

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

---

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ  
ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗА ДАННЫХ  
ОТДЕЛЕНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

кафедра эконометрики и математической экономики

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры Эконометрики и  
математической экономики  
Протокол № 06 от «01» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

направление подготовки  
**09.03.03 Прикладная информатика**  
направленность (профиль)  
**«Прикладная информатика в экономике»**  
квалификация  
**бакалавр**  
очная форма обучения

Год набора – 2020

Москва, 2019 г.

**Автор—составитель:** д.э.н.,  
профессор кафедры Эконометрики и математической экономики

Сулицкий В.Н.

Заведующий кафедрой  
Эконометрики и математической экономики

Носко В. П.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. <u>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы</u> .....	4
2. <u>Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО</u> .....	5
3. <u>Содержание и структура дисциплины</u> .....	6
4. <u>Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине</u> .....	8
4.1. <u>Формы и методы текущего контроля успеваемости</u> .....	8
4.2. <u>Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся</u> .....	8
4.3. <u>Оценочные средства для промежуточной аттестации</u> .....	9
4.4. <u>Методические материалы</u> .....	14
5. <u>Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</u> .....	16
5.1. <u>Методические указания по вопросам на понимание лекционного материала</u> .....	16
5.2. <u>Методические указания по подготовке вопросов для самостоятельного изучения к занятиям практического (семинарского) типов</u> .....	16
5.3. <u>Методические рекомендации по подготовке к зачету с оценкой по дисциплине</u> .....	17
6. <u>Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</u> .....	18
6.1. <u>Основная литература</u> .....	18
6.2. <u>Дополнительная литература</u> .....	18
6.3. <u>Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы</u> .....	19
6.5. <u>Интернет-ресурсы</u> .....	20
6.6. <u>Иные источники</u> .....	20
7. <u>Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы</u> .....	21

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-1	способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1	Использование общеинженерных знаний, методов математического анализа для нахождения оптимальных решений прикладных задач
		ОПК-1.2	Применение методов математического моделирования для нахождения оптимальных решений социально-экономических задач
ОПК-6	способность анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1	Способность использовать знания методов математического анализа и дискретной математики для решения профессиональных задач социально-экономической тематики
ПК-7	способность проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	ПК-7.1	Проводить анализ и эффективный выбор информационного обеспечения для управления экономическими процессами

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

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
- применение своих знаний для проведения описания прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	ОПК-1.1	на уровне знаний: методы математического анализа и алгебры, применяемые при моделировании управленческих процессов
	ОПК-1.2	

		на уровне умений: применять методы математического анализа и алгебры при решении профессиональных задач
		на уровне навыков: минимальные навыки применения математического аппарата в профессиональной деятельности
-анализ, организация и управление экономическими процессами на основе составления математических моделей	ОПК-6.1	на уровне знаний: математические методы анализа при принятии решения
		на уровне умений: применять методы математического анализа и алгебры при решении профессиональных задач
		на уровне навыков: навыки использования методов системного анализа и математического моделирования в профессиональной деятельности
- применение своих знаний для проведения описания прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	ПК-7.1	на уровне знаний: знать основные направления в описании прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач
		на уровне умений: пользоваться своими знаниями для оценки качества информационного обеспечения решения прикладных задач
		на уровне навыков: стараться использовать передовые методы и технологии при разработке информационного обеспечения прикладных задач

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

Объем дисциплины в ЗЕ и в академических/астрономических часах – 7 ЗЕ (252/189 ч).

Количество академических/астрономических часов, выделенных на контактную работу по очной форме обучения – 96/72 часа (в т.ч. лекц. - 32 ч., практ. - 64 ч.); на самостоятельную работу обучающихся на очной форме – 120/90 часов.

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.04 «Исследование операций и методы оптимизации» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестре (очная форма обучения)

Дисциплина опирается на объем знаний, полученных при изучении курсов по математике, линейной алгебре и аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистике;

Форма промежуточной аттестации – зачёт с оценкой и экзамен

### 3. Содержание и структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Тема 1	Задачи и модели линейного программирования, симплексный метод	30	4		8		18	К. Р.
Тема 2	Транспортная задача и задача о назначениях, алгоритмы решения.	38	6		12		20	К. Р
Тема 3	Модели целочисленного линейного программирования	39	7		14		18	К. Р.
Тема 4	Методы теории игр в моделировании конфликтных ситуаций	37	5		10		22	К. Р.
Тема 5	Задачи нелинейного программирования.	35	5		10		20	К. Р.
Тема 6	Динамическое программирование	37	5		10		22	К. Р.
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой и экзамен		36						
Всего академ./астроном.час.:		252/189	32/24		64/48		120/90	

Примечание: \* – формы текущего контроля успеваемости: контрольные работы (К. Р.).

#### Содержание дисциплины

№ п/п	Название темы	Основные вопросы и положения, раскрывающие содержание темы
Тема 1.	Задачи и модели линейного программирования, симплексный метод	Постановка задачи линейного программирования, переменные, ограничения, целевая функция. Примеры экономико-математических моделей линейного программирования. Геометрический метод решения задачи линейного программирования (случай двух переменных), выпуклый

		<p>многоугольник допустимых решений и его угловые точки, линии уровня линейной функции цели. Симплексный метод, допустимые базисные решения системы ограничений, последовательное улучшение решений, критерии оптимальности решения при отыскании максимума и минимума целевой функции. Метод симплексных таблиц. Взаимно двойственные задачи линейного программирования, экономическая интерпретация задачи, двойственной задаче об использовании ресурсов. Первая теорема двойственности и ее экономический смысл. Вторая теорема двойственности и ее использование для нахождения решения двойственной задачи (двойственный симплексный метод). Объективно обусловленные оценки ресурсов и их экономический смысл. Анализ чувствительности решений по отношению к изменениям параметров задачи линейного программирования.</p>
Тема 2.	Транспортная задача и задача о назначениях, алгоритмы решения	<p>Экономико-математическая модель транспортной задачи, экономический смысл ее системы ограничений и целевой функции. Нахождение первоначального базисного распределения поставок. Распределительный метод, оценки свободных клеток, критерий оптимального распределения поставок. Закрытая и открытая модели транспортной задачи, сведение открытой задачи к закрытой модели. Задача о назначениях, ее экономический смысл. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.</p>
Тема 3.	Модели целочисленного линейного программирования	<p>Общая постановка задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения, понятие правильного отсечения. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Примеры задач целочисленного линейного программирования</p>
Тема 4.	Методы теории игр в моделировании конфликтных ситуаций	<p>Принятие решений в экономических системах: конфликтные ситуации. Основные понятия игры двух лиц с нулевой суммой: стратегии игроков, платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры. Оптимальное решение игры, седловая точка. Решение игр в смешанных стратегиях. Приведение матричной игры к двойственным задачам линейного программирования. Примеры решения игровых задач в экономике и бизнесе.</p>
Тема 5.	Задачи нелинейного программирования	<p>Общая постановка задачи нелинейного программирования. Геометрический метод</p>

		решения задач нелинейного программирования. Классические методы оптимизации, условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Выпуклое программирование. Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации.
Тема 6.	Динамическое программирование	Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана, $n$ – шаговый процесс управления, уравнения состояний, условный максимум целевой функции, условно оптимальное управление. Задача о распределении средств между предприятиями. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на $n$ лет.

#### 4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

##### 4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Контрольная работа 1
Тема 2	Контрольная работа 2
Тема 3	Контрольная работа 2
Тема 4	Контрольная работа 3
Тема 5	Контрольная работа 4
Тема 6	Контрольная работа 5

4.1.2. Зачёт с оценкой проводится в форме устного ответа на билеты (по 2 вопроса в билете).

##### 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Текущий контроль осуществляется в форме выполнения студентами контрольных работ, содержащих примеры и задачи по темам курса.

###### Темы для контрольной работы по теме 1:

1. Решение задачи линейного программирования в случае двух переменных, геометрический метод. Выпуклый многоугольник допустимых решений, его вершины (угловые точки), линии уровня целевой линейной функции. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду.
2. Симплексный метод решения задачи линейного программирования любой размерности, его геометрическая интерпретация.
3. Теория двойственности, взаимно двойственные задачи и их экономический смысл. Объективно обусловленные оценки ресурсов как решение двойственной задачи к задаче о распределении ресурсов



**Темы для контрольной работы по теме 2:**

1. Распределительный метод, оценки свободных клеток, критерий оптимального распределения поставок.
2. Закрытая и открытая модели транспортной задачи, сведение открытой задачи к закрытой модели.
3. Задача о назначениях, ее экономический смысл. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.
4. Постановка задачи линейного целочисленного программирования. Метод отсечения (метод Гомори).

**Темы для контрольной работы по теме 3:**

1. Платежная матрица игры. Нижняя и верхняя цена игры. Нахождение седловой точки.
2. Решение игры 2x2 в смешанных стратегиях
3. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования

**Темы для контрольной работы по теме 4:**

1. Геометрический метод решения задач нелинейного программирования
2. Задачи на классические методы определения экстремумов, локальные и глобальные экстремумы, необходимые условия экстремума, достаточные условия экстремума.
3. Условный экстремум, метод множителей Лагранжа

**Темы для контрольной работы по теме 5:**

1. Задача о распределении средств между предприятиями
2. Задача об оптимальном распределении средств между отраслями

**4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации****4.3.1. Формируемые компетенции**

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-1	способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1	Использование общеинженерных знаний, методов математического анализа для нахождения оптимальных решений прикладных задач
		ОПК-1.2	Применение методов математического моделирования для нахождения оптимальных решений социально-экономических задач
ОПК-6	способность анализировать и разрабатывать	ОПК-6.1	Способность использовать знания методов математического

	организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;		анализа и дискретной математики для решения профессиональных задач социально-экономической тематики
ПК-7	способность проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	ПК-7.1	Проводить анализ и эффективный выбор информационного обеспечения для управления экономическими процессами

#### 4.3.2. Типовые оценочные средства

Промежуточный контроль проводится в форме зачета с оценкой и предусматривает устный ответ на вопросы по билету.

Код и наименование этапа освоения компетенции	Результаты обучения	Оценочное средство
ОПК-1.1 Использование общеинженерных знаний, методов математического анализа для нахождения оптимальных решений прикладных задач	на уровне знаний: знать физические законы и методы математического анализа;	Контрольная работа
	на уровне умений: применять физические и математические методы в профессиональной деятельности	Контрольная работа
ОПК-1.2 Применение методов математического моделирования для нахождения оптимальных решений социально-экономических задач	на уровне навыков: навыки анализа технических процессов и применения физико-математических методов в профессиональной деятельности;	Контрольная работа
ОПК-6.1 Способность использовать знания методов математического анализа и дискретной математики для решения профессиональных задач социально-экономической тематики	на уровне знаний: математические методы анализа при принятии решения	Контрольная работа
	на уровне умений: применять методы математического анализа и алгебры при решении профессиональных задач	Контрольная работа
	на уровне навыков: навыки использования методов системного анализа и математического моделирования в профессиональной деятельности	Контрольная работа
ПК -7.1 Способностью проводить описание прикладных	на уровне знаний: знать основные прикладные процессы	Контрольная работа

процессов информационного обеспечения прикладных задач	и решения	на уровне умений: уметь проводить описание прикладных процессов	Контрольная работа
		на уровне навыков: навыками использования полученных умений, обеспечения решения прикладных задач	Контрольная работа

### Перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Постановка общей задачи математического программирования как задачи оптимизации
2. Этапы построения математической модели линейного программирования
3. Математическая постановка общей задачи линейного программирования
4. Математическая постановка стандартной задачи линейного программирования
5. Математическая постановка канонической задачи линейного программирования
6. Выпуклые множества точек на плоскости, внутренние, граничные и угловые точки
7. Выпуклый многоугольник и выпуклая многоугольная область как множество допустимых решений задачи линейного программирования с двумя переменными
8. Линии уровня линейной целевой функции и оптимальная угловая точка (случай двух переменных)
9. Геометрическая интерпретация на плоскости случая, когда задача линейного программирования не имеет оптимального решения
10. Геометрическая интерпретация на плоскости случая когда задача линейного программирования имеет бесконечное множество решений
11. Геометрическая интерпретация на плоскости случая, когда задача линейного программирования имеет единственное оптимальное решение
11. Основные и неосновные переменные системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  переменными, базисные и допустимые базисные решения
12. 14. Основная идея симплексного метода
13. 15. Выбор основных и неосновных переменных при реализации симплексного метода
16. Смысл оценочных отношений в симплексном методе
14. Критерий оптимальности решения при отыскании максимума целевой функции в симплексном методе
15. Способы нахождения минимума целевой функции
16. Структура симплексных таблиц
17. Преобразование симплексных таблиц, правило прямоугольника
18. Определение допустимого первоначального базисного решения
19. Постановка задачи целочисленного линейного программирования
20. Принципы методов отсечения решения задач целочисленного линейного программирования
21. Основные этапы реализации алгоритма метода Гомори
22. Построение правильного отсечения в алгоритме Гомори
23. Общая постановка транспортной задачи
24. Открытая и закрытая модель транспортной задачи
25. Распределительный метод: первоначальное распределение поставок (методы северо-западного угла и минимальной стоимости)
26. Распределительный метод решения транспортной задачи, циклы пересчета для оценки свободных клеток
27. Сведение открытой транспортной модели к закрытой в случае, когда мощности поставщиков превышают спрос потребителей

28. Сведение открытой транспортной модели к закрытой в случае, когда мощности поставщиков меньше общего спроса потребителей
29. Класс нелинейных задач, относящихся к классическим методам оптимизации
30. Понятие условного экстремума
31. Нахождение условного экстремума: сведение к задаче определения локального (глобального) экстремума целевой функции. Теорема Вейерштрасса
32. Нахождение условного экстремума: метод неопределенных множителей Лагранжа

Оценочным средством промежуточной аттестации является оценка на зачете с оценкой и оценки результатов выполнения текущего контроля по дисциплине (Столбец «зачтено/не зачтено» заполняется в случае зачета по дисциплине).

#### Шкала оценивания по результатам зачета с оценкой:

10- бальная шкала	Традиционн ая 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	Удовлетвори тельно	Зачтено	Знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля и при ответе.
4	Удовлетвори тельно	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	Неудовлетво рительно	Не зачтено	Имеются существенные погрешности при выполнении мероприятий текущего контроля, допущены существенные ошибки при ответе, необходима некоторая дополнительная работа.

10- бальная шкала	Традиционн ая шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
2	Неудовлетво рительно	Не зачтено	Имеются пробелы в знаниях по значительной части учебного материала, допущены существенные ошибки при ответе, необходима значительная дополнительная учебная работа.
1	Неудовлетво рительно	Не зачтено	Не выполнены предусмотренные программой задания, не отработаны практические или лабораторные занятия, необходимы дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.
0	Неудовлетво рительно	Не зачтено	Нарушение академических норм (плагиат и т.п.)

#### 4.4. Методические материалы

4.4.1. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответов обучающихся на вопросы на понимание лекционного материала

Критериями оценки ответа обучающихся на лекционном занятии выступают:

- правильность ответов на вопросы преподавателя по изученному материалу;
- полнота и лаконичность ответа;
- степень понимания тематики предмета;
- логика и аргументированность изложения материала;
- приведение примеров, демонстрирующих умение и владение полученными

знаниями по темам предмета в раскрытии поставленных вопросов.

4.4.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания при проведении опроса на практическом занятии

Оценки **"отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание вопроса, умение свободно ориентироваться в теме, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

Оценки **"хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание темы, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по пройденному материалу и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности;

Оценки **"удовлетворительно"** заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного материала в объеме, необходимом для дальнейшего усвоения материала и предстоящей работы по профессии, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка **"неудовлетворительно"** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного материала темы, допустившему принципиальные ошибки в понимании и изложении учебного материала.

#### 4.4.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет с оценкой принимается в устной форме, по билетам. Зачетный билет включает два теоретических вопроса. Оценка знаний обучающегося на зачете с оценкой носит комплексный характер и определяется его:

- ответом на зачете с оценкой;
- учебными достижениями в семестровый период.

Знания, умения, навыки обучающегося на зачете с оценкой оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой.

#### Оценивание студента на зачете с оценкой по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации»

Оценка	Требования к знаниям
<i>Отлично</i>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает на зачете с оценкой, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют высокую степень овладения программным материалом.
<i>Хорошо</i>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют хорошую степень овладения программным материалом.
<i>Удовлетворительно</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют достаточную (удовлетворительную) степень овладения программным материалом.
<i>Неудовлетворительно</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Учебные достижения в семестровый период не демонстрировали достаточную степень овладения программным материалом на пороговом уровне.

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

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

Для подготовки к практическим занятиям и контрольным работам необходимо ознакомиться с лекциями, рекомендованной литературой, иными источниками, интернет ресурсами, повторить материал предыдущих практических занятий. При возникновении вопросов - обратиться к преподавателю по электронной почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время.

### **5.1. Методические указания по вопросам на понимание лекционного материала**

На лекциях рекомендуется слушать предлагаемый лектором материал, при этом параллельно конспектировать основные положения, поскольку это дает наибольший результат в усвоении материала. Предоставляется возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и принимать участие в ее обсуждении.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в разделе 6 программы.

### **5.2. Методические указания по подготовке вопросов для самостоятельного изучения к занятиям практического (семинарского) типов**

Подготовка обучающегося к практическому занятию осуществляется на основании плана раскрытия темы практического занятия, которое разрабатывается преподавателем на основе рабочей программы и доводится до сведения обучающегося своевременно.

При подготовке к практическому занятию обучающемуся необходимо изучить внимательно основные вопросы темы семинара. Важным условием успешной подготовки к практическому занятию является четкая организация самостоятельной работы студентов по изучению учебной и дополнительной литературы. Умение анализировать и применять для ответов на вопросы и решения задач и заданий полученные знания при самостоятельной подготовке в значительной степени определяет успешность освоения материала по дисциплине и формирование у **обучающихся** соответствующих компетенций.

Подготовка вопросов для самостоятельного изучения включает: изучение необходимой литературы (обязательной, дополнительной литературы, специальных периодических изданий, Интернет-ресурсов), подготовку конспекта ответа, ответы на вопросы.

При подготовке к практическим занятиям важно:

- использовать достаточно широкий диапазон массива информации, провести обзор литературы и специальных изданий, составить каталог Интернет-ресурсов;
- представить различные подходы, четко и полно определить рассматриваемые понятия, выявить взаимосвязи понятий и явлений, взаимозависимости и связи с другими вопросами;
- грамотно структурировать материал, ясно, четко и логично его излагать, приводить соответствующие примеры из практики, для иллюстрации положений, тезисов и выводов использовать таблицы, схемы, графики, диаграммы.

Вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям практического (семинарского) типа указаны в разделе 4.2.

### 5.2.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа осуществляется студентами для закрепления изученного материала после практических занятий для подготовки к контрольным работам и изучения дополнительных материалов.

№ п/п	Тип занятия	Указания
<b>Тема 1. Задачи и модели линейного программирования, симплексный метод</b>		
1	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: построение экономико – математических моделей линейного программирования решение задач линейного программирования симплексным методом. Анализ решений задачи линейного программирования при варьировании значений ее параметров Проведением экономического анализа дефицитности ресурсов на основе теории двойственности Нахождением объективно обусловленных оценок ресурсов в задаче о распределении ресурсов, решением
<b>Тема 2. Транспортная задача и задача о назначениях, алгоритмы решения</b>		
2	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: Экономико-математическая модель транспортной задачи, экономический смысл ее системы ограничений и целевой функции Распределительный метод, оценки свободных клеток, критерий оптимального распределения поставок Закрытая и открытая модели транспортной задачи, сведение открытой задачи к закрытой модели Задача о назначениях, ее экономический смысл. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.
<b>Тема 3. Модели целочисленного линейного программирования</b>		
3	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: Общая постановка задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения, понятие правильного отсечения. Метод Гомори. Примеры задач целочисленного линейного программирования.
<b>Тема 4. Методы теории игр в моделировании конфликтных ситуаций</b>		



№ п/п	Тип занятия	Указания
4	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: Принятие решений в экономических системах: конфликтные ситуации. Основные понятия игры двух лиц с нулевой суммой: стратегии игроков, платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры. Оптимальное решение игры, седловая точка. Решение игр в смешанных стратегиях. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Примеры решения игровых задач в экономике и бизнесе.
<b>Тема 5. Задачи нелинейного программирования</b>		
5	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: Основные трудности, порождаемые нелинейностью Геометрические методы решения нелинейных задач Типы задач нелинейного программирования Классические методы оптимизации: решение задач на условный экстремум, теорема Вейерштрасса Задачи выпуклого программирования.
<b>Тема 6. Динамическое программирование</b>		
6	СРС	Изучить следующие вопросы, используя лекции, основную и дополнительную литературу, материалы практических занятий и интернет ресурсы: n – шаговый процесс управления, уравнения состояний, условный максимум целевой функции, условно оптимальное управление. Принцип оптимальности Беллмана и уравнения Беллмана. Примеры практических задач, решаемых с помощью метода динамического программирования

### 5.3.Методические рекомендации по подготовке к зачете с оценкой по дисциплине

Ответ на зачете с оценкой предусматривает устный ответ на теоретические вопросы и решение практической задачи.

При подготовке к зачету с оценкой обучающийся обращается к пройденному материалу, сосредоточенному в конспектах лекций, учебниках и других источниках информации. Повторяя, обобщая, закрепляя и дополняя полученные знания, поднимает их на качественно-новый уровень — уровень системы совокупных данных, что позволяет ему понять логику всего предмета в целом. Новые знания обучающийся получает в ходе самостоятельного изучения того, что не было изложено в лекциях и на семинарских занятиях.

Зачет с оценкой как особая форма учебного процесса имеет свои особенности, специфические черты и некоторые аспекты, которые необходимо обучающемуся знать и учитывать в своей работе. Это, прежде всего:

- что и как запоминать при подготовке к зачету с оценкой;
- по каким источникам и как готовиться;
- на чем сосредоточить основное внимание;
- каким образом в максимальной степени использовать программу курса;
- что и как записать, а что выучить дословно и т. п.

На зачете с оценкой, как правило, проверяется не столько уровень запоминания обучающимся учебного материала, сколько то, насколько успешно он оперирует теми или иными научными понятиями и категориями, систематизирует факты, как умеет мыслить, аргументировано отстаивать определенную позицию, объясняет и пересказывает заученную информацию.

Программу курса необходимо максимально использовать как в ходе подготовки, так и на самом зачете с оценкой. Ведь она включает в себя разделы, темы и основные проблемы, в рамках которых и формируются вопросы для зачета с оценкой.

Оптимальным для подготовки к зачету с оценкой является вариант, когда обучающийся начинает подготовку к нему с первых занятий по данному курсу.

При подготовке к зачету с оценкой по наиболее сложным вопросам, ключевым проблемам и важнейшим понятиям необходимо сделать краткие письменные записи в виде тезисов, планов, определений. Особое внимание в ходе подготовки к зачету с оценкой следует уделять конспектам лекций, ибо они обладают рядом преимуществ по сравнению с печатной продукцией. Как правило, они более детальные, иллюстрированные, что позволяет оценивать современную ситуацию, отражать самую свежую научную и оперативную информацию, отвечать на вопросы, интересующие аудиторию, в данный момент, тогда как при написании и опубликовании печатной продукции проходит определенное время, и материал быстро устаревают.

В то же время подготовка по одним конспектам лекций недостаточна, необходимо использовать и иную учебную литературу. Не следует бояться дополнительных и уточняющих вопросов на зачете с оценкой. Они, как правило, задаются или помимо зачетного вопроса для выявления общей подготовленности, или в рамках билета для уточнения высказанной мысли.

## **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. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебное пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. А. Половников ; под редакцией В. В. Федосеева. — 2-е изд. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 302 с. — ISBN 5-238-00819-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81727.html>.
2. Имитационное моделирование экономических процессов. А.А. Емельянов, Е.А. Власов. Учебное пособие. 2-е изд. Финансы и статистика. 2006г., Гриф УМО
3. Кремер Н. Ш.; Путко Б. А.; Тришин И. М. Исследование операций в экономике: Учебное пособие для вузов, под ред. Кремера Н. Ш. Издательство: МАРКЕТ ДС, 2012г.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Струченков В.И. Методы оптимизации (Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы). Учебное пособие для вузов. Экзамен, 2007г.
2. Методы оптимизации. Выпуск XIV. Московский Государственный Технический Университет (МГТУ) имени Н.Э. Баумана. Аттетков А.В., 2003 г., Гриф МО РФ.

### 6.3. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены.

### 6.4. Интернет-ресурсы:

[www.math-stad/mathhelp.spb.ru/lp\\_on\\_line..htm](http://www.math-stad/mathhelp.spb.ru/lp_on_line..htm) - учебники по линейному программированию on line  
[window.edu.ru/resource/723/7424](http://window.edu.ru/resource/723/7424) - видеокурс по теории игр и исследованию операций.  
[www.unn.ru/books/met\\_files/DinaPro.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/DinaPro.pdf) - динамическое программирование в экономических задачах

### 6.5. Иные источники.

Не предусмотрены.

## 7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Название лаборатории/класса, оснащенного необходимым, в соответствии с требованиями ФГОС/СУОС, оборудованием	Наименование оборудования	Перечень лицензионного программного обеспечения
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации	Рабочие места студентов: столы и стулья – соответственно количеству студентов. Рабочее место для инвалида и лиц с ОВЗ: парта с телескопической столешницей на электромеханическом приводе - 1 шт., кресло-коляска для инвалидов 18" - 1 шт., индукционная петля - 1 шт., компьютер с версией для слабовидящих - 1 шт., кнопка вызова сотрудников - 1 шт. Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт., стул – 1 шт, кафедра - 1 шт. Доска меловая и маркерная. Экран, ноутбук Lenovo ideapad 100/15, проектор	Мультимедийный проектор КонсультантПлюс

информационно-аналитическая лаборатория - учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций	Рабочие места: столы компьютерные – в соответствии с количеством студентов, кресло Престиж Profi -B-20 Самба бордо в рубчик - 15 шт., подставка для ног Fellowes FS-48121 Standard черный - 15 шт. Рабочее место преподавателя: стол компьютерный - 1 шт., стул - 1 шт. Доска меловая или маркерная Персональные компьютеры	Мультимедийный проектор КонсультантПлюс
библиотека - помещение для самостоятельной работы	Рабочие места: столы и стулья. Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт., стул - 1 шт., кафедра библиотечная - 1 шт. Телефон – 1 шт., цифровой многофункциональный копир - 1 шт., копировальный аппарат МФУ – 1 шт., принтер - 1 шт., сканер – 1 шт. Шкаф – 7 шт, стеллаж-33 шт, библиотечная стойка – 2 шт., стенд – 2 шт. Меловая или маркерная доска. Персональные компьютеры	Мультимедийный проектор КонсультантПлюс

#### **Программное обеспечение:**

В процессе лекционных и семинарских занятий используется следующее программное обеспечение:

- программы, обеспечивающие навигацию в сети Интернет: «Google chrome»;
- программы, демонстрации видео материалов: проигрыватель «Windows Media»;
- программы для демонстрации и создания презентаций: «Microsoft Power Point».

#### **Информационные справочные системы:**

Информационно-правовой портал «Консультант плюс» (правовая база данных). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/>

Информационно-правовой портал «Гарант» (правовая база данных). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/>