

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 13.02.2025 00:07:08

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efef8480e6a4c688eddb475e411a

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Теория телетрафика»

#### Цель преподавания дисциплины

Изучение математических основ исследования трафика современных телекоммуникационных сетей и принципов его обработки различными сетевыми элементами (коммутаторами, мультиплексорами и т.д.).

#### Задачи изучения дисциплины

– изучение теоретических, математических и алгоритмических основ реализации и применения теории массового обслуживания в современных инфокоммуникационных сетях и системах.

– приобретение знаний по основным понятиям разделов теории массового обслуживания: описания моделей систем массового обслуживания различных типов; анализ систем с произвольным распределением времени обслуживания; систем с самоподобным входным потоком и детерминированным временем обслуживания; расчет необходимого числа соединительных линий; анализ систем массового обслуживания с приоритетами; приобретение навыков постановок и решения прикладных задач.

#### Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-2 Способен применять современные теоретические и практические методы исследования с целью повышения качества работы, диагностики и устранения ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций	ПК-2.2 Анализирует соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам
ПК-9 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-9.2 Формирует техническое задание при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов

#### Разделы дисциплины

1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потоки событий. Классификация потоков событий.
2. Обслуживание потоков вызовов.
3. Модели систем массового обслуживания.
4. СМО с марковскими потоками требований.
5. Системы с неполнодоступным включением серверов.
6. Основы марковской теории сетей массового обслуживания.
7. Характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.
8. Системы массового обслуживания с приоритетами.

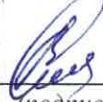
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета  
фундаментальной и прикладной  
информатики

*(наименование ф-та полностью)*

 Т.А. Ширабакина  
*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 30 » 08 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория телетрафика

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,  
*шифр и наименование направления подготовки*

направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации»  
*наименование направленности (профиля)*

форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 «29» марта 2019 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации» на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № 1 «30» 08 2019 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Андронов В.Г.

Разработчик программы \_\_\_\_\_ Севрюков А.Е.

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры \_\_\_\_\_

КПСС 31.08.2020 №19

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Андронов В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры КПСС

Протокол № 1 от 24.08.2021г

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., с.н.с. Андронов В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол №4 «29» 03 2019 г.), на заседании кафедры КПСС

Протокол № 5 от 31.08.2022г

(наименование кафедры, дата, номер протокола)


Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., с.н.с. Андронов В.Г.



Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» 06 2021 г.), на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № 1 «31» 08 2023 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

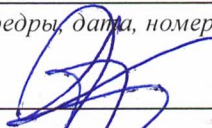
 Андронов В. И.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» 06 2021 г.), на заседании кафедры КПиСС

протокол № 1 05 «30» 08 2024 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 Андронов В. И.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » 20 г.), на заседании кафедры \_\_\_\_\_

« » 202 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » 20 г.), на заседании кафедры \_\_\_\_\_

« » 202 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение математических основ исследования трафика современных телекоммуникационных сетей и принципов его обработки различными сетевыми элементами (коммутаторами, мультиплексорами и т.д.).

В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить теоретический анализ процессов в телекоммуникационных сетях (с коммутацией каналов и с коммутацией пакетов), в частности, должно сформироваться умение расчета таких характеристик как пропускная способность сетевого элемента, среднее время задержки обработки трафика в сетевом элементе, вероятность блокировки и т.п.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Основными задачами освоения курса являются:

- изучение теоретических, математических и алгоритмических основ реализации и применения теории массового обслуживания в современных инфокоммуникационных сетях и системах;
- приобретение знаний по основным понятиям разделов теории массового обслуживания: описания моделей систем массового обслуживания различных типов; анализ систем с произвольным распределением времени обслуживания; систем с самоподобным входным потоком и детерминированным временем обслуживания; расчет необходимого числа соединительных линий; анализ систем массового обслуживания с приоритетами; приобретение навыков постановок и решения прикладных задач.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-2	Способен применять современные теоретические и практические методы исследования с целью повышения качества работы, диагностики и устранения ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций	ПК-2.2. Анализирует соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам	<p><b>Знать:</b> методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей; многоканальных систем; систем оптической связи; систем радиосвязи и телерадиовещания; сетевых сетей связи и составляющих их элементов</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ и прогнозирование трафика, показателей качества функционирования и других параметров телекоммуникационных сетей</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики</p>
ПК-9	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-9.2. Формирует техническое задание при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов	<p><b>Знать:</b> методы анализа и прогнозирования развития показателей качества функционирования и ряда других параметров сетей стационарной и мобильной связи</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы математического и физического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов инфокоммуникационных систем и систем в целом</p> <p><b>Владеть:</b> навыками организовывать и проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p>

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теория телетрафика» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность (профиль) «Сети связи и системы коммутации». Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	42
в том числе:	
лекции	14
лабораторные занятия	14
практические занятия	14
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	65,9
Контроль (подготовка к экзамену)	не предусмотрен
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

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

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение. Предмет и задачи теории телетрафика. Потоки событий. Классификация потоков событий.	Предмет и задачи теории телетрафика. Информационные процессы и конфликты обслуживания. Основные определения теории телетрафика. Классификация потоков событий. Простейший поток вызовов. Поток с ограниченным последствием (Поток Пальма, поток Эрланга, поток Бернулли). Поток с простым последствием (Примитивный поток, поток с повторными вызовами).
2	Обслуживание потоков вызовов	Характеристики качества обслуживания. Простейшая модель обслуживания. Модели потоков требований. Нестационарный пуассоновский поток. Примитивный поток. Поток с повторными вызовами. Поток с ограниченным последствием. Поток освобождений серверов.
3	Модели систем массового обслуживания	Введение в теорию цепей Маркова. Непрерывные цепи Маркова. Классификация СМО. Формула Литтла
4	СМО с марковскими потоками требований.	Система М/М/1. Система с конечным накопителем: М/М/1:N. Система с несколькими серверами: М/М/т. Система обслуживания с ш серверами и с явными потерями: М/М/m:Loss. Система обслуживания М/М/ш:К/М конечное число источников нагрузки, m серверов и конечный накопитель. Система типа М/М/m:m.
5	Системы с неполнодоступным включением серверов	Неполнодоступное включение. 1я и 2я формулы Эрланга. Анализ систем с неполнодоступным включением серверов
6	Основы марковской теории сетей массового обслуживания	Анализ систем массового обслуживания без явных потерь. Анализ сетей массового обслуживания с блокировками. Метод вероятностных графов Ли. Анализ и оптимизация коммутационных систем. Анализ систем с произвольным законом распределения времени обслуживания
7	Характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов	Характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. Анализ времени доставки сообщений в сети с коммутацией каналов. Анализ времени доставки сообщений в сетях с коммутацией пакетов. Сравнение характеристик качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов
8	Системы массового обслуживания с приоритетами	Дисциплины обслуживания. Модель с приоритетами. Основная модель расчета среднего времени ожидания. Дисциплины обслуживания с приоритетами, зависящими от времени. Оптимизация назначения приоритетов.



Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Предмет и задачи теории телеграфика. Потоки событий. Классификация потоков событий.	1	1	1	У-1,4 МУ-1,7,11	С4	ПК-2
2	Обслуживание потоков вызовов	1	2	–	У-1,3 МУ-2,11	С4	ПК-2
3	Модели систем массового обслуживания	2	3	–	У-1,4 МУ-3,11	С4	ПК-2 ПК-9
4	СМО с марковскими потоками требований.	2	–	–	У-2,3 МУ-8,11	С8	ПК-2 ПК-9
5	Системы с неполнодоступным включением серверов	2	4	2	У-1,2,4 МУ-4,8,11	С8, Т8	ПК-2 ПК-9
6	Основы марковской теории сетей массового обслуживания	2	–	3	У-1,4 МУ-9,11	С12	ПК-2 ПК-9
7	Характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов	2	5	–	У-1,2,4 МУ-5,11	С12	ПК-9
8	Системы массового обслуживания с приоритетами	2	6	4	У-1,4,5 МУ-6,110,11	С14, Т14	ПК-9

С – собеседование, ИТ – итоговый тест.

## 4.2 Лабораторные работы и практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Изучение свойств и характеристик пуассоновского потока	2
2	Суммирование случайных потоков	2
3	Исследование системы массового обслуживания с отказами	2
4	Исследование многоканальной СМО с ожиданием	2
5	Моделирование процесса обслуживания применительно к СМО с отказами	4
6	Моделирование реального процесса обслуживания СМО с неограниченной очередью	2
Итого		14

### 4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Исследование пуассоновского потока	4
2	Изучение методов аналитического и имитационного моделирования при исследовании одноканальных систем массового обслуживания	2
3	Многоканальные СМО с отказами	4
4	Одноканальная СМО с ограниченной очередью	4
Итого		14

## 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1	Изучение тем (разделов) дисциплины по материалам лекций, основной и дополнительной литературе, научно-техническим изданиям, телекоммуникационным электронным образовательным ресурсам	В течение семестра	27,9
2	Изучение методических указаний для подготовки к лабораторным работам	В течение семестра	16
3	Изучение методических указаний для подготовки к практическим работам	В течение семестра	16
4	Изучение требований текущего контроля качества самостоятельной работы	В течение семестра	6
Итого			65,9

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*Кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - тем рефератов;
  - вопросов к зачету;
  - методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 33% процентов аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении практических занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лабораторное занятие на тему «Изучение свойств и характеристик пуассоновского потока»	Мультимедийная презентация	2
2	Лабораторное занятие на тему «Суммирование случайных потоков»	Мультимедийная презентация	2
3	Лабораторное занятие на тему «Исследование системы массового обслуживания с отказами»	Мультимедийная презентация	2
4	Лабораторное занятие на тему «Исследование многоканальной СМО с ожиданием»	Мультимедийная презентация	2
5	Лабораторное занятие на тему «Моделирование процесса обслуживания применительно к СМО с отказами»	Мультимедийная презентация	4
6	Лабораторное занятие на тему «Моделирование реального процесса обслуживания СМО с неограниченной очередью»	Мультимедийная презентация	2
Итого:			18

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и

воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.



## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-2 Способен применять современные теоретические и практические методы исследования с целью повышения качества работы, диагностики и устранения ошибок и отказов радиоборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций	Основы программирования в инфокоммуникациях	Теория телетрафика Методы и средства моделирования телекоммуникационных систем и устройств Учебная практика (научно-исследовательская работа)	Методы и средства измерений в телекоммуникациях Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-9 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	Основы программирования в инфокоммуникациях	Теория телетрафика Основы теории информации и кодирования	Системы и сети мобильной связи Беспроводные системы связи Производственная преддипломная практика Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-2/ основной	ПК-2.2 Анализирует соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам	<b>Знать:</b> методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей <b>Уметь:</b> проводить анализ и прогнозирование трафика, показателей качества функционирования <b>Владеть:</b> навыками применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи	<b>Знать:</b> методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей; многоканальных систем; систем радиосвязи и телерадиовещания; сотовых сетей связи и составляющих их элементов <b>Уметь:</b> проводить анализ и прогнозирование трафика, показателей качества функционирования и других параметров телекоммуникационных сетей <b>Владеть:</b> навыками применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи	<b>Знать:</b> методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей; многоканальных систем; систем оптической связи; систем радиосвязи и телерадиовещания; сотовых сетей связи и составляющих их элементов <b>Уметь:</b> проводить анализ и прогнозирование трафика, показателей качества функционирования и других параметров телекоммуникационных сетей <b>Владеть:</b> навыками применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики
ПК-9/ основной	ПК-9.2 Формирует техническое задание при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их	<b>Знать:</b> методы анализа и прогнозирования развития показателей качества функционирования сетей стационарной и мобильной связи <b>Уметь:</b> использовать ме-	<b>Знать:</b> методы анализа и прогнозирования развития показателей качества функционирования и ряда других параметров сетей стационарной и мобильной связи <b>Уметь:</b> использовать методы математического и физического моде-	<b>Знать:</b> методы анализа и прогнозирования развития показателей качества функционирования и ряда других параметров сетей стационарной и мобильной связи <b>Уметь:</b> использовать методы математического и физического моделирова-

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	элементов	тоды математического и физического моделирования в процессе исследования параметров инфокоммуникационных систем и систем в целом <b>Владеть:</b> навыками проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов	лирования в процессе исследования параметров отдельных элементов инфокоммуникационных систем и систем в целом <b>Владеть:</b> навыками организовывать и проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов	ния в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов инфокоммуникационных систем и систем в целом <b>Владеть:</b> навыками организовывать и проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Предмет и задачи теории телетрафика. Потoki событий. Классификация потоков событий.	ПК-2	Лекция, ЛБ, ПЗ, СРС	Тестирование	1-10	Согласно табл.7.2
				Собеседование	1-20	
2	Обслуживание потоков вызовов	ПК-2	Лекция, ЛБ, СРС	Тестирование	11-20	Согласно табл.7.2
				Собеседование	21-30	
3	Модели систем массового обслуживания	ПК-2 ПК-9	Лекция, ЛБ, СРС	Тестирование	21-40	Согласно табл.7.2
				Собеседование	31-40	
4	СМО с марковскими потоками требований.	ПК-2 ПК-9	Лекция, СРС	Тестирование	41-50	Согласно табл.7.2
				Собеседование	41-50	
5	Системы с неполнодоступным включением серверов	ПК-2 ПК-9	Лекция, ЛБ, ПЗ, СРС	Тестирование	51-70	Согласно табл.7.2
				Собеседование	51-60	
6	Основы марковской теории сетей массового обслуживания	ПК-2 ПК-9	Лекция, ПЗ, СРС	Тестирование	71-80	Согласно табл.7.2
				Собеседование	61-70	
7	Характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов	ПК-9	Лекция, ЛБ, СРС	Тестирование	81-90	Согласно табл.7.2
				Собеседование	71-80	
8	Системы массового обслуживания с приоритетами	ПК-9	Лекция, ЛБ, ПЗ, СРС	Тестирование	91-100	Согласно табл.7.2
				Собеседование	81-90	

## Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Пример вопроса теста по разделу «Основы марковской теории сетей массового обслуживания»

1. Марковский случайный процесс (цепь Маркова) можно определить как
  - а) последовательность испытаний, в каждом из которых появляется только одно из  $k$  несовместных событий  $A_i$  из полной группы
  - б) последовательность испытаний, в каждом из которых появляется  $k$  несовместных событий  $A_i$  из полной группы
  - в) последовательность испытаний, в каждом из которых появляется несколько определенных из  $k$  несовместных событий  $A_i$  из полной группы
  - г) последовательность испытаний, в каждом из которых появляется некоторые из  $k$  несовместных событий  $A_i$  из полной группы

Пример вопросов на собеседование

1. Диаграмма интенсивностей переходов для непрерывной цепи Маркова
2. Анализ системы «гибели-размножения». Графическая интерпретация процессов переходов в непрерывной цепи Маркова.
3. Уравнение Чепмена-Колмогорова для однородных цепей Маркова. Непрерывные цепи Маркова
4. Классификация систем массового обслуживания. Символика Кендалла-Башарина
5. Формула Литтла. Временная диаграмма работы системы массового обслуживания. Коэффициент использования СМО

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

### Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания 16 являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),



- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

вероятность игнорирования системой поступившего требования называется

- а) вероятность отказа
- б) вероятность отключения
- в) вероятность блокировки**
- г) вероятность игнорирования

Задание в открытой форме:

Запишите формулу Полячека-Хинчина.

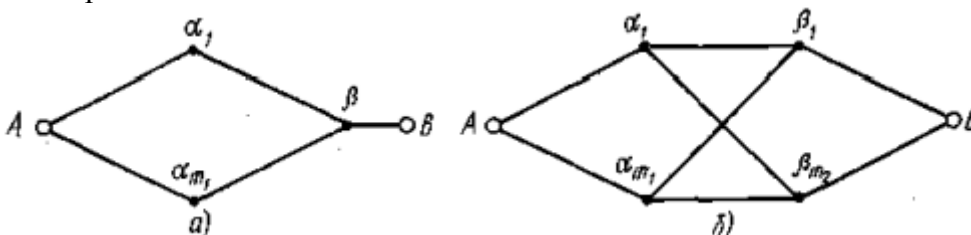
Задание на установление правильной последовательности,

Поток вызовов может быть определен следующим эквивалентным способом

- а) последовательностью вызывающих моментов, не зависящих от времени**
- б) последовательностью вызывающих моментов  $t_1, t_2, \dots, t_n$
- в) последовательностью чисел  $k_1, k_2, \dots, k_n$ , не определяющих количество вызовов, поступающих в течение заданного отрезка времени
- г) последовательностью вероятностей поступления событий в интервале времени  $(t_1, t_2)$ , зависящей от событий, происшедших до момента  $t_1$

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между изображенными на рисунке графами и схемой, которую они изображают



- А) двухзвеньеовой схемы
- Б) трехзвеньеовой схемы**
- В) четырехзвеньеовой схемы
- Г) пятизвеньеовой схемы

Компетентностно-ориентированная задача:

В узел коммутации сообщений поступают четыре вызова в минуту ( $\lambda = 4$  выз./мин.). Какова вероятность того, что восемь или более вызовов поступят в произвольно выбранный 30-секундный интервал времени?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторные работы №1 - №6	6	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите 50%	12	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите более 80%
Практические работы №1 - №4	4	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите 50%	10	Выполнил и защитил, доля правильных ответов на защите более 80%
Собеседование	8	Доля правильных ответов 50%	16	Доля правильных ответов более 80%
Тестирование	5	Доля правильных ответов 50%	10	Доля правильных ответов более 80%

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Итого	24		48	
Посещаемость	0	Не посещал занятия	16	Посещал все занятия
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Козликин, Владимир Иванович . Теория массового обслуживания [Текст] : учебное пособие / В. И. Козликин, Л. П. Кузнецова ; Минобрнауки России, Юго-Западный государственный университет. – Курск : ЮЗГУ, 2013. – 143 с.

2. Теория вероятностей : учебное пособие : [для студентов техн. и экон. спец. дневной, заочной и дистан. форм обучения] / Е. В. Журавлева [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск : ЮЗГУ, 2015. – 175, [3] с.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей [Текст] : учебник / под ред.: В. Н. Гордиенко, В. И. Крухмалева. - 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 424 с.

4. Олифер, Виктор Григорьевич. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 552800 "Информатика и вычислительная техника" и по специальностям 220100 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети", 220200 "Автоматизированные системы обработки информации и управления" и 220400 "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем" / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 922 с.

5. Крук, Борис Иванович. Телекоммуникационные системы и сети [Текст] : учебное пособие / Б. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов ; под ред. В. П. Шувалова. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Горячая линия – Телеком. Т. 1 : Современные технологии. – 2013. – 620 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Изучение свойств и характеристик Пуассоновского потока [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы №1 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Щитов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 10 с.

2. Суммирование случайных потоков [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы №2 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Щитов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 8 с.

3. Исследование системы массового обслуживания с отказами [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы №3 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Шевцов – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 9 с.

4. Исследование многоканальной СМО с ожиданием [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы №4 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, Д. С. Коптев. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 10 с.

5. Моделирование процесса обслуживания применительно к СМО с отказами [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы №5 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, Д. С. Коптев. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 9 с.

6. Моделирование реального процесса обслуживания СМО с неограниченной очередью [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы № 6 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Шевцов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 10 с.

7. Исследование Пуассоновского потока [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практической работы № 1 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, Д. С. Коптев. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 35 с.

8. Изучение методов аналитического и имитационного моделирования при исследовании одноканальных систем массового обслуживания [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практической работы № 3 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Шевцов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 12 с.

9. Многоканальные СМО с отказами [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практической работы № 4 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Шевцов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 14 с.

10. Одноканальные СМО с ограниченной очередью [Электронный ресурс] :

методические указания по выполнению практической работы № 5 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Щитов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. –14 с.

11. Дискретные цепи Маркова [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. В. Хмелевская, А. Н. Шевцов. – Курск : ЮЗГУ, 2017. – 21 с. – Текст: электронный.

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

1. <http://umo.mtuci.ru/lib/> – электронная библиотека УМО
2. <http://school-collection.edu.ru/> – федеральное хранилище Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
3. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – сайт Министерства образования РФ.
4. <http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека «Elibrary».
5. <http://www.eduhmao.ru/info/1/4382/> – информационно-просветительский портал «Электронные журналы».
6. <http://biblioclub.ru/> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
7. <https://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система «Лань»
8. <https://window.edu.ru/> – Электронно-библиотечная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Теория телетрафика» являются лекции, лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин. На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал. Изучение наиболее важных разделов дисциплины завершают практические занятия и лабораторные работы, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. По заданию преподавателя студенты должны готовить рефераты по отдельным темам дисциплины и выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов. Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, защиты отчетов по практическим занятиям и докладов.



Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Теория телетрафика»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т.п. В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Теория телетрафика» с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Теория телетрафика» – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice; Операционная система Windows  
Антивирус Касперского (или ESETNOD)

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Для оперативного поиска и изучения информации по теме занятия имеются компьютеры, оснащенные программным обеспечением для выхода в глобальные системы передачи данных:

- Google Chrome;
- Internet Explorer.
- мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ проек-тор inFocus IN24+ инв. № 104.3275;
- мобильный экран на треноге Da-Lite Picture King 178x178.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			