

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФИиВТ

УТВЕРЖДАЮ /А.А. Кречетов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.16 Системы массового обслуживания

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Курс 3  
Семестр 5

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	5	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	ИВС	СОГЛАСОВАНО	Д.В. Морохин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра информационно-вычислительных систем

	(наименование кафедры)	
27.02.2023	протокол №	25
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.В. Морохин
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.В. Морохин
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

	СОГЛАСОВАНО	А.А. Кречетов
		(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Чернов Михаил Павлович, Заместитель генерального директора по  
производству ЗАО СКБ "Хроматэк"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен выполнять работы и управлять работами по проектированию, созданию, модификации и сопровождению ИС	ПК-1.1. Знать: принципы функционирования информационно-коммуникационных систем, методы расчета количественных оценок информации для информационной системы	<b>знания:</b> Знает процесс согласования и утверждения требований к типовой ИС, основы инженерно-технической поддержки подготовки коммерческого предложения заказчику на создание (модификацию) и ввод в эксплуатацию типовой ИС на этапе предконтрактных работ, процесс интеграции ИС с существующими ИС заказчика, процесс проведения приемо-сдаточных испытаний ИС в соответствии с установленными регламентами <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.2. Уметь: осуществлять поиск информации об условиях использования и возможностях предлагаемых информационно-коммуникационных систем, их составляющих и комплектующих	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет определить первоначальные требования заказчика к ИС и возможности их реализации в типовой ИС на этапе предконтрактных работ, исправлять дефекты и несоответствий в коде ИС и документации к ИС, идентифицировать конфигурацию ИС в соответствии с регламентами организации <b>навыки:</b>
	ПК-1.3. Владеть: навыками определения количества информации в информационной системе, полосы пропускания для передачи сигналов с заданной погрешностью	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Имеет навыки интеграционного тестирования ИС, настройки оборудования, необходимого для работы ИС; адаптации бизнес-процессов заказчика к возможностям типовой ИС, выявления требований к типовой ИС, разработки прототипов ИС на базе типовой ИС, кодирования на языках программирования, создания пользовательской документации к модифицированным элементам типовой ИС, установки и настройка системного и прикладного ПО, необходимого для функционирования ИС

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Системы искусственного интеллекта (ПК-1);

практиках: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая (производственно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Системы массового обслуживания</b>	<b>144</b>	ПК-1
Лекция. Предмет теории моделирования. Роль моделирования в процессе научного познания. Моделирование как современное средство научного и практического познания. Объект и модель. Классификация моделей.	6	
Лекция. Основные этапы моделирования. Постановка целей моделирования. Разработка концептуальной и математической моделей. Детализация, стратификация и локализация модели. Подготовка данных для создания математической модели. Применение формализованных схем при моделировании вычислительной системы на разных уровнях детализации. А – схемы, Q - схемы, F – схемы, P – схемы, D – схемы.	6	
Лекция. Разработка имитационной модели. Организация и проведение машинного эксперимента. Упрощение алгоритма. Построение модели рабочей нагрузки. Подбор параметров модели. Обобщенные алгоритмы имитационного моделирования. Машинное моделирование случайных факторов. Имитация случайных величин и потоков. Планирование экспериментов с моделью. Обеспечение точности и достоверности эксперимента. Фиксация и сбор данных.	6	
Лекция. Обработка и интерпретация результатов моделирования. Методы обработки результатов статистического эксперимента. Программные и технические средства моделирования. Языки моделирования и автоматизированные системы моделирования. Вычислительные системы как объект и средство моделирования. Марковские модели и их применение при описании технических систем. Определение марковской модели. Граф состояний. Уравнения Колмогорова.	6	
Лекция. Модели массового обслуживания с простейшими	12	

потоками заявок СМО с отказами. Одноканальные и многоканальные СМО с ожиданием. Параметры и характеристики СМО. Модели массового обслуживания с произвольными потоками заявок. Многомерные СМО. Системы с относительными и абсолютными приоритетами.		
Практическое занятие. Машинное моделирование случайных факторов.	8	
Практическое занятие. Аналитическое моделирование одноканальных СМО.	8	
Практическое занятие. Аналитическое моделирование многоканальных СМО.	8	
Практическое занятие. Оптимизация параметров СМО.	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекций		
Подготовка к практическим работам	72	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины (модуля), оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины (модуля), к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является балльно-рейтинговый

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Моделирование систем массового обслуживания [Текст] : метод. указания к лаб. работам для студентов специальности 220100 / [сост. Н. В. Костромина]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. - 49 с. Экземпляры: всего	14
2.	Моделирование [Текст] : [методические указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки бакалавров 220100.62] / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. А. В. Смирнов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 54 с. Экземпляры: всего 24.	24 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Smirnov_modelirovanie_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Smirnov_modelirovanie_2014.pdf</a>
3.	Есипов, Б. А. Методы исследования операций [Электронный ресурс] / Есипов Б. А. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 304 с. ISBN 978-5-8114-0917-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212204">https://e.lanbook.com/book/212204</a>
4.	Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод [Текст] : Учебник для вузов / Кутузов О. И., Татарникова Т. М.; Кутузов О. И. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 224 с. ISBN 978-5-507-44696-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/365882">https://e.lanbook.com/book/365882</a>
5.	Кутузов, О. И. Моделирование систем. Методы и модели ускоренной имитации в задачах телекоммуникационных и транспортных сетей [Электронный ресурс] / Кутузов О. И. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 132 с. ISBN 978-5-8114-2972-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212942">https://e.lanbook.com/book/212942</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	518 (III)	Системный блок CEL D-341 FAN/ASUS S-775/512 M/160.0G/DVD+-RW (1), ПК 5 - ICL RAY P222.3 ,клавиат.,мышь.,монитор LG E2251T-BN (14), Сист. блок CE 331/256*2/PC 3200/80 Gb/FDD/DVD-ROM/КЛАВ+МЫШЬ+коврик (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Справочная правовая

			система "Консультант Плюс", Комплект ГАРАНТ-Мастер, Платформа nanoCAD, Altium Designer Perpetual EDU v15, nanoCAD Инженерный BIM
--	--	--	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся,

направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

### **Билет №0**

#### **по дисциплине**

#### **"Системы массового обслуживания"**

1. Классификация одноканальных СМО.
2. Основные этапы моделирования.

Примеры заданий к БРК

1. Разработка математической модели. Агрегативные системы (А-схемы).
2. Разработка математической модели. Непрерывно-стохастические системы (Q-схемы).
3. Разработка математической модели..Дискретно-детерминированные системы (F – схемы).
4. Выбор метода моделирования.
5. Выбор средств моделирования.
6. Проверка адекватности и корректировка модели.
7. Планирование экспериментов с моделью.
8. Разработка имитационной модели. Упрощение модели и выбор уровней детализации.
9. Преобразование алгоритмов.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Предмет теории моделирования. Объект и модель. Определения.
2. Классификация моделей. Определения.
3. Основные этапы моделирования. Постановка цели моделирования.
4. Разработка концептуальной модели. Подготовка исходных данных.
5. Разработка математической модели. Агрегативные системы (А-схемы).
6. Разработка математической модели. Непрерывно-стохастические системы (Q-схемы).
7. Разработка математической модели..Дискретно-детерминированные системы (F – схемы).
9. Выбор метода моделирования.



10. Выбор средств моделирования.
11. Проверка адекватности и корректировка модели.
12. Планирование экспериментов с моделью.
13. Разработка имитационной модели. Упрощение модели и выбор уровней детализации.
14. Преобразование алгоритмов.
15. Генерирование случайных воздействий. Конгруэнтные методы генерирования случайных чисел.
16. Генерирование случайных воздействий. Мультипликативный метод.
17. Генерирование случайных воздействий. Аддитивный метод. Смешанный метод.
18. Проверка качества генерируемых последовательностей. Проверка случайности. Проверка равномерности. Проверка независимости.
19. Марковские системы. Пример.
20. Уравнение Колмогорова в общем виде. Правило определения уравнений Колмогорова по графу состояний моделей.
21. Определение предельных вероятностных состояний системы.
22. Классификация одноканальных СМО. Основные характеристики детерминированной СМО (лаб. раб. №2).
23. Отличия замкнутой от разомкнутой СМО (лаб. раб. №2).
24. Граф состояний разомкнутой СМО с отказами. Характеристики разомкнутой СМО с отказами (лаб. раб. №3).
25. Задача оптимизации СМО. Критерий эффективности работы СМО.
26. Определение оптимальной структуры и параметров системы.
27. Схема гибели-размножения.