

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

---

**ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
кафедра Эконометрики и математической экономики

**УТВЕРЖДЕНА**

на заседании кафедры Эконометрики и  
математической экономики

Протокол от «02» июня 2021 г. № 10

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

Б1.О.07 «Инструментальные методы экономического анализа»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.07.01 «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.07.02 «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»

по направлению подготовки 38.04.01 Экономика

направленность «Экономика и Финансы»

квалификация Магистр

очная форма обучения

Год набора - 2021

Москва, 2021 г.

**Автор(ы)–составитель(и):** д.ф.-м..н. проф. кафедры эконометрики и математической экономики Чирский Владимир Григорьевич, д.т.н. проф. кафедры эконометрики и математической экономики Шилин К.Ю.

Заведующий кафедрой  
эконометрики и математической экономики, к. ф.-м. н, Носко В.П.

## 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 и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине.....	6
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	9
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6.1. Основная литература .....	10
6.2. Дополнительная литература .....	10
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы .....	10
6.4. Нормативные правовые документы .....	10
6.5. Интернет-ресурсы .....	10
6.6. Иные источники .....	10
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	10

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

1.1. Модуль обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК ОС -5	способен готовить аналитические материалы для оценки мероприятий в области экономической политики и принятия стратегических решений на микро- и макроуровне	ОПК ОС-5.1	способен решать прикладные экономические задачи с использованием программных продуктов
		ОПК ОС-5.2	способен применять теорию оптимального управления для анализа и оценки мероприятий в экономике

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

ОТФ/ТФ профессиональные действия	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
ведение научно-исследовательской работы	ОПК ОС-5.1 ОПК ОС-5.2	на уровне знаний: теории оптимального управления основ функционального анализа
		на уровне умений: использовать прикладные программные продукты для решения экономических задач
		на уровне знаний: модели ценообразования различных финансовых инструментов

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

### Объем модуля

Б1.О.07.01 «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

4 з.е., контактную работу с преподавателем - 64 часа, на самостоятельную работу обучающихся - 80 часов

Б1.О.07.02 «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»

2 з.е, количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем - 32 часа, на самостоятельную работу обучающихся - 40 часов

### Место модуля в структуре ОП ВО

Б1.О.07.01 «Оптимальное управление и дискретная оптимизация» 1 курс, 1 семестр.

– дисциплина реализуется после изучения дисциплин:

математический анализ (в объеме бакалавриата)

алгебра (в объеме бакалавриата)

дифференциальные уравнения (в объеме бакалавриата)

Б1.О.07.02 «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения», 1 курс, 1 семестр.

– освоение дисциплины опирается на теоретические знания и практические навыки в области математического анализа, алгебры, теории вероятности и математической статистики в объеме бакалавриата по направлению 38.03.01 «Экономика», а также на приобретенные ранее умения и навыки в программировании и чтения на английском языке математических текстов;

– дисциплина реализуется параллельно с дисциплиной «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

- дисциплины могут реализоваться частично или полностью с применением ЭО и/или ДОТ. Учебные материалы дисциплины размещаются по адресу [lms.ranepa.ru](http://lms.ranepa.ru)
- форма промежуточной аттестации модуля – экзамен.

### 3. Содержание и структура модуля

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), ак. час./час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточно й аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий**				СР	
			Л	Л Р	ПЗ	КСР		
«Оптимальное управление и дискретная оптимизация» очная форма обучения								
Тема 1	Элементы математического анализа, теории дифференциальных и разностных уравнений	22	6		6		10	ДЗ
Тема 2	Введение в функциональный анализ	22	6		6		10	ДЗ
Тема 3	Элементы вариационного исчисления	36	8		8		20	ДЗ,К
Тема 4	Введение в теорию общих проблем управления	36	8		8		20	ДЗ
Тема 5	Дискретная оптимизация	28	4		4		20	ДЗ
Всего:		144/108	32/24		32/24		80/60	
«Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения» очная форма обучения								
Тема 1	Введение в Wolfram Language	16			8		8	ДЗ
Тема 2	Решение дифференциальный уравнений	14			6		8	ДЗ
Тема 3	Линейное программирование	14			6		8	ДЗ
Тема 4	Теория вероятностей. Математическая статистика. Случайные процессы.	14			6		8	ДЗ
Тема 5	Марковские цепи и скрытые Марковские модели	14			6		8	ДЗ
Всего:		72/54			32/24		40/30	
		2						консультация
Промежуточная аттестация		34						экзамен

Примечание\* – формы текущего контроля успеваемости: коллоквиум (К), домашнее задание (ДЗ)

Примечание \*\*: в рамках указанной контактной работы с обучающимися учебные занятия могут проводиться с использованием ДОТ и/или ЭО

### Содержание модуля

Содержание дисциплины «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

Тема 1. Элементы математического анализа, теории дифференциальных и разностных уравнений. Операции с векторами и матрицами. Частные производные, дифференциал функции нескольких переменных. Экстремум функции нескольких переменных. Неявные функции. Условный экстремум. Равномерная сходимость ряда, несобственного интеграла, зависящего от параметра. Непрерывность функционального ряда, собственного и несобственного интегралов, зависящих от параметра. Вычисление производной функционального ряда, собственного и несобственного интегралов,

зависящих от параметра. Формула Лейбница. Интегрирование функционального ряда, собственного и несобственного интегралов, зависящих от параметра.

Линейные дифференциальные уравнения произвольного порядка. Структура множества решений однородного и неоднородного уравнений.

Разностные уравнения первого порядка. Решение уравнения с постоянными коэффициентами. Разностные уравнения второго порядка. Линейные уравнения. Линейная независимость решений. Уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Решения однородного и неоднородного уравнения. Системы разностных уравнений. Матричная запись

**Тема 2.** Введение в функциональный анализ

Линейные нормированные пространства. Метрические пространства. Элементы теории множеств. Открытые, замкнутые, компактные множества. Отображения компактных множеств. Функциональные пространства и расстояния в них.

**Тема 3.** Элементы вариационного исчисления

Вариация функционала. Необходимое условие экстремума. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Задача с подвижными концами. Условия трансверсальности. Некоторые обобщения простейшей задачи вариационного исчисления

**Тема 4.** Введение в теорию общих проблем управления

Постановка задачи. Задача без ограничений на управление. Задача с ограничениями на управление и значение фазовой переменной. Необходимое условие экстремума (принцип максимума Понтрягина). Достаточное условие экстремума. Принцип максимума и вариационное исчисление. Интерпретация сопряжённых функций. Достаточные условия экстремума. Некоторые обобщения.

**Тема 5.** Дискретная оптимизация

Динамическое программирование. Дискретная оптимизация: неограниченный период. Уравнение Беллмана. Принцип максимума.

Содержание дисциплины «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»

**Тема 1.** Введение в Wolfram Language

Установка Wolfram Mathematica на домашний компьютер. Справочная документация. Ведение в переменные и операторы. Работа со списками. Отбор и упорядочивание списков. Основы языка Wolfram Language. Функции. Анимация. Визуализация. Виды графиков 2D и 3D. Алгебраические преобразования, решение уравнений. Пределы, производные и интегралы.

**Тема 2.** Решение дифференциальных уравнений

Решение дифференциальных уравнений и их систем. Поле направлений. Модель Лотки-Вольтерры. Особенности ответов решений в виде интерполяционных кривых.

**Тема 3.** Линейное программирование

Линейное программирование, транспортная задача. Задача производственного планирования. Алгоритм подъема в задаче производственного планирования.

**Тема 4.** Теория вероятностей. Математическая статистика. Случайные процессы.

Распределения и их параметры. Гистограммы, анализ статистических данных. Случайные процессы.

**Тема 5.** Марковские цепи и скрытые Марковские модели.

Графы. Марковские цепи. Скрытые Марковские модели.

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

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

##### 4.1.1. Методы текущего контроля успеваемости обучающихся

В ходе реализации дисциплины «Оптимальное управление и дискретная оптимизация» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание
Тема 2	Домашнее задание
Тема 3	Домашнее задание. Коллоквиум
Тема 4	Домашнее задание
Тема 5	Домашнее задание

В ходе реализации дисциплины «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание 1.
Тема 2	Домашнее задание 2.
Тема 3	Домашнее задание 3.
Тема 4	Домашнее задание 4.
Тема 5	Домашнее задание 5.

4.1.2. Экзамен проводится с применением следующих методов (средств): в устной форме в виде собеседования по вопросам и решению задачи.

##### 4.3. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся дисциплины «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

##### Типовые оценочные материалы по теме 1

Домашнее задание 1:

Нахождение области сходимости ряда. Решение дифференциального уравнения второго порядка. Решение разностных уравнений первого и второго порядка.

##### Типовые оценочные материалы по теме 2

Домашнее задание 2:

Решение теоретических задач по теории множеств, проверка аксиом метрического пространства, топологического пространства.

##### Типовые оценочные материалы по теме 3

Домашнее задание 3:

Найти

$$\max \int_0^1 (2xe^{-t} - 2x\dot{x} - \dot{x}^2) dt, \quad x(0) = 0, x(1) = 1.$$
$$\max \int_0^1 (-2\dot{x} - \dot{x}^2) e^{-\frac{t}{10}} dt, \quad x(0) = 1, x(1) = 0$$

Вопросы коллоквиума

1. Функционал. Линейное нормированное пространство. Метрическое пространство. Топологическое пространство.
2. Пространства  $C[a, b]$ ,  $C^1[a, b]$ ,  $C^k[a, b]$ . Непрерывность функционала.
3. Вариация функционала.
4. Уравнение Эйлера.
5. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.
6. Уравнение Эйлера для математической модели задачи Рамсея.
7. Задача с подвижными границами. Условия трансверсальности.
8. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления.

#### Типовые оценочные материалы по теме 4

Домашнее задание 4:

Найти  $\max(\int_0^T (x(t) - (u(t))^2)dt)$ ,  $\dot{x}(t) = x(t) + u(t)$ ,  $u(t) \in \mathbb{R}$ ,  $x(0) = 0$ ,

конец  $x(T)$  не закреплён.

Решить двумя способами задачу найти

$$\max \int_0^1 (2xe^{-t} - 2x\dot{x} - \dot{x}^2)dt, \quad x(0) = 0, x(1) = 1.$$

Найти

$$\max \int_0^T (1 - tx(t) - (u(t))^2)dt, \dot{x}(t) = u(t), u(t) \in \mathbb{R}, x(0) = x_0,$$

конец  $x(T)$  не закреплён.

#### Типовые оценочные материалы по теме 5

Домашнее задание 5:

Найти:

$$\max \sum_{t=0}^3 (1 + x_t - u_t^2), \text{ при условиях } x_{t+1} = x_t + u_t, t=0, 1, 2, x_0 = 0, u_t \in \mathbb{R}.$$

**Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся дисциплины «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»**

#### Типовые оценочные материалы по теме 1

Домашнее задание 1.

Анимация движения эпициклоиды (образец: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эпициклоида>)

#### Типовые оценочные материалы по теме 2

Домашнее задание 2.

Построить анимированную модель Лотки-Вольтерры

#### Типовые оценочные материалы по теме 3

Домашнее задание 3.

Задача производственного планирования



	Цена цент за кг	Фарб 1 цент за кг	Фарб 2 цент за кг	Фарб 3 цент за кг	Фарб 4 цент за кг	У каждого поставщика не менее 8 тонн На 1 стул 9 кг древесины			
Поставщик 1	10	1	2	4	4				
Поставщик 2	7.5	4	3	2	2				

Фабрика	Стоимость 1 стул в долл.	Min объем производства	Max объем производства	Транспортировка долл за стул	Нью-Йорк	Остин	Сан-Франциско	Чикаго
1	5	0	500	Фабрика 1	1	1	2	0
2	7	400	750	Фабрика 2	3	6	7	3
3	3	500	1000	Фабрика 3	3	1	5	3
4	4	250	250	Фабрика 4	8	2	1	4

Продажи	Цена продажи долл за стул	Min объем продаж	Max объем продаж
Нью-Йорк	20	500	2000
Остин	15	100	400
Сан-Франциско	20	500	1500
Чикаго	18	500	1500

Максимизировать прибыль и найти:

1. Объемы закупок у каждого поставщика, логистику поставок от поставщиков.
2. Объемы производства на каждом заводе и логистику закупок и поставок.
3. Объёмы продаж в магазинах и логистику поставок.

Реализовать алгоритм подъема цены продукции при падении прибыли более чем на 7% в коридор  $\pm 1.5\%$  от базовой прибыли с учетом 3% инфляции на стоимость сырья и 5% инфляции транспортных услуг.

#### Типовые оценочные материалы по теме 4

Домашнее задание 4.

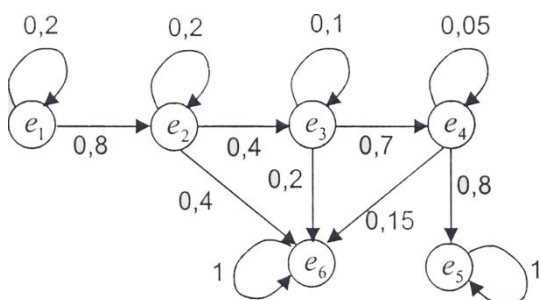
Решить задачу оптимизации нефтедобычи методом Монте-Карло. Условие задачи:

[https://isdportal.oracle.com/sfdemo/SF\\_UPK/user2013/130607-hemmett-912407732/PlayerPackage/dhtml\\_kp.html?Guid=85c622bc-d25c-4231-a7e9-286d10e1f744&Path=data](https://isdportal.oracle.com/sfdemo/SF_UPK/user2013/130607-hemmett-912407732/PlayerPackage/dhtml_kp.html?Guid=85c622bc-d25c-4231-a7e9-286d10e1f744&Path=data)

#### Типовые оценочные материалы по теме 5

Домашнее задание 5.

Посетитель банка с намерением получить кредит проходит ряд проверок (состояний):  $e_1$  – оформление документов;  $e_2$  – кредитная история;  $e_3$  – возвратность;  $e_4$  – платежеспособность. По результатам проверки возможны два исхода: отказ в выдаче кредита ( $e_6$ ) и получение кредита ( $e_5$ ). Одна проверка одна временная единица. Граф этой системы изображен на рис.



Требуется найти среднее количество времени для получения положительного и отрицательного результата. Сколько в среднем кредитов одобряются.

### 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

#### 4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК ОС -5	способен готовить аналитические материалы для оценки мероприятий в области экономической политики и принятия стратегических решений на микро- и макроуровне	ОПК ОС-5.1	способен решать прикладные экономические задачи с использованием программных продуктов
		ОПК ОС-5.2	способен применять теорию оптимального управления для анализа и оценки мероприятий в экономике

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК ОС-5.1	способен решать прикладные экономические задачи	решает прикладные экономические задачи
ОПК ОС-5.2	способен применять теорию оптимального управления	анализирует и оценивает экономические данные методами оптимального управления

#### 4.3.2. Типовые оценочные средства.

##### Типовые оценочные средства дисциплины «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

##### Список теоретических вопросов для подготовки к экзамену.

1. Элементы теории множеств. Открытые, замкнутые, компактные множества. Отображения компактных множеств.
2. Функционал. Линейное нормированное пространство. Метрическое пространство. Топологическое пространство.
3. Пространства  $C[a, b]$ ,  $C^1[a, b]$ ,  $C^k[a, b]$ . Непрерывность функционала.
4. Вариация функционала.
5. Уравнение Эйлера.
6. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.
7. Уравнение Эйлера для математической модели задачи Рамсея.
8. Задача с подвижными границами. Условия трансверсальности.
9. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления.
10. Управляемые процессы. Принцип максимума Понтрягина.
11. Стандартная задача теории оптимального управления.
12. Математическая модель задачи оптимального потребления.
13. Принцип максимума и вариационное исчисление.
14. Задача с дисконтным множителем.
15. Дискретная оптимизация. Динамическое программирование.
16. Дискретная оптимизация; неограниченный период. Уравнение Беллмана.
17. Дискретная оптимизация. Принцип максимума.

##### Список задач для подготовки к экзамену.

1.  $\max(\int_0^T (x(t) - (u(t))^2)dt)$ ,  $\dot{x}(t) = x(t) + u(t)$ ,  $u(t) \in \mathbb{R}$ ,  $x(0) = 0$ ,  
конец  $x(T)$  не закреплён.
2.  $\max \int_0^1 (2xe^{-t} - 2x\dot{x} - \dot{x}^2)dt$ ,  $x(0) = 0$ ,  $x(1) = 1$ .
3.  $\max \int_0^T (1 - tx(t) - (u(t))^2)dt$ ,  $\dot{x}(t) = u(t)$ ,  $u(t) \in \mathbb{R}$ ,  $x(0) = x_0$ ,

4.  $\max \sum_{t=0}^3 (1 + x_t - u_t^2)$ , при условиях  $x_{t+1} = x_t + u_t$ ,  $t=0, 1, 2$ ,  $x_0 = 0, u_t \in \mathbb{R}$ .
5.  $\max \int_0^1 (2xe^{-t} - 2x\dot{x} - \dot{x}^2)dt$ ,  $x(0) = 0, x(1) = 1$ .
6.  $\max \int_0^1 (-2\dot{x} - \dot{x}^2)e^{-\frac{t}{10}} dt$ ,  $x(0) = 1, x(1) = 0$

**Типовые оценочные средства дисциплины «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»**

Задания для решения с использованием WL:

1. Решить систему ДУ: найти общее решение, решить задачу Коши  $x(0)=1, y(0)=1$ 

$$\begin{cases} x' = x - 3y \\ y' = 3x + y \end{cases}$$
2. Нефтеперерабатывающий завод получает за плановый период четыре полуфабриката: 600 тыс. литров алкилата, 316 тыс. литров крекинг-бензина, 460 тыс. литров бензина прямой перегонки и 200 тыс. литров изопентана. В результате смешивания этих ингредиентов в пропорциях 2:3:1:5, 2:4:3:4, 5:1:6:2 и 7:1:3:2 получают бензин четырех сортов В1, В2, В3, В4. Цена его реализации – соответственно 1350, 1400, 1600 и 1250 ден. единиц за тысячу литров. Предположив, что реализация любого сорта специального бензина не вызовет затруднений, построить модель, на основе которой можно решить задачу продажи бензина разных сортов, максимизирующую суммарную стоимость. Провести экономический анализ полученных результатов.
3. На четырех мелькомбинатах ежедневно производится 110, 190, 100 и 120 тонн муки. Эта мука потребляется тремя хлебозаводами, ежедневные потребности которых равны соответственно 140, 200 и 190 тонн. Тарифы перевозок 1 тонны муки задаются таблицей:

Мелькомбинат	Хлебозаводы		
	№1	№2	№3
1	-	1	9
2	4	6	2
3	3	5	0
4	4	3	4

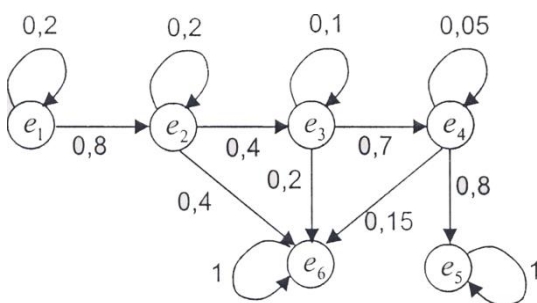
Составить план доставки муки, при котором общая стоимость перевозок будет минимальной.

4. Решить задачу методом Монте-Карло:  
Ресторан на фешенебельном морском курорте использует плавники свежеевыловленных акул для приготовления деликатесных блюд. Стоимость плавников, закупаемых у рыбаков \$7.5 за 1 кг. Деликатесные блюда в ресторане продаются по цене \$12 за 1 кг. Если плавники, закупаемые утром, не заказаны посетителями ресторана сегодня, они замораживаются и продаются по цене \$6 за кг местной фирме, выпускающей корм для экзотических птиц. Менеджер ресторана фиксирует ежедневно и потребление акульих плавников, и неудовлетворенный спрос. Собранные им данные показывают, что в этом сезоне в среднем спрос на блюда из плавников близок к 60 кг в день. Стандартное отклонение спроса - 10 кг. Судя по всему, спрос распределен приблизительно

нормально. Сколько плавников нужно ежедневно покупать у рыбаков, чтобы максимизировать прибыль? Какова будет средняя ежедневная прибыль при оптимальном заказе?

5. Посетитель банка с намерением получить кредит проходит ряд проверок (состояний):  $e_1$  – оформление документов;  $e_2$  – кредитная история;  $e_3$  – возвратность;  $e_4$  – платежеспособность. По результатам проверки возможны два исхода: отказ в выдаче кредита ( $e_6$ ) и получение кредита ( $e_5$ ). Одна проверка одна временная единица.

Граф этой системы изображен на рис.



Требуется найти среднее количество времени для получения положительного и отрицательного результата. Сколько в среднем кредитов одобряются.

#### 4.3.3. Итоговая оценка модуля

Итоговая оценка по модулю состоит из ответа на вопросы на экзамене по билетам по дисциплине «Оптимальное управление и дискретная оптимизация» и блокирующего накопленного балла по дисциплине «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения». Итоговое количество баллов по модулю рассчитывается по формуле:

$$n = \text{Экз}_{\text{ОУ}} * \begin{cases} 1, \text{ если } \frac{\sum_{i=1}^k \text{ДЗ}_{\text{РПЗ}}}{k} + \frac{\sum_{i=1}^l \text{Кр}_{\text{РПЗ}}}{l} \geq 4 \\ 0, \text{ если } \frac{\sum_{i=1}^k \text{ДЗ}_{\text{РПЗ}}}{k} + \frac{\sum_{i=1}^l \text{Кр}_{\text{РПЗ}}}{l} < 4 \end{cases}$$

#### Шкала оценивания.

10-балльная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/«Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, полный и правильный ответ на теоретический вопрос, полное и правильное решение задачи.
9	Отлично	Зачтено	Глубокие и систематические знания, правильный ответ на теоретический вопрос, правильное решение задачи.
8	Отлично	Зачтено	Систематические знания, правильный ответ на теоретический вопрос, правильное решение задачи.
7	Хорошо	Зачтено	Систематические знания, правильный ответ на теоретический вопрос с незначительными неточностями, правильное решение задачи.
6	Хорошо	Зачтено	Систематические знания, правильный ответ на теоретический вопрос с незначительными неточностями, правильное решение задачи с незначительными неточностями.

10-бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
5	Удовлетворительно	Зачтено	Ответ на теоретический вопрос неполный, правильное решение задачи с незначительными неточностями.
4	Удовлетворительно	Зачтено	Ответ на теоретический вопрос неполный, решение задачи содержит арифметические ошибки, не влияющие на правильность хода решения задачи.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Ответ на теоретический вопрос неполный, решение задачи содержит идеологические ошибки.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Ответ на теоретический вопрос неверный и/или решение задачи содержит идеологические ошибки.
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Ответ на теоретический вопрос неверный и решение задачи отсутствует.
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Ответ на теоретический вопрос отсутствует и решение задачи отсутствует.

#### 4.4. Методические материалы

Экзамен проводится в аудитории. Студент выбирает случайным образом билет, содержащий один теоретический вопрос и задачу. Время подготовки к собеседованию не менее 30 и не более 45 минут. При подготовке к собеседованию студенту запрещается использовать на экзамене какие-либо дополнительные материалы и электронные средства. В случае, если дисциплина полностью или частично проводилась с применением технологий электронного обучения и/или дистанционных технологий, экзамен может производиться с использованием системы СДО Академии и применением прокторинга.

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

#### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Оптимальное управление и дискретная оптимизация»

Методические указания по выполнению домашнего задания.

При выполнении домашнего задания необходимо изучить материалы лекций и практических занятий по исследуемой теме, обратив внимание на аналогии с решёнными задачами. Следует решить предложенные задачи, в случае затруднений сформулировать возникшие вопросы. Особое внимание требуется уделять используемым определениям и формулировкам теорем. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы и решить задачи на практическом занятии, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении контрольных работ.

Методические указания по подготовке к коллоквиуму

При подготовке к коллоквиуму следует изучить материал лекций и практических занятий. Особое внимание следует уделить определениям математических понятий и точным формулировкам теорем. Следует разобрать решения типовых задач. Стоит также подготовить вопросы, возникшие в процессе подготовки для выяснения их на консультации.

Методические указания по самостоятельной работе

Тема 1. Самостоятельная работа состоит в решении задач из домашнего задания, работе над теоретическим материалом: основными определениями и формулировками. Эта тема носит вспомогательный характер и её освоение позволит вспомнить знания, полученные в бакалавриате и дополнить их необходимыми для дальнейшего сведениями.

Тема 2. Самостоятельная работа состоит в решении задач из домашнего задания, работе над теоретическим материалом: основными определениями и формулировками. Полезно изучить вспомогательную литературу из приведённого ниже списка.

Тема 3. Самостоятельная работа состоит в решении задач из домашнего задания, работе над теоретическим материалом: основными определениями и формулировками. Очень полезно будет вспомнить разделы экономических дисциплин, например, задачу Рамсея в связи с изложенным материалом.

Тема 4. Самостоятельная работа состоит в решении задач из домашнего задания, работе над теоретическим материалом: основными определениями и формулировками. Очень полезно будет вспомнить разделы экономических дисциплин в связи с изложенным материалом.

Тема 5. Самостоятельная работа состоит в решении задач из домашнего задания, работе над теоретическим материалом: основными определениями и формулировками. Очень полезно будет вспомнить разделы экономических дисциплин в связи с изложенным материалом.

### **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Решение прикладных задач с использованием прикладного программного обеспечения»**

Домашние задания и примерные варианты контрольных работ для самостоятельной подготовки могут быть опубликованы:

1. В блоге преподавателя на сайте <http://economy.ranepa.ru/prepodavateli/>;
2. В репозитории GitHub;
3. Высланы на общую почту группы

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих практических занятий и лабораторных работ. Самостоятельно разобрать задачи в конце каждой главы. При возникновении вопросов обратиться к преподавателю по электронной почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время.

Для подготовки письменных домашних заданий необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих практических занятий и лабораторных работ.

Оформить работу в соответствии с требованиями:

1. В файле с расчетами:
  - Фамилия, Имя, Отчество, номер группы, номер домашнего задания – Section
  - Текст задания – Subsection
  - Комментарии по заданию - Text
2. Имя файла латинскими буквами: *DZномер ДЗ-Ivanov(фпмилля)*
3. Тема письма: *ЭиФмаг-год ДЗномер Фамилия*
4. Отправить письмо с вложением файла с заданием на электронную почту преподавателя не позднее установленного срока преподавателем.

Рекомендуется каждое новое задания начинать с команды `Clear[«Global*»]` для очистки памяти

В течении курса преподаватель вправе предлагать студентам дополнительные задания повышенной сложности для начисления дополнительных баллов. Правила выполнения данных заданий и начисления баллов объявляются преподавателем индивидуально для каждого задания повышенной сложности.

Самостоятельная работа студентом осуществляется для закрепления изученного материала после практических занятий, для выполнения домашних заданий, для изучения дополнительных материалов.

№ п/п	Тип занятия	Указания
-------	-------------	----------

1	ПЗ	Установка Wolfram Mathematica на домашний компьютер. Справочная документация. Проработать материал [Hands-on] ch. 1 pp 3-10. Проработать материал [Hands-on] ch. 9 pp 125-132. Проработать материал [Elementary] ch. 1-4, решить задачи в конце каждой главы
2	ПЗ	Работа со списками Проработать материал [Elementary] ch. 5-6, решить задачи в конце каждой главы Дополнительно изучить [Hands-on] ch. 3 pp 21-42.
3	ПЗ	Основы языка Wolfram Language Проработать материал [Hands-on] ch. 6-7 pp 73-114, решить задачи в конце каждой главы. Дополнительный материал [Elementary] ch. 40. Выполнить домашнее задание 1. Анимация функций. Справочный материал для оформления домашнего задания [Hands-on] ch. 4-5 pp 43-72 Выполнить домашнее задание 1
4	ПЗ	Визуализация Проработать материал [Hands-on] ch. 10-12 pp 135-209, решить задачи в конце каждой главы.
5	ПЗ	Алгебраические преобразования, решение уравнений. Пределы, производные и интегралы. Проработать материал [Hands-on] ch. 14-15 pp 231-257, решить задачи в конце каждой главы.
6	ПЗ	Решение дифференциальных уравнений и их систем. Проработать материал [Hands-on] ch. 16 pp 259-268, решить задачи в конце главы.
7	ПЗ	Модель Лотки-Вольтерры Выполнить домашнее задание 2. Анимированная модель Лотки-Вольтерры
8	ПЗ	Задачи линейного программирования. Проработать материал практических занятий.
9	ПЗ	Транспортная задача. Проработать материал практических занятий.
10	ПЗ	Задача производственного планирования Выполнить домашнее задание 3. Задача производственного планирования с алгоритмом подъема
11	ПЗ	Теория вероятностей и математическая статистика Проработать материал [Hands-on] ch. 17 pp 269-289, решить задачи в конце главы.
12	ПЗ	Метод Монте-Карло. Разобрать материал статьи [метода Монте-Карло] в части «Применение метода МонтеКарло при анализе привлекательности инвестиционного проекта» Выполнить домашнее задание 4.
13	ПЗ	Случайные процессы. Проработать материал практических занятий.
14	ПЗ	Графы. Проработать материал практических занятий. Проработать материал [Elementary] ch. 21, решить задачи в конце главы.
15	ПЗ	Марковские цепи. Проработать материал практических занятий. Выполнить домашнее задание 5.
16	ПЗ	Скрытые Марковские модели. Проработать материал практических занятий.

## 6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по модулю

### 6.1. Основная литература.

1. Любушин Н.П. Экономический анализ [Электронный ресурс]: учебник/ Любушин Н.П.— Электрон. текстовые данные. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 576 с. <http://www.iprbookshop.ru/10517>

2. [Elementary] Stephen Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language. Wolfram Media, Inc. 2015 (электронный доступ <http://www.wolfram.com/language/elementary-introduction/>)
  3. [Hands-on] Cliff Hastings, Kelvin Mischo, Michael Morrison. Hands-on Start to Wolfram Mathematica and Programming with the Wolfram Language. Wolfram Media, Inc. 2015. (библиотека РАНХиГС)
- 6.2. Дополнительная литература.
1. Замков О.О. Эконометрические методы в макроэкономическом анализе: курс лекций / О. О. Замков. - М.: ГУ ВШЭ, 2001. - 122 с. - ISBN 5-7598-0072-8: 40.
  2. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лагоша Б.А.— Электрон. текстовые данные. - М.: Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004.— 133 с.- <http://www.iprbookshop.ru/10731>.
  3. Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков. Журнал «Управление корпоративными финансами» 01(19) 2007. [http://ecsocman.hse.ru/data/819/759/1219/Monte\\_Karlo\\_dlya\\_analitikov.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/819/759/1219/Monte_Karlo_dlya_analitikov.pdf) или <http://grebennikon.ru/article-1121.html>
- 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы. Отдельное обеспечения не предусмотрено.
- 6.4. Нормативные правовые документы не предусмотрены
- 6.5. Интернет-ресурсы.
1. [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru) - Государственная публичная научно-техническая библиотека.
  2. [www.biznes-karta.ru](http://www.biznes-karta.ru) Агентство деловой информации «Бизнес-карта».
  3. [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com) Агентство финансовых новостей «Блумберг».
  4. [www.ratanews.ru](http://www.ratanews.ru) - Электронная газета «Российский союз туриндустрии».
  5. [www.rbc.ru](http://www.rbc.ru) - Информационное агентство «РосБизнесКонсалтинг».
  6. [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru) - Российская национальная библиотека.
  7. [www.nns.ru](http://www.nns.ru) - Национальная электронная библиотека.
  8. [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru) - Российская государственная библиотека.
  9. [www.tests.specialist.ru](http://www.tests.specialist.ru) - Центр компьютерного обучения МГТУ им. Н.Э. Баумана
  10. О языке программирования <http://www.wolfram.com/language/>
  11. Справочник языка <http://reference.wolfram.com/language/>
  12. Краткое введение для программистов <http://www.wolfram.com/language/fast-introduction-for-programmers/>
  13. Проект Wolfram Demonstrations (интерактивные примеры) <http://demonstrations.wolfram.com>
  14. <http://lms.ranepa.ru>
- 6.6. Иные источники не предусмотрены

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

Материально-техническая база:

Аудитория, вмещающая поток с доской и маркерами, компьютер.

Компьютерный класс

Доступ в интернет и локальную сеть Академии

Проекционное оборудование



Программное обеспечение:

1. Wolfram Mathematica
2. [www.aport.ru](http://www.aport.ru) - Поисковая система «Апорт».
3. [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru) - Поисковая система «Рамблер».
4. [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com) - Поисковая система Yahoo.
5. [www.tests.specialist.ru](http://www.tests.specialist.ru) - Центр компьютерного обучения МГТУ
6. Windows/Linux/Mac OS
7. Google Chrome