

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 2

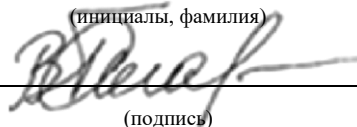
УТВЕРЖДАЮ  
Ответственный за образовательную  
программу

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Галанина

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«20» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование систем массового обслуживания. Пакет AnyLogic»  
(Наименование дисциплины)

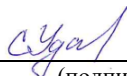
Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика и программирование
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц,к.э.н.,доц

(должность, уч. степень, звание)



05.02.2025

(подпись, дата)

С.В. Удахина

(инициалы, фамилия)

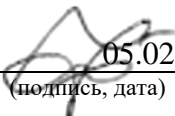
Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«05» февраля 2025 г, протокол № 7/24-25

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н.,проф.

(уч. степень, звание)



05.02.2025

(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



05.02.2025

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование систем массового обслуживания. Пакет AnyLogic» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика и программирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

ПК-8 «Способен руководить разработкой программного кода»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных разработкой модели СМО с использованием инструментов Anylogic.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

является получение умений и навыков использования инструментов имитационного моделирования для построения системы массового обслуживания.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования	ПК-2.У.2 уметь моделировать текущую ситуацию
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен руководить разработкой программного кода	ПК-8.В.1 владеть методами принятия управленческих решений

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информационные системы и технологии»,
- «Базы данных»,
- «Информационный маркетинг»,
- «Теория систем и системный анализ»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «ГИА»

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
--------------------	-------	---------------------------

		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)		
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	11	11
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Тема 1. Моделирование простой системы массового обслуживания			8		3
Тема 2. Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами			8		3
Тема 3. Оптимизация работы СМО с приоритетами			8		3
Тема 4. Моделирование СМО с изменяемой интенсивностью входного потока			2		2
Итого в семестре:			34		11
Итого	0	0	34	0	11

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<b>Учебным планом не предусмотрено</b>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1.	Моделирование простой системы массового обслуживания	8	8	1
2.	Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами	8	8	2
3.	Оптимизация работы СМО с приоритетами	8	8	3
4.	Моделирование СМО с изменяемой интенсивностью входного потока	8	8	4
5.	Анализ и оптимизация СМО с использованием экспериментов в AnyLogic	2	2	5
Всего		34	34	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		

Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	11	11

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п.  
7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: <a href="https://urait.ru/bcode/562671">https://urait.ru/bcode/562671</a> (дата обращения: 05.01.2025).	Боев, В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учебник для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 298 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02560-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
URL: <a href="https://urait.ru/bcode/560182">https://urait.ru/bcode/560182</a> (дата обращения: 05.01.2025).	Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 426 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18379-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
URL: <a href="https://urait.ru/bcode/569279">https://urait.ru/bcode/569279</a> (дата обращения: 05.01.2025).	Бессмертный, И. А. Искусственный интеллект. Введение в многоагентные системы : учебник для вузов / И. А. Бессмертный. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20348-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	

URL: <a href="https://urait.ru/bcode/563434">https://urait.ru/bcode/563434</a> (дата обращения: 05.01.2025).	Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебник для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
URL: <a href="https://urait.ru/bcode/569133">https://urait.ru/bcode/569133</a> (дата обращения: 05.01.2025).	Управление цепями поставок в цифровой экономике : учебник для вузов / под общей редакцией В. И. Сергеева. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 1005 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19672-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://www.anylogic.ru">https://www.anylogic.ru</a>	Официальный сайт AnyLogic

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы



№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Компьютерный класс	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Определите общие черты присущие моделям систем массового обслуживания	ПК-2.У.2
2.	Построить модель одноканальной системы массового обслуживания в AnyLogic с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным временем обслуживания. Какие параметры необходимо задать для корректной работы модели?	ПК-2.У.2
3.	Оценить влияние увеличения числа обслуживающих каналов на среднее время ожидания в многоканальной СМО. Какие управленческие решения можно принять на основе полученных данных?	ПК-2.У.2
4.	Исследовать работу системы массового обслуживания с приоритетами. Как изменится среднее время ожидания для заявок с высоким и низким приоритетом при увеличении интенсивности входного потока?	ПК-2.У.2
5.	Рассчитать вероятность отказа в многоканальной СМО с ограниченной очередью. Как можно уменьшить вероятность отказа, не увеличивая число каналов?	ПК-2.У.2
6.	Провести эксперимент для анализа загруженности системы массового обслуживания в пиковые и непиковые часы. Какие меры можно предложить для сглаживания нагрузки?	ПК-2.У.2
7.	Разработать модель сети СМО, имитирующую работу логистического склада. Какие этапы обслуживания являются узкими местами, и как их можно оптимизировать?	ПК-2.У.2
8.	Интерпретировать результаты моделирования СМО с изменяемой интенсивностью входного потока. Как можно использовать эти данные для планирования работы персонала?	ПК-2.У.2
9.	Модифицировать модель СМО, добавив возможность динамического изменения числа обслуживающих каналов в зависимости от длины очереди. Как это повлияет на эффективность системы?	ПК-2.У.2
10.	Произвести оценку эффективности работы многоканальной системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Какие параметры системы наиболее критичны для её производительности?	ПК-8.В.1
11.	Установить зависимость между интенсивностью входного потока и временем ожидания в СМО. Как можно использовать эту зависимость для оптимизации работы системы?	ПК-8.В.1

12.	Аргументировать выбор числа обслуживающих каналов в модели СМО на основе анализа загрузки системы и времени ожидания.	ПК-8.В.1
13.	Рецензировать предложенную модель СМО в AnyLogic. Какие улучшения можно внести для повышения точности и реалистичности модели?	ПК-8.В.1
14.	Сделать вывод о влиянии приоритетов обслуживания на среднее время ожидания заявок. Какие управленческие решения можно принять на основе этого вывода?	ПК-8.В.1
15.	Противопоставить работу одноканальной и многоканальной СМО. В каких ситуациях каждая из систем будет более эффективной?	ПК-8.В.1
16.	Убедить руководство в необходимости увеличения числа обслуживающих каналов на основе данных, полученных при моделировании в AnyLogic.	ПК-8.В.1
17.	Критиковать предложенную стратегию управления очередью в СМО. Какие альтернативные подходы можно предложить?	ПК-8.В.1
18.	Принять решение о распределении ресурсов в системе массового обслуживания на основе анализа моделирования. Какие факторы следует учитывать при этом решении?	ПК-8.В.1
19.	Прогнозировать поведение системы массового обслуживания при изменении интенсивности входного потока на 30%. Какие меры можно предпринять для предотвращения перегрузки системы?	ПК-8.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<i>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</i> <b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	ПК-2
	Вы анализируете работу call-центра, который работает как многоканальная система массового обслуживания. Интенсивность входного потока звонков ( $\lambda$ ) составляет 20 звонков в час, а интенсивность обслуживания ( $\mu$ ) — 5 звонков в	

	<p>час на одного оператора. В настоящее время в call-центре работает 4 оператора. Клиенты жалуются на длительное время ожидания. Какое из следующих управленческих решений наиболее эффективно снизит среднее время ожидания без значительного увеличения затрат?</p> <p>1. Увеличить количество операторов с 4 до 6.</p> <p>2. Внедрить систему автоматического обратного звонка для уменьшения очереди.</p> <p>3. Увеличить интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) до 6 звонков в час за счет обучения операторов.</p> <p>4. Ограничить количество принимаемых звонков, уменьшив <math>\lambda</math> до 15 звонков в час.</p>										
2	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>										
	<p>При моделировании многоканальной системы массового обслуживания (например, call-центра) вы обнаружили, что при интенсивности входного потока <math>\lambda = 10</math> заявок в час и среднем времени обслуживания <math>\mu = 2</math> заявки в час система работает с высокой вероятностью отказа. Какое из следующих решений наиболее эффективно снизит вероятность отказа без значительного увеличения затрат?</p> <p>1. Увеличить число каналов обслуживания с 5 до 7.</p> <p>2. Внедрить систему приоритетов для заявок, разделив их на срочные и несрочные.</p> <p>3. Увеличить интенсивность обслуживания <math>\mu</math> до 3 заявок в час за счет обучения персонала.</p> <p>4. Ограничить входной поток, уменьшив <math>\lambda</math> до 8 заявок в час.</p>										
3	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p>										
	<p>Установите соответствие между типом системы массового обслуживания (СМО) и её характеристикой:</p> <table><tr><th>Тип СМО</th><th>Характеристика</th></tr><tr><td>1. Одноканальная СМО</td><td>А. Система с одним обслуживающим устройством и неограниченной очередью.</td></tr><tr><td>2. Многоканальная СМО</td><td>В. Система с несколькими обслуживающими устройствами и ограниченной очередью.</td></tr><tr><td>3. СМО с отказами</td><td>С. Система, в которой заявка покидает очередь, если все каналы заняты.</td></tr><tr><td>4. СМО с приоритетами</td><td>Д. Система, в которой заявки обслуживаются в зависимости от их важности.</td></tr></table>	Тип СМО	Характеристика	1. Одноканальная СМО	А. Система с одним обслуживающим устройством и неограниченной очередью.	2. Многоканальная СМО	В. Система с несколькими обслуживающими устройствами и ограниченной очередью.	3. СМО с отказами	С. Система, в которой заявка покидает очередь, если все каналы заняты.	4. СМО с приоритетами	Д. Система, в которой заявки обслуживаются в зависимости от их важности.
Тип СМО	Характеристика										
1. Одноканальная СМО	А. Система с одним обслуживающим устройством и неограниченной очередью.										
2. Многоканальная СМО	В. Система с несколькими обслуживающими устройствами и ограниченной очередью.										
3. СМО с отказами	С. Система, в которой заявка покидает очередь, если все каналы заняты.										
4. СМО с приоритетами	Д. Система, в которой заявки обслуживаются в зависимости от их важности.										
4	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>										

	<p>Установите правильную последовательность шагов для моделирования текущей ситуации в системе массового обслуживания с использованием AnyLogic:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить параметры системы: интенсивность входного потока (<math>\lambda</math>), интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>), количество каналов обслуживания.</li> <li>2. Построить модель системы: создать блоки для генерации заявок, обслуживания и выхода.</li> <li>3. Запустить симуляцию: провести эксперимент для анализа текущей ситуации.</li> <li>4. Собрать и проанализировать данные: оценить время ожидания, длину очереди и загруженность системы.</li> <li>5. Внести изменения в модель: изменить параметры (например, число каналов) и повторить симуляцию для оценки улучшений.</li> </ol>	
5	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p>	
	<p>Вы моделируете работу пункта выдачи заказов интернет-магазина как системы массового обслуживания. Интенсивность входного потока клиентов (<math>\lambda</math>) составляет 20 клиентов в час, а интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) — 5 клиентов в час на одного сотрудника. В пункте работает 3 сотрудника.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитайте коэффициент загрузки системы (<math>\rho</math>). Объясните, что означает полученное значение.</li> <li>2. Смоделируйте текущую ситуацию в AnyLogic. Опишите, какие блоки и параметры вы будете использовать.</li> <li>3. Предложите изменения в системе, которые позволят снизить время ожидания клиентов. Обоснуйте свои предложения.</li> </ol>	
6	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>	
	<p>Вы анализируете работу call-центра, который работает как многоканальная система массового обслуживания. Интенсивность входного потока звонков (<math>\lambda</math>) составляет 20 звонков в час, а интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) — 5 звонков в час на одного оператора. В настоящее время в call-центре работает 4 оператора. Клиенты жалуются на длительное время ожидания. Какое из следующих управленческих решений наиболее эффективно снизит среднее время ожидания без значительного увеличения затрат?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Увеличить количество операторов с 4 до 6.</li> <li>6. Внедрить систему автоматического обратного звонка для уменьшения очереди.</li> <li>7. Увеличить интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) до 6 звонков в час за счет обучения операторов.</li> <li>8. Ограничить количество принимаемых звонков, уменьшив <math>\lambda</math> до 15 звонков в час.</li> </ol>	ПК-8

7	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>										
	<p>Вы моделируете сеть систем массового обслуживания, состоящую из трёх этапов: приемка, обработка и отгрузка. На этапе обработки наблюдается наибольшая задержка, что создает "бутылочное горло". Какое из следующих решений наиболее правильно с точки зрения оптимизации всей сети?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Увеличить количество ресурсов на этапе обработки, добавив дополнительные каналы обслуживания.</li><li>2. Уменьшить интенсивность входного потока на этапе приемки, чтобы снизить нагрузку на обработку.</li><li>3. Перенаправить часть заявок с этапа обработки на внешнего подрядчика.</li><li>4. Увеличить время работы этапа отгрузки, чтобы компенсировать задержки на обработке.</li></ol>										
8	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p>										
	<p>Установите соответствие между параметром системы массового обслуживания и его описанием:</p> <table><tr><th>Параметр СМО</th><th>Описание</th></tr><tr><td>1. Интенсивность входного потока (<math>\lambda</math>)</td><td>А. Среднее число заявок, которое система может обслужить за единицу времени.</td></tr><tr><td>2. Интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>)</td><td>В. Среднее время, которое заявка проводит в системе (ожидание + обслуживание).</td></tr><tr><td>3. Среднее время в системе (<math>W</math>)</td><td>С. Среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени.</td></tr><tr><td>4. Коэффициент загрузки (<math>\rho</math>)</td><td>Д. Отношение интенсивности входного потока к интенсивности обслуживания (<math>\lambda/\mu</math>).</td></tr></table>	Параметр СМО	Описание	1. Интенсивность входного потока ( $\lambda$ )	А. Среднее число заявок, которое система может обслужить за единицу времени.	2. Интенсивность обслуживания ( $\mu$ )	В. Среднее время, которое заявка проводит в системе (ожидание + обслуживание).	3. Среднее время в системе ( $W$ )	С. Среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени.	4. Коэффициент загрузки ( $\rho$ )	Д. Отношение интенсивности входного потока к интенсивности обслуживания ( $\lambda/\mu$ ).
Параметр СМО	Описание										
1. Интенсивность входного потока ( $\lambda$ )	А. Среднее число заявок, которое система может обслужить за единицу времени.										
2. Интенсивность обслуживания ( $\mu$ )	В. Среднее время, которое заявка проводит в системе (ожидание + обслуживание).										
3. Среднее время в системе ( $W$ )	С. Среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени.										
4. Коэффициент загрузки ( $\rho$ )	Д. Отношение интенсивности входного потока к интенсивности обслуживания ( $\lambda/\mu$ ).										
9	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>										
	<p>Вам необходимо оптимизировать работу системы массового обслуживания (например, call-центра), чтобы снизить время ожидания клиентов. Установите правильную последовательность шагов для принятия управленческого решения:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Провести анализ текущей ситуации: определить интенсивность входного потока (<math>\lambda</math>), интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) и количество каналов обслуживания.</li><li>2. Построить модель системы в AnyLogic: смоделировать текущую ситуацию и выявить узкие места.</li></ol>										

	<p>3. Провести эксперименты: изменить параметры системы (например, количество операторов или время обслуживания) и оценить их влияние на время ожидания.</p> <p>4. Принять решение: выбрать оптимальную конфигурацию системы на основе результатов моделирования.</p> <p>5. Внедрить изменения: реализовать выбранное решение и отслеживать его эффективность.</p>	
10	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p>	
	<p>Вы являетесь менеджером call-центра, который работает как многоканальная система массового обслуживания.</p> <p>Интенсивность входного потока звонков (<math>\lambda</math>) составляет 30 звонков в час, а интенсивность обслуживания (<math>\mu</math>) — 6 звонков в час на одного оператора. В call-центре работает 5 операторов. Клиенты жалуются на длительное время ожидания, а анализ показывает, что среднее время ожидания в очереди составляет 15 минут.</p> <p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализируйте текущую ситуацию. Рассчитайте коэффициент загрузки системы (<math>\rho</math>) и объясните, что он означает в данном контексте.</li> <li>2. Предложите возможные управленческие решения для снижения времени ожидания. Оцените плюсы и минусы каждого из предложенных решений.</li> <li>3. Выберите оптимальное решение и обоснуйте свой выбор, учитывая баланс между эффективностью и затратами.</li> </ol>	

Примечание. Система оценивания тестовых заданий:

1. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не

полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала *не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе. Студенты получают задание и выполняют его за компьютерами.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе оформляется в соответствии с требованиями в личном кабинете, каждый отчет содержит: титульный лист, задание, описание выполнения задания, выводы о проделанной работе. Отчет должен быть выгружен в текстовом формате в личный кабинет студента.



#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению задания находятся на сайте ГУАП и в личном кабинете <https://pro.guap.ru>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Студент допускается к экзамену только при выполнении 100% лабораторных работ на положительную оценку.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой