Логос, 2004. - 439 с.	11	-
11.	Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. - 2-е изд. - Москва: Наука, 1987. - 336 с.	5	-
12.	Дубров А.М. Многомерные статистические методы: Для экономистов и менеджеров / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 350 с.	5	-
13.	Ермаков С.М. Курс статистического моделирования: [Учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"] / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. - М.: Наука, 1976. - 319 с.	16	-
14.	Калашников, В. В. Математические методы построения стохастических моделей обслуживания / В. В. Калашников, С. Т. Рачев ; ил. А. Т. Фоменко. - М. : Наука, 1988. - 310 с.	3	-
15.	Мазалов В.В. Моменты остановки и управляемые случайные блуждания / Мазалов В.В., Винниченко С.В. ; РАН, Сиб. отд-ние ; Чит. ин-т природ. ресурсов ; Отв. ред. Л.А. Петросян. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. - 104 с.	2	-
16.	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи, методы, примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука, 1997. - 320 с.	6	-
17.	Севастьянов Б.А. Вероятностные модели. - М. : Наука, 1992. - 176 с.	2	-
18.	Христиановский В.В. Решение задач математического программирования : (Курс лекций) / В.В. Христиановский, В.Г. Ерин, О.В. Ткаченко; Донецкий гос. ун-т. - Донецк: ДонГУ, 1992. - 254 с.	71	-

## 18. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. – ссылка на курс «Дискретные математические модели» в среде Moodle



2. <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=sistema-massovogo-obsluzhivaniya> – Математический форум Math Help Planet
3. [http://www.matburo.ru/ex\\_emm.php?p1=emmsmo](http://www.matburo.ru/ex_emm.php?p1=emmsmo) – Сайт с примерами решение задач по системе массового обслуживания
4. <http://math.semestr.ru/cmo/mcmo.php> - Сайт с онлайн-калькулятором решения задач по системе массового обслуживания
5. <http://lib.vvsu.ru/books/Bakalavr01/page0220.asp> - Классификация систем массового обслуживания
6. <http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики
7. <https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»
8. <http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО
9. <http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки.

## 19. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, R Studio, Python, Eclipse, Free Pascal, Tries Mode, Prolog, Антивирус Касперского, Linux Fedora, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Blender, КОМПАС-3D LT, Paint.NET, Gimp.