

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Методы исследования операций

направление подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность программы

Информационные системы и технологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Информационных технологий

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 926
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд.техн.наук, доц. _____ (Н.Н.Подгорный)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«30» _____ 2021 г., протокол № _____

И.о. зав. кафедрой: канд.техн.наук _____ (Д.Н. Старченко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
информационных технологий

И.о. зав. кафедрой: канд.техн.наук _____ (Д.Н. Старченко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

«30» _____ 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«20» _____ 2021 г., протокол № _____

Председатель: канд.техн.наук, доц. _____ (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знание основных методов решения задач математического программирования; методов решения задач линейного программирования;
		ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умение использовать на практике методы решения задач математического программирования в разных предметных областях; строить экономико-математические модели
		ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	Владение - навыками разработки и исследования теоретических и экспериментальных объектов профессиональной деятельности; - навыками по экспериментальным исследованиям с использованием стандартных программных средств.
	ОПК-8. Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ОПК-8.1. Использует методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	Знание основные методов математического моделирования, классификации и условий применения моделей; основных методов решения задач математического программирования; методов решения задач линейного программирования;
		ОПК-8.2. Применяет на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике	Умение использовать на практике математические модели; методы решения задач математического программирования в разных предметных областях; строить экономико-математические модели;
		ОПК-8.3.	Владение - навыками разработки и

		Осуществляет моделирование и проектирование информационных и автоматизированных систем	исследования теоретических и экспериментальных объектов профессиональной деятельности; - навыками по экспериментальным исследованиям с использованием стандартных программных средств.
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Вычислительная математика
3	Физика
4	Алгоритмы и структуры данных
5	Архитектура информационных систем
6	Математические методы кибернетики
7	Методы исследования операций
8	Моделирование систем
9	Теория информационных процессов и систем
10	Дискретная математика
11	Информатика
12	Техническая электроника
13	Периферийное оборудование
14	Учебная ознакомительная практика
15	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика

2. Компетенция ОПК-8

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Большие данные
2	Интеллектуальные системы и технологии
3	Математические методы кибернетики
4	Методы исследования операций
5	Методы и средства проектирования информационных систем.
6	Моделирование систем
7	Теория информационных процессов и систем
8	Технология обработки информации
9	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Раздел 1. Предмет и задачи теории массового обслуживания					
	Предмет и задачи теории массового обслуживания. Случайный процесс со счётным множеством состояний.	2		2	8
2. Раздел 2. Поток событий.					
	Простейший поток и его свойства.	2		2	6
3. Раздел 3. Примеры и классификация моделей систем массового обслуживания.					
	Нестационарный пуассоновский поток, поток Пальма (поток с ограниченным последствием).	2		2	3
4. Раздел 4. Марковский случайный процесс.					
	Уравнение Эрланга.	2		3	5
5. Раздел 5. Системы обслуживания с установившимся режимом					
	Установившийся режим обслуживания. Формулы Эрланга.	2		3	4
6. Раздел 6. Многоканальная модель.					
	Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением.	2		3	5
7. Раздел 7. Системы массового обслуживания с очередью.					
	Системы обслуживания с ограничением по длине очереди.	5		2	5
ВСЕГО		17		17	36

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Предмет и задачи теории массового обслуживания. Поток событий.	Определение вероятностей состояний системы массового обслуживания и финальных вероятностей. Система дифференциальных уравнений Колмогорова..	4	6
2		Комплектование ресурсами одноканальной модели СМО с отказами. Простейший поток событий.	3	5
3	Примеры и классификация моделей систем массового обслуживания.	Комплектование ресурсами многоканальной модели СМО с отказами. Экспоненциальное распределение для длительностей интервалов поступления и обслуживания заявок.	3	5
4	Системы обслуживания с установившимся режимом. Системы массового обслуживания с очередью.	Рассмотрение одноканальной СМО с очередью. Марковский случайный процесс.	4	6
5	Марковский случайный процесс.	Рассмотрение многоканальной СМО с очередью. Марковский случайный процесс.	3	5
	ИТОГО		17	27
			ВСЕГО:	44

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет

2 Компетенция ОПК-8. Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-8.1. Использует методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-8.2. Применяет на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет
ОПК-8.3. Осуществляет моделирование и проектирование информационных и автоматизированных систем	Собеседование, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Не предусмотрено учебным планом

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Марковский случайный процесс. Уравнения Колмогорова (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	-Пример Марковского случайного процесса. -Марковские цепи. -Марковские случайные процессы с дискретным и непрерывным временем перехода. -Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности.
2	Одноканальная СМО с отказами (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	- Системы СМО с отказами. -Одноканальная модель с отказами.
3	Многоканальная СМО с отказами (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	- Системы СМО с отказами. -Случайные процессы со счётным множеством состояний. -Случайные процессы с дискретным временем перехода. -Случайные процессы с непрерывным временем перехода. Описание потока заявок.
	Одноканальная СМО с очередью (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	-Дисциплина очереди. -Системы СМО с ограниченным и неограниченным ожиданием (длина очереди, время ожидания). Уравнение Эрланга. Установившийся режим обслуживания. Формулы Эрланга.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Контроль знаний студентов осуществляется в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, а также сдачи экзамена.

"Выполнение" лабораторной работы предполагает демонстрацию студентом результатов выполнения заданий, а именно отчета и необходимых файлов (документов или программ). Полные перечни заданий с примерами выполнения приведены в методических указаниях. Примерные варианты заданий приведены в следующей таблице.

№	Тема лабораторной работы	Задание
1	Лабораторная работа №1. Марковский случайный процесс. Уравнения Колмогорова (ОПК-1.2,3, ОПК-8.2,3)	<p>1. Привести граф состояний и переходов (ГСП) системы массового обслуживания (СМО), которая может находиться в n возможных состояниях ($n \geq 4$).</p> <p>2. Задать плотность вероятностей перехода λ_{ij} системы из состояния S_i в S_j</p> $\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(\Delta t)}{\Delta t}$ <p>и начальное состояние системы. Обосновать из каких практических соображений может создаваться значения λ_{ij}.</p> <p>3. Составить системы дифференциальных уравнений Колмогорова для определения вероятностей состояния системы.</p> <p>4. Составить систему уравнений для определения предельных (финальных) вероятностей состояния системы.</p> <p>5. Составить блок-схему алгоритма программы для определения вероятностей состояний системы на отрезке времени $[0; T]$ с шагом h и предельных вероятностей системы.</p> <p>6. Исследовать (численно) ГСП системы на «чувствительность» (устойчивость) относительно вероятностей перехода λ_{ij}.</p> <p>7. Приведенный ГСП истолковать из соображений его использования на практике.</p> <p>8. Сравнить численное решение системы дифференциальных уравнений по своей программе с решением, полученным по стандартной программе, предназначенной для решения дифференциальных уравнений.</p>
2	Лабораторная работа №2. Одноканальная СМО с отказами	<p>Решение задачи сводится к выбору одного из 2 вариантов а или б: А) СМО можно укомплектовать m единицами однотипных</p>

№	Тема лабораторной работы	Задание
	(ОПК-1.2,3, ОПК-8.2,3)	<p>ресурсов с производительностью λ_a</p> <p>Б) СМО можно укомплектовать n единицами однотипных ресурсов с производительностью λ_b</p> <p>Средний объем работ, выполняемых СМО составляет W единиц работы. При решении задачи принять следующие допущения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Плотность распределения длительности интервалов между поступлениями заявок имеет вид $\lambda * e^{-\lambda t}$ 2) Плотность распределения длительности обслуживания имеет вид: $\mu * e^{-\mu t}$ <p>Выбрать наиболее оптимальный в некотором смысле вариант решения задачи и провести анализ задачи на чувствительность. При решении задачи учитывать следующие параметры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) График-интенсивность $\rho = \lambda / \mu$ 2) Вероятность незанятости обслуживающего прибора $P = 1 - \rho$ 3) Среднее количество заявок в системе $\rho / (1 - \rho)$ 4) Средняя длина очереди $\rho^2 / (1 - \rho)$ 5) Продолжительность пребывания заявки в системе $1 / (\mu - \lambda)$ 6) Продолжительность пребывания заявки в очереди $\lambda / (\mu^2 - \mu * \lambda)$
3	Лабораторная работа №3. Многоканальная СМО с отказами (ОПК-1.2,3, ОПК-8.2,3)	<p>Рассмотреть n-канальную СМО с отказами, которую необходимо укомплектовать n единицами однотипных ресурсов с производительностью μ_a и μ_b.</p> <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вероятности состояний системы на интервале $[0; T]$ с шагом h; • предельные вероятности системы; • вероятность отказа в обслуживании заявки; • относительную пропускную способность системы; • абсолютную пропускную способность системы; • среднее число занятых каналов. <p>При решении задачи считать, что:</p> <ul style="list-style-type: none"> • плотность распределения длительности интервалов между поступлениями заявок имеет вид: $\lambda e^{-\lambda t}$ • плотность распределения длительности обслуживания имеет вид $\mu e^{-\mu t}$ <p>Найти наиболее предпочтительный вариант решения задачи по выбранному критерию (критериям) оптимальности. Привести пример практического истолкования работы СМО.</p>
4	Лабораторная работа №4. Одноканальная СМО с очередью (ОПК-1.2,3, ОПК-8.2,3)	<p>При решении задачи принять следующие допущения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) плотность распределения длительности интервалов между поступлениями заявок имеет вид $\lambda * e^{-\lambda t}$; 2) плотность распределения обслуживания заявок имеет вид $\mu * e^{-\mu t}$; 3) число мест в очереди ограничено числом m.

№	Тема лабораторной работы	Задание
		<p><u>Определить следующие характеристики:</u></p> <p>1) трафик интенсивности работы: $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$</p> <p>2) вероятность отказа в обслуживании заявки: $P_{отк} = \frac{(1-\rho)\rho^{m+1}}{1-\rho^{m+2}}$</p> <p>3) относительную пропускную способность СМО (вероятность того, что заявка будет принята к обслуживанию): $q = 1 - P_{отк}$</p> <p>4) абсолютную пропускную способность (среднее число заявок, которое может обслужить СМО в единицу времени): $A = \lambda q$</p> <p>5) среднюю длину очереди: $\bar{r} = \frac{\rho^2(1-(m+1-m\rho)\rho^m)}{(1-\rho)(1-\rho^{m+2})}$</p> <p>6) среднее число заявок в системе: $\bar{k} = \bar{r} + \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}}$</p> <p>7) среднюю продолжительность пребывания заявки в очереди: $t_{ож} = \frac{\rho}{\mu} * \bar{r}$</p> <p>8) среднее время пребывания заявки в системе: $t_{СМО} = t_{ож} + t_{обс} = t_{ож} + \frac{q}{\mu}$</p> <p>9) средний объём работы, выполняемый системой ежедневно: $W = A \cdot t$</p>
5	Лабораторная работа №5. Многоканальная СМО с очередью (ОПК-1.2,3, ОПК-8.2,3)	<p>Для рассматриваемой системы определить её производительность так чтобы выполнялись выбранные критерии оптимальности (минимум 2 критерия). При решении задачи принять следующие допущения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Плотность распределения интервала между поступлениями заявок имеет вид: $\lambda e^{-\lambda t}$ • Плотность распределения обслуживания заявок имеет вид: $\mu e^{-\mu t}$ • Число мест в очереди ограничено числом m, n – число каналов <p>а также определить следующие характеристики</p> $P_{отк} = P_{n+m} = \frac{\rho^{m+n}}{n^n n!}$ <ul style="list-style-type: none"> • Вероятность отказа: • Относительную пропускную способность: $q=1-P_{отк}$ • Абсолютную пропускную способность: $A=\lambda q$ • Среднее число занятых каналов: $\bar{z} = A/\mu$ • Среднее число заявок в очереди:

№	Тема лабораторной работы	Задание
		$\bar{r} = \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} P_0 (1 + 2\kappa + 3\kappa^2 + \dots + m\kappa^{m-1}), \kappa = \rho/n$ <ul style="list-style-type: none"> Среднее число заявок в системе: $\bar{k} = \bar{z} + \bar{r}$ Среднее время ожидания заявки в очереди: $\bar{t}_{ож} = \frac{\rho^n P_0}{n\mu n!} (1 + 2\frac{\rho}{n} + 3(\frac{\rho}{n})^2 + \dots + m(\frac{\rho}{n})^{m-1});$ Среднее время пребывания заявки в системе: $\bar{t}_{смо} = \bar{t}_{ож} + \bar{t}_{обсл} = \bar{t}_{ож} + \frac{q}{\mu}$

В процессе демонстрации результатов студенту может быть предложено ответить на несколько вопросов, связанных с тематикой работы. Полные перечни контрольных вопросов приведены в методических указаниях. Примерный перечень вопросов приведен в следующей таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Лабораторная работа №1. Марковский случайный процесс. Уравнения Колмогорова (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	-Пример Марковского случайного процесса. -Марковские цепи. -Марковские случайные процессы с дискретным и непрерывным временем перехода. -Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности.
2	Лабораторная работа №2. Одноканальная СМО с отказами (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	- Системы СМО с отказами. -Одноканальная модель с отказами.
3	Лабораторная работа №3. Многоканальная СМО с отказами (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	- Системы СМО с отказами. -Случайные процессы со счётным множеством состояний. -Случайные процессы с дискретным временем перехода. -Случайные процессы с непрерывным временем перехода. Описание потока заявок.
4	Лабораторная работа №4. Одноканальная СМО с очередью (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	-Дисциплина очереди. -Системы СМО с ограниченным и неограниченным ожиданием (длина очереди, время ожидания). Уравнение Эрланга. Установившийся режим обслуживания. Формулы Эрланга.
5	Лабораторная работа №5. Многоканальная СМО с очередью (ОПК-1.1, ОПК-8.1)	-Многоканальная СМО с ожиданием. -Определение основных характеристик многоканальных СМО. -Уравнение Эрланга.

Процедура "выполнения" лабораторных работ представляет собой качественную оценку знаний, умений и навыков студентов.

Количественная оценка предусматривается в процессе "защиты" лабораторных работ, а также сдачи экзамена.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основных понятий теории массового обслуживания; • одноканальных систем массового обслуживания; • многоканальных систем массового обслуживания; • основных понятия теории игр. 	Знание терминов, определений, понятий: основные понятия модели и способы оценки принимаемых решений, способы построения систем дифференциальных уравнений для определения искомых вероятностей, основные понятия теории массового обслуживания; одноканальные системы массового обслуживания; многоканальные системы массового обслуживания; основные понятия теории игр
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> • описывать математически случайные процессы, протекающие в простейших системах массового обслуживания; • давать рекомендации относительно рационального функционирования систем массового обслуживания; • в практических целях применять полученные знания. 	Освоение методик -умение решать практические задачи, выполнять типовые задания: использовать имеющиеся возможности для получения решения задачи, выполнять соответствующие математические расчеты, описывать математически случайные процессы, протекающие в простейших системах массового обслуживания; давать рекомендации относительно рационального функционирования систем массового обслуживания; в практических целях применять полученные знания.
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определения совокупности действий для достижения поставленной цели, в пределах СМО; • владения средствами анализа и моделирования СМО (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и 	Навыки решения стандартных/нестандартных задач: базовые приемы отладки программ, навыки применения методов написания соответствующих программ, навыки позволяющие определять совокупность действий для достижения поставленной цели, в пределах СМО; умение пользоваться средствами анализа и моделирования СМО (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные); навыки работы с готовым программным продуктом, а также навыками составления, тестирования и отладки собственных программ на алгоритмических языках высокого уровня.

программные); • навыками работы с готовым программным продуктом, а также навыками составления, тестирования и отладки собственных программ на алгоритмических языках высокого уровня.	
--	--

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные

		знаний		выводы
--	--	--------	--	--------

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Освоение методик - умение решать практические задачи, выполнять типовые задания	Не умеет решать практические задачи, выполнять типовые задания	С дополнительной помощью может решать практические задачи, выполнять типовые задания, допускает ошибки	Допускает неточности при решении практических задач и выполнении типовых заданий	Грамотно использует методики, умеет решать все практические задачи, выполнять все типовые задания
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий	С дополнительной помощью может выполнить выбор методики решения задач. При выполнении заданий допускает ошибки	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, допускает неточности при выполнении заданий	Самостоятельно может сделать выбора методики решения задач, выполняет все задания без ошибок
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверять решение и анализировать результаты	Проверяет решение, с дополнительной помощью может анализировать результаты	Проверяет решение в достаточном объеме, при анализе результатов допускает неточности	Обладает твердыми умениями проверки решения и анализа результатов
Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий	Не умеет качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет оформление решения задач и выполнения заданий корректно и понятно	Качественно и на высоком уровне оформляет решение задач и выполнения заданий

Оценка сформированности компетенций по показателю Иметь навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки решения стандартных/нестандартных задач	Не может выполнять решения стандартных задач	С дополнительной помощью может выполнить решения стандартных/нестандартных задач, допускает ошибки	Может выполнить решение стандартных/нестандартных задач, но допускает неточности	Самостоятельно может выполнить решение стандартных/нестандартных задач
Объём выполненных заданий	Не выполняет значительную часть заданий по дисциплине	Выполняет задания только по основному материалу дисциплины, не усвоил его деталей	Выполняет задания в достаточном объеме	Выполняет весь объём заданий. Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Качество выполнения трудовых действий	Не выполняет трудовые действия	Имеет навыки выполнения трудовых действий только по основному	Имеет навыки выполнения трудовых действий в достаточном	Обладает твердыми навыками выполнения трудовых действий по всему материалу дисциплины, владеет

		материалу дисциплины, не усвоил его деталей	объеме	дополнительными навыками
Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий	Не выполняет планирования выполнения трудовых действий	Допускает неточности при планировании выполнения трудовых действий	Самостоятельно и грамотно выполняет планирование выполнения большинства трудовых действий	Самостоятельно и грамотно выполняет планирование выполнения всех трудовых действий

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для лекционных занятий	оборудованы специализированной мебелью, мобильным или стационарным мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком, или компьютером на базе одно или двухъядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб; локальная сеть с пропускной способностью 100 Мбит/с
2	Компьютерные классы для проведения лабораторных занятий	оборудованы специализированной мебелью, компьютерами с установленными программными продуктами на базе одно или двухъядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб; локальная сеть с пропускной способностью 100 Мбит/с, принтеры или многофункциональные устройства форматов А4, А3.
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	оборудованы специализированной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Microsoft Visual Studio 2013	договор №63-14к от 02.07.2014
7	MatlabR2014b	лицензия № 362444 (10 компьютеров, сетевая)

		версия) Акт предоставления прав № Ах025341 от 06.07.2016
8	Система компьютерного тестирования знаний VeralTest (сетевая версия VeralSoft без ограничений)	электронное письмо от 06.04.2008

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Брусенцев А. Г. Исследование операций и теория игр : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 090303 / А. Г. Брусенцев, В. И. Петрашев, Ю. Д. Рязанов ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 258 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015061710591071800000657687>
2. Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО 010300 - Фундамент. информатика и информац. технологии / Б. А. Есипов. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 299 с. <http://e.lanbook.com/book/68467>
3. Ржевский, С. В. Исследование операций : учеб. пособие / С. В. Ржевский. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 475 с. <https://e.lanbook.com/book/32821>
4. Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учеб. пособие / Б. А. Есипов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 254 с.
5. Афанасьев, М. Ю. Прикладные задачи исследования операций : учеб. пособие по дисциплине нац.-регион. компонента для студентов вузов, обучающихся по направлению 080100 / М. Ю. Афанасьев, К. А. Багриновский, В. М. Матюшок. - Москва : ИНФРА-М, 2009. - 352 с.
6. Колокольцов, В. Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. - 1-е изд. - [Б. м.] : Лань, 2012. - 624 с. <https://e.lanbook.com/book/3551>
7. Горлач, Б. А. Исследование операций [Электронный ресурс] / Б. А. Горлач. - Москва : Лань, 2013. <https://e.lanbook.com/book/4865>
8. Вентцель, Е. С. Исследование операций : Задачи, принципы, методология : учеб. пособие / Е. С. Вентцель. - 2-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2001. - 208 с.
9. Афанасьев, М. Ю. Исследование операций в экономике : учеб. пособие / М. Ю. Афанасьев. - Москва : ИНФРА-М, 2003. - 443 с.
10. Протасов, И. Д. Теория игр и исследование операций : учеб. пособие / И. Д. Протасов. - 2-е изд. - Москва : Гелиос АРВ, 2006. - 368 с.
11. Косоруков, О. А. Исследование операций : учебник / О. А. Косоруков, А. В. Мищенко. - Москва : Экзамен, 2003. - 445 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://it.bstu.ru> – Сайт кафедры информационных технологий БГТУ им. В.Г. Шухова
2. <http://ntb.bstu.ru>. - Официальный сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова
3. <http://www.wikiznanie.ru> - «Система массового обслуживания»- электронный портал
4. <http://kdinf.ru> - «Теория массового обслуживания»- научно-образовательные ресурсы
5. <http://www.booksterier.ru> - «Методы исследования операций»- электронная библиотека
6. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015061710591071800000657687>. А. Г. Брусенцев, В. И. Петрашев, Ю. Д. Рязанов/Исследование операций и теория игр : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 090303.БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012, 258с.
7. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920594188217400007497> А. Г. Брусенцев, В. С.

Брусенцева/Исследование операций и теория игр : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направлений бакалавриата 230100, 231000 и специальности 090903 БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013, 35с.