

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФВТ

_____ Фионова Л.Р.

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль подготовки) Математическое моделирование в экономике и технике

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения очная

Пенза, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория массового обслуживания» являются приобретение обучающимися знаний и умений по логическому и алгоритмическому мышлению; формированию математических знаний для успешного овладения общенаучными и общеинженерными дисциплинами на необходимом научном уровне.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих трудовых функций:

А/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»),

А/02.5 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»),

А/03.5 _ Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория массового обслуживания» в учебном плане содержится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Данная дисциплина имеет логическую и содержательно- методологическую взаимосвязь с другими частями ОПОП, так как углубляет и закрепляет математические и естественнонаучные знания и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин базовой части.

Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами курсов «Математические модели экономики и техники», «Метод конечных элементов», «Граничные интегральные уравнения», «Вычислительная математика», «Элементы финансовой математики»/ «Элементы актуарной математики», «Основы экономической синергетики», Производственная практика (НИР), Учебная практика (НИР).

Основные положения дисциплины должны быть использованы при изучении дисциплин таких, как «Вариационное исчисление», «Метод конечных элементов», «Параллельные вычисления и параллельное программирование», Производственная практика (преддипломная), Выполнение и защита ВКР.

3. Результаты освоения дисциплины Теория массового обслуживания

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен
1	2	3	

ПК-2	способен проводить исследования на основе существующих методов в области математического моделирования в экономике и технике	ПК-2.4 Прогнозирует развитие экономических процессов (рисков, кризисных ситуаций) на основе исследования экономических трендов и геополитических ситуаций.	<p>Знать основные понятия и методы теории массового обслуживания: простейшие потоки, характеристики систем массового обслуживания,</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы функционирования систем массового обслуживания: простейшие потоки, характеристики систем массового обслуживания, - основные понятия и методы теории марковских процессов, - основные закономерности составления систем уравнений, описывающих функционирование СМО. <p>Уметь интерпретировать полученные результаты,</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные задачи теории, связанные с рассматриваемыми понятиями, - применять полученные знания при изучении дисциплины «Математические модели в экономике», - математически описать рассматриваемую СМО. <p>Владеть навыками формализации прикладных задач, навыками интерпретации результатов моделирования конкретной СМО, навыками формализации прикладных задач; способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения, способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения</p>
------	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины Теория массового обслуживания

4.1. Структура дисциплины Теория массового обслуживания

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)										Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Контактная работа					Самостоятельная работа					Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа — (проект)	Подготовка к экзамену	Собеседование	Проверка контрольн. работ	Проверка выполнения домашних заданий
1	Раздел 1. Потoki событий. Преобразование потоков.	7	1-4	17	4	8	4		16	8			8			
1.1	Тема 1.1. Пуассоновский поток. Интервал между требованиями в пуассоновском потоке. Преобразование пуассоновских потоков.	7	1-2	8	2	4	2		8	4			4			1-2
1.2	Тема 1.2. Регулярные потоки. Потoki Эрланга. Преобразование различных потоков.	7	3-4	8	2	4	2		8	4			4			3-4
2	Раздел 2. Элементы теории марковских процессов	7	5-8	17	4	8	4		16	8			8			
2.1	Тема 2.1. Цепи Маркова. Вероятности переходов. Классификация состояний цепи Маркова.	7	5-6	8	2	4	2		8	4			4	5	6	5-6

2.2	Тема 2.2. Эргодическая теорема. Марковские процессы.	7	7-8	8	2	4	2		8	4			4			7-8
3	Раздел 3. Марковские процессы. Системы массового обслуживания	7	9-17	38	9	19	9		40	20			20			
3.1	Тема 3.1. СМО с ожиданием. СМО с отказами.	7	9-10	8	2	4	2		8	4			4	9		9-10
3.2	Тема 3.2. СМО с ограниченной очередью.	7	11-12	8	2	4	2		8	4			4	11	12	11-12
3.3	Тема 3.3. СМО с ограниченным временем ожидания.	7	13-14	8	2	4	2		8	4			44			13-14
3.4	Тема 3.4. Замкнутые СМО. Многофазные СМО.	7	15-16	8	2	4	2		8	4			4	15	15	15-16
3.5	Тема 3.5. Оптимизация СМО.	7	17	4	1	3	1		8	4						17
	<i>Курсовая работа (проект)</i>								*			*				
	<i>Подготовка к экзамену</i>								36				36			
	<i>Другие виды контактной работы</i>			3												
	Общая трудоемкость, в часах			72	17	34	17	3	72	36			36	Промежуточная аттестация		
														Форма	Се-местр	
														Зачет		
														Экзамен	7	

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Потоки событий. Преобразование потоков.	Пуассоновский поток. Интервал между требованиями в пуассоновском потоке. Преобразование пуассоновских потоков. Регулярные потоки. Потоки Эрланга. Преобразование различных потоков.
2.	Элементы теории марковских процессов	Цепи Маркова. Вероятности переходов. Классификация состояний цепи Маркова. Эргодическая теорема. Марковские процессы.
3.	Марковские процессы. Системы массового обслуживания	СМО с ожиданием. СМО с отказами. СМО с ограниченной очередью. СМО с ограниченным временем ожидания. Замкнутые СМО. Многофазные СМО. Оптимизация СМО.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Теория массового обслуживания» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- практических занятий с использованием методов «многократного повторения»; по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.
- организации самостоятельной работы на основе лично-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.
- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет - ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

Другие виды контактной работы: проведение консультаций, приём экзамена.

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Пуассоновский поток. Интервал между требованиями в пуассоновском потоке. Преобразование пуассоновских потоков.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 1	Гнеденко В. Б., стр. 12-24. Вентцель Е. С., стр. 200-206. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 2, № 12-14.	8
3-4	Регулярные потоки. Потоки Эрланга. Преобразование различных потоков.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 2	Гнеденко В. Б., стр. 92-137. Вентцель Е. С., стр. 206-212. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 3-4, примеры.	8
5-6	Цепи Маркова. Вероятности переходов. Классификация состояний цепи Маркова.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 3	Вентцель Е. С., стр. 181-185. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 5, № 1(5), 2.	8
7-8	Эргодическая теорема. Марковские процессы.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 4	Гнеденко В. Б., стр. 37-47. Вентцель Е. С., стр. 194-200, 212-227. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение	8

				1), стр. 8, № 1(5,6).	
9-10	СМО с ожиданием. СМО с отказами.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 5	Гнеденко В. Б., стр. 230-262. Вентцель Е. С., стр. 238-264. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 10, № 49,50,59,60.	8
11-12	СМО с ограниченной очередью.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 6	Гнеденко В. Б., стр. 329-343. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 12, № 66, 67.	8
13-14	СМО с ограниченным временем ожидания.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 7	Гнеденко В. Б., стр. 60-72. Вентцель Е. С., стр. 264-268. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 13, № 74,75.	8
15-16	Замкнутые СМО. Многофазные СМО.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 8	Гнеденко В. Б., стр. 297-310. Вентцель Е. С., стр. 268-275. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 14, № 84-85.	8
17	Оптимизация СМО.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме Решить контрольное задание 9	Гнеденко В. Б., стр. 381-404. Вентцель Е. С., стр. 238-264. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового	8

				обслуживания» (Приложение 1), стр. 15, № 3,4.	
1-17	Все темы	Подготовка к экзамену	Изучить материал по указанным темам	П. 7	72

Контрольное задание 1

Дать характеристику системы массового обслуживания, если она в соответствии с классификацией Кендала обозначена:

$$\frac{|D|D|1|}{|N|\lambda(x)|\mu|H|0|0}$$

Контрольное задание 2

Рассмотрим простейший поток с нестационарным параметром, изменяющимся по закону $\lambda(t)=1+0,5\cos(6\pi t)$. Параметр является периодическим, его период равен $1/3$. Найти вероятность отсутствия требований на отрезке $[1;9]$.

Контрольное задание 3

Для заданной матрицы переходных вероятностей P найти вероятности перехода за

2 шага и стационарные вероятности, если они существуют $P = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \end{pmatrix}$

Контрольное задание 4

Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из состояния i ($i=1,2$) в состояние j ($j=1,2$) за один шаг. Распределение вероятностей по состояниям в момент $t=0$ определяется вектором q .

Найти:

- 1) матрицу P_2 перехода из состояния i в состояние j за два шага;
- 2) распределение вероятностей по состояниям в момент $t=2$;
- 3) вероятность того, что в момент $t=1$ состоянием цепи будет $i=2$;
- 4) стационарное распределение.

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.2 & 0.8 \end{pmatrix}, q = (0,1; 0,9).$$

Контрольное задание 5

Пусть цепь Маркова имеет два состояния $E=(1,2)$. Матрица перехода вероятностей за один шаг имеет вид $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$. Определить, является ли данная цепь эргодической.

Контрольное задание 6

АТС имеет k линий связи. Поток вызовов - простейший с интенсивностью λ в минуту. Среднее время переговоров составляет t минут. Время переговоров имеет показательное распределение. Найти: а) вероятность того, что все линии связи заняты; б) относительную и абсолютную пропускные способности АТС; в) среднее число занятых линий связи. Определить оптимальное число линий связи, достаточное для того, чтобы вероятность отказа не превышала α .

$$k = 5; \lambda = 0.6; t = 3.5, \alpha = 0.04.$$

В порту имеется один причал для разгрузки судов. Интенсивность потока судов равна 0,4 (судов в сутки). Среднее время разгрузки одного судна составляет двое суток. Предполагается, что очередь может быть неограниченной длины. Найти показатели эффективности работы причала, а также вероятность того, что ожидают разгрузки не более чем два судна.

Междугородный переговорный пункт имеет четыре телефонных аппарата. В среднем за сутки поступает 320 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров

составляет 5 мин. Длина очереди не должна превышать 6 абонентов. Потоки заявок и обслуживаний простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди, среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).

Контрольное задание 7

Один ремонтный рабочий обслуживает 6 подъемных устройств на станции технического обслуживания автомобилей. Интенсивность поломок каждого устройства равна $0,1$ в сутки. Среднее время, которое тратит рабочий на обслуживание одного подъемника, равно X часов. Найти предельные вероятности состояний данной СМО и найти среднее число неисправных подъемников, т.е. находящихся в ремонте и ожидающих ремонта. Определить также следующие характеристики:

1. вероятность того, что наладчик занят ремонтом подъемников;
2. абсолютную пропускную способность СМО;
3. относительную пропускную способность СМО;
4. среднее число подъемников в ремонте;
5. среднее число подъемников, ожидающих в очереди ремонта.

Контрольное задание 8

В виду сложности возникшей аварийной ситуации в электрической сети на её устранение были направлены оперативно-выездная бригада и две ремонтные бригады электромонтеров. Интенсивность потока отключений электрической сети $X=0,2 \text{ ч}^{-1}$, среднее время подготовки к ремонту $t_{\text{подг}}=0,5 \text{ ч}$, среднее время ремонта $t_{\text{обсл}}=2 \text{ ч}$. Определить вероятности состояний и показатели эффективности СМО.

Контрольное задание 9

Определить оптимальное число каналов n и мест в очереди m по максимуму прибыли W .

Исходные данные:

$\lambda=2,4+0,15 \cdot S_1$; $\mu=1$; при S_1 – четное $\nu=0,05+0,01 \cdot S_2$, при S_1 – нечетное $\nu=0$; $c_1=40+2 \cdot S_2$; $c_2=5+F$; $c_3=0,8+0,1 \cdot S_1$; $c_4=2+0,2 \cdot S_2$, где S_1 – первая цифра шифра; S_2 – вторая цифра шифра; F – число букв в фамилии; λ – интенсивность потока заявок; μ – интенсивность обслуживания; ν – интенсивность, с которой нетерпеливые заявки покидают очередь.

Типовое задание к лабораторной работе №1

Смоделировать Пуассоновский поток заявок

1. Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
2. Решить задачу для конкретного варианта.
3. Вывести результаты решения модельной задачи.
4. Проанализировать результаты.

Типовое задание к лабораторной работе №2

Суммирование случайных потоков

1. Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
2. Решить задачу для конкретного варианта.
3. Вывести результаты решения модельной задачи.
4. Проанализировать результаты.

Типовое задание к лабораторной работе №3

СМО с отказами

Имеется один канал, на который поступает поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживаний имеет интенсивность μ_1 . Найти предельные вероятности состояний системы и показатели ее эффективности.

1. Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
2. Решить задачу для конкретного варианта.
3. Вывести результаты решения модельной задачи.
4. Проанализировать результаты.

Типовое задание к лабораторной работе №4

Исследование N – канальной СМО с ожиданием

Имеется n каналов, на которые поступает поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживаний имеет интенсивность μ . Найти предельные вероятности состояний системы и показатели ее эффективности.

1. Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
2. Решить задачу для конкретного варианта.
3. Вывести результаты решения модельной задачи.
4. Проанализировать результаты.

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

1. Дан пуассоновский поток с параметром 3 мин⁻¹. Найти вероятность того, что длина интервала между соседними требованиями составляет от 2 до 4 минут.
2. Поток машин, идущих по шоссе в одном направлении, представляет собой простейший поток с интенсивностью 4 машины в минуту. Человек выходит на шоссе, чтобы остановить первую попавшуюся машину, идущую в данном направлении. Найти закон распределения времени T , в течение которого ему придется ждать машину; определить математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение.
3. Для простейшего потока с нестационарным параметром, определяемым равенством $\lambda(t) = 2 + 3^{-t}$, найти вероятность поступления двух требований на промежутке времени $[2; 7]$.
4. По железной дороге мимо наблюдателя движется в одном направлении простейший поток поездов. Известно, что вероятность отсутствия поездов в течение 10 минут равна 0,7. Требуется найти вероятность того, что за 30 мин мимо наблюдателя пройдет не более 4 поездов.
5. В пункт текущего отделочного ремонта вагонов поступает требование на ремонт. Поток требований можно считать простейшим с интенсивностью $\lambda = 0,631$. Найти вероятность того, что за час поступит 2 требования (вагона) на ремонт.
6. Дана матрица вероятностей переходов $P = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,1 & 0,6 & 0,3 \\ 0,4 & 0,1 & 0,5 \end{pmatrix}$. Найти вероятность перехода $P_{21}^{(3)}$.

Демонстрационный вариант контрольной работы №2

1. Задана матрица переходов марковской цепи. Начертить соответствующий граф. Выделить несущественные, существенные и сообщающиеся состояния. Выделить эргодические классы, циклические подклассы (если есть).
2. Время обслуживания для аппаратов некоторой СМО распределено по показательному закону $F(t) = 1 - e^{-1,5t}$, где t – время в мин. Найти вероятность того, что обслуживание продлится не более 15 мин.

3. АТС имеет 6 линий связи. Поток требований на переговоры – простейший с интенсивностью 1 вызов в минуту. Среднее время переговоров – 3 мин. Закон распределения времени показательный. Определить вероятность отказа, относительную и абсолютную пропускные способности и долю свободного времени, приходящегося в среднем на каждую линию.
4. В часовой мастерской работают 3 мастера. Среднее время обслуживания клиента 5 мин. Клиенты образуют простейший поток со средним числом поступлений 18 человек в час, причем каждый клиент дожидается обслуживания. Определить вероятность полного простоя мастерской, вероятность наличия очереди; найти вероятность того, что время ожидания в очереди начала обслуживания будет менее 15 минут.

Демонстрационный вариант контрольной работы №3

1. В пункте химчистки работают 4 приемщицы. Среднее время обслуживания клиента 5 мин. Клиенты образуют простейший поток со средним числом поступлений 15 человек в час. Клиенты становятся в очередь, если к моменту их прихода в очереди менее четырех человек, в противном случае они покидают пункт приема.

Определить вероятность отсутствия клиентов в пункте химчистки; вероятность того, что клиент покинет пункт не обслуженным; вероятность того, что все приемщицы будут заняты работой; среднее число клиентов в очереди; среднее число клиентов в химчистке вообще.

2. В пункте химчистки имеется 3 аппарата для чистки. Интенсивность потока посетителей 4 человека в час. Интенсивность обслуживания посетителей одним аппаратом 2 посетителя в час. Среднее количество посетителей, покидающих очередь, не дождавшись обслуживания, 1 человек в час. Найти вероятность отказа и абсолютную пропускную способность.

3. Два рабочих обслуживают группу из 6 станков. Остановки работающего станка происходят в среднем через 30 минут. Среднее время наладки составляет 10 минут. Время работы и время наладки распределено по показательному закону. Найти среднее число станков, ожидающих ремонта.

Темы лабораторных работ

1. Моделирование пуассоновского потока требований.
2. Суммирование случайных потоков.
3. Исследование СМО с отказами.
4. Исследование N – канальной СМО с ожиданием.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- **Подготовка к аудиторным занятиям** проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, а также решения предложенных задач.

- **Подготовка к экзамену** – изучение курса лекций, упражнения в решении типовых задач, изучение дополнительной литературы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции,
---	--------------	-------------------------------	--------------

п\п			компоненты которых контролируются
1	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Потоки событий. Преобразование потоков.	ПК-2
2	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Элементы теории марковских процессов	ПК-2
3	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Марковские процессы. Системы массового обслуживания	ПК-2

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория массового обслуживания». Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля смотри по ссылке <http://moodle.pnzgu.ru/enrol/index.php?id=2303>

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория массового обслуживания»

а) литература:

1. **Вентцель Е. С.** Исследование операций. Задачи, принципы, методология: учебное пособие / Е. С. Вентцель. - 4-е изд. стереотип. - М.: Высш. шк., 2007. - 208 с. 10 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=full_w_print&C21COM=F&Z21MFN=9380
2. **Гнеденко Б. В.** Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. - 4-е изд., исп. – М.: ЛКИ, 2007. - 400 с. 5 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=full_w_print&C21COM=F&Z21MFN=9596

б) Интернет-ресурсы

Карташевский, В.Г. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебник. — М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 130 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63236

в) Программное обеспечение

№	Наименование программного продукта	Лицензионное/свободно распространение
1	ПО «MathCad», регистрационный номер 969/CL073530 (25 лицензий) (УИ)	договор АО «СофтЛайн Трейд» 2010 г. бессрочный

2	Microsoft VISUAL STUDIO 2010	Microsoft VISUAL STUDIO 2010 договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.) продление Microsoft Imagine Standard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)
---	------------------------------------	--

г) другое материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Теория массового обслуживания» проводятся в лекционных аудиториях университета. Местом проведения лабораторных работ является компьютерный класс с персональными компьютерами.

Рабочая программа дисциплины «Теория массового обслуживания» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. №11.

Программу составила



1 Черушева Т.В., доцент

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры ВиПМ

Протокол № 11 от « 01 » 07 2019 года

Зав. кафедрой _____



Бойков И.В.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой
ВиПМ



Бойков И.В.

Подпись

дата

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 10

от « 03 » 07 2019 года

Председатель методической комиссии ФВТ



Глотова Т.В.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой