

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



Л. Р. Фионова
(Фамилия, инициалы)
2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.06 Теория массового обслуживания

Направление подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика»

Профиль подготовки «Математическое моделирование в экономике и технике»

Квалификация (степень) выпускника – *бакалавр*

Форма обучения очная

Пенза, 2015

1. Цели освоения дисциплины

- Развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- Формирование у обучаемых математических знаний для успешного овладения общенаучными и общеинженерными дисциплинами на необходимом научном уровне.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория массового обслуживания» в учебном плане находится в вариативной части дисциплин Б1.2, и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика». Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория функций комплексного переменного», «Теория графов и математическая логика», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов», «Уравнения математической физики», «Методы оптимизации», «Физика», «Численные методы», «Теория управления», «Исследование операций», «Математическое моделирование», «Дискретная математика», «Теория функций и элементы функционального анализа», «Дополнительные главы алгебры», «Нелинейные уравнения математической физики», «Архитектура ЭВМ», «Комбинаторика», «Теория возмущений», «Асимптотический анализ», «Основы экономической синергетики», «Теория приближения», «Конструктивные средства математики», «Теория колебаний», «Теория игр», «Прикладной функциональный анализ», «Итерационные методы», «Квадратурные и кубатурные формулы», «Дифференциальная геометрия и топология», «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности», «Научно-исследовательская работа», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

Основные положения дисциплины должны быть использованы при изучении дисциплин таких, как «Вариационное исчисление», «Метод конечных элементов», «Параллельные вычисления и параллельное программирование», «Информационные технологии в экономике», «Преддипломная практика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате 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	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-1	Готовность к самостоятельной работе	Знать: основные понятия и методы теории массового обслуживания: простейшие потоки, характеристики систем массового обслуживания.
		Уметь: интерпретировать полученные результаты
		Владеть: навыками формализации прикладных задач.

ПК-9	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовность использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат.	Знать: основные законы функционирования систем массового обслуживания: простейшие потоки, характеристики систем массового обслуживания.
		Уметь: решать основные задачи теории, связанные с рассматриваемыми понятиями.
		Владеть: способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения.
ПК-10	Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	Знать: основные понятия и методы теории марковских процессов.
		Уметь: математически описать рассматриваемую СМО.
		Владеть: навыками интерпретации результатов моделирования конкретной СМО.
ПК-12	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	Знать: основные закономерности составления систем уравнений, описывающих функционирование СМО.
		Уметь: применять полученные знания при изучении дисциплины «Математические модели в экономике».
		Владеть: навыками формализации прикладных задач; способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения.

2.2	Тема 2.2. Эргодическая теорема. Марковские процессы.		7-8	8	2	4	2		12										
3	Раздел 3. Марковские процессы. Системы массового обслуживания	7		40	10	20	10	66	46			20				7			
3.1	Тема 3.1. СМО с ожиданием. СМО с отказами.		9-10	8	2	4	2		9			9							
3.2	Тема 3.2. СМО с ограниченной очередью.		11-12	8	2	4	2		9			11							
3.3	Тема 3.3. СМО с ограниченным временем ожидания.		13-14	8	2	4	2		9							13			
3.4	Тема 3.4. Замкнутые СМО. Многофазные СМО.		15-16	8	2	4	2		9			15							
3.5	Тема 3.5. Оптимизация СМО.		17-18	8	2	4	2		10							17			
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																		
	<i>Подготовка к экзамену</i>																		
	Общая трудоемкость, в часах			72	18	36	18	144	108			36	Промежуточная аттестация						
												Форма			Семестр				
												Зачет							
												Экзамен			7				

4.2. Содержание дисциплины

№ 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.

**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.	Наименование раздела дисциплины	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	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.	19
3-4	Регулярные потоки. Потоки Эрланга. Преобразование различных потоков.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	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.	19
5-6	Цепи Маркова. Вероятности переходов. Классификация состояний цепи Маркова.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	Вентцель Е. С., стр. 181-185. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 5, № 1(5), 2.	12
7-8	Эргодическая теорема. Марковские процессы.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	Гнеденко В. Б., стр. 37-47. Вентцель Е. С., стр. 194-200, 212-227. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 8, № 1(5,6).	12
9-10	СМО с ожиданием.	Подготовка к	Изучить	Гнеденко В. Б.,	9

	СМО с отказами.	аудиторным занятиям	материал по указанной теме	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.	
11-12	СМО с ограниченной очередью.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	Гнеденко В. Б., стр. 329-343. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 12, № 66, 67.	9
13-14	СМО с ограниченным временем ожидания.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	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.	9
15-16	Замкнутые СМО. Многофазные СМО.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	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.	9
17-18	Оптимизация СМО.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	Гнеденко В. Б., стр. 381-404. Вентцель Е. С., стр. 238-264. Задачи и упражнения по курсу «Теория массового обслуживания» (Приложение 1), стр. 15, № 3,4.	10

1-18	Все темы	Подготовка к экзамену	Изучить материал по указанным темам	П. 7	36
------	----------	-----------------------	-------------------------------------	------	----

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 рефератов и докладов** осуществляется с использованием дополнительной литературы.
- **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

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Потоки событий. Преобразование потоков.	ОПК-1, ПК-9, ПК-10, ПК-12
2	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Элементы теории марковских процессов	ОПК-1, ПК-9, ПК-10, ПК-12
3	Собеседование при сдаче лабораторной работы Контрольная работа	Марковские процессы. Системы массового обслуживания	ОПК-1, ПК-9, ПК-10, ПК-12

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.

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

1. Пуассоновский поток. Интервал между требованиями в пуассоновском потоке.
2. Преобразование пуассоновских потоков.
3. Регулярные потоки.
4. Потоки Эрланга.
5. Преобразование различных потоков.
6. Цепи Маркова. Вероятности переходов. Классификация состояний цепи Маркова.
7. Эргодическая теорема. Марковские процессы.
8. СМО с ожиданием.
9. СМО с отказами.
10. СМО с ограниченной очередью.
11. СМО с ограниченным временем ожидания.
12. Замкнутые СМО.
13. Многофазные СМО.
14. Оптимизация СМО.

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

а) основная 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

б) дополнительная литература:

1. Гнеденко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. - 4-е изд., испр. – 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
2. Карташевский, В.Г. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебник. — М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 130 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63236


8. 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.

№	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.)

Рабочая программа дисциплины «Теория массового обслуживания» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика».

Программу составили:


Елисева Т. В., доцент кафедры «ВиПМ» 
(Ф.И.О., должность, подпись)

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

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»


Протокол № 7.1 от « 29 » 05 2015 года

Зав. кафедрой «ВиПМ»  И. В. Бойков
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой
«Высшая и прикладная математика»  И. В. Бойков
(название кафедры) (подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 6 от « 15 » июня 20 15 года

Председатель методической комиссии
факультета вычислительной техники  Н. Н. Коннов
(подпись) (Ф.И.О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
16/17	№1 от 19.09.16 <i>Жур</i>	Список литерат, МТО			
17/18	№1 от 4.09.17 <i>Жур</i>	Список литерат, МТО			