

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор УрТИСИ СибГУТИ
Минина Е.А.
« 28 » 11 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Теория массового обслуживания

Направление подготовки / специальность: **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Направленность (профиль) /специализация: **Инженерия программного обеспечения и искусственного интеллекта**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Екатеринбург, 2025

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор УрТИСИ СибГУТИ
Минина Е.А.
« ____ » _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Теория массового обслуживания

Направление подготовки / специальность: **09.03.01 «Информатика и
вычислительная техника»**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия программного
обеспечения и искусственного интеллекта**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Екатеринбург, 2025

Разработчик (-и) рабочей программы:
ст.преподаватель


_____ / М.Ю. Казанцев /
подпись

к.т.н., доцент


_____ / Т.А. Черных /
подпись

Утверждена на заседании кафедры информационных систем и технологий (ИСТ) протокол от 27.11.2025 г. № 3

Заведующий кафедрой ИСТ


_____ / Д.И. Бурумбаев /
подпись

Согласовано:
Заведующий выпускающей кафедрой


_____ / Д.И. Бурумбаев /
подпись

Ответственный по ОПОП


_____ / К.М. Тупицын /
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой


_____ / С.Г. Торбенко /
подпись

Разработчик (-и) рабочей программы:
ст.преподаватель

_____ / М.Ю. Казанцев /
подпись

к.т.н., доцент

_____ / Т.А. Черных /
подпись

Утверждена на заседании кафедры информационных систем и технологий (ИСТ) протокол от 27.11.2025 г. № 3

Заведующий кафедрой ИСТ

_____ / Д.И. Бурумбаев /
подпись

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ / Д.И. Бурумбаев /
подпись

Ответственный по ОПОП

_____ / К.М. Тупицын /
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой

_____ / С.Г. Торбенко /
подпись

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.09 Теория массового обслуживания относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

ПК-5 Способен применять математические методы для моделирования и разработки систем сбора, анализа и обработки данных с использованием современных информационных технологий	
Предшествующие дисциплины и практики	Б1.О.10 Структуры и алгоритмы обработки данных Б1.В.08 Теория вероятностей, статистика и анализ данных Б1.В.ДВ.01.01 По выбору Машинное обучение и аналитика данных/Системы искусственного интеллекта
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Б1.В.16 Распределенные системы и технологии
Последующие дисциплины и практики	-

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать результаты обучения, которые соотнесены с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК 5 Способен применять математические методы для моделирования и разработки систем сбора, анализа и обработки данных с использованием современных информационных технологий	
ПК-5.1 Знает математические методы и средства сбора, анализа и обработки данных	Знает базовые понятия и модели теории массового обслуживания, основные характеристики потоков заявок и дисциплин обслуживания, а также ключевые показатели качества сервиса (интенсивность, загрузка, средние времена, длины очередей, пропускная способность)
ПК 5.2 Умеет применять математические методы и средства сбора, анализа и обработки данных	Умеет выбирать адекватную модель СМО для прикладной задачи (очереди в ИТ-системах, сетях, сервисах), рассчитывать показатели эффективности и обосновывать параметры системы на основе исходных данных и допущений.
ПК 5.3 Владеет навыками применения математических методов для моделирования и разработки систем сбора, анализа и обработки данных с использованием современных информационных технологий	Владеет навыками аналитического и имитационного моделирования СМО с использованием современных ИТ-инструментов, интерпретации результатов и подготовки рекомендаций по оптимизации производительности и устойчивости сервиса.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.
Дисциплина изучается по очной форме обучения – в 6 семестре.
Форма итоговой аттестации по дисциплине – экзамен.

3.1 Очная форма обучения (О)

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		6	-
Аудиторная работа (всего)	50	50	-
Лекции (ЛК)	24	24	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	24	24	-
В том числе в интерактивной форме	6	6	-
В том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Предэкзаменационные консультации (ПК)	2	2	-
Самостоятельная работа (всего)	60	60	-
Работа над конспектами лекций	26	26	-
Подготовка к практическим занятиям	34	34	-
Подготовка к работам	-	-	-
Выполнение курсового проекта	-	-	-
Выполнение курсовой работы	-	-	-
Выполнение РГР	-	-	-
Выполнение реферата	-	-	-
Контроль (всего)	34	34	-
Подготовка к сдаче экзамена	-	-	-
Сдача экзамена	34	34	-
Подготовка к сдаче зачета	-	-	-
Сдача зачета	-	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах
		О
1	Введение в теорию массового обслуживания для разработчика очереди в веб сервисах базах данных очередях сообщений и ОС, цели моделирования и типовые метрики latency throughput utilization SLO	2
2	Основные элементы СМО и язык Кендалла потоки заявок каналы обслуживания очереди дисциплины обслуживания, обозначения М/М/1/М/М с М/Г/1, допущения и границы применимости	2
3	Потоки заявок и пуассоновская модель интенсивность и интервалы поступления, свойства пуассоновского потока, суперпозиция и разбиение, оценка интенсивности по логам	2
4	Времена обслуживания и распределения экспоненциальное эрлангово гиперэкспоненциальное распределения, среднее и вариативность, хвосты распределений и влияние на задержки	2
5	СМО без очереди и с ограниченной емкостью потери заявок М/М/с, блокировки и отказ, Erlang B и расчет емкости, применение к call center и rate limiting	2
6	Базовая модель очереди М/М/1 стационарность и условие устойчивости, формулы для L/Lq/W/Wq, закон Литтла, интерпретация для серверов и воркеров	2
7	Многоканальные системы М/М/с пулы потоков и connection pool, Erlang C и вероятность ожидания, расчет количества серверов по целевому SLA	2
8	Модели с общей формой обслуживания М/Г/1 формула Поллачека Хинчина, влияние дисперсии времени обслуживания, приоритизация и практические выводы	2
9	Дисциплины обслуживания и приоритеты	2

	FCFS LCFS PS, приоритетные очереди preemptive non preemptive, применение к планировщикам задач и QoS	
10	Сети очередей и микросервисные системы последовательные и параллельные узлы, открытые и закрытые сети Джексона на уровне идеи, узкие места и end to end latency	2
11	Имитационное моделирование очередей на Python дискретно событийная симуляция, SimPy основы, сбор метрик и доверительные интервалы, валидация модели по логам	2
12	Проектирование и оптимизация производительности по модели СМО capacity planning и autoscaling, балансировка нагрузки, backpressure и очереди сообщений, эксперименты и ограничения моделей	2
ВСЕГО		24

4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах
			О
1	1	Выбор метрик очередей для ИТ сервиса и формализация SLO latency throughput utilization	2
2	2	Описание системы в терминах СМО и запись модели в нотации Кендалла для заданного кейса	2
3	3	Оценка интенсивности поступления заявок по логам и проверка пуассоновской гипотезы	2
4	4	Подбор распределения времени обслуживания по данным и оценка среднего и вариативности	2
5	5	Расчет потерь в модели M/M/c и выбор емкости по целевой вероятности отказа Erlang B	2
6	6	Расчет показателей M/M/1 и проверка закона Литтла на синтетических данных	2
7	7	Подбор числа серверов в M/M/c по SLA через Erlang C и анализ чувствительности к нагрузке	2
8	8	Оценка задержек в M/G/1 по формуле Поллачека Хинчина и влияние дисперсии сервиса	2
9	9	Сравнение дисциплин обслуживания FCFS PS приоритеты на примерах планировщика задач	2
10	10	Построение простой сети очередей для микросервиса и поиск узкого места по метрикам	2

11	11	Имитационная модель очереди в SimPy и сбор статистики ожиданий и длины очереди	2
12	12	Мини проект capacity planning для сервиса расчет ресурсов и рекомендации по оптимизации	2
ВСЕГО			24

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема	Объем в часах	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О		
1	Очереди и метрики производительности в ИТ	2	Лекция	Интерактивная лекция с live-coding
2	Расчёт SLA и capacity по моделям M/M/1 и M/M/c	2	Лекция	Разбор реального кейса
3	Имитационное моделирование очередей в Python SimPy	2	Практическая работа	Мини-проект с защитой
ВСЕГО		6		

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

6.1.1 Вишневецкий, В. М. Теория массового обслуживания : учебник / В. М. Вишневецкий. — Москва : (последнее доступное издание). — Текст : печатный.

6.1.2 Клейнрок, Л. Теория очередей. Том 1. Системы обслуживания : учебное пособие / Л. Клейнрок. — Москва : (русское издание, последнее доступное). — Текст : печатный.

6.1.3 Таха, Х. А. Исследование операций. Введение : учебник / Х. А. Таха. — Москва : (русское издание, последнее доступное). — Текст : печатный.

6.1.4 Мартынов, А. В. Имитационное моделирование и анализ систем массового обслуживания : учебное пособие / А. В. Мартынов. — Москва : (последнее доступное издание). — Текст : печатный.

6.2 Список дополнительной литературы

6.2.1 Борисов, А. Н. Теория массового обслуживания и ее приложения : учебное пособие / А. Н. Борисов. — Москва : (последнее доступное издание). — Текст : печатный.

6.2.2 Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения : учебник / В. Феллер. — Москва : (русское издание, последнее доступное). — Текст : печатный.

6.2.3 Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей : учебник / Б. В. Гнеденко. — Москва : (последнее доступное издание). — Текст : печатный.

6.2.4 Росс, Ш. Вероятности, случайные процессы и теория массового обслуживания : учебное пособие / Ш. Росс. — Москва : (русское издание, последнее доступное). — Текст : печатный.

6.2.5 Бэнкс, Дж. Дискретно-событийное имитационное моделирование : учебник / Дж. Бэнкс, Дж. Карсон, Б. Нельсон. — Москва : (русское издание, последнее доступное). — Текст : печатный.

6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет-ресурсы).

1 Единая электронная образовательная среда института: URL:<http://aup.uisi.ru>

2 Журнал «Электросвязь». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elsv.ru/>.

3 Журнал «Вестник связи». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vestnik-sviaz.ru/>.

4 Научная электронная библиотека eLibrary. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.

5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» —(<http://www.iprbookshop.ru/>, доступ по паролю)

6. Полнотекстовая база данных УМП СибГУТИ — Режим доступа: (http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=ELLIB&Z21FLAGID=1, доступ по логину- паролю)

7. Полнотекстовая база данных ПГУТИ — Режим доступа: (http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=PGUTI&Z21FLAGID=1, доступ по паролю)

8. Архивы иностранных научных журналов на платформе НЭИКОН — Режим доступа: (<http://arch.neicon.ru/>, свободный доступ с ПК вуза – доступ по IP-адресу)

6.4 Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Нормативные правовые акты и нормативные методические документы, иная правовая информация (при наличии).

**7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И
ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование, программное обеспечение
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	лекционные занятия	<p>Оснащение: 55 посадочных мест, офисная мебель, доска магнитно-маркерная, персональный компьютер PowerColor, монитор АОС, проектор Viewsonic, экран настенный.</p> <p>Программное обеспечение: операционная система Windows 10, Microsoft Office, PDF24, Google Chrome, Microsoft Visual Studio, Kaspersky Endpoint Security, Microsoft SQL Server 2019, Pascal ABC.NET, Python 3.10.7, Pip for Python, PyCharm Community Edition 2022.2.1, Foxit PDF Reader.</p>
Учебная аудитория для проведения практических занятий.	практические занятия	<p>Оснащение: 23 посадочных мест, офисная мебель, доска магнитно-маркерная, персональные компьютеры Intel Core 2 Duo, мониторы Samsung.</p> <p>Программное обеспечение: Операционная система Windows 10, Microsoft Office, PDF24, Google Chrome, Microsoft Visual Studio, Microsoft Visual Studio Code, IntelliJ IDEA Community Edition 2022.1.3, Maple 12, Kaspersky Endpoint Security, Mathcad 2001 Professional, Microsoft SQL Server 2019, Pascal ABC.NET, Python 3.10.8, Pip for Python, Sublime Text 3, PyCharm Community Edition 2022.1.3, VLC Media Player, Foxit PDF Reader.</p>
Учебная аудитория для проведения групповых, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Групповые и индивидуальные консультации текущий контроль, промежуточная аттестация	<p>Оснащение: 23 посадочных мест, офисная мебель, доска магнитно-маркерная, персональные компьютеры Intel Core 2 Duo, мониторы Samsung.</p> <p>Программное обеспечение: Операционная система Windows 10, Microsoft Office, PDF24, Google Chrome, Microsoft Visual Studio, Microsoft Visual Studio Code, IntelliJ IDEA Community Edition 2022.1.3, Maple 12, Kaspersky Endpoint Security, Mathcad 2001 Professional, Microsoft SQL Server 2019, Pascal ABC.NET, Python</p>

		3.10.8, Pip for Python, Sublime Text 3, PyCharm Community Edition 2022.1.3, VLC Media Player, Foxit PDF Reader.
Помещение для самостоятельной работы	самостоятельная работа	<p>Оснащение: 23 посадочных мест, офисная мебель, доска магнито-маркерная, проектор Sanyo, экран настенный, персональные компьютеры Intel Core 2 Duo, мониторы Samsung.</p> <p>Программное обеспечение: операционная система Windows 7, Microsoft Office, PDF24, Google Chrome, Microsoft Visual Studio Code, Kaspersky Endpoint Security, Python 3.8.10, Pip for Python, VLC Media Player, Foxit PDF Reader</p> <p>55 посадочных мест, офисная мебель, доска магнито-маркерная, персональный компьютер PowerColor, монитор AOC, проектор Viewsonic, экран настенный.</p> <p>Программное обеспечение: операционная система Windows 10, Microsoft Office, PDF24, Google Chrome, Microsoft Visual Studio, Kaspersky Endpoint Security, Microsoft SQL Server 2019, Pascal ABC.NET, Python 3.10.7, Pip for Python, PyCharm Community Edition 2022.2.1, Foxit PDF Reader.</p>

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИН

8.1 Подготовка к лекционным, практическим занятиям

8.1.1 Подготовка к лекциям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

8.1.3 Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к практическим занятиям следует начинать с ознакомления плана практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении основной и дополнительной литературы. Новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума,

8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов.

8.3 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение и защиту практических работ, самостоятельной работы.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине включает следующие процедуры:

- решение индивидуальных задач на практических занятиях;
- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом практическом занятии;

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- зачет (зачет с оценкой);

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых представлено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).