Приложение 7 ОП ВО

**Федеральное государственное бюджетное образовательное**

**учреждение высшего образования**

**«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ**

**ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кафедра экономики и финансов

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДЕНАрешением методической комиссии по направлениям 38.03.05 «Бизнес-информатика», 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГСПротокол от «10» мая 2017 г. № 5 |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.01.02 Методы исследования операций

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

МИО

*(краткое наименование дисциплины)*

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

*(код,наименование направления подготовки)*

«Системный анализ, управление и обработка информации»

*(направленность)*

Исследователь. Преподаватель-исследователь

*(квалификация)*

очная/заочная

*(форма обучения)*

Год набора – 2017

Санкт-Петербург, 2017 г.

**Автор–составитель:**

Доктор военных наук, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры экономики и финансов Наумов Владимир Николаевич

Заведующий кафедрой экономики и финансов, доктор исторических наук, профессор Исаев Алексей Петрович.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |
| --- |
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
 |
| 1. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
 |
| 1. Содержание и структура дисциплины
 |
| 1. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации4.4. Методические материалы |
| 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 |
| 1. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
 |
| 6.1. Основная литература |
| 6.2. Дополнительная литература |
| 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
| 6.4. Нормативные правовые документы |
| 6.5. Интернет-ресурсы |
| 6.6. Иные источники |
| 1. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы
 |

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

* 1. Дисциплина «Методы исследования операций» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кодкомпетенции | Наименованиекомпетенции | Кодэтапа освоения компетенции | Наименование этапа освоения компетенции |
| ОПК-3 | способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | ОПК-3.1 | Способность формулировать оптимизационные задачи, выбирать методы их решения, формировать алгоритмы и средства решения оптимизационных задач для исследуемой предметной области |
| ПК-1 | владеть способностью формализации и постановки задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | ПК-1.2 | Способность формализации и постановки задач системного анализа |
| ПК-2 | владеть способностью разработки критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | ПК-2.1 | Способность разработки критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа |
| ПК-3 | владеть методами и алгоритмами прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем | ПК-3.2 | владеть основными методами и алгоритмами прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности систем |
| ПК-5 | владеть организацией применения информационных технологий при решении задач системного анализа, управления и обработки информации, проектирования и разработки математического и программного обеспечения систем | ПК-5.2 | владеть организацией применения информационных технологий при решении задач системного анализа, задач оптимизации |

В результате освоения дисциплины у аспирантов должны быть сформированы:

Таблица 1.2

| ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ профессиональные действия | Код этапа освоения компетенции | Результаты обучения |
| --- | --- | --- |
| способности: подготавливать данные для проведения аналитических работ; проводить аналитическое исследования в соответствии с согласованными требованиями | ОПК-3.1 | на уровне знаний: основные положения теории оптимизации и исследования операций;роль теории оптимизации и математического программирования в современном мире, мировой культуре и истории. |
| на уровне умений: использовать методы и модели оптимизации для решения задач принятий решений и управления;применять программные средства поддержки принятия оптимальных решений |
| на уровне навыков: методами теории оптимизации при анализе конкретных ситуаций с учетом критериев социально-экономической эффективности. |
| способности работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях | ПК-1.2 | на уровне знаний:аналитический аппарат, применяемый в формировании вариантов оптимальных решений |
| на уровне умений: использовать методы и модели оптимизации для решения оптимальных задач принятий решений. |
| на уровне навыков: аналитическим аппаратом, применяемым при решении задач системного анализа сложных социально-экономических процессов и систем ;методами теории оптимизации для решения задач определения эффективности, оценки рисков и возможных социально-экономических последствий. |
| способности работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях | ПК-2.1 | на уровне знаний:аналитический аппарат теории оптимизации, применяемый в прогнозировании вариантов решений и оценки их эффективности.  |
| на уровне умений: использовать методы и модели теории оптимизации для решения задач принятий решений, управления и обработки информации |
| на уровне навыков: аналитическим аппаратом, применяемым в оптимизационных моделях управленческих решений;методами теории принятия решений и исследования операций при прогнозировании конкретных ситуаций с учетом критериев социально-экономической эффективности и их оценки. |
| способности работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях; решать задачи сбора, обработки и анализа больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры | ПК-3.2 | на уровне знаний:роль теории принятия оптимальных решений в современном мире, мировой культуре и истории |
| на уровне умений: применять программные средства поддержки принятия оптимальных решений. |
| на уровне навыков: методами теории принятия оптимальных решений и исследования операций при анализе конкретных ситуаций с учетом критериев возможных социально-экономических последствий. |
| выполнять обобщенную трудовую функцию по управлению проектами в области ИТ любого масштаба в условиях высокой неопределенности, вызываемой запросами на изменения и рисками, и с учетом влияния организационного окружения проекта; разработка новых инструментов и методов управления проектами в области ИТ | ПК-5.2 | на уровне знаний:роль математического программирования и применения информационных технологий в моделировании управленческих решений социально-экономических систем.  |
| на уровне умений: применять программные средства и различные информационные технологии при решении задач оптимального управления социальными и экономическими системами, организацией проектирования и разработки программного обеспечения социальных и экономических систем поддержки принятия оптимальных решений. |
| на уровне навыков: навыками использования различных информационных технологий в области теории оптимизации и исследования операций. |

# Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Общий объем дисциплины составляет 72 академ. часа (2 ЗЕТ).

Таблица 2.1

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
|  Вид работы | Трудоемкость (акад/астр.часы) |
| **Общая трудоемкость** | 72/54 |
| ***Аудиторная работа*** | 36/24 |
| Лекции | 12/9 |
| Семинары и практические занятия | 24/18 |
| ***Самостоятельная работа*** | 30/22,5 |
| Виды текущего контроля | Тестирование, контрольная работа, реферат, зачет |
| Вид промежуточного контроля | Зачет (6) |

Общий объем дисциплины составляет 72 академ. часа (2 ЗЕТ).

Таблица 2.2

Заочная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
|  Вид работы | Трудоемкость (акад/астр.часы) |
| **Общая трудоемкость** | 72/54 |
| ***Аудиторная работа*** | 12/9 |
| Лекции | 4/3 |
| Семинары и практические занятия | 8/6 |
| ***Самостоятельная работа*** | 54/40,5 |
| Виды текущего контроля | Тестирование, контрольная работа, реферат, зачет |
| Вид промежуточного контроля | Зачет (6) |

**Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Методы исследования операций» относится к вариативной части учебного плана по направлению «Информатика и вычислительная техника» 09.06.01. Преподавание дисциплины «Методы исследования операций» основано на дисциплинах – Б1.В.01 «Информационно-коммуникационные технологии и информационные системы», Б1.В.03 «Актуальные проблемы и методология исследования сложных систем управления», Б1.В.04 «Методический семинар аспирантов кафедры». В свою очередь она создаёт необходимые предпосылки для освоения программ таких дисциплин, как Б1.В.ДВ.04.01 «Теоретико-игровые модели в управлении организационными системами», Б1.В.ДВ.04.02 «Теория игр и моделирование конфликтных ситуаций в социально–экономических процессах», Б1.В.ДВ.02.01 «Модели макроэкономики», Б1.В.ДВ.02.02 «Модели макроэкономического регулирования», а также практик и научных исследований.

Дисциплина взаимодействует с дисциплинами учебного плана Б1.В.02 «Методы системного анализа», Б1.В.ДВ.02.01 «Информационная безопасность», Б1.В.ДВ.02.02 «Информационная безопасность и защита информации», изучаемых с данной дисциплиной одновременно.

Дисциплина изучается на 2-м курсе. Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом является зачет.

# Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Очная форма обучения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование тем**  | **Объем дисциплины (модуля), час.** | **Форматекущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации** |
| **Всего** | **Контактная работа обучающихся с преподавателемпо видам учебных занятий** | **СР**  |
| **Л** | **ЛР** | **ПЗ** | **КСР** |
| Тема 1 | Формулировка задач математического программирования. Классическая оптимизация | 12 | 2 |  | 4 |  | 6 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 2 | Линейное программирование | 14 | 2 |  | 6  |  | 6 |  Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 3 | Транспортная задача линейного программирования | 12 | 2 |  | 4 |  | 6 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 4. | Нелинейное программирование. Введение в целочисленное программирование | 16 | 4 |  | 10 |  | 6 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 5 | Многошаговые процессы принятия решений. Динамическое программирование | 12 | 4 |  | 10 |  | 6 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Промежуточная аттестация | 6 |  |  |  |  | 6 | Зачет/Зачет |
| Всего (акад./астр. часы): | 72/54 | 12/9 |  | 24/18 |  | 36/27 |  |

Таблица 3.2

Заочная форма обучения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование тем**  | **Объем дисциплины (модуля), час.** | **Форматекущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации** |
| **Всего**  | **Контактная работа обучающихся с преподавателемпо видам учебных занятий** | **СР** |
| **Л** | **ЛР** | **ПЗ** | **КСР** |
| Тема 1 | Формулировка задач математического программирования. Классическая оптимизация | 12 | 1 |  | 2 |  | 9 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 2 | Линейное программирование | 14 | 1 |  | 2  |  | 11 |  Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 3 | Транспортная задача линейного программирования | 12 | - |  | - |  | 12 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Тема 4. | Нелинейное программирование. Введение в целочисленное программирование | 16 | 1 |  | 2 |  | 13 | Т/КР/Ре/Зачет |
| Тема 5 | Многошаговые процессы принятия решений. Динамическое программирование | 12 | 1 |  | 2 |  | 9 | Т/КР/Реф/Зачет |
| Промежуточная аттестация | 6 |  |  |  |  | 6 | Зачет |
| Всего (акад./астр. часы): | 72/54 | 4/3 |  | 8/6 |  | 60/45 |  |

*курсовые работы (КР), тестирование (Т), реферат (Реф),*

**Содержание дисциплины**

**Тема 1. Формулировка задач математического программирования. Классическая оптимизация**

Предмет исследования операций. Математическое программирование. Задача нахождения оптимального решения с использованием математических методов в условиях полной определенности и в условиях наличия случайных составляющих процесса. Однокритериальная и многокритериальная оптимизации. Статическая оптимизация. Модели и численные методы безусловной оптимизации. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка: методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений, методы деформируемых конфигураций, симплексные методы

**Тема 2: Линейное программирование**

Задача нахождения условного экстремума (минимума или максимума при наличии ограничений). Общая формулировка задачи линейного программирования. Приведение задачи к каноническому виду. Графический метод решения задачи линейного программирования с двумя независимыми переменными. Решение задачи линейного программирования с использованием симплекс – таблиц. Принципы оптимальности и допустимости. Замена набора базисных переменных. Критерий оптимальности решения. Двойственность задачи линейного программирования. Основные теоремы двойственности. Метод искусственного базиса. Двойственность и анализ чувствительности и устойчивости решения задач. Использование математических пакетов для решения задач оптимизации.

**Тема 3: Транспортная задача линейного программирования**

 Формулировка транспортной задачи. Условие сбалансированности. Допустимая и оптимальная схемы перевозки. Нахождение первоначального допустимого решения. Методы нахождения опорного плана. Использование метода потенциалов в итерационной процедуре оптимизации решения. Методы решения транспортных задач особого вида. Решение транспортных задач в логистике.

**Тема 4: Нелинейное программирование. Целочисленное программирование**

 Отличие нелинейного программирования от линейного. Построение вспомогательной функции Лагранжа, множители Лагранжа. Обобщенный метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера. Выпуклое программирование. Градиент. Численные методы поиска экстремума. Целочисленное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Стохастические разностные методы.

**Тема 5: Многошаговые процессы принятия решений. Динамическое программирование**

 Понятие динамического или поэтапного программирования. Разбиение задачи на этапы. Оптимизация решения на каждом из этапов. Составление рекуррентных уравнений Беллмана. Уравнение связи переменных. Прямая и обратная прогонка. Примеры задач динамического программирования. Задача о распределении ресурсов. Модели управления запасами. Задача о загрузке. Задача инвестирования Связь сетевых моделей с моделями динамического программирования. Задача выборе кратчайшего пути. Задача нахождения потока наименьшей стоимости. Методы сетевого планирования. Задача коммивояжера. Марковские модели принятия решений.

**Тема 6: Системы массового обслуживания**

 Понятие системы массового обслуживания. Основные компоненты модели массового обслуживания. Понятие потока. Свойства потоков. Простейшие потоки. Потоки Пальма. Потоки Эрланга. Классификация систем массового обслуживания. Модели рождения и гибели. Схемы «гибели –размножения». Формулы Литтла. Системы массового с отказами, с очередью, с ожиданием. Многоканальные системы массового обслуживания. Системы массового обслуживания общего вида. Формулы Полячека-Хинчина. Метод псевдосостояний. Моделирование систем методами массового обслуживания. Системы имитационного моделирования.

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

## Формы и методы текущего контроля успеваемости

### 4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Методы исследования операций» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Тема (раздел) | Формы (методы) текущего контроля успеваемости |
| **Тема 1:** Формулировка задач математического программирования. Классическая оптимизация | Тест, зачет |
| **Тема 2:** Линейное программирование | Тест, задание, контрольная работа, зачет |
| **Тема 3.** Транспортная задача линейного программирования | Тест, задание, контрольная работа, зачет |
| **Тема 4:** Нелинейное программирование. Введение в целочисленное программирование | Тест, задание, контрольная работа, реферат, зачет |
| **Тема 5:** Многошаговые процессы принятия решений. Динамическое программирование | Тест, задание, контрольная работа, реферат, зачет |
| **Тема 6.** Системы массового обслуживания | Тест, зачет |

### 4.1.2. Зачет проводится с применением следующих методов (средств) :

Зачет проводится в компьютерном классе. зачет производится в устной форме в соответствии с программой кандидатского экзамена по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации». Для подготовки к экзамену используется паспорт специальности и программа-минимум по специальности. К экзамену аспирант готовит реферат в соответствии с темой своего диссертационного исследования.

## Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.

### 4.2.1.Домашние задания.

**Контрольная работа 1** Приведен один вариант контрольной работы

Контрольная работа состоит из вариантов решения задач исследования операций. Пример варианта решения задачи

**Задача 1.** Решить дробно-линейную задачу нелинейного программирования



**Задача 2.** Исследовать на оптимальность функцию

,

при ограничениях:

.

**Задача 3.** Графоаналитическим методом найти максимум функции  при ограничениях



**Задача 4.** Симплекс-методом решить задачу линейного программирования



Ответ 

**Задача 5.** Найти оптимальный план, если транспортная таблица имеет вид

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 |  |
| A1 | 2 | 2 | 4 | 60 |
| A2 | 4 | 3 | 2 | 20 |
| A3 | 3 | 5 | 3 | 30 |
|  | 40 | 40 | 30 |  |

**Задача 6**. Оператор автоматизированного рабочего места обрабатывает данные, с интенсивностью λ=0,1 с-1. Для обработки цели оператору в среднем требуется *t*обр =5с с СКО σt=5 c. Определить характеристики СМО, моделирующей работу оператора, если нет ограничений на память оператора и ЭВМ.

**Задача 7**. Как изменится время на обработку цели, если рассматривать не СМО с ожиданием, а СМО с отказами.

**Задача 8.** Процесс обработки моделируется одноканальной СМО. Оценить затраты за сутки если:

* Стоимость обслуживания заявки в час равна 1000 руб./час.
* Стоимость простоя оборудования в час равна 100 руб./час.
* Стоимость ожидания в обслуживании заявки равна 50 руб/час.
* Рабочий день равнее 8 часам;
* Интенсивность простейшего входного потока равна 1 час-1;
* Интенсивность потока обслуживания равна 2 час-1.

### 4.2.2.Темы рефератов

1. Дискретное программирование в экономико-математическом анализе.
2. Прикладные задачи целочисленного программирования.
3. Многокритериальные задачи оптимизации.
4. Функция полезности и ее использовании в задачах оптимизации.
5. Требования к критерию и показателям эффективности.
6. Оптимизационные задачи на графах и сетях.
7. Методы оптимизации в многокритериальных задачах.
8. Методы анализа динамики экономических процессов.
9. Прогнозирование экономических процессов.
10. Методы корреляционного и факторного экономико-математического анализа.
11. Балансовые модели.
12. Прикладные задачи теории статистических решений.
13. Модель межгрупповых отношений
14. Модель обслуживания заявок
15. Модель оптимизации доходов при решении экономических задач
16. Модель обоснования структуры системы
17. Модель оценки качества сложных иерархических систем
18. Математическая модель динамического процесса
19. Многокритериальная модель выбора альтернативы.
20. Модель анализа рисков в социально-экономическом процессе.
21. Модели бизнес-процессов.
22. Решение моделей массового обслуживания

### 4.2.3.Тестовые задания по темам дисциплины

***Типовые тесты.***

**1. Задание № 1.**

Графоаналитическим методом найти максимум функции  при ограничениях



**Варианты ответов:**

1. 2.
2. 14.
3. 16.
4. 15.

**Задание № 2.** Графоаналитическим методом решить задачу линейного программирования



**Варианты ответов:**

1. 1.
2. 2.
3. 3.
4. 4.

**Задание № 3.** Найдите замкнутые транспортные задачи линейного программирования, если транспортные таблицы имеют вид

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ПНПО | *B*1 | *B*2 | *B*3 | Запасы *ai* |
| *A1* | 2 | 5 | 2 | 90 |
| *A*2 | 4 | 1 | 5 | 400 |
| *A*3 | 3 | 6 | 8 | 110 |
| Заявки *bj* | 140 | 300 | 160 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ПНПО | *B*1 | *B*2 | *B*3 | Запасы *ai* |
| *A1* | 2 | 5 | 2 | 90 |
| *A*2 | 4 | 1 | 5 | 400 |
| *A*3 | 3 | 6 | 8 | 140 |
| Заявки *bj* | 140 | 300 | 160 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ПНПО | B1 | B2 | B3 | Запасыai |
| A1 | 2 | 5 | 2 | 80 |
| A2 | 4 | 1 | 5 | 400 |
| A3 | 3 | 6 | 8 | 110 |
| Заявки bj | 140 | 300 | 160 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ПНПО | *B*1 | *B*2 | *B*3 | Запасы *ai* |
| *A1* | 2 | 5 | 2 | 90 |
| *A*2 | 4 | 1 | 5 | 410 |
| *A*3 | 3 | 6 | 8 | 110 |
| Заявки *bj* | 140 | 300 | 160 |  |

**ЗАДАНИЕ № 4** (*выберите один вариант ответа*)
Линейное программирование - это:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Задача нахождения условного экстремума линейной целевой функции с произвольными ограничениями.
2. Задача нахождения безусловного экстремума линейной целевой функции.
3. Задача нахождения условного экстремума линейной целевой функции с линейными ограничениями.
4. Задача компьютерного решения системы линейных уравнений.

**ЗАДАНИЕ № 5** *(выберите несколько вариантов ответа*)
Допустимым решением называют решение, которое:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Удовлетворяет всем ограничениям.
2. Максимизирует целевую функцию и удовлетворяет ограничениям.
3. Минимизирует целевую функцию.
4. Удовлетворяет только ограничениям – равенствам.

**ЗАДАНИЕ № 6** *(выберите несколько вариантов ответа*)
В графическом методе задачи линейного программирования каждому базисному решению соответствует:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Угловая точка области допустимых решений.
2. Пара угловых точек области допустимых решений.
3. Множество точек поверхности безразличия решений.
4. Грань области допустимых решений.

**ЗАДАНИЕ № 7** *(выберите один вариант ответа*)
В задаче об использовании ресурсов ищутся:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Оптимальные цены на выпускаемую продукцию.
2. Оптимальный запас дефицитных ресурсов.
3. Оптимальные виды выпускаемой продукции.
4. Оптимальная прибыль.

**ЗАДАНИЕ № 8** *(выберите один вариант ответа*)
В основе симплексного метода лежит:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Переход к другой угловой точке ОДР, оптимизирующий решение.
2. Случайный переход к другой угловой точке области допустимых решений (ОДР).
3. Случайный переход к соседней угловой точке ОДР.
4. Переход к соседней угловой точке ОДР, оптимизирующий решение.

**ЗАДАНИЕ № 9** *(выберите один вариант ответа*)
Основной целью транспортной задачи является:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Нахождение всех допустимых схем перевозки.
2. Нахождение оптимальной схемы перевозки.
3. Определение объемов запаса в начальных пунктах.
4. Определение востребованного объема груза в конечных пунктах.

**ЗАДАНИЕ № 10** *(выберите несколько вариантов ответа*)
Динамическое программирование:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Подразумевает обязательную зависимость целевой функции от времени.
2. Позволяет разбить задачу оптимизации на этапы.
3. Основывается на составлении рекуррентной системы уравнений, связывающей целевые функции на различных этапах.
4. Имеет своей целью нахождение управляющих переменных, приводящих к оптимальному решению задачи в целом.

**ЗАДАНИЕ № 11.** *(выберите один вариант ответа*)
Основной целью задачи сетевого программирования является:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Нахождение критического пути.
2. Построение сети.
3. Оптимизация сети.
4. Установление связей между элементами сети.

**ЗАДАНИЕ № 12.** *(выберите один вариант ответа*)
Основной задачей теории игр является:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Нахождение оптимальных стратегий участников конфликтных ситуаций.
2. Определение возможных чистых стратегий участников конфликтных ситуаций.
3. Устранение конфликтной ситуации.
4. Оптимизация конфликтной ситуации.

**ЗАДАНИЕ № 13.** *(выберите несколько вариантов ответа*)
Игра имеет оптимальное решение в рамках чистых стратегий, когда:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Седловые точки отсутствуют.
2. Седловые точки присутствуют.
3. Нижняя и верхняя цены игры совпадают.
4. Нижняя и верхняя цены игры различаются.

**ЗАДАНИЕ № 14.** *(выберите несколько вариантов ответа*)
Поток является простейшим, если он:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Стационарен.
2. Ординарен.
3. Регулярен.
4. Не имеет последействия.

**ЗАДАНИЕ № 15.** *(выберите несколько вариантов ответа*)
К показателям эффективности СМО с неограниченной очередью относят:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Среднюю длину очереди.
2. Вероятность отказа.
3. Относительную пропускную способность.
4. Среднее число занятых каналов.

**Ключи к ответам:**

1. 3.
2. 2.
3. 1.
4. 3
5. 1,2.
6. 1,4.
7. 4.
8. 4.
9. 2.
10. 1,2.
11. 1.
12. 1.
13. 2,3.
14. 1,2,4
15. 1,4

## 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код компетенции | Наименованиекомпетенции | Код этапа освоения компетенции | Наименование этапа освоения компетенции |
| ОПК-3 | способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | ОПК-3.1 | Способность формулировать оптимизационные задачи, выбирать методы их решения, формировать алгоритмы и средства решения оптимизационных задач для исследуемой предметной области |
| ПК-1 | владеть способностью формализации и постановки задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | ПК-1.2 | Способность формализации и постановки задач системного анализа |
| ПК-2 | владеть способностью разработки критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | ПК-2.1 | Способность разработки критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа |
| ПК-3 | владеть методами и алгоритмами прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем | ПК-3.2 | владеть основными методами и алгоритмами прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности систем |
| ПК-5 | владеть организацией применения информационных технологий при решении задач системного анализа, управления и обработки информации, проектирования и разработки математического и программного обеспечения систем | ПК-5.2 | владеть организацией применения информационных технологий при решении задач системного анализа, задач оптимизации |

Таблица 4

| Этап освоения компетенции | Показательоценивания | Критерий оценивания |
| --- | --- | --- |
| ОПК-3.1 | 1. Демонстрирует способность анализировать предметную область в соответствии с выбранной темой исследования
2. Демонстрирует умение проводить анализ объекта и предмета исследования, проводить анализ научных исследований по теме диссертации.
3. Демонстрирует способность решать частные задачи оптимизации, использовать средства ИКТ.
 | 1. Полнота и качество выполнения отчета по научно-исследовательской работе.
2. Полнота представленной библиографии, ее качество, глубина проработки.
3. Наличие отзыва от научного руководителя, его выводы о результативности работы.
4. Качество выполнения заданий, тестирования.
5. Правильность и полнота ответов во время зачета
 |
| ПК-1.2 | 1. Самостоятельно формулирует проблему исследования с использованием методов системного анализа, приводит результаты оценки современного состояния исследуемой предметной области.
2. Представляет реферат по теме, предложенной научным руководителем или выбранной самостоятельно.
3. Демонстрирует знание основных положений теоретических вопросов, вынесенных на экзамен по специальности
 | 1. Полнота и проработанность вопросов, представленных в реферате.
2. Глубина исследования решаемой проблемы.
3. Полнота и правильность ответов на вопросы экзамена по специальности.
4. Полнота и качество выполнения отчета по научно-исследовательской работе.
5. Наличие отзыва от научного руководителя, его выводы о результативности работы.
 |
| ПК-2.1 | 1.Демонстрирует способность анализировать предметную область в соответствии с выбранной темой исследования1. Демонстрирует умение проводить анализ объекта и предмета исследования, проводить анализ научных исследований по теме диссертации.
2. Демонстрирует способность решать частные задачи оценки эффективности с использованием средств ИКТ.
 | * 1. Качество выполнения заданий, тестирования.
	2. Правильность и полнота ответов во время зачета
 |
| ПК-3.2 | 1. Самостоятельно формулирует проблему исследования с использованием методов системного анализа, приводит результаты оценки современного состояния исследуемой предметной области.
2. Представляет реферат по теме, предложенной научным руководителем или выбранной самостоятельно.
 | * + 1. Полнота и правильность ответов на вопросы
 |
| ПК-5.2 | 1. Самостоятельно формулирует проблему исследования с использованием методов системного анализа, приводит результаты оценки современного состояния исследуемой предметной области.
2. Представляет реферат по теме, предложенной научным руководителем или выбранной самостоятельно.
3. Демонстрирует знание основных положений теоретических вопросов, вынесенных на экзамен по специальности
 | * + - 1. Глубина исследования решаемой проблемы.
		1. Полнота и правильность ответов на вопросы.
	1. Использование ИКТ
 |

### 4.3.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет

* 1. Общая формулировка и классификация задач оптимизации
	2. Классические задачи оптимизации. Матрица Гессе
	3. Условная оптимизация. Выпуклые и вогнутые множества и функции
	4. Функция и множители Лагранжа. Окаймленная матрица Гессе
	5. Общая постановка задачи линейного программирования. Линейное программирование. Допустимое, базисное и оптимальное решения
	6. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Табличный способ решения задачи.
	7. М-метод решения задачи линейного программирования.
	8. Двойственная задача линейного программирования. Теоремы двойственной теории линейного программирования***.*** Экономическое содержание двойственной задачи линейного программирования
	9. Устойчивость оптимального решения в задаче об использовании ресурсов к колебаниям цен на продукцию
	10. Определение транспортной задачи линейного программирования
	11. Поиск оптимального плана транспортной задачи. Метод потенциалов
	12. Постановка и классификация задач нелинейного программирования
	13. Выпуклое программирование. Условия Куна-Таккера
	14. Численные методы решения задач нелинейного программирования. Метод Ньютона-Рафсона
	15. Метод наискорейшего подъема
	16. Целочисленное программирование
	17. Задача динамического программирования
	18. Принцип оптимальности Беллмана. Рекуррентные уравнения Беллмана
	19. Задача о распределении ресурсов
	20. Связь сетевого и динамического программирований
	21. Проблемы и методы теории принятия решений.
	22. Этапы принятия решений.
	23. Критерии принятия решений. Оценки решений. Отношения предпочтения в критериальном пространстве.
	24. Принцип оптимальности Парето. Геометрическая интерпретация на основе угла предпочтения. Конус предпочтения.
	25. Основные методы сужения множества выбираемых решений при многокритери­альной оптимизации. Метод уступок.
	26. Метод идеальной точки для сужения множества Парето.
	27. Классические критерии принятия решений.
	28. Минимаксный критерий (Вальда) принятия решений.
	29. Критерий Бейеса-Лапласа принятия решений.
	30. Критерий Сэвиджа принятия решений.
	31. Критерий Гурвица принятия решений.
	32. Критерий Ходжа-Лемана принятия решений.
	33. Относительная важность критериев. Несравнимо более важные критерии. Лексикографическое отношение предпочтения.
	34. Определение приоритетов. Сужение множества Парето с учетом информации об относительной важности критериев.
	35. Инвариантность критериев относительно линейных преобразований. Связь с относительной важностью критериев.
	36. Уменьшение числа критериев путем свертывания и построения среднего взвешенного критерия. Частные и глобальные критерии.
	37. Метод ограничений при многокритериальной оптимизации. Сведение к задаче линейного программирования. Решение на одном шаге.
	38. Метод ограничений при многокритериальной оптимизации. Корректировка весов критериев. Итерационный алгоритм решения.
	39. Исследование устойчивости решений при учете приоритета с использованием принципа равенства при выборе компромиссного решения.
	40. Исследование устойчивости решений при учете приоритета на основе принципа равномерности при выборе компромиссного решения.
	41. Исследование устойчивости решений при учете приоритета с помощью метода максимизации взвешенной суммы критериев (Бейеса-Лапласа).
	42. Групповой выбор. Решение задач формирования экспертной группы. Получение персональных экспертных оценок.
	43. Групповой выбор. Принятие решений на основе методов экспертной оценки. Метод парных сравнений. Собственные числа и собственные векторы матрицы парных сравнений.
	44. Групповой выбор. Принятие решений с применением методов экспертной оценки. Оценка однородности суждений экспертов в методе парных сравнений.
	45. Групповой выбор. Формирование группового мнения экспертов путем осреднения на уровне матриц парных сравнений.
	46. Групповой выбор. Формирование группового мнения экспертов путем осреднения на уровне собственных векторов матриц парных сравнений.
	47. Нахождение оптимального решения методом минимального отклонения при использовании методов экспертной оценки.
	48. Анализ согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации.
	49. Анализ согласованности мнений экспертов на базе матрицы согласованности: векторы отклонений мнений экспертов, их геометрический смысл.
	50. Анализ согласованности мнений экспертов на базе матрицы согласованности: нахождение элементов матрицы согласованности, их смысл.
	51. Анализ согласованности мнений экспертов с помощью матрицы согласованности: выявление группировок экспертов.
	52. Принятие решений с применением методов экспертной оценки: построение и использование матрицы компетентности экспертов.
	53. Структурирование области для принятия решений. Сетевой граф и дерево решений, их построение.
	54. Однокритериальная задача оптимизации в дереве решений; метод расчета.
	55. Метод анализа иерархий.
	56. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Многоканальная СМО с отказами. Формулы Эрланга для предельных вероятностей.
	57. Многоканальная СМО с отказами. Основные характеристики СМО.
	58. Одноканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Предельные вероятности состояний.
	59. Одноканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Вероятность отказа. Абсолютная и относительная пропускная способность.
	60. Одноканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Среднее число заявок находящихся в очереди. Среднее число завязок связанных с системой.
	61. Одноканальная СМО с ожиданием (без ограничения на длину очереди). Среднее время ожидания заявки в очереди. Среднее время пребывания заявки с системе.
	62. Одноканальная СМО с ожиданием (без ограничения на длину очереди). Условие существования установившегося режима работы. предельные вероятности состояний.
	63. Одноканальная СМО с ожиданием (без ограничения на длину очереди). Основные характеристики системы.
	64. Многоканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Предельные вероятности состояний.
	65. Многоканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Вероятность отказа. Относительная и абсолютная пропускная способность. Среднее число занятых каналов.
	66. Многоканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Среднее число заявок в очереди. Среднее число заявок связанных с системой.
	67. Многоканальная СМО с ожиданием (с ограничением на длину очереди). Среднее время ожидания. Среднее время пребывания заявки в системе.
	68. Многоканальная СМО с ожиданием (без ограничения на длину очереди). Условие существования установившегося режима работы. Предельные вероятности состояний.
	69. Многоканальная СМО с ожиданием (без ограничения на длину очереди). Основные характеристики системы.
	70. СМО с ограничением времени ожидания.
	71. Потоки Пальма. Потоки Эрланга. Приближенное сведение немарковских процессов к марковским.

**Шкала оценивания.**

Оценка результатов производится на основе балльно-рейтинговой системы (БРС). Использование БРС осуществляется в соответствии с приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов». БРС по дисциплине отражена в схеме расчетов рейтинговых баллов (далее – схема расчетов). Схема расчетов сформирована в соответствии с учебным планом направления, согласована с руководителем научно-образовательного направления, утверждена деканом факультета. Схема расчетов доводится до сведения аспирантов на первом занятии по данной дисциплине и является составной частью рабочей программы дисциплины и содержит информацию по изучению дисциплины, указанную в Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС.

На основании п. 14 Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС в институте принята следующая шкала перевода оценки из многобалльной системы в пятибалльную:

Таблица 7

|  |  |
| --- | --- |
| **Количество баллов** | **Экзаменационная оценка** |
| прописью | буквой |
| 86 - 100 | отлично | А |
| 78 - 85 | хорошо | В |
| 66 - 77 | хорошо | С |
| 61 - 65 | удовлетворительно | D |
| 51 – 60 | удовлетворительно | E |
| 0 - 50 | неудовлетворительно | EX |

Шкала перевода оценки из многобалльной в систему «зачтено»/ «не зачтено»:

Таблица 8

|  |  |
| --- | --- |
| от 0 до 50 баллов | «не зачтено» |
| от 51 до 100 баллов | «зачтено» |

Примечание: если дисциплина изучается в течение нескольких семестров, схема расчета приводится для каждого из них.

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

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды аудиторных занятий: лекции, практические занятия, контрольные работы. На лекциях рассматриваются наиболее сложный материал дисциплины. Лекция сопровождается презентациями, компьютерными текстами лекции, что позволяет аспиранту самостоятельно работать над повторением и закреплением лекционного материала. Для этого студенту должно быть предоставлено право самостоятельно работать в компьютерных классах в сети Интернет.

Практические занятия предназначены для самостоятельной работы аспирантов по решении конкретных задач дискретно математики. Ряд практических занятий проводится в компьютерных классах с использованием Excel. Каждое практическое занятие сопровождается домашними заданиями, выдаваемыми аспирантам для решения внеаудиторное время. Для оказания помощи в решении задач имеются тексты практических заданий с условиями задач и вариантами их решения.

С целью контроля сформированности компетенций разработан фонд контрольных заданий. Его использование позволяет реализовать балльно-рейтинговую оценку, определенную приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов».

С целью активизации самостоятельной работы аспирантов в системе дистанционного обучения Moodle разработан учебный курс «Методы исследования операций», включающий набор файлов с текстами лекций, практикума, примерами задач, а также набором тестов для организации электронного обучения аспирантов.

Для активизации работы студентов во время контактной работы с преподавателем отдельные занятия проводятся в интерактивной форме. В основном, интерактивная форма занятий обеспечивается при проведении занятий в компьютерном классе. Интерактивная форма обеспечивается наличием разработанных файлом с заданиями, наличием контрольных вопросов, возможностью доступа к системе дистанционного обучения, а также к тестеру.

Для работы с печатными и электронными ресурсами СЗИУ имеется возможность доступа к электронным ресурсам. Организация работы аспирантов с электронной библиотекой указана на сайте института (странице сайта – «Научная библиотека»).

**Контрольные вопросы для подготовки к занятиям**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование темы или раздела дисциплины (модуля)  | Вопросы для самопроверки |
|
| 1 | **Тема 1:** Формулировка задач математического программирования. Классическая оптимизация | 1. Основная задача исследования операций.
2. Математическое программирование.
3. Основные разделы исследования операций.
4. Классификация задач математического программирования
5. Оптимальное решение
6. Классические задачи безусловной оптимизации функции одной и нескольких переменных. Матрица Гессе.

Условная оптимизация функции нескольких переменных |
| 2 | **Тема 2:** Линейное программирование | 1. Разделение переменных на базисные и независимые
2. Построение области допустимых решений.
3. Графический метод нахождения оптимального решения.
4. Определение ценности ресурсов
5. Определение предельно допустимого сокращения запаса недефицитного ресурса.
6. Случай вырождения и случай альтернативных решений.
7. Местонахождение оптимального решения в области допустимых решений.
8. Выбор ведущего столбца и ведущей строки в симплекс – таблице.
9. Процедура перехода к соседней угловой точке в процессе поиска оптимального решения.

Критерий оптимальности решения  |
| 3 | **Тема 3.** Транспортная задача линейного программирования | 1. Метод северо – западного угла.
2. Метод наименьших затрат.
3. Метод Фогеля.
4. Метод потенциалов.
 |
| 4 | **Тема 4:** Нелинейное программирование. Введение в целочисленное программирование | 1. Условный и безусловный экстремумы.
2. Нахождение условного экстремума методом Лагранжа.
3. Решение задачи выпуклого программирования градиентным методом.
4. Методы целочисленного линейного программирования.
 |
| 5 | **Тема 5:** Многошаговые процессы принятия решений. Динамическое программирование | 1. Разбиение задачи на этапы
2. Принцип оптимальности Беллмана
3. Связь между независимыми переменными
4. Построение рекуррентных соотношений.
5. Оптимальное распределение капиталовложений между различными объектами инвестирования.
 |
| 6 | **Тема 6:** Системы массового обслуживания | 1. 1.Приведите примеры простейших СМО.
2. Приведите примеры СМО с отказами (одноканальные и многоканальные)
3. СМО с ограничением на длину очереди. Как определить вероятность отказа, абсолютную и относительная пропускная способность.
4. Среднее число заявок, связанных с системой. Среднее время ожидания заявки в очереди. Среднее время пребывания заявки в системе.
5. Формула Литтла.
6. СМО без ограничения на длину очереди. Условие существования установившегося режима работы. Предельные вероятности состояний.
 |

# 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. Балдин К. В. Математические методы и модели в экономике [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев ; под общ. ред. К. В. Балдина. - Электрон. дан. - М. : Флинта [и др.], 2012. - 326 c. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=25354>
2. Балдин, Константин Васильевич. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Экономика" и экон. специальностям / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев ; под общ. ред. К. В. Балдина. - 2-е изд. - Электрон. дан. - М. : Дашков и К, 2016. - 218 c. <http://www.iprbookshop.ru/60446.html>
3. Евдонин Г. А. Математическое моделирование и управление социально-экономическими и политическими процессами : учеб. пособие для студентов вузов, рек. М-вом образования Рос. Федерации / Г. А. Евдонин. - СПб. : Изд-во СЗИ РАНХиГС, 2012. - 321 c.
4. Исследование операций в экономике : учеб. пособие [по эконом. специальностям и направлениям], рек. М-вом образования Рос. Федерации / [Н. Ш. Кремер и др.] ; под ред. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 438 c.

Все источники основной литературы взаимозаменяемы.

## Дополнительная литература:

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие / И. Л. Акулич. - Изд. 3-е, стер. - СПб.[и др.] : Лань, 2011. - 347 c.
2. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т.1-3. - М.: Мир, 1973.
3. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций / Ю. Б. Гермейер. - М.: Наука, 1976.
4. Давыдов Э. Г. Исследование операций / Э. Г. Давыдов. – М.: Высш. шк.,1990.
5. Морозов В. В., Сухарев А. Г., Федоров В. В. Исследование операций в задачах и упражнениях. - М.: Высшая школа, 1986.
6. Таха Х. А. Введение в исследование операций / Х. А. Таха ; [пер. с англ. и ред. А. А. Минько]. - 7-е изд. - М. [и др.] : Вильямс, 2005. - 901 c.

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

1. Положение oб организации самостоятельной работы студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211);
2. Положение о курсовой работе (проекте) выполняемой студентами федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211)

**6.4. Нормативные правовые документы.**

Не используются

**6.5. Интернет-ресурсы.**

СЗИУ располагает доступом через сайт научной библиотеки [http://nwapa.spb.ru/](http://nwapa.spb.ru/%20)
к следующим подписным электронным ресурсам:

1. Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс» <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>
2. Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань» <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>
3. Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) [«IPRbooks»](http://www.iprbookshop.ru/) <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>
4. Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Юрайт»

 <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>

1. Научно-практические статьи по экономике и финансам Электронной библиотеки ИД «Гребенников» <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>
2. Статьи из журналов и статистических изданий Ист-Вью <http://www.nwapa.spb.ru/index.php?page_id=76>
3. Англоязычные ресурсы **EBSCO Publishing**: доступ к мультидисциплинарным полнотекстовым базам данных различных мировых издательств по бизнесу, экономике, финансам, бухгалтерскому учету, гуманитарным и естественным областям знаний, рефератам и полным текстам публикаций из научных и научно–популярных журналов.
4. **Emerald eJournals Premier -** крупнейшее мировое издательство, специализирующееся на электронных журналах и базах данных по экономике и менеджменту.

**6.6. Иные источники.**

Не используются.

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

Курс включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций, а также для решения задач эконометрического моделирования. Для решения задач исследования операций также должны использоваться пакеты математического моделирования.

Методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов)

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы)

Система дистанционного обучения Moodle.

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Наименование |
|  | Компьютерные классы с персональными ЭВМ, объединенными в локальные сети с выходом в Интернет |
|  | Пакет Excel -2013, 2016, professional plus |
|  | Пакеты математического моделирования  |
|  | Мультимедийные средства в каждом компьютерном классе и в лекционной аудитории |
|  | Браузер, сетевые коммуникационные средства для выхода в Интернет  |
|  | Система дистанционного обучения Moodle |

Компьютерные классы из расчета 1 ПЭВМ для одного обучаемого. Каждому обучающемуся должна быть предоставлена возможность доступа к сетям типа Интернет в течение не менее 20% времени, отведенного на самостоятельную подготовку.