

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

---

Экономический факультет  
Кафедра системного анализа и информатики

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры системного  
анализа и информатики

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

№ \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.22 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

*(индекс и наименование дисциплины (модуля), в соответствии с учебным планом)*

по направлению подготовки  
38.03.05 Бизнес-информатика  
*(код и наименование направления подготовки)*

Бизнес-аналитика  
*направленность (профиль)*

Бакалавр  
*квалификация выпускника*

Очная  
*форма обучения*

*набор 2018 г.*

Москва, 2017 г.

**Автор—составитель:**

**К.Т.Н., доцент**

*(ученое звание, ученая степень, должность)*

**Маруев С. А.**

*(Ф.И.О.)*

**Заведующий кафедрой системного анализа и информатики**

*(наименование кафедры)*

**К.Т.Н., доцент**

*(ученая степень и(или) ученое звание )*

**Маруев С. А.**

*(Ф.И.О.)*

## СОДЕРЖАНИЕ

(НУЖНО УКАЗАТЬ СВОИ СТРАНИЦЫ)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....с.
2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....с.
3. Содержание и структура дисциплины (модуля).....
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....с....
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....с.
- 6.1. Основная литература.....
- 6.2. Дополнительная литература.....
- 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....
- 6.4. Нормативные правовые документы.....
- 6.5. Интернет-ресурсы.....
- 6.6. Иные источники.....
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы**

1.1. Дисциплина «Исследование операций» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-2	проведение исследования и анализа рынка информационных систем и информационно-коммуникативных технологий	2.3	Способность проводить исследования и анализ рынка информационных систем и информационно-коммуникативных технологий в профессиональной деятельности

**Менеджер продуктов в области информационных технологий.** Приказ Минтруда России от 20.11.2014 N 915н (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2014 N 35273)

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
С - Управление серией продуктов и группой их менеджеров. Заказ и анализ результатов технологических исследований в интересах серии продуктов (С/01.6) Разработка бизнес-планов, ценовой политики и стратегии развития серии продуктов (С/02.6) Заключение партнерских соглашений и развитие отношений с партнерами (С/01.3) Управление бюджетом серии продуктов (С/01.4) Управление группой менеджеров продуктов (С/01.5) Продвижение продуктов (С/01.6) Заказ и контроль выполнения программы проектов по созданию, развитию, выводу на рынок и продажам продуктов серии (С/01.7) Управление патентами на технологии, создаваемые в рамках продуктов (С/01.8) Разработка предложений по приобретению и продаже технологических, продуктовых и прочих интеллектуальных активов и организаций (С/01.9)	2.3	на уровне знаний: Знает основные понятия и математические модели исследования операций; методы оптимальных решений, необходимых для моделирования, анализа и решения задач, возникающих в практической экономической деятельности
		на уровне умений: умеет применять основные количественные и качественные методы принятия управленческих решений;
		на уровне навыков: владеет навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов.

## 2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Исследование операций» имеет индекс Б1.В.ОД.22, объем 144 академических часа, 4 з.е., изучается на 4 курсе в 7 семестре в соответствии с учебным планом. Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем - 56 часов, на самостоятельную работу обучающихся - 52 часа; форма промежуточной аттестации - экзамен.

Дисциплина «Исследование операций» комплексная математическая дисциплина, занимающаяся разработкой и применением математических моделей принятия оптимальных решений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: линейная алгебра и аналитическая геометрия, математический анализ, теория вероятностей и математическая статистика, дифференциальные и разностные уравнения; теоретические основы информатики, имитационное моделирование. Наименования последующих учебных дисциплин логистика: рынки ИКТ и организация продаж.

### 3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости <sup>4</sup> , промежуточно й аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Основные понятия исследования операций	8	4		2		2	
Тема 2	Основы линейного программирования. Симплекс-метод решения задач Л.П.	16	4	2	4		6	КР 1
Тема 3	Марковские модели принятия решений	14	2		4		8	
Тема 4	Основы теории массового обслуживания	14	4		4		6	
Тема 5	Принятие решений в условиях риска и неопределённости	16	4		4		8	
Тема 6	Элементы теории игр	14	4		2		8	
Тема 7	Методы сетевого планирования	16	2	2	4		8	
Тема 8	Введение в имитационное моделирование	10	4				6	КР-2
	Промежуточная аттестация	36		-	-			Экзамен
Всего по дисциплине		144	28	4	24		52	

\* – при применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с учебным планом;

\*\* – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т), контрольная работа (КР), коллоквиум (К), эссе (Э), реферат (Р), диспут (Д) и др.

#### Содержание тем дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия исследования операций.

Операция. Эффективность операции. Математическая модель операции. Общая постановка задачи исследования операции. Оценка операции по нескольким показателям.

**Тема 2. Основы линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.**

Общая постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Геометрический метод решения ЗЛП. Симплексный метод решения ЗЛП. Симплексные таблицы. Метод искусственного базиса. Взаимно двойственные ЗЛП и их свойства. Теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их смысл. Экономико-математическая модель транспортной задачи (ТЗ). Нахождение первоначального базисного распределения поставок. Распределительный метод решения ТЗ. Метод потенциалов решения ТЗ. Открытая модель ТЗ. Постановка задачи целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Понятие о методе ветвей и границ.

**Тема 3. Марковские модели принятия решений.**

Марковский случайный процесс с дискретными состояниями. Поток событий. Простейший поток и его свойства. Пуассоновские потоки событий и непрерывные марковские цепи. Предельные вероятности состояний. Марковская задача принятия решений.

**Тема 4. Основы теории массового обслуживания.**

Задачи теории массового обслуживания. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания. СМО с отказами, с ожиданием, с ограниченным временем ожидания. Замкнутые СМО.

**Тема 5. Принятие решений в условиях риска и неопределённости.**

Одноэтапные и многоэтапные процедуры принятия решений в условиях риска. Использование экспериментальных данных при принятии решения в условиях риска. Принятие решения в условиях неопределённости.

**Тема 6. Элементы теории игр**

Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2х2. Приведение матричной игры к ЗЛП.

**Тема 7. Методы сетевого планирования**

Сетевая модель и ее основные элементы. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевого графика. Понятие о пути. Временные параметры сетевых графиков. Резервы событий, резервы операций.

**Тема 8. Введение в имитационное моделирование**

Основные понятия и этапы имитационного моделирования. Моделирование случайных величин и случайных событий. Имитационное моделирование как вычислительный эксперимент.

**4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Исследование операций», используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся: при проведении занятий лекционного типа: беседа (диалог) с обучающимися, при проведении занятий семинарского типа: контрольная работа, домашнее задание

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание
Тема 2	Домашнее задание   Контрольная работа 1.
Тема 3	Домашнее задание

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 4	Домашнее задание
Тема 5	Домашнее задание
Тема 6	Домашнее задание
Тема 7	Домашнее задание
Тема 8	Домашнее задание Контрольная работа 2.

Примерные задачи для домашних заданий	
Тема 1. Линейное программирование. Графический метод.	
<b>Задача 1.</b>	<p>Решить графическим методом задачу с двумя переменными:</p> $Z(X) = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max, \begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 0 \\ -x_1 + x_2 \leq 3 \\ 3x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ 2x_1 - 5x_2 \geq 0 \end{cases}, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$
<b>Задача 2.</b>	<p>Решить графическим методом задачу с n переменными:</p> $Z(X) = 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 4x_4 \rightarrow \min, \begin{cases} 13x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 7x_4 = 8 \\ -7x_1 + 2x_2 - x_3 + 4x_4 = -2 \end{cases},$ $x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$
Тема 2. Симплексный метод.	
<b>Задача 3.</b>	<p>Решить симплексным методом задачу:</p> $Z(X) = 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \rightarrow \max, \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 2 \\ -3x_1 - 6x_2 + 3x_3 \geq -5, x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 = 3 \end{cases}$
<b>Задача 4.</b>	<p>Решить задачу методом искусственного базиса:</p> $Z(X) = 7x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4 \rightarrow \min, \begin{cases} -10x_1 - x_2 + 2x_3 + 3x_4 = -2 \\ 6x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 18 \end{cases},$ $x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$
Тема 3. Двойственные задачи.	
<b>Задача 5.</b>	<p>Составить и решить симплексным методом задачу, двойственную данной:</p> $Z(X) = 2x_1 + 4x_2 + 6x_3 \rightarrow \min, \begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq 5 \\ 2x_2 + 2x_3 \geq 2 \end{cases}, x_j \geq 0, j = 1, 2, 3.$ <p>Используя полученное решение и первую теорему двойственности, найти решение исходной задачи.</p>
<b>Задача 6.</b>	<p>Составить и решить графическим методом задачу двойственную данной:</p> $Z(X) = -2x_1 + 4x_2 + 14x_3 + 2x_4 \rightarrow \min, \begin{cases} -2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 = 6 \\ -x_1 + 2x_2 + 4x_3 - 5x_4 = 30 \end{cases},$ $x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$ <p>Используя полученное решение и вторую теорему двойственности, найти решение исходной задачи.</p>

Тема 4. Целочисленное программирование.										
Задача 7.	Найти оптимальное целочисленное решение задачи методом Гомори: $Z(X) = -2x_1 - x_2 + 6x_3 \rightarrow \max, \begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 2 \\ -x_2 + 2x_3 \leq 3 \\ -2x_2 + 3x_3 \leq 6 \end{cases}, x_j \geq 0, x_j \text{ -целые, } j = 1, 2, 3.$									
Тема 5. Транспортные задачи.										
Задача 8.	Решить транспортную задачу методом потенциалов:									
	$a_i$	$b_j$	200	200	300	300	100			
	300		4	6	3	4	1			
	200		7	3	5	2	2			
	100		5	3	2	4	4			
	100		2	3	4	6	5			
	200		1	4	4	3	3			
Задача 9.	Решить методом потенциалов транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность.									
	$x_{43} \leq 50, x_{21} \geq 100$									
	$a_i$	$b_j$	100	200	100	100				
	100		1	3	1	2				
	200		4	7	3	5				
	50		3	4	1	6				
	100		7	8	3	6				
Тема 6. Нелинейное программирование. Классические методы оптимизации.										
Задача 10.	Найти локальный экстремум функции: $Z = x^2 + xy + y^2 + x - y + 1$ .									
Задача 11.	Найти наибольшее и наименьшее значения функции $Z = x_1^2 + 2x_2 - 3$ в области решений									
	системы неравенств $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 10 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}.$									
Задача 12.	Методом Лагранжа найти условный экстремум функции: $Z = x_1x_2 + x_2x_3 \text{ при } \begin{cases} x_1 - x_2 = 2 \\ x_2 + 2x_3 = 4 \end{cases}.$									
Тема 7. Выпуклое программирование.										
Задача 13.	Решить задачу квадратичного программирования: $Z = 2x_1 + 4x_2 - x_1^2 - 2x_2^2 \rightarrow \max,$									
	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ 2x_1 - x_2 \leq 12 \end{cases}, x_1x_2 \geq 0.$									
Задача 14.	Найти методом скорейшего спуска с точностью до 0,01 минимум функции $Z = 2x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 - x_1 - x_2 + 1$ при ограничениях $x_1^2 + x_2^2 \leq 4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ .									
Тема 8. Динамическое программирование.										
Задача 15.	Найти оптимальное распределение средств $s_0 = 9$ ед. между тремя ( $n = 3$ ) предприятиями при условии, что прибыль $f(x)$ , полученная от каждого предприятия, является функцией от вложенных в него средств $x$ . Вложения кратны $\Delta x = 1$ , а функции $f(x)$ заданы таблично.									
	$x$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$f_1(x)$	5	9	12	14	15	18	20	24	27



	$f_2(x)$	7	9	11	13	16	19	21	22	25
	$f_3(x)$	6	10	13	15	16	18	21	22	25
Задача 16.	Найти оптимальное распределение ресурсов $s_0 = 40000$ между двумя отраслями производств I и II в течение 4 лет, если даны функции доходов $f_1(x) = 0,4x$ и $f_2(x) = 0,3x$ для каждой отрасли, функции возврата $\varphi_1(x) = 0,5x$ и $\varphi_2(x) = 0,8x$ . По истечении года только все возвращенные средства перераспределяются, доход в производство не вкладывается.									
Задача 17.	Даны: первоначальная стоимость оборудования $p_0 = 8000$ , его ликвидная стоимость $\varphi(t)$ , стоимость содержания $r(t)$ в течение года оборудования возраста $t$ лет, $n = 5$ - срок эксплуатации, в конце которого оборудование продается. Критерий оптимальности – суммарные затраты на эксплуатацию оборудования в течение пяти лет с учетом первоначальной покупки и последующей продажи.									
	$t$	0	1	2	3	4	5			
	$\varphi(t)$	-	6000	5000	3000	1000	500			
	$r(t)$	600	800	1100	1500	2000	-			
Составить математическую модель, записать уравнения Беллмана и решить графически.										
Тема 9. Сетевые модели.										
Задача 18.	Для сетевого графика найти все полные пути, критический путь; рассчитать ранние и поздние сроки совершения событий, начала и окончания работы; определить резервы времени полных путей и событий, резервы времени (полные, частные резервы первого вида, свободные и независимые) работ и коэффициенты напряженности работ.									

#### 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

##### 4.2 . 1. Материалы текущего контроля успеваемости

#### Текущий контроль

В процессе изучения курса слушатели должны выполнить 8 домашних заданий по темам дисциплины. Каждое задание выполняется после изучения соответствующей темы и является составляющей итоговой оценки. Кроме этого в течение семестра проводится две контрольные работы, которые так же оцениваются в баллах. Отдельные баллы начисляются за активную работу на занятиях и посещаемость лекций.

#### Примерные задачи для домашних заданий

#### 6.4. Примерные варианты контрольных работ

##### Вариант контрольной работы №1

<b>Задача 1.</b>	<p>Цех может выпускать два вида продукции: шкафы и тумбы по телевизоры.</p> <p>На каждый шкаф расходуется 3,5 м стандартных ДСП, 1 м листового стекла и 1 человеко-день трудозатрат. На тумбу – 1 м ДСП, 2 м стекла и 1 человеко-день трудозатрат.</p> <p>Прибыль от продажи 1 шкафа составляет 200 у. е., а 1 тумбы – 100 у.е.</p> <p>Материальные и трудовые ресурсы ограничены: в цехе работают 150 рабочих, в день нельзя израсходовать больше 350 м ДСП и более 240 м стекла. Какое количество шкафов и тумб должен выпускать цех, чтобы сделать прибыль максимальной? Найти решение задачи графическим методом</p>																												
<b>Задача 2.</b>	<p>Для изготовления тортов и пирожных используются пять видов кондитерских добавок. Исходные данные приведены в таблице. Составить план выпуска продукции так, чтобы обеспечить максимум прибыли и решить задачу симплексным методом.</p> <table><tr><td>Виды добавок</td><td>Торты</td><td>Пирожные</td><td>Запасы</td></tr><tr><td>Ванилин</td><td>3</td><td>1</td><td>18</td></tr><tr><td>Кокосовая стружка</td><td>1</td><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>Какао</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>Сахарная пудра</td><td>0,25</td><td>0,25</td><td>2</td></tr><tr><td>Разрыхлитель</td><td>0,45</td><td>0,21</td><td>3</td></tr><tr><td>Прибыль</td><td>150</td><td>75</td><td>-</td></tr></table>	Виды добавок	Торты	Пирожные	Запасы	Ванилин	3	1	18	Кокосовая стружка	1	0	5	Какао	0	1	8	Сахарная пудра	0,25	0,25	2	Разрыхлитель	0,45	0,21	3	Прибыль	150	75	-
Виды добавок	Торты	Пирожные	Запасы																										
Ванилин	3	1	18																										
Кокосовая стружка	1	0	5																										
Какао	0	1	8																										
Сахарная пудра	0,25	0,25	2																										
Разрыхлитель	0,45	0,21	3																										
Прибыль	150	75	-																										
<b>Задача 3.</b>	<p>Составить решить симплексным методом задачу двойственную к данной:</p> $Z = x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ -x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \end{cases}$ <p>. Используя решение двойственной задачи найти решение исходной задачи.</p>																												

### Вариант контрольной работы №2

№	Задание																																				
1.	<p>Решить транспортную задачу методом потенциалов:</p> <table><tr><td><math>a_i \backslash b_j</math></td><td>300</td><td>200</td><td>400</td><td>300</td><td>100</td></tr><tr><td>300</td><td>4</td><td>6</td><td>3</td><td>4</td><td>1</td></tr><tr><td>200</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>100</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>500</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>200</td><td>1</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	$a_i \backslash b_j$	300	200	400	300	100	300	4	6	3	4	1	200	7	3	2	2	2	100	5	4	2	3	4	500	2	3	4	6	5	200	1	4	4	3	3
$a_i \backslash b_j$	300	200	400	300	100																																
300	4	6	3	4	1																																
200	7	3	2	2	2																																
100	5	4	2	3	4																																
500	2	3	4	6	5																																
200	1	4	4	3	3																																
2.	<p>Найти методом скорейшего спуска с точностью до 0,001 минимум функции</p> $Z = 4x_1^2 - 5x_1x_2 + x_2^2 - 3x_1 - x_2 + 5$ <p>при ограничениях <math>x_1^2 + x_2^2 \leq 16</math>, <math>x_1 \geq 0</math>, <math>x_2 \geq 0</math>.</p>																																				
3.	<p>Найти оптимальное распределение ресурсов <math>s_0 = 40000</math> ед. между двумя отраслями производства I и II в течении 6 лет, если даны функции доходов <math>f_1(x) = 0,2x</math> и <math>f_2(y) = 0,6y</math> для каждой отрасли, функции возврата <math>g_1(x) = 0,4x</math> и <math>g_2(y) = 0,5y</math>. По истечении года перераспределяются только все возвращенные средства, прибыль не вкладывается.</p>																																				

### Шкала оценивания текущего контроля.

10-балльная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, знакомство с дополнительной литературой, полный и правильный ответ, творческий подход в понимании и изложении учебного материала, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
9	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, полный и правильный ответ, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
8	Отлично	Зачтено	Полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, полное выполнение мероприятий текущего контроля.
7	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля.
6	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля и при ответе.
4	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий промежуточного контроля и при ответе.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются существенные погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля, допущены существенные ошибки при ответе, необходима некоторая дополнительная работа.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются пробелы в знаниях по значительной части учебного материала, допущены существенные ошибки при ответе, необходима значительная дополнительная учебная работа.
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Не выполнены предусмотренные программой задания, не отработаны практические или лабораторные занятия, необходимы дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Нарушение академических норм (плагиат и т.п.)

#### 4.3. Формы, методы (средства) промежуточной аттестации.

##### 4.3.1. Итоговый контроль

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен (в соответствии с учебным планом), который проводится в письменной форме

На экзамен выносятся основные вопросы, рассматриваемые в рамках всего курса. Основой для определения оценки на экзаменах служит объем и уровень усвоения студентами материала, предусмотренного программой данного курса.

И подведения итогов по результатам выполнения заданий текущего контроля успеваемости. Для контроля усвоения данного курса учебным планом предусмотрен экзамен, оценка за который складывается из ранее полученных баллов и баллов за ответ на экзамене. Максимальный результат освоения дисциплины равен 100 баллам

#### **Шкала расчёта баллов приведена в таблице**

Составные части экзамена	Сумма баллов
домашние задания	0-18
посещаемость	0-10
активность	0-15
контрольные работы	0-32
ответ на экзамене	0-25

#### **6.5. Список вопросов для подготовки к экзамену**

1. Математическое программирование.
2. Экономико-математическая модель.
3. Переменные задачи.
4. Система ограничений.
5. Целевая функция.
6. Общая постановка задачи оптимизации.
7. Линейное программирование.
8. Постановка задачи линейного программирования.
9. Допустимое решение.
10. Оптимальное решение.
11. Каноническая форма задачи линейного программирования.
12. Стандартная форма задачи линейного программирования.
13. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду.
14. Правило ввода балансовых переменных.
15. Выпуклое множество точек.
16. Внутренние, граничные и угловые точки.
17. Замкнутые и ограниченные множества точек.
18. Геометрический смысл решений уравнений, неравенств и их систем.
19. Вектор нормали и линии уровня.
20. Алгоритм графического метода решения задач линейного программирования с двумя переменными.
21. Приведение задачи линейного программирования к стандартному виду.
22. Графический метод решения задач линейного программирования с  $n$  переменными.
23. Сущность и геометрическая интерпретация симплексного метода.
24. Алгоритм построения опорного решения.
25. Сущность симплексного метода.
26. Общий вид симплексной таблицы.
27. Критерий оптимальности при решении задачи на максимум и на минимум.
28. Правило перехода от одной симплексной таблицы к другой.
29. Не единственность оптимального решения задач на максимум и на минимум.
30. Появление вырожденного решения задач на максимум и на минимум.
31. Отсутствие конечного оптимума решения задач на максимум и на минимум.

32. Алгебраический, геометрический и экономический смысл симплексного метода.
33. Сущность метода искусственного базиса.
34. Выводы о решении задачи линейного программирования методом искусственного базиса.
35. Понятие двойственных задач.
36. Симметричные двойственные задачи.
37. Алгоритм составления математической модели симметричной двойственной задачи.
38. Несимметричные двойственные задачи.
39. Алгоритм составления математической модели несимметричной двойственной задачи.
40. Смешанные двойственные задачи.
41. Первая теорема двойственности.
42. Экономический смысл первой теоремы двойственности.
43. Вторая теорема двойственности.
44. Общая формулировка задачи целочисленного программирования.
45. Метод Гомори.
46. Понятие о методе ветвей и границ.
47. Таблица исходных данных транспортной задачи.
48. Математическая модель транспортной задачи.
49. Приведение открытой задачи к закрытому виду.
50. Опорное решение.
51. Понятие цикла.
52. Метод вычеркивания.
53. Метод северо-западного угла.
54. Метод минимальной стоимости.
55. Алгоритм метода потенциалов.
56. Вырожденность в транспортных задач.
57. Понятие локальный и глобальный экстремумы.
58. Необходимое условие экстремума.
59. Достаточные условия экстремума.
60. Теорема Вейерштрасса и следствия из нее.
61. Условный экстремум.
62. Метод множителей Лагранжа.
63. Выпуклые и вогнутые функции.
64. Постановка задачи выпуклого программирования.
65. Функция Лагранжа задачи выпуклого программирования.
66. Теорема Куна – Таккера.
67. Алгоритм решения задачи квадратичного программирования.
68. Производная по направлению и градиент.
69. Приближенное решение задач выпуклого программирования градиентным методом.
70. Динамическое программирование.
71. Общая постановка задачи динамического программирования.
72. Особенности модели динамического программирования.
73. Принцип оптимальности.
74. Уравнения Беллмана.
75. Общая схема применения метода динамического программирования.
76. Сетевая модель и ее основные элементы.
77. Сетевые методы планирования и управления проектом. Метод критического пути (CPM) и метод анализа и оценки программ (PERT), их отличия.
78. Порядок и правила построения сетевых графиков.
79. 79. Упорядочение сетевого графика.
80. 80. Понятие о пути.

81. 81. Временные параметры сетевых графиков.
82. 82. Резервы событий, резервы операций.
83. 83. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.
84. 84. Одноканальная система массового обслуживания с отказами.
85. 85. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.

#### 4.3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

##### **Критерии оценки знаний, умений, навыков при сдаче экзамена:**

- оценка "отлично" выставляется студенту, показавшему глубокое и всестороннее знание и понимание учебного материала, предусмотренного программой курса, грамотно и правильно отвечающему на все вопросы билета и дополнительные вопросы;
- оценка "хорошо" выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного программой курса, без существенных недочетов, ответившему на все вопросы экзаменационного билета, но некоторые ответы являются не совсем полными.
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала, предусмотренного программой курса, в объеме необходимом для дальнейшей работы, но допустившему погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене;
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знании основного материала, предусмотренного программой курса, допустившему принципиальные ошибки в ответе на экзамене и при выполнении дополнительных экзаменационных заданий, предусмотренных программой.

Пересдача экзамена (в случае получения студентом оценки "неудовлетворительно") осуществляется в установленном порядке.

#### 4.4. Методические материалы по проведению промежуточной аттестации

Экзамен проводится в соответствии с графиком учебного процесса с учетом проведения мониторинга уровня освоения компетенции по результатам выполнения самостоятельных заданий и контрольных работ. Оценивание осуществляется в соответствии со шкалой оценивания. Студентам, не выполнившим домашние задания и (или) контрольные работы, по уважительным причинам, предоставляется возможность их выполнения и сдачи.

### **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины большая роль отводится самостоятельной работе студентов в соответствии с предусмотренным учебным планом. Она включает:

- дополнительную проработку материала изученного на лекциях и практических занятиях;
- подготовку к практическим занятиям.
- в процессе изучения дисциплины «Исследование операций» студенты должны самостоятельно проработать следующие темы:

№ темы	Наименование темы	Количество часов
1	Геометрия выпуклых множеств	6
2	Графы и сети	6
4	Модели целочисленного программирования	6
6	Модели управления запасами	6

Дисциплина включает 8 тем. На освоение каждой темы отводится от 4 до 6 часов аудиторной работы и от 1 до 2 самостоятельной.

**1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.** Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины: Изучение конспекта лекции в тот же день после

лекции – 10-15 минут. Повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут. Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю. Подготовка к практическому занятию – 1 час. Тогда общие затраты времени на освоение курса студентами составят около 2,5 часа в неделю.

**2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).** Следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий: 1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10-15 минут). 2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут). 3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке и для решения задач (по 1 часу). 4. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и разобрать примеры на компьютере. Решая упражнение или задачу, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи.

**4. Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются и книги. Литературу по курсу желательно изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл, для чего служат и какими свойствами обладают используемые здесь математические модели. При изучении теоретического материала всегда полезно рисовать схемы или графики.

**5. Советы по подготовке к экзамену.** Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по дисциплине. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий структурного программирования, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

**6. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами.** При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольной работе необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача решается «по образцу» рассмотренного на практическом занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

При возникновении вопросов обратится к преподавателю на консультацию в установленное время.

Для подготовки письменных контрольных работ необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих практических занятий и лабораторных работ. Оформить работу в соответствии с установленными требованиями и сдать ее не позднее установленного срока преподавателем.

В течении курса преподаватель вправе предлагать студентам дополнительные задания повышенной сложности для начисления дополнительных баллов. Правила

выполнения данных заданий и начисления баллов объявляются преподавателем индивидуально для каждого задания повышенной сложности.

## **6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Основная литература.**

1. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: Учебное пособие. – М.: ИНФРА – М, 2012.
2. Афанасьев М.Ю., Багриновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций: Учеб. пособие – М.: ИНФРА-М, 2010. – 352 с.: ил.

### **6.2. Дополнительная литература.**

1. Волков И.К., Загоруйко Е.А., Исследование операций: Учеб. для вузов/ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 436 с.
2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н. Исследование операций в экономике. М.: ЮНИТИ, 2012.

### **6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.**

### **6.4. Нормативные правовые документы.**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп.).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «11» августа 2016 г. № 1002.
3. Нормативно-методические документы Минобрнауки России.
4. Устав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ».

### **6.5. Интернет-ресурсы, справочные системы.**

[intuit.ru](http://intuit.ru)  
[twirpx.com](http://twirpx.com)

## **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)**

Для реализации данной дисциплины (модуля), необходимы специализированные компьютерные аудитории для проведения всех видов контактной и самостоятельной работы. Аудитории должны быть оборудованы компьютерами в соответствии с минимальными техническими требованиями разработчиков программного обеспечения компании AnyLogic. Количество рабочих мест обучаемых должно быть не менее количества студентов в учебной группе. При использовании виртуальных машин должен быть единый защищенный сетевой ресурс, на котором обучаемые смогут сохранять результаты своей работы. В обязательном порядке в аудитории должна присутствовать проекционная аппаратура, обеспечивающая как показ презентаций по теме занятий, так и демонстрацию работы преподавателя в среде разработки в реальном режиме времени. Оборудование класса должно обеспечивать выход преподавателя и обучаемых в глобальную сеть Интернет для выполнения учебных занятий. К обязательному



программному обеспечению для поддержки образовательного процесса необходимо отнести:

Пакет AnyLogic Personal Learning E

**Список учебно-лабораторного оборудования:**

Копировальный аппарат;

Принтер;

Сканер.

**Технические и электронные средства обучения и контроля знаний студентов:**

LSD-проектор;

Ноутбук.