

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра теории вероятностей и математической статистики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е. И. Скафа

«28» июня 2017 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины
«Дискретные математические модели»**

Направление подготовки:

Магистерская программа:

Программа подготовки:

Квалификация:

Форма обучения:

01.04.02 Прикладная математика и
информатика

актуарная математика

академическая магистратура

магистр

очная

Донецк 2017

Декан факультета математики и
информационных технологий
В. Н. Андриенко
«28» июня 2017 г.



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 911.

Программа учебной дисциплины «Дискретные математические модели» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденному приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 288, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 22 апреля 2016 г. № 1191, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. № 750» (с изменениями и дополнениями), учебного плана по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (магистерская программа: актуарная математика) (форма обучения: очная), утвержденного Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:

Профессор, доктор технических наук,
профессор кафедры теории упругости и
вычислительной математики

В. И. Сторожев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории упругости
и вычислительной математики
Протокол № 15 от 15.06.2017 г.

Заведующий кафедрой

В. И. Сторожев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией
факультета математики и информационных технологий
Протокол № 11 от 21.06.2017 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Н. Ш. Пономаренко

Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Учебная дисциплина «Дискретные математические модели» относится к базовой части учебного плана.

В рамках преподавания дисциплины изучаются математические модели и результаты анализа дискретных систем различных классов с использованием аналитических и численных методов исследования. В качестве моделей таких систем рассматриваются модели, построенные на основе систем и сетей массового обслуживания. Аналитические методы исследования базируются на аппарате теории массового обслуживания, численные – на аппарате теории марковских случайных процессов, Особое внимание уделяется анализу и изучению свойств систем, представляемых моделями массового обслуживания.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами учебного плана подготовки бакалавров по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

Алгоритмы и структуры данных
Теория вероятностей и математическая статистика
Сетевые технологии
Случайные процессы
Теория систем

Дисциплина «Дискретные математические модели» является основой для дисциплин:
Преддипломная практика

1. Структура дисциплины (модуля)

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика	
Магистерская программа	актуарная математика	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	144	
- лекционных	36	
- практических, семинарских	18	
- лабораторных	-	
- самостоятельной работы	90	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов,	8	
в т.ч. аудиторных	3	

2. Описание дисциплины

Цели и задачи.

Целями освоения дисциплины «Дискретные математические модели» являются:

- формирование представлений у студентов о теоретических основах современных дискретных моделей и об областях их практического приложения;
- формирование умений применять основные положения теории вероятностей, теории случайных процессов, теории графов, теории бинарных отношений, теории паросочетаний, комбинаторики и т.д.;
- формирование умения демонстрировать знание и понимание основных определений, теорем, алгоритмов и методов решения задач по курсу;
- приобретение умений строить логически выверенные рассуждения;
- формирование умений пользоваться методами дискретного моделирования (в частности, теории бинарных отношений, теории графов, методами комбинаторики) для формализации и решения прикладных задач;
- развитие навыков самостоятельной работы и умений находить и перерабатывать дополнительную информацию в данной предметной области;
- развитие творческого, научного потенциала студентов, их познавательных интересов в области дискретных математических моделей, стимулирование к дальнейшему занятию научной деятельностью.

Задачи освоения дисциплины – 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 направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по данному направлению подготовки:

а) общекультурных (ОК):

- способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОПК-3);

способности использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики (ОПК-4);

в) профессиональных - научно-исследовательская деятельность (ПК):

- способности проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1);

способности разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

способности разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

способности разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности (ПК-4);

способности разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-7);

способности разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий (ПК-11);

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные определения и теоремы теории графов,
- теории паросочетаний,

- теории бинарных отношений,
- теории принятия коллективных решений,
- основные положения оценки влияния участников выборных органов,
- методы формирования выборных органов, теории структурного баланса, а также базовые понятия, относящиеся к теории справедливого дележа, игровым моделям; основные этапы математического моделирования;

уметь:

- применять на практике определения операций над множествами, над бинарными отношениями,
- воспроизводить алгоритмы построения и поиска: устойчивых паросочетаний, коллективных решений (на основе различных правил), справедливых дележей, равновесий по Нэшу;
- решать задачи по всем разделам курса с опорой на изученный теоретический материал;
- воспроизводить доказательство изученных теорем, а также самостоятельно доказывать несложные теоремы; пользоваться геометрическими образами для иллюстрации свойств конструируемых объектов;

владеть:

- навыками и приобрести опыт чтения учебной и научной литературы в данной предметной области;
- подбора информации из различных источников для занятий, а также для самостоятельного построения несложных моделей из общественно-политической и экономической сфер жизни современного общества, аналогичных изученным в курсе;
- самостоятельной работы по изучению теоретического материала курса, решению задач, в том числе нестандартного характера.

3. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

В рамках изучения дисциплины «Дискретные математические модели» предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Лекционные занятия предполагают овладение теоретическими основами дисциплины, практические – для овладения методами решения примеров и задач.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебно-методической литературы, составление конспектов, подготовку презентаций и докладов, аннотаций статей, защиту презентаций и докладов.

Текущий контроль осуществляется путем написания самостоятельных и контрольных работ по решению практических заданий, модульных контрольных работ по проверке знаний теоретических положений.

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекции-визуализации для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1. Общие вопросы концепции теоретического моделирования	
Тема 1. Общие понятия теории	Понятия системы и комплекса. Структура и функция. Ор-

систем	ганизация. Свойства систем. Эффективность. Параметры и характеристики. Процесс. Классификация систем и процессов.
Тема 2. Общие понятия теории моделирования	Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.
Тема 3. Общая характеристика задач моделирования	Разработка модели. Анализ характеристик. Синтез системы. Детальный анализ синтезированной системы.
Тема 4. Общая характеристика методов моделирования	Аналитические методы. Численные методы. Статистические методы. Комбинированные методы
Тема 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.
Тема 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.
Содержательный модуль 2. Модели систем массового обслуживания	
Тема 7. Основные понятия теории систем массового обслуживания	Система массового обслуживания. Сеть массового обслуживания. Поток заявок. Длительность обслуживания заявок. Стратегии управления потоками заявок.
Тема 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).
Тема 9. Режимы функционирования систем массового обслуживания	Режимы функционирования СМО. Характеристики СМО с однородным потоком. Характеристики СМО с неоднородным потоком заявок.
Тема 10. Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.
Тема 11. Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	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.
Тема 12. Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	Характеристики многоканальной СМО М/М/К. Анализ свойств многоканальной СМО.
Тема 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.
Тема 14. Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным	Разомкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание разомкнутых. Расчет коэффициентов передач и интенсивностей потоков заявок в узлах

потоком заявок	РСеМО. Проверка условия отсутствия перегрузок в СеМО. Расчет узловых характеристик РСеМО. Расчет сетевых характеристик РСеМО. Анализ свойств разомкнутых СеМО.
Тема 15. Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	Замкнутые экспоненциальные СеМО с однородным потоком заявок. Описание замкнутых СеМО. Расчет коэффициентов передач в узлах ЗСеМО. Расчет характеристик ЗСеМО. Анализ свойств замкнутых СеМО.
Тема 16. Элементы теории численного моделирования и случайных процессов	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.
Тема 17. Марковские модели систем массового обслуживания	Одноканальная СМО без накопителя (М/М/1/0). Многоканальная СМО без накопителя (М/М/N/0).
Тема 18. Вариации марковских моделей систем массового обслуживания	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.

Тематический план

Содержательный модуль 1. Общие вопросы концепции теоретического моделирования												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Общие понятия теории систем	8	2	1	0	5	0						
Тема 2. Общие понятия теории моделирования	8	2	1	0	5	0						
Тема 3. Общая характеристика задач моделирования	8	2	1	0	5	0						
Тема 4. Общая характеристика методов моделирования	8	2	1	0	5	0						
Тема 5. Случайные величины - основные понятия и определения	8	2	1	0	5	0						
Тема 6. Производящая функ-	8	2	1	0	5	0						

ция и типовые распределения случайных величин												
Итого по 1 содержательному модулю	48	12	6	0	30	0						

Содержательный модуль 2. Модели систем массового обслуживания												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 7. Основные понятия теории систем массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 8. Классификация и характеристики систем массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 9. Режимы функционирования систем массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 10. Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 11. Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 12. Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	2	1	0	5	0						
Тема 13. Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	8	2	1	0	5	0						
Тема 14. Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	2	1	0	5	0						
Тема 15. Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	8	2	1	0	5	0						
Тема 16. Элементы теории численного моделирования случайных процессов	8	2	1	0	5	0						
Тема 17. Марковские модели систем массового обслуживания	8	2	1	0	5	0						
Тема 18. Вариации марковских	8	2	1	0	5	0						

моделей систем массового обслуживания												
Итого по 2 содержательному модулю	96	24	12	0	60	0						
Всего часов	144	36	18	0	90	0						

4. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Общие понятия теории систем	2
2	Общие понятия теории моделирования	2
3	Общая характеристика задач моделирования	2
4	Общая характеристика методов моделирования	2
5	Случайные величины - основные понятия и определения	2
6	Производящая функция и типовые распределения случайных величин	2
7	Основные понятия теории систем массового обслуживания	2
8	Классификация и характеристики систем массового обслуживания	2
9	Режимы функционирования систем массового обслуживания	2
10	Параметры и характеристики сетей массового обслуживания	2
11	Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания	2
12	Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок	2
13	Одноканальные системы массового обслуживания с неоднородным потоком заявок	2
14	Разомкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	2
15	Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок	2
16	Элементы теории численного моделирования случайных процессов	2
17	Марковские модели систем массового обслуживания	2
18	Вариации марковских моделей систем массового обслуживания	2
	ВСЕГО	36

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Основные понятия, используемые в моделировании. Область применения моделирования.	2
2	Решение задач анализа и синтеза, направленных на построение оптимальных систем в соответствии с выбранным критерием эффективности, качественная характеристика (параметры и характеристики) любой системы	2
3	Процесс, классификация систем и процессов	2
4	Модель, классификация моделей; параметризация моделей; задачи моделиро-	2

	вания; разработка модели и методы моделирования	
5	Элементы теории вероятностей. Основные понятия: событие, вероятность, случайная величина (СВ). Законы распределения: дискретной СВ, непрерывной СВ	2
6	Числовые характеристики СВ. Производящая функция и преобразование Лапласа	2
7	Типовые распределения СВ	2
8	Система массового обслуживания (СМО). Дисциплина буферизации, дисциплина обслуживания	2
9	Сеть массового обслуживания СеМО). Поток заявок и его основная характеристика – интенсивность. Основные виды (типы) случайных потоков.	2
	ВСЕГО	18

5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Общие понятия теории систем. Понятия системы и комплекса. Структура и функция. Организация. Свойства систем. Эффективность. Параметры и характеристики. Процесс. Классификация систем и процессов.	5
2	Общие понятия теории моделирования. Основные требования к модели. Классификация моделей. Параметризация моделей.	5
3	Общая характеристика задач моделирования. Разработка модели. Анализ характеристик. Синтез системы. Детальный анализ синтезированной системы.	5
4	Общая характеристика методов моделирования. Аналитические методы. Численные методы. Статистические методы. Комбинированные методы	5
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.	5
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.	5
7	Основные понятия теории систем массового обслуживания. Система массового обслуживания. Сеть массового обслуживания. Поток заявок. Длительность обслуживания заявок. Стратегии управления потоками заявок.	5
8	Классификация и характеристики систем массового обслуживания. Классификация моделей массового обслуживания. Базовые модели. Сетевые модели. Параметры и характеристики СМО. Параметры СМО. Обозначения	5

	СМО (символика Кендалла).	
9	Режимы функционирования систем массового обслуживания. Режимы функционирования СМО. Характеристики СМО с однородным потоком. Характеристики СМО с неоднородным потоком заявок.	5
10	Параметры и характеристики сетей массового обслуживания. Параметры и характеристики СеМО. Параметры СеМО. Режимы функционирования СеМО. Характеристики СеМО.	5
11	Аналитическое моделирование одноканальных систем массового обслуживания. 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	Многоканальные системы массового обслуживания с однородным потоком заявок. Характеристики многоканальной СМО М/М/К. Анализ свойств многоканальной СМО.	5
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.	5
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.	5
15	Замкнутые сети массового обслуживания с однородным потоком заявок. 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	Элементы теории численного моделирования случайных процессов. 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	Марковские модели систем массового обслуживания. Одноканальная СМО без накопителя (М/М/1/0). Многоканальная СМО без накопителя (М/М/Н/0).	5
18	Вариации марковских моделей систем массового обслуживания. Одноканальная СМО с накопителем ограниченной емкости (М/М/1/г). 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
	ВСЕГО	90

6. Индивидуальные задания содержатся в методических указаниях.

Индивидуальная работа

Системы массового обслуживания

Цель: овладение умением проектировать системы массового обслуживания

1. В одноканальную систему обслуживания поступают заявки двух классов с интенсивностями 0,3 и 1 заявок в секунду. Интенсивности их обслуживания соответственно равны 0,5 и 5 заявок в секунду. а) Сформулировать условия, при которых время пребывания заявок 1-го класса будет равно 2 секунды? б) Чему будет равно время пребывания заявок 1-го класса, если при тех же условиях интенсивность их поступления увеличится в два раза? в) Чему будет равно время пребывания заявок 1-го класса, если при тех же условиях интенсивность их обслуживания увеличится в два раза?

2. Интенсивность поступления заявок в разомкнутую трехузловую СеМО равна 2 заявки в секунду. Среднее число заявок в узлах СеМО соответственно равно: 2, 4 и 6. Определить среднее время пребывания заявок в сети.

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 М/М/К. 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 (М/М/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 модульного контроля

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	актуарная математика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	1
Учебная дисциплина	Дискретные математические модели

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №3

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

Утверждено на заседании кафедрой теории упругости и вычислительной математики, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

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

Теоретические вопросы к экзамену

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 М/М/1.
18. Характеристики неэкспоненциальной СМО М/Г/1.
19. Характеристики неэкспоненциальной СМО Г/М/1.
20. Характеристики СМО общего вида Г/Г/1.
21. Анализ свойств одноканальной СМО.
22. Характеристики многоканальной СМО М/М/К. 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 РСМО.
31. Анализ свойств разомкнутых СМО.
32. Замкнутые экспоненциальные СМО с однородным потоком заявок. Описание замкнутых СМО.
33. Расчет коэффициентов передач в узлах ЗСМО.
34. Расчет характеристик ЗСМО. Анализ свойств замкнутых СМО.
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 (М/М/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.

10. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	актуарная математика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	1
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 СМО с однородным потоком заявок.

Утверждено на заседании кафедрой теории упругости и вычислительной математики, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Теория	40
Задача	60
Всего	100 баллов

11. Критерии оценивания

В течение семестра обучающийся может заработать баллы (в общей сложности максимум 100 баллов) за следующие виды деятельности: текущие индивидуальные задания, модульная контрольная работа, активность на занятиях.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС	
	Индивидуальная работа	Модульный контроль
max 10 баллов	max 50 баллов	max 40 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по госу- дарственной шкале (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 сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

12. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной (мультимедийной техникой и) доской. Практические занятия выборочно проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

13. Рекомендованная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экзем- пляров в библиоте- ке ДонНУ	Наличие элек- тронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Агibalова, А. В. Математические модели в естественных и общественных науках [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Агibalова, 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 ;	0	+

	Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2012. - Электронные данные (1 файл).		
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	+
Дополнительная литература			
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,[1] 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 / Самарский А.А., Михайлов А.П. - М.: Наука, 1997. - 320 с.	6	-

17.	Севастьянов Б.А. Вероятностные модели. - М. : Наука, 1992. - 176 с.	2	-
18.	Севастьянов Б.А. Вероятностные модели. - М.: Наука, 1992. - 176 с.	2	-
19.	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	-

14. Информационные ресурсы

<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=sistema-massovogo-obsluzhivaniya> - Математический форум Math Help Planet

http://www.matburo.ru/ex_emm.php?pl=emmsmo – Сайт с примерами решение задач по системе массового обслуживания

<http://math.semestr.ru/cmo/mcmo.php> - Сайт с онлайн-калькулятором решения задач по системе массового обслуживания

<http://lib.vvsu.ru/books/Bakalavr01/page0220.asp> - Классификация систем массового обслуживания

<http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики

<https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»

<http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО

<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

15. 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.