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

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ - филиал РАНХиГС

УТВЕРЖДЕНО
Директор Дальневосточного института управления – филиала РАНХиГС
Е.С. Меркулов

Электронная подпись

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА
Финансы и кредит

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ,
реализуемой без применения электронного (онлайн) курса

Б1.В.02 Методы оптимизации
(код и наименование РПД)

38.03.01 Экономика
(код, наименование направления подготовки)

Очная
(форма обучения)

Год набора – 2025

Хабаровск, 2025 г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 43B0028FD23306BCF414031E3FCDC222
Владелец: Меркулов Евгений Сергеевич
Действителен: с 29.01.2025 до 24.04.2026

Авторы – составители:

Программа составлена на основе типовой программы по дисциплине «Методы оптимизации», подготовленной факультетом финансов и банковского дела РАНХиГС:

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры фондовых рынков и финансового инжиниринга РАНХиГС, Чернова М.В.

Актуализацию РПД выполнил: кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры экономики и цифровых технологий Дальневосточного института управления – филиала РАНХиГС Жидкова М.И.

Заведующий кафедрой экономики и цифровых технологий Поливаева О.Г.

РПД «Методы оптимизации» одобрена на заседании кафедры экономики и цифровых технологий. Протокол от 21.04.2025 № 12.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Содержание и структура дисциплины 4
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся 7
5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине 16
6. Методические материалы для освоения дисциплины 20
7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" 23
7.1. Основная литература 23
7.2. Дополнительная литература 24
7.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация 24
7.4. Интернет-ресурсы 24
7.5. Иные источники 24
8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы 24

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

1.1. Дисциплина Б1.В.02 «Методы оптимизации» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента компетенции
ПКр ОС II - 2	Способен использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКр ОС II – 2.1	Способность применять инструментарий методов оптимальных решений в целях обработки и анализа данных

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

2.1. Объем дисциплины

На учебную дисциплину Б1.В.02 «Методы оптимизации» отведено 3 ЗЕ по учебному плану, что составляет 108 ак.ч./81 астр.ч., из них:

на контактную работу выделено 34 ак.ч./25,5 астр.ч. (из них 16 ак.ч./12 астр.ч. лекционных занятий, 16 ак.ч./12 астр.ч. практических занятий), 74 ак.ч./55,5 астр.ч. на самостоятельную работу обучающихся, 2 ак.ч./1,5 астр.ч. консультаций.

2.2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.02 «Методы оптимизации» реализуется на втором курсе в 3 семестре для обучающихся очной формы.

Дисциплина Б1.В.02 «Методы оптимизации» реализуется после изучения дисциплин Б1.О.01 «Математический анализ», Б1.О.02 «Алгебра».

Форма промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с учебным планом: зачет с оценкой.

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.					Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л/ ДОТ	ЛР/ ДОТ	ПЗ/ ДОТ	КСР	
Тема 1	Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирования	10	2			8	*О*
Тема 2	Графический метод решения задач линейного программирования	10			2	8	*К,О*

Тема 3	Симплексный метод решения задач линейного программирования	12	2		2		8	*К,О*
Тема 4	Двойственные задачи линейного программирования	12	2		2		8	*К,О*
Тема 5	Задачи линейного программирования транспортного типа	12	2		2		8	*К,О*
Тема 6	Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование	10	2				8	*К,О*
Тема 7	Выпуклое программирование	12	2		2		8	*К,О*
Тема 8	Численные методы решения задач выпуклого программирования	12	2		2		8	*К,О*
Тема 9	Динамическое программирование	16	2		4		10	*К,О*
Консультация		**2**					**2**	*ЗО*
Всего:		**108**	**16**		**16**		**76**	

Используемые сокращения:
Л – занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, обучающимся);
ЛР – лабораторные работы (вид занятий семинарского типа);
ПЗ – практические занятия (виды занятий семинарского типа за исключением лабораторных работ);
КСР – индивидуальная работа обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (в том числе индивидуальные консультации);
ДОТ – занятия, проводимые с применением дистанционных образовательных технологий, в том числе с применением виртуальных аналогов профессиональной деятельности;
СРО – самостоятельная работа, осуществляемая без участия педагогических работников организации и (или) лиц, привлекаемых организацией к реализации образовательных программ на иных условиях.

Примечание:

** формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), контрольная работа (К)*

*** форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой (ЗО)*

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Постановка и классификация задач оптимизации

Общая задача оптимизации. Постановка задачи математического программирования. Целевая функция. Ограничения. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции и ограничениям.

Общая постановка задачи линейного программирования. Задача об оптимальном использовании ресурсов. Задача составления рациона. Область допустимых решений. Оптимальный план. Стандартная и каноническая форма записи задач линейного программирования.

Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования

Выпуклые множества точек. Геометрический смысл решений неравенств, уравнений и систем. Градиент функции. Линии уровня. Алгоритм графического метода. Частные случаи при решении задач линейного программирования графическим методом. Экономическийанализ задачи с использованием графического метода.

Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования

Содержание симплексного метода. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Балансовые переменные. Построение начального допустимого решения при решении задачи линейного программирования симплексным методом. Общий вид симплексной таблицы №1. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум. Алгоритм перехода к симплексной таблице №2. Критерий завершения алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум. Частные случаи. Метод искусственного базиса.

Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования

Виды двойственных пар. Составление двойственной пары. Первая теорема двойственности. Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности. Вторая теорема двойственности. Таблица соответствия. Интерпретация двойственных оценок. Третья теорема двойственности. Интерпретация и возможности двойственных оценок.

Тема 5. Задачи линейного программирования транспортного типа

Модели транспортного типа (представление виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи). Математическая модель задачи транспортного типа. Модели распределительного типа (суть задачи, представление виде таблицы). Математическая модель задачи распределительного типа.

Тема 6. Общая задача нелинейного программирования

Постановка задачи нелинейного программирования. Графический метод решения. Сложности, возникающие в процессе решения. Общая постановка задачи дробно-линейного программирования. Постановка задачи рентабельности производства. Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции. Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия. Сведение задачи дробно-линейногопрограммирования к задаче линейного программирования.

Тема 7. Выпуклое программирование

Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума). Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции). Условие Слейтера. Функция Лагранжа выпуклого программирования. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Условия Каруша-Куна-Таккера. Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы). Постановка задачи квадратичного программирования. Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования. Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования.

Тема 8. Численные методы решения задач выпуклого программирования

Общая схема решения методом спуска. Алгоритм градиентного метода скорейшего

спуска. Геометрическая интерпретация метода градиентного спуска для случая функции двух переменных. Определения оптимума целевой функции на границе области решений. Схема поиска точки оптимума для случая нарушения границ области допустимых решений.

Тема 9. Динамическое программирование

Задачи, решаемые методом динамического программирования. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Общая схема применения метода динамического программирования. Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет. Распределение инвестиций для оптимального использования потенциала предприятия. Минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятия. Нахождение рациональных затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

4.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.02 «Методы оптимизации» используются следующие **методы текущего контроля успеваемости** обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1. Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирования	Опрос №1
Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования	Контрольная работа №1 Опрос №1
Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования	Контрольная работа №1 Опрос №1
Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования	Контрольная работа №1 Опрос №1
Тема 5. Задачи линейного программирования транспортного типа	Контрольная работа №1 Опрос №1
Тема 6. Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование	Контрольная работа №2 Опрос №2
Тема 7. Выпуклое программирование	Контрольная работа №2 Опрос №2
Тема 8. Численные методы решения задач выпуклого программирования	Контрольная работа №2 Опрос №2
Тема 9. Динамическое программирование	Контрольная работа №2 Опрос №2

4.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Типовые оценочные материалы по теме 1 «Постановка и классификация задач оптимизации»

Типовые вопросы для проведения опроса №1

1. Общая задача оптимизации.
2. Постановка задачи математического программирования.
3. Целевая функция. Ограничения.

4. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции и ограничениям.
5. Общая постановка задачи линейного программирования.
6. Область допустимых решений.
7. Оптимальный план.
8. Стандартная форма записи задач линейного программирования.
9. Каноническая форма записи задач линейного программирования.

Типовые оценочные материалы по теме 2 «Графический метод решения задач линейного программирования»

Типовой вариант контрольной работы №1

1. Фирма выпускает 2 вида мороженого: сливочное и шоколадное. Для изготовления мороженого используются два исходных продукта: молоко и наполнители, расходы которых на 1 кг мороженого и суточные запасы даны в таблице.

Исходный продукт	Расход исходных продуктов на 1 кг мороженого		Запас, кг
	Сливочное	Шоколадное	
Молоко	0,8	0,5	400
Наполнители	0,4	0,8	365

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос:

1) на сливочное мороженое превышает спрос на шоколадное мороженое не более чем на 100 кг;

2) на шоколадное мороженое не превышает 350 кг.

Розничная цена 1 кг сливочного мороженого 16 руб., шоколадного – 14 руб.

Используя графический метод, определить какое количество мороженого каждого вида должна производить фирма, чтобы доход от реализации продукции был максимальным.

Провести экономический анализ задачи:

1) определить, как влияет на оптимальное решение увеличение или уменьшение запасов исходных продуктов (активных и пассивных ограничений);

2) определить пределы возможного изменения коэффициентов целевой функции.

Типовые вопросы для проведения опроса №1

1. Выпуклые множества точек.
2. Геометрический смысл решений неравенств, уравнений и систем.
3. Градиент функции.
4. Линии уровня.
5. Алгоритм графического метода.
6. Частные случаи при решении задач линейного программирования графическимметодом.
7. Экономический анализ задачи с использованием графического метода.

Типовые оценочные материалы по теме 3 «Симплексный метод решения задач линейного программирования»

Типовой вариант контрольной работы №1

1. Частный инвестор предполагает вложить 500 тыс. руб. в различные ценные бумаги. После консультаций со специалистами фондового рынка он отобрал три типа

акций, два типа государственных облигаций. Часть денег предполагается положить на срочный вклад в банк.

Тип вложения	Риск	Предполагаемый ежегодный доход %
Акции A	Высокий	15
Акции B	Средний	12
Акции C	Низкий	9
Облигации долгосрочные	-	11
Облигации краткосрочные	-	8
Срочный вклад	-	6

Имея в виду качественные соображения диверсификации портфеля и не формализуемые личные предпочтения, инвестор выдвигает следующие требования к портфелю ценных бумаг:

1) все 500 тыс. руб. должны быть инвестированы;

2) по крайней мере 100 тыс. руб. Должны быть на срочном вкладе в любимом банке;

3) по крайней мере 25% средств, инвестированных в акции, должны быть инвестированы в акции с низким риском;

4) в облигации нужно инвестировать по крайней мере столько же, сколько в акции;

5) не более чем 125 тыс. руб. должно быть вложено в бумаги с доходом менее чем 10%.

Определить портфель бумаг инвестора, удовлетворяющий всем требованиям и обеспечивающий максимальный годовой доход.

Типовые вопросы для проведения опроса №1

1. Содержание симплексного метода.
2. Канонический вид задачи линейного программирования.
3. Балансовые переменные: принцип добавления и интерпретация.
3. Общий вид симплексной таблицы №1.
4. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум.
5. Алгоритм перехода к симплексной таблице №2.
6. Критерий завершения алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум.
7. Частные случаи.
8. Метод искусственного базиса.

Типовые оценочные материалы по теме 4 «Двойственные задачи линейного программирования»

Типовой вариант контрольной работы №1

1. Косметическая фирма выпускает два вида кремов для рук из шести ингредиентов. Для первого вида крема количество ингредиентов 2,8,0,3,1,6; для второго вида – 3,7,3,0,2,3. Запасы фирмы выглядят следующим образом 18,56,15,18,6,18. Первый крем стоит 10 у. д. е., а второй 12 у. д. е.

Требуется:

1) записать модели исходной и двойственной задачи;

2) составить таблицу соответствия;

3) решить исходную задачу симплексным методом: найти план производства двух видов крема, обеспечивающий максимальный доход от реализации;

4) записать решение двойственной задачи;

5) интерпретировать решение двойственной задачи;

6) установить размеры максимального дохода при изменении запасов ингредиентов на (2; -4; 3; -4; 5; -2): оценить раздельное влияние этих изменений и суммарное их влияние на прибыль;

7) оценить целесообразность введения в план производства фирмы нового вида крема (третьего), нормы затрат на единицу которого соответственно равны 4,3,2,0,5,1 и предполагаемая цена реализации 11 у.д.е.

Типовые вопросы для проведения опроса №1

1. Виды двойственных пар.
2. Составление двойственной пары.
3. Первая теорема двойственности.
4. Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности.
5. Вторая теорема двойственности.
6. Таблица соответствия.
7. Интерпретация двойственных оценок.
8. Третья теорема двойственности.
9. Интерпретация и возможности двойственных оценок.

Типовые оценочные материалы по теме 5 «Задачи линейного программирования транспортного типа»

Типовой вариант контрольной работы №1

1. Компания, занимающаяся добычей песка и доставкой его собственным транспортом к потребителям, разрабатывает пять песчаных карьеров. Песок направляется на пять заводов железобетонных изделий (ЖБИ).

Недельная производительность карьеров, недельная потребность заводов и транспортные затраты, связанные с доставкой 1 т песка от карьеров до заводов, известны и приведены в таблице.

Производительность песчаных карьеров (предложение)	Потребности заводов (спрос)				
	200	400	100	200	100
200	1	7	12	2	5
100	2	3	8	4	7
200	3	5	4	6	9
400	4	4	3	8	2
400	5	3	7	10	1
-	Стоимость доставки единицы груза, у. д. е.				

Требуется:

1) определить такой план перевозок песка из карьеров на заводы, при котором совокупные транспортные издержки будут минимальными;

2) составить модель ЗЛП и решить ее с помощью надстройки Excel «Поиск решения»;

3) установить размер минимальных транспортных издержек;

4) выяснить, какое количество песка, и на каких карьерах окажется невостребованным.

2. Ремонтно-строительная фирма получила заказы на ремонт 5 объектов. Для выполнения работ она может привлечь 5 бригад отделочников. Каждая бригада оценила объем работ и дала сроки выполнения заказов (человеко-дни), приведенные в таблице:

Бригады (предложение)	Объект (спрос)				
	1	2	3	4	5
Иванова	43	24	35	62	35
Петрова	45	21	38	58	33
Сидорова	51	29	36	61	38
Волкова	47	27	35	60	39
Козлова	48	26	37	59	39
-	Сроки выполнения заказов, человеко-дни				

Распределить объекты между бригадами так, чтобы суммарное количество человеко-дней, затраченное на ремонт всех пяти объектов, было минимальным.

Типовые вопросы для проведения опроса №1

1. Модели транспортного типа (представление в виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи).
2. Математическая модель задачи транспортного типа.
3. Модели распределительного типа (суть задачи, представление в виде таблицы).
4. Математическая модель задачи распределительного типа.

Типовые оценочные материалы по теме 6 «Общая задача нелинейного программирования»

Типовой вариант контрольной работы №2

1. Используя графический метод, решить задачу нелинейного программирования. Определить все локальные минимумы и локальные максимумы.

$$F = x_1^2 + x_2^2$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 \cdot x_2 \le 5 \\ x_1 + x_2 \ge 6 \\ x_1 \le 8 \\ x_2 \le 7 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}.$$

С помощью надстройки Excel «Поиск решения» найти максимум и минимум функции.

2. Свести математическую модель задачи ДЛП к задаче ЛП и найти решение с помощью надстройки Excel «Поиск решения»:

$$F = \frac{2x_1 - x_2}{x_1 + 2x_2 + 1} \to \max$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 2 \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 6 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4} \end{cases}.$$

Типовые вопросы для проведения опроса №2

1. Постановка задачи нелинейного программирования.
2. Графический метод решения. Сложности, возникающие в процессе решения.
3. Общая постановка задачи дробно-линейного программирования.
4. Постановка задачи рентабельности производства.
5. Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции.
6. Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия.
7. Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.

Типовые оценочные материалы по теме 7 «Выпуклое программирование»

Типовой вариант контрольной работы №2

1. Необходимо сформировать оптимальный портфель Марковица (минимального риска) трех ценных бумаг с эффективностями и рисками: (4,10), (10,40), (40,80). Нижняя граница доходности портфеля задана равной 15.

2. Для задачи

$$F = (x_1 - 24)^2 + (x_2 - 30)^2 \to \min$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 34 \\ -x_1 + 2x_2 \geq -6 \\ x_1 - 5x_2 \leq 4 \end{cases}$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

найти оптимальное решение графическим методом и для полученного решения проверить выполнение условий теоремы Куна-Таккера.

3. Найти объемы ресурсов K и L, при которых затраты на производство не менее 140 единиц продукции минимальны, если производственная функция Кобба-Дугласа $Q(K,L) = K^{3/4}L^{1/4}$, а цены на ресурсы $p_K = 12$, $p_L = 3$.

4. Проверить выполнение условий Куна-Таккера. Найти точку оптимума задачи НЛП:

$$F = x_1^2 - x_2 \to \min$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 \geq 1 \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 26 \\ x_1 + x_2 = 6 \end{cases}.$$

Типовые вопросы для проведения опроса №2

1. Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума).
2. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.
3. Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции).
4. Условие Слейтера.
5. Функция Лагранжа выпуклого программирования.
6. Седловая точка функции Лагранжа.
7. Теорема Куна-Таккера.
8. Условия Каруша-Куна-Таккера.
9. Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы).
10. Постановка задачи квадратичного программирования.
11. Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования.
12. Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования.

Типовые оценочные материалы по теме 8 «Численные методы решения задач выпуклого программирования»

Типовой вариант контрольной работы №2

1. Методом скорейшего спуска с точностью до 0,01 найти минимум функции

$$F = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2 - x_1 - x_2 + 1$$

при ограничениях

$$x_1^2 + x_2^2 \le 4$$
$$x_{1,2} \ge 0.$$

2. Используя метод скорейшего спуска, найти максимум функции

$$F = 5x_1 - \frac{1}{2}x_1^2 - x_2^2 + x_1x_2$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 10 \\ x_1 + x_2 \le 6 \end{cases}$$
$$x_{1,2} \ge 0.$$

Типовые вопросы для проведения опроса №2

1. Общая схема решения методом спуска.
2. Алгоритм градиентного метода скорейшего спуска.
3. Геометрическая интерпретация метода градиентного спуска для случая функции двух переменных.
4. Определения оптимума целевой функции на границе области решений.
5. Схема поиска точки оптимума для случая нарушения границ области допустимых решений.

Типовые оценочные материалы по теме 9 «Динамическое программирование»

Типовой вариант контрольной работы №2

1. Планируется деятельность двух отраслей производства на 4 года. Начальные ресурсы равны $s_0 = 20000$ у.д.е. Средства x, вложенные в I отрасль в начале года, дают в конце года прибыль $f_1(x) = 0{,}7x$ и возвращаются в размере $q_1(x) = 0{,}8x$; аналогично для II отрасли y - средства, вложенные в начале года, функция прибыли - $f_2(y) = 0{,}6y$, а функция возврата $q_2(y) = 0{,}9y$.

В конце года все возвращенные средства перераспределяются между I и II отраслями, новые средства не поступают и прибыль в производство не вкладывается. Если будут поступать новые средства или часть прибыли будет вкладываться в производство, то это можно будет легко учесть в уравнениях состояний, общий алгоритм метода динамического программирования не изменится.

Требуется распределить имеющиеся средства s_0 между двумя отраслями производства на 4 года так, чтобы суммарная прибыль от обеих отраслей за этот период оказалась максимальной.

2. В таблице указан возможный прирост выпуска продукции четырьмя плодово-консервными заводами области в млн. руб. при осуществлении инвестиций на их модернизацию с дискретностью 50 млн. руб. Один на один завод можно осуществить только одну инвестицию.

Инвестиции, млн. руб.	Прирост выпуска продукции, млн. руб.			
	Завод №1	Завод №2	Завод №3	Завод №4
50	25	30	36	28
100	60	70	64	56
150	100	90	95	110
200	140	122	130	142

Составить план распределения инвестиций между заводами области, так чтобы общий прирост выпуска продукции был максимальным.

Типовые вопросы для проведения опроса №2

1. Задачи, решаемые методом динамического программирования.
2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
3. Общая схема применения метода динамического программирования.
4. Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет.
5. Распределение инвестиций для оптимального использования потенциала предприятия.
6. Минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятия.
7. Нахождение рациональных затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий.

Методические материалы, позволяющие оценивать текущий контроль успеваемости обучающихся

Процедура проведения, критерии и шкала оценивания коллоквиума

Опрос проводится на практических занятиях в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым обучающимся. Каждый коллоквиум содержит 5 вопросов, позволяющих выяснить степень освоения материала обучающимся.

Ответ на каждый вопрос оценивается отдельно.

Критерии	Полнота ответа на вопрос, знание основных понятий и теоретических

оценивания	фактов по дисциплине; способность обосновывать свой ответ; способность делать выводы.
Шкала оценивания	2 балла - вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и теоретические факты по теме вопроса. 1 балл - вопрос раскрыт не полностью, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий и теоретических фактов. 0 баллов - ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.

По итогам ответов на каждый вопрос выставляется общий балл за опрос.

Процедура проведения, критерии и шкала оценивания контрольной работы

При проведении контрольной работы обучающимся предлагается выполнить несколько практических заданий (4-5) в соответствии с пройденными темами.

Время написания контрольной работы составляет 90 мин. (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным).

Критерии оценивания	Каждое задание контрольной работы оценивается определенным количеством баллов (в соответствии с этапами выполнения задания). Оценивается: ход решения задачи, наличие ошибок в расчетах, наличие верного ответа. Баллы, полученные обучающимся за решение каждого задания, суммируются.
Шкала оценивания	23 - 25 баллов - обучающийся приводит верные алгоритмы расчётов, дает правильное определение основных понятий по дисциплине, обнаруживает понимание материала. Умеет обосновывать свои суждения, применять знания при решении профессиональных задач, делать конструктивные выводы на основании расчётов. 19 - 22 баллов - обучающийся приводит верные алгоритмы расчётов, дает правильное определение основных понятий по дисциплине, обнаруживает понимание материала. Умеет обосновывать свои суждения, применять знания при решении профессиональных задач, делать конструктивные выводы на основании расчётов. Допускает неточности в расчетах. 15 - 18 баллов - обучающийся обнаруживает знание и понимание основных понятий по дисциплине, однако делает неполные выводы и допускает неточности в расчётах. Не умеет достаточно глубоко и доказательно применять знания при решении профессиональных задач. 0-14 баллов - обучающийся отказывается выполнять контрольную работу по причине неподготовленности или при выполнении контрольной работы обнаруживает незнание большей части соответствующего материала. Не умеет обосновывать свои суждения, применять знания при решении профессиональных задач, делать конструктивные выводы на основании расчётов. Допускает грубые ошибки в расчетах.

Текущий контроль – 70 баллов

Вид оценочного средства	**Шкала и критерии оценивания**

	(баллы)
Контрольная работа №1	0-25
Контрольная работа №2	0-25
Опрос №1	0-10
Опрос №2	0-10
Итого	***0-70***

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Зачет с оценкой проводится с применением следующих методов (средств): в письменной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и два практических задания. Процедура проведения зачета с оценкой установлена в соответствии с Регламентом по проведению промежуточной аттестации с применением балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся в Дальневосточном институте управления – филиале РАНХиГС.

5.2. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Компонент компетенции	Промежуточный/ключевой индикатор оценивания	Критерий оценивания
ПКр ОС II – 2.1 Способность применять инструментарий методов оптимальных решений в целях обработки и анализа данных	Способен применять оптимизационные методы при анализе и управлении современными экономическими системами, освоить методы решения оптимизационных задач, возникающих в практической профессиональной деятельности / Проводит системный анализ полученных результатов, на основе которого делает практические выводы и рекомендации	Знает основы вариационного исчисления и теории оптимального управления, основные методы дискретной оптимизации Умеет решать прикладные задачи оптимального управления, дискретной оптимизации, в том числе задачи линейного программирования Владеет навыками практического применения современных оптимизационных математических методов и моделей, используемых в профессиональной деятельности

Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовыевопросы для подготовки к зачету с оценкой

1. Общая структура задачи оптимизации (переменные задачи, целевая функция, система ограничений, условия неотрицательности).
2. Допустимое решение. Область допустимых решений. Оптимальное решение.
3. Понятие задачи линейного программирования, общая постановка.

4. Каноническая и стандартная задача линейного программирования.

5. Вектор градиент. Линии уровня.

6. Алгоритм графического метода.

7. Частные случаи при решении задач линейного программирования графическим методом.

8. Содержание симплексного метода.

9. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Балансовые переменные.

10. Построение начального допустимого решения при решении задачи линейного программирования симплексным методом.

11. Общий вид симплексной таблицы №1. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум.

12. Общий вид симплексной таблицы №1. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на минимум.

13. Алгоритм перехода к симплексной таблице №2. Критерий остановки алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум.

14. Виды двойственных пар.

15. Составление двойственной пары.

16. Первая теорема двойственности.

17. Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности.

18. Вторая теорема двойственности.

19. Таблица соответствия. Интерпретация двойственных оценок.

20. Третья теорема двойственности.

21. Интерпретация и возможности двойственных оценок.

22. Модели транспортного типа (представление виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи).

23. Математическая модель задачи транспортного типа.

24. Модели распределительного типа (суть задачи, представление виде таблицы).

25. Математическая модель задачи распределительного типа.

26. Общая постановка задачи дробно-линейного программирования.

27. Постановка задачи рентабельности производства.

28. Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции.

29. Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия.

30. Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.

31. Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума).

32. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.

33. Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции).

34. Условие Слейтера. Функция Лагранжа выпуклого программирования.

35. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.

36. Условия Каруша-Куна-Таккера.

37. Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы).

38. Постановка задачи квадратичного программирования.

39. Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования. Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования.

40. Задачи, решаемые методом динамического программирования.

41. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.

42. Общая схема применения метода динамического программирования.

43. Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет.

44. Распределение инвестиций для оптимального использования потенциала предприятия.

45. Минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятия.

46. Нахождение рациональных затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий.

Типовые варианты билетов

Билет №1
по дисциплине «Методы оптимизации»

1. Первая теорема двойственности.
2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
3. Решить графическим методом:

$$Z(x) = 5x_1 + 3x_2 \to \max$$
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \le 2 \\ x_1 - 3x_2 \ge -7 \\ 4x_1 + 3x_2 \le 20 \end{cases}.$$
$$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$$

Проанализировать:
1) активные и пассивные ограничения;
2) возможные изменения цен.

4. Используя метод скорейшего спуска, найти максимум функции $Z = (x_1 + 5)^2 + (x_2 + 4)^2$ при ограничениях $5x_1 - 4x_2 \le -20,\ 3x_1 + 2x_2 \le 30,\ x_{1,2} \ge 0$.

Билет №2
по дисциплине «Методы оптимизации»

1. Построение начального допустимого решения при решении задачи линейного программирования симплексным методом.
2. Условие Слейтера. Функция Лагранжа выпуклого программирования.
3. Для задачи составить двойственную:

$$f(x) = 2x_1 + 3x_2 \to \max$$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 20 \\ 3x_1 + x_2 \le 30 \\ -x_1 + x_2 \le 10 \end{cases}$$
$$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$$

Исходную задачу решить симплексным методом и по решению исходной записать решение двойственной задачи.

4. Найти оптимальное распределение ресурсов $s_0 = 25000$ ед. между двумя отраслями производства I и II в течении 5 лет, если даны функции доходов $f_1(x) = 0{,}1x$ и $f_2(y) = 0{,}6y$ для каждой отрасли, функции возврата $g_1(x) = 0{,}4x$ и $g_2(y) = 0{,}3y$. По истечении года перераспределяются только все возвращенные средства, прибыль не вкладывается.

Процедура проведения, критерии и шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится в письменной форме в аудитории. Во время аттестационных испытаний в аудитории может одновременно находиться вся группа в полном составе.

Обучающийся выбирает случайным образом билет, содержащий два теоретических вопроса и два практических задания. Время выполнения заданий составляет не менее 60 и не более 90 минут. При выполнении заданий обучающемуся запрещается использовать какие-либо дополнительные материалы и электронные средства.

В случае возникновения сомнений относительно глубины знаний обучающегося преподаватель может пригласить его и задать дополнительные и уточняющие вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на зачет с оценкой.

Оценка результатов письменного аттестационного испытания объявляется преподавателем в день его проведения.

В случае, если дисциплина полностью или частично реализовывалась с применением ЭО и/или ДОТ, зачет с оценкой может проводиться с использованием системы дистанционного обучения (СДО) Академии и применением прокторинга.

Шкала оценивания

Общее количество баллов по результатам промежуточной аттестации определяется следующим образом:

- Теоретический вопрос: 5 баллов;
- Практическое задание: 10 баллов.

Максимальное количество баллов по результатам промежуточной аттестации составляет 30 баллов.

Критерии оценивания	Теоретический вопрос: полнота ответа на вопрос, знание терминологии; способность аргументировать свой ответ. способность делать выводы. Практическое задание: оценивается: ход решения задачи, наличие ошибок в расчетах, наличие верного ответа. Баллы, полученные студентом за выполнение каждого задания, суммируются. Общее количество возможных баллов – 30 баллов.
Шкала оценивания	27 - 30 баллов – демонстрирует знание материала, логически правильно излагает ответы на вопросы; имеет навык правильного выбора и использования методов оптимальных решений для разработки проектов на основе оценки ресурсов и ограничений. 23 - 26 баллов – демонстрирует знание материала, логически правильно излагает ответы на вопросы; испытывает затруднения при выборе и использовании методов оптимальных решений для разработки проектов на основе оценки ресурсов и ограничений. 22 - 18 баллов - демонстрирует знание большей части учебного материала, допускает ошибки в определении понятий и при решении задач; не умеет выбирать и использовать методы оптимальных решений для разработки проектов на основе оценки ресурсов и ограничений. 0 - 17 баллов - демонстрирует не знание большей части учебного материала, допускает грубые ошибки в определении понятий и при решении задач; не умеет выбирать и использовать методы оптимальных решений для разработки проектов на основе оценки ресурсов и ограничений.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов: текущий контроль – 70 баллов, промежуточная аттестация – 30 баллов.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся набрал 91-100 баллов.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся набрал 75 – 90 баллов.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал 60 - 74 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал 0 - 59 баллов.

Критерии оценивания	**Оценка**
Знает основы вариационного исчисления и теории оптимального управления, основные методы дискретной оптимизации. Умеет решать прикладные задачи оптимального управления, дискретной оптимизации, в том числе задачи линейного программирования. Владеет навыками практического применения современных оптимизационных математических методов и моделей, используемых в профессиональной деятельности.	отлично
Знает основы вариационного исчисления и теории оптимального управления, основные методы дискретной оптимизации. Умеет решать прикладные задачи оптимального управления, дискретной оптимизации, в том числе задачи линейного программирования. Не владеет навыками практического применения современных оптимизационных математических методов и моделей, используемых в профессиональной деятельности.	хорошо
Знает основы вариационного исчисления и теории оптимального управления, основные методы дискретной оптимизации. Испытывает затруднения при решении прикладных задач оптимального управления, дискретной оптимизации, в том числе задачи линейного программирования. Не владеет навыками практического применения современных оптимизационных математических методов и моделей, используемых в профессиональной деятельности.	удовлетворительно
Не знает основы вариационного исчисления и теории оптимального управления, основные методы дискретной оптимизации. Не умеет решать прикладные задачи оптимального управления, дискретной оптимизации, в том числе задачи линейного программирования. Не владеет навыками практического применения современных оптимизационных математических методов и моделей, используемых в профессиональной деятельности.	неудовлетворительно

6. Методические материалы по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению материала занятий лекционного типа.

Занятия лекционного типа дают обучающимся систематизированные знания о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. Осуществляя учебные действия на занятиях лекционного типа, обучающиеся должны внимательно воспринимать материал, подготовленный преподавателем, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета. Обучающиеся должны аккуратно вести конспект. В

случае недопонимания какой-либо части учебного материала следует в установленном порядке задать вопрос преподавателю. В процессе работы на занятии лекционного типа необходимо также выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Методические указания для обучающихся по освоению материала занятий семинарского типа.

Практические занятия являются аудиторными занятиями. Для того, чтобы аудиторный материал был освоен, обучающимся ему необходимо: предварительно изучить теоретический материал по данной теме, ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем, и найденной самостоятельно; выполнить задания, предложенные преподавателем к занятию; составить перечень вопросов, вызывающих затруднения, неясности или сомнения, обсудить их с преподавателем на консультации или на практическом занятии.

Методические указания по подготовке к контрольной работе.

Данный вид работы проверяет:

1) усвоение обучающимися полученных в ходе обучения умений и навыков;

2) способность выбрать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей;

3) умение проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы.

Примерно за 2-3 недели до проведения контрольной работы обучающемуся необходимо получить у преподавателя типовой вариант контрольной работы или примерный перечень практических заданий, входящих в контрольную работу, и после этого приступить к подготовке.

При подготовке к контрольной работе следует:

1) повторить теоретический материал по темам, включенным в контрольную работу;

2) просмотреть материалы практических занятий и домашних заданий;

3) попробовать решить задания из шаблона контрольной работы или примерного перечня практических заданий;

4) закрепить полученные умения и навыки, решая похожие задания из рекомендованных преподавателем учебников и учебно-методических пособий.

Если в процессе подготовки к контрольной работе возникли затруднения или требуются какие-либо уточнения и рекомендации, следует обратиться за помощью к преподавателю.

Методические рекомендации по проведению коллоквиума.

Опрос – это собеседование преподавателя и обучающегося по заранее определенным контрольным вопросам.

Особенность опроса в том, что это не просто форма контроля, а метод углубления, закрепления знаний обучающихся, так как в ходе собеседования преподаватель имеет возможность разъяснить вопросы, возникающие у обучающегося в процессе подготовки.

Этот вид деятельности развивает навык осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач.

На самостоятельную подготовку к опросу обучающемуся отводится 2-3 недели.

При подготовке к коллоквиуму следует:

1) просмотреть конспекты лекций и практических занятий и отметить в них имеющиеся ответы на вопросы коллоквиума;

2) если конспекты содержат не все ответы или часть вопросов вынесено преподавателем на самостоятельное рассмотрение, необходимо изучить содержание учебной литературы, рекомендованной преподавателем;

3) в случае возникновения каких-либо затруднений при подготовке следует обратиться за помощью к преподавателю.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом.

Самостоятельная работа обучающегося является важным элементом изучения дисциплины Правовая статистика. Усвоение материала дисциплины в процессе аудиторных занятий и в результате самостоятельной подготовки и изучения отдельных вопросов дисциплины, позволят обучающемуся подойти к промежуточной аттестации подготовленным и потребует лишь повторения ранее пройденного материала.

Для систематизации знаний по дисциплине первоначальное внимание обучающемуся следует обратить на рабочую программу дисциплины, которая включает основные темы дисциплины, в рамках которых и формируются вопросы для контроля и аттестации. Поэтому обучающийся, заранее ознакомившись с рабочей программой дисциплины, может лучше сориентироваться в последовательности освоения дисциплины с позиций организации самостоятельной работы.

При организации процесса освоения дисциплины обучающемуся следует учитывать:

1. Планирование времени, отведенного на освоение дисциплины.

При планировании времени на освоение дисциплины следует руководствоваться: а) структурой дисциплины (раздел 3 настоящей рабочей программы), в которой указаны количество академических часов в разрезе каждой темы, вида занятий (практическое) и часы на самостоятельную работу; б) формой текущего контроля успеваемости (опрос, контрольная работа); в) формой промежуточной аттестации (зачет с оценкой).

2. Последовательность действий при освоении дисциплины.

Изучение каждой темы дисциплины целесообразно начинать со знакомства с содержанием дисциплины в разрезе тем; затем следует этап подбора источников из числа рекомендуемых и подобранных самостоятельно (научные статьи; информация с официальных сайтов государственных органов, др.). Изучение источниковой базы может сопровождаться конспектированием (например, тезисным), составлением глоссария, др. Целесообразно вести перечень проблемных вопросов как по существу темы, обусловленных пробелами в научном и правовом поле и проблемами практического характера, так и в случае затруднений с уяснением смысла изложенного в источниках материала (указанные вопросы могут быть разрешены впоследствии самим обучающимся; во время занятий или на консультации с преподавателем).

3. Использование учебно-методических материалов и работа с литературой.

Следует применять следующую последовательность подбора источников для изучения тем дисциплины: а) нормативные правовые акты; б) комментарии к законодательным актам; в) научная и учебная литература; г) другие.

При самостоятельной работе обучающиеся работают с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Одной из основных форм контроля самостоятельной работы обучаемых является оценка полноты и качества составления конспектов изучаемых материалов.

При необходимости обучаемому рекомендуется записывать вопросы, возникшие у него в ходе работы над темой, для обсуждения их с преподавателем в ходе аудиторных занятий или консультаций.

Методические рекомендации при применении ДОТ и регламент распределения видов работ по дисциплине с ДОТ.

Данная дисциплина может быть реализована с применением элементов дистанционных образовательных технологий (ДОТ). Распределение видов учебной работы, форматов текущего контроля представлены в таблице:

Вид учебной работы	Формат проведения
Лекционные занятия	контактная аудиторная работа / в СДО
Практические занятия	контактная аудиторная работа / в СДО
Самостоятельная работа	с применением ДОТ
Промежуточная аттестация	посредством СДО
Контрольная работа, опрос	контактная аудиторная работа / в СДО

Доступ к системе дистанционных образовательных технологий (СДО) осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на образовательном портале института: https://lms.ranepa.ru. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется обучающемуся в деканате.

Все формы текущего контроля, проводимые в системе дистанционного обучения, оцениваются в системе дистанционного обучения. Доступ к видео и материалам лекций предоставляется в течение всего семестра. Доступ к каждому виду работ и количество попыток на выполнение задания предоставляется на ограниченное время согласно регламенту дисциплины, опубликованному в СДО. Преподаватель оценивает выполненные обучающимся работы после окончания срока выполнения согласно установленному графику.

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

7.1. Основная литература

1. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/559655

2. Математические методы и модели исследования операций : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев, Т. М. Гатауллин, Н. И. Заичкин [и др.] ; под редакцией В. А. Колемаева. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-238-01325-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/83033.html

7.2. Дополнительная литература

1. Высшая математика для экономистов : учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман ; под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-238-00991-9. — Текст : электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/141378.html

2. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560070

7.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не предусмотрено.

7.4. Интернет-ресурсы

1. Научная библиотека РАНХиГС. URL: http://lib.ranepa.ru
2. Научная электронная библиотека eLibrary.ru. URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Российская государственная библиотека. URL: www.rsl.ru
4. Российская национальная библиотека. URL: www.nlr.ru
5. Электронная библиотека Grebennikon. URL: http://grebennikon.ru
6. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань». URL: http://e.lanbook.com
7. Образовательная платформа ЮРАЙТ. URL: http://www.urait.ru
8. Электронно-библиотечная система IPR SMART. URL: http://www.iprbookshop.ru/
9. http://lms.ranepa.ru

7.5. Иные источники

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики. Спб.: Питер, 2011.

2. Красс М. С., Чупрынов Б. П. Математика для экономистов, учебное пособие, М. :Питер, 2007.

3. Орлова И. В., Половников В. А. Экономико-математические методы и модели. М.: Инфра-М, 2013

4. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Изд-во “КноРус”, 2013.

5. Ермаков В.И., Бобрик Р.К., Гринцевичюс Р.К. Общий курс высшей математики для экономистов. М.: ИНФРА-М, 2012.

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

Адрес	Наименование оборудованных учебных кабинетов	Оснащенность оборудованных учебных кабинетов, перечень программного обеспечения

680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), практик, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.
680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Специализированные аудитории, оборудованные для проведения занятий по информационным технологиям (компьютерные классы)	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доска маркерная, учебные пособия, тренажеры и другие средства и оборудование. Аудитории обеспечены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде организации. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение, справочно-правовая система «Консультант плюс», информационно-справочная система «Кодекс», Any Logic University, KNIME (Open Source программное обеспечение с открытым исходным кодом), Gretl, Statgraphics Centurion XV Academic Pro, 1С Предприятие 8 для учебных заведений, Eviews Academic, Adobe Photoshop
680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.

680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33, Точка кипения	Центр (класс) деловых игр	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, учебно-наглядные пособия, доска маркерная, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.
680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Специальная библиотека (библиотека ограниченного доступа) /	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся, технические средства обучения, мультимедийное оборудование. Читальный зал научной библиотеки оснащен компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.
680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Научно-исследовательская лаборатория	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доска маркерная, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.
680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Помещения для научно-исследовательской работы	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доска маркерная, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.

680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д.33	Актовый зал	Специализированная мебель для организации рабочих мест обучающихся и преподавателя, технические средства обучения, мультимедийное оборудование, доступ к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде. Программное обеспечение: Microsoft Windows, пакет Microsoft office, антивирусное программное обеспечение.

Информационные технологии реализуются через электронно-информационную образовательную среду Академии.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. http://www.urait.ru - Образовательная платформа ЮРАЙТ
2. http://www.iprbookshop.ru – Электронно-библиотечная система [ЭБС] IPR SMART
3. https://e.lanbook.com - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Лань»
4. http://elibrary.ru/ - Научная электронная библиотека Elibrary.ru
5. https://new.znanium.com - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Znanium.com»