

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Небольсин В.А.

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Теория системного анализа и принятия решений»

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Профиль Интеллектуальные системы управления в здравоохранении


Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 3 м.

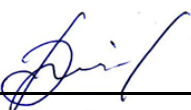
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

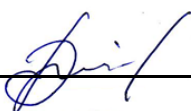
Автор программы


/ Коровин В.Н./

Заведующий кафедрой
Системного анализа и
управления в медицинских
системах


/ Коровин Е.Н./

Руководитель ОПОП


/ Коровин Е.Н./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины формирование фундаментальных знаний у студентов о методах и способах постановки оптимизационных задач, о принципах разработки моделей и критериев описания и оценки эффективности принимаемых решений, об алгоритмах интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических, экономических, биологических, медицинских и социальных системах с применением современного программного и математического обеспечения

1.2. Задачи освоения дисциплины изучение процесса принятия решений при нечеткой информации, а также в условиях неопределенности; решение задач нахождения локального и глобального экстремума; изучение метода динамического программирования; решение задач выпуклого программирования; изучение методов безусловной оптимизации; решение задач стохастического программирования; изучение методов многокритериальной оценки альтернатив; решение нелинейных задач математического программирования; изучение процесса принятия коллективных решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория системного анализа и принятия решений» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория системного анализа и принятия решений» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способность выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований

ПК-4 - Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать модели и методы принятия решений при нечеткой информации; методы решения задач стохастического программирования, методы безусловной оптимизации; классификацию методов многокритериальной оценки альтернатив
	Уметь выбирать подходящие методы для оптимизации и решения различного рода задач; оценивать критерии и альтернативы при принятии решений; использовать

	изученные методы для принятия решений в биомедицинских системах
	Владеть навыками разработки и отладки программного обеспечения для решения соответствующих задач оптимизации и принятия решений
ПК-4	Знать процедуры и этапы принятия коллективных решений; способы нахождения локального и глобального экстремума; метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.
	Уметь эффективно распределять ресурсы на всех этапах решения задач
	Владеть методами решения задач линейного и нелинейного программирования в различных ситуациях при воздействии большего числа влияющих факторов, методами и средствами разработки и оформления технической документации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория системного анализа и принятия решений» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	46	46
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	98	98
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	20	20
В том числе:		
Лекции	4	4

Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа	151	151
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Локальный и глобальный экстремум. Выпуклые функции и их свойства	Решение задач об условном экстремуме и методом множителей Лагранжа. Решение задач на построение выпуклых функций: постановка задач, определение условий экстремума. Линейное программирование как частный случай выпуклого	1	1		10	12
2	Методы безусловной оптимизации. Нелинейные задачи математического программирования	Решение задач методами первого и второго порядка, Ньютона, переменной метрики, сопряженных градиентов, нулевого порядка. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска. Решение задач нелинейного математического программирования методами проектирования, проекции градиента, условного градиента, внешних и внутренних штрафных функций, зеркальных построений, скользящего допуска.				11	11
3	Задачи стохастического программирования	Решение задач стохастического программирования с помощью стохастических квазиградиентных методов, методов стохастической аппроксимации, операций усреднения, случайного поиска. Ограничения вероятностей природа. Решение задач на разностные методы			4	11	15
4	Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений	Определение условий применимости метода динамического программирования. Решение основного функционального уравнения для конкретных задач. Составление и расчет вычислительной схемы по методу динамического программирования	2	4	-	14	20
5	Системная динамика	Имитационное моделирование. Понятие потоков, резервуаров,	3	6	5	10	24

		коннекторов, конвертеров.						
6	Задача коммивояжера	Алгоритм решения задачи. Редукция строк, столбцов, матрица. Вычисление оценок	2	4	-	10	20	
7	Методы многокритериальной оценки альтернатив	Решение задач на нахождение оптимальных альтернатив по набору критериев. Определение множества компромиссов и согласий. расчет функции полезности. Определение решения прямыми методами многокритериальной оценки, методами нормализации критериев. Построение дерева решений. использование диалоговых методов принятия решений.	1	2	5	12	20	
8	Принятие коллективных решений.	Анализ теоремы Эрроу на конкретных задачах. Использование различных изученных правил при обсуждении коллективных решений. Назначение ролей. Обсуждение. Принятие коллективных решений.	1	1	4	9	15	
9	Принятие решений при нечеткой информации	Решение задач математического программирования при нечетких исходных условиях. Достижение нечетко определенной цели. Нахождение нечетких отношений. Принятие решений при нечеткой информации.				11	11	
Итого			10	18	18	98	144	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Локальный и глобальный экстремум. Выпуклые функции и их свойства	Решение задач об условном экстремуме и методом множителей Лагранжа. Решение задач на построение выпуклых функций: постановка задач, определение условий экстремума. Линейное программирование как частный случай выпуклого				16	16
2	Методы безусловной оптимизации. Нелинейные задачи математического программирования	Решение задач методами первого и второго порядка, Ньютона, переменной метрики, сопряженных градиентов, нулевого порядка. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска. Решение задач нелинейного математического программирования методами проектирования, проекции градиента, условного градиента, внешних и внутренних штрафных функций, зеркальных построений, скользящего допуска.				17	17
3	Задачи стохастического программирования	Решение задач стохастического программирования с помощью стохастических квазиградиентных методов, методов стохастической аппроксимации, операций усреднения, случайного поиска. Ограничения вероятностей природа. Решение задач на разностные			4	17	21

		методы						
4	Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений	Определение условий применимости метода динамического программирования. Решение основного функционального уравнения для конкретных задач. Составление и расчет вычислительной схемы по методу динамического программирования	2	1	-	21	24	
5	Системная динамика	Имитационное моделирование. Понятие потоков, резервуаров, коннекторов, конвертеров.	1	2	4	15	22	
6	Задача коммивояжера	Алгоритм решения задачи. Редукция строк, столбцов, матрица. Вычисление оценок	1	1	-	15	17	
7	Методы многокритериальной оценки альтернатив	Решение задач на нахождение оптимальных альтернатив по набору критериев. Определение множества компромиссов и согласий. расчет функции полезности. Определение решения прямыми методами многокритериальной оценки, методами нормализации критериев. Построение дерева решений. использование диалоговых методов принятия решений.				19	19	
8	Принятие коллективных решений.	Анализ теоремы Эрроу на конкретных задачах. Использование различных изученных правил при обсуждении коллективных решений. Назначение ролей. Обсуждение. Принятие коллективных решений.			4	15	19	
9	Принятие решений при нечеткой информации	Решение задач математического программирования при нечетких исходных условиях. Достижение нечетко определенной цели. Нахождение нечетких отношений. Принятие решений при нечеткой информации.				16	16	
Итого			4	4	12	151	171	

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

Лабораторная работа № 1 Решение прикладных задач стохастического программирования

Лабораторная работа № 2 Системная динамика

Лабораторная работа № 3 Решение задач на нахождение оптимальных альтернатив по набору критериев

Лабораторная работа № 4 Принятие коллективных решений

Заочная форма обучения

Лабораторная работа № 1 Решение прикладных задач стохастического программирования

Лабораторная работа № 2 Системная динамика

Лабораторная работа №3 Принятие коллективных решений.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины

предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной и заочной формы обучения.

Тематика курсовой работы: «Системный анализ и принятие решений в области здравоохранения». Состоит из трех основных частей:

- 1) Решение прикладной задачи методом стохастического программирования
- 2) Решение задачи по нахождению оптимальных альтернатив по набору критериев
- 3) Описание программы имитационного моделирования (теоретическая часть). Построение и анализ медицинской системы в данной программе*

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- закрепления, углубления и систематизации теоретических знаний, приобретение практических навыков их применения для решения задач;
- получения самостоятельных навыков использования различных информационных источников, в том числе, источников Internet;
- изучения и приобретение навыков в решении оптимизационных задач управления
- приобретения опыта научно-исследовательской работы и формирования умений формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполненной работы;
- выработки навыков подготовки, планирования, оформления, составления доклада и подготовки презентации защищаемой курсовой работы;
- формирования умений выступать перед аудиторией с докладом при защите курсовой работы, компетентно отвечать на вопросы.

Курсовая работа включает в себя теоретическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать модели и методы принятия решений при нечеткой информации; методы решения задач стохастического программирования, методы безусловной оптимизации; классификацию методов многокритериальной оценки альтернатив	Контрольные работы по ходу семестра. Выполнение и подготовка отчетов по лабораторным работам Тестирование знаний теоретического материала.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбирать подходящие методы для оптимизации и решения различного	Выполнение лабораторной и курсовой работы. Решение задач. Оценка выбирать подходящие методы для	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	рода задач; оценивать критерии и альтернативы при принятии решений; использовать изученные методы для принятия решений в биомедицинских системах	оптимизации и решения различного рода задач; оценивать критерии и альтернативы при принятии решений; использовать изученные методы для принятия решений в биомедицинских системах	программах	программах
	Владеть навыками разработки и отладки программного обеспечения для решения соответствующих задач оптимизации и принятия решений	Выполнение курсовой работы. Защита курсовой и лабораторных работ. Ответы на практических занятиях. Оценка владения навыками разработки и отладки программного обеспечения для решения соответствующих задач оптимизации и принятия решений	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать процедуры и этапы принятия коллективных решений; способы нахождения локального и глобального экстремума; метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.	Контрольные работы по ходу семестра. Выполнение и подготовка отчетов по лабораторным работам. Тестирование знаний теоретического материала.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь эффективно распределять ресурсы на всех этапах решения задач	Выполнение лабораторной и курсовой работы. Решение задач. Оценка умения эффективно распределять ресурсы на всех этапах решения задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами решения задач линейного и нелинейного программирования в различных ситуациях при воздействии большего числа влияющих факторов, методами и средствами разработки и оформления технической документации	Выполнение курсовой работы. Защита курсовой и лабораторных работ. Ответы на практических занятиях. Оценка владения методами решения задач линейного и нелинейного программирования в различных ситуациях при воздействии большего числа влияющих факторов, методами и средствами разработки и оформления технической документации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать модели и методы принятия решений при нечеткой информации; методы решения задач стохастического программирования, методы безусловной оптимизации; классификацию методов многокритериальной оценки альтернатив	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выбирать подходящие методы для оптимизации и решения различного рода задач; оценивать критерии и альтернативы при принятии решений; использовать изученные методы для принятия решений в биомедицинских системах	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками разработки и отладки программного обеспечения для решения соответствующих задач оптимизации и принятия решений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	Знать процедуры и этапы принятия коллективных решений; способы нахождения локального и глобального экстремума; метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь эффективно распределять ресурсы на всех этапах решения задач	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами	Решение	Задачи	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Задачи не

решения задач линейного и нелинейного программирования в различных ситуациях при воздействии большого числа влияющих факторов, методами и средствами разработки и оформления технической документации	прикладных задач в конкретной предметной области	решены в полном объеме и получены верные ответы	ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	ирован верный ход решения в большинстве задач	решены
--	--	--	--	--	--------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1). Направление в изучении сложных систем, исследующее их поведение во времени и в зависимости от структуры элементов системы и взаимодействия между ними.

а) динамическое программирование б) коммифояжер в) коллективное мышление г) системная динамика

2) характеризуют накопленные значения величин внутри системы. Это могут быть товары на складе, товары в пути, банковская наличность, производственные площади, численность работающих

А) потоки б) конвертеры в) коннекторы г) уровни д) облака

3) Программное обеспечение для имитационного моделирования сложных систем и процессов, разработанное российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» (англ. XJ Technologies). Программа обладает графической средой пользователя и позволяет использовать язык Java для разработки моделей

А) AnyLogic б) Ventsim в) Ithink

4) Применяется при разработке моделей, используя метод системной динамики

А) Stock & Flow Diagrams б) Statecharts в) Action charts г) Process flowcharts

5) используется для построения алгоритмов. Применяется в дискретно-событийном моделировании (маршрутизация звонков) и агентном моделировании (для логики решений агента).

А) Stock & Flow Diagrams б) Statecharts в) Action charts г) Process

6) основная конструкция, используемая для определения процессов в дискретно-событийном моделировании

А) Stock & Flow Diagrams б) Statecharts в) Action charts г) Process

7) в основном используется в агентных моделях для определения поведения агентов. Но также часто используется в дискретно-событийном моделировании, например для симуляции машинных сбоев

А) Stock & Flow Diagrams б) Statecharts в) Action charts г) Process

8) разработана для поддержки дискретно-событийного моделирования в таких областях как Производство, Цепи поставок, Логистика и Здравоохранение.

А) Enterprise Library б) Rail Yard Library в) Pedestrian Library

9) создана для моделирования пешеходных потоков в «физической» окружающей среде. Это позволяет Вам создавать модели с большим количеством пешеходного трафика (как станции метро, проверки безопасности, улицы и т. д.). Модели поддерживают учёт статистики плотности движения в различных областях.

А) Enterprise Library б) Rail Yard Library в) Pedestrian Library

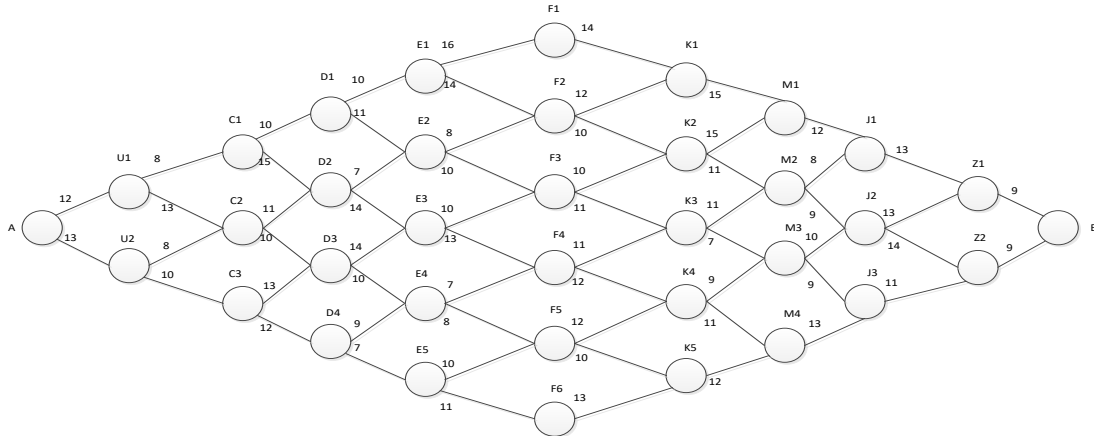
10) поддерживает моделирование, имитацию и визуализацию операций сортировочной станции любой сложности и масштаба. Модели сортировочной станции

могут использовать комбинированные методы моделирования (дискретно-событийное и агентное моделирование), связанные с действиями при транспортировке: погрузками и разгрузками, распределением ресурсов, обслуживанием, различными бизнес-процессами.

А) Enterprise Library б) Rail Yard Library в) Pedestrian Library

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1)



1. Оптимальный маршрут:

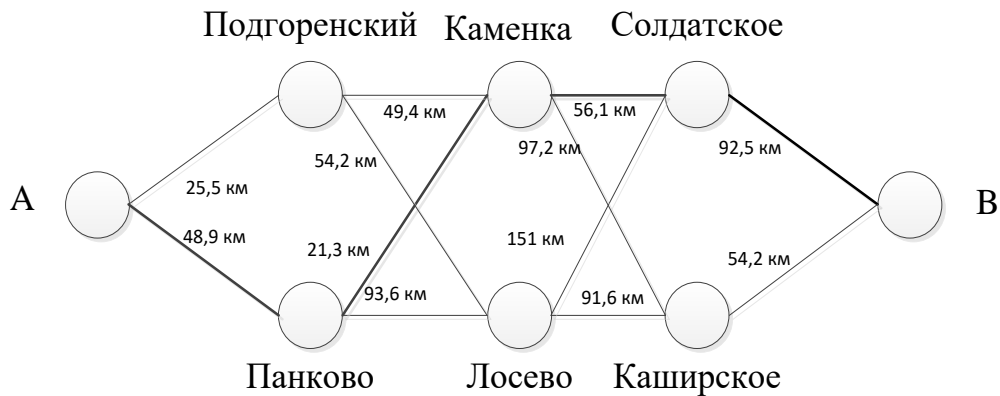
А-U1-C1-D1-E4-F4-K2-M2-J2-B.

А-U2-C2-D3-E4-F4-K3-M3-J3-B.

А-U1-C2-D3-E3-F3-K3-M2-J2-B.

А-U2-C1-D1-E3-F4-K2-M3-J1-B.

2)



Оптимальный маршрут это

А-Подгоренский-Каменка-Солдатское-В.

А-Панково-Лосево-Солдатское-В.

А-Панково-Каменка-Каширское-В.

А-Панково-Каменка-Солдатское-В.

∞	19	15	17	0	11
14	∞	18	21	0	16
0	6	∞	3	7	8
5	8	0	∞	16	2
8	7	8	10	∞	0
4	1	0	4	16	∞

3) Вычислите оценку ячейки 15. Она равна: 0; -5; 7; 11; 22

4) Вычислите оценку ячейки 25. Она равна: 0; -2; 5; 14; 21

5) Вычислите оценку ячейки 31. Она равна: 0; -4; 3; 6; 8

6) Вычислите оценку ячейки 43. Она равна: 0; -2; 2; 3; 4

7) Вычислите оценку ячейки 56. Она равна: 0; -2; 2; 3; 10

8) Вычислите оценку ячейки 63. Она равна: 0; -2; 1; 3; 4

9) Таблица - После вычисления оценок нулевых клеток

∞				3
4		∞	1	
		2	∞	
	∞			7
	5	0		∞

После чего провели редукцию матрицы, значит и один из участков пути. В данном случае это участок

1-1 1-5 2-1 2-3 2-4 4-5 5-2
5-3

10) Что проводится вначале а) редукция строк б) редукция столбцов в) вычисление оценок

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1

Нужно произвести выбор инженера из претендентов, подавших резюме. Отбор инженеров происходит по пяти критериям:

1. Знание электротехнических основ.
2. Опыт практической работы.
3. Знание английского языка.
4. Знание компьютера.
5. Коммуникабельность.

Собеседование прошли пять инженеров:

1. Александр
2. Дмитрий
3. Иван
4. Петр
5. Сергей

После собеседования получились следующие описания претендентов:

1. Александр. Достаточный опыт работы. Отличное знание английского языка. Хорошие знания в области электротехники. Нет навыков работы на компьютере, посредственные навыки общения.
2. Дмитрий. Отличный опыт практической работы, хорошая коммуникабельность. Незнание английского языка, отличные навыки работы на компьютере, основы электротехники знает плохо.
3. Иван. Очень хорошие электротехнические познания, хорошие навыки работы на компьютере, достаточно неплохая коммуникабельность. Небольшой опыт работы, посредственное знание английского языка.
4. Петр. Достаточно хорошо владеет знаниями в нужной области, неплохие навыки работы на компьютере, отличные навыки общения. Плохое знание английского языка, без опыта работы.
5. Сергей. Достаточный опыт работы, удовлетворительные электротехнические познания, средние навыки работы на компьютере, достаточно хорошее знание английского языка. Плохая коммуникабельность.

Задача 2

Алексей выбирает университет, в котором бы он хотел получить высшее образование. Он остановился на двух из них: технический и архитектурно-строительный и определил такие критерии выбора университета: востребованность профессии, престиж университета, удаленность корпусов от дома, опыт преподавателей, размер стипендии.

Стипендия в архитектурно-строительном университете выше, чем в техническом. Востребованность профессий немного выше в техническом ВУЗе. Престиж обоих университетов примерно одинаков. Опыт преподавателей в техническом ВУЗе немного больше, но расстояние от дома до учебных корпусов архитектурного университета намного меньше.

Размер стипендии для Алексея гораздо менее важен, чем расстояния которое он будет преодолевать при посещении занятий. Престиж ВУЗа немного более важен, чем удаленность корпусов от места проживания. В свою очередь, опыт преподавателей университета немного важнее, по сравнению с престижем ВУЗа. А вот востребованность профессии значит гораздо больше даже по сравнению с опытом преподавателей.

В какой университет вы посоветуете поступить Алексею? Чему равны средние рейтинги университетов по критерию престижа? Чему равны средние веса критериев?

Задача 3

Необходимо выбрать один из вариантов программного продукта "АРМ врача стационара" для эффективной деятельности ЛПУ. Пусть существуют два варианта таких программ: А и Б. В качестве критериев отбора программного продукта принимаются:

1. Стоимость.
2. Сопровождение разработчиками.
3. Пользовательский интерфейс.
4. Предоставляемые функции.

Сопровождение разработчиками (например, бесплатная техническая поддержка, обучение персонала ЛПУ) при выборе программы оцениваются как заметно более важные по сравнению с характеристиками пользовательского интерфейса. Еще более важным критерием являются предоставляемые программой возможности (функции). Но основным при принятии решения все же является стоимость.

Предположим, А — это дорогой программный продукт с широким набором пользовательских функций, удобным пользовательским интерфейсом, сопровождаемая разработчиками, а программа Б — простая и недорогая разработка.

Покупка какого программного продукта будет более предпочтительной в соответствии с указанными критериями?

Задача 4

ЛПУ необходимо купить электрокардиограф, при этом руководство больницы сузило свой выбор до трех аппаратов: Cardioline, ЮКАРД-100 и ЭК12Т "АЛЬТОН-03". Факторами, влияющими на решение, являются: стоимость электрокардиографа (С), количество каналов (К), стоимость расходных материалов - бумага, комплекты электродов (Р) и ширина полосы пропускания (П). Следующая таблица содержит данные для трех аппаратов.

Таблица 3

Модель автомобиля	С (руб.)	К (каналы)	Р (руб.)	П (Гц)
Cardioline	107700	6	2400	150
ЮКАРД-100	7200	12	3600	120
ЭК12Т "АЛЬТОН-03"	59500	12	3900	110

Наиболее существенными критериями при принятии решения являются стоимость электрокардиографа и стоимость расходных материалов. Полоса пропускания имеет большее значение, чем количество каналов.

Используйте указанные данные для построения матриц сравнений. Оцените согласованность матриц и определите модель электрокардиографа, которую следует выбрать.

Задача 5

"Про-Медтехника" - быстро развивающаяся компания по производству и продаже медицинской аппаратуры. Владелец компании Роман Сидоров скопил солидный капитал, чтобы открыть новые магазины в Липецкой и Белгородской областях. Для снабжения новых магазинов компании Романа Сидорова потребуется расширить производство и склады. За поддержкой он может обратиться к услугам одного из трех банков. У каждого из них есть свои преимущества в условиях кредита (табл. 4) и обслуживании клиентов (табл. 5). Владелец "Про-Медтехника" оценил рейтинги банков:

Таблица 4. Рейтинги по условиям кредита

	Сбербанк	ВТБ	Альфа-Банк
Сбербанк	1	2	0,143
ВТБ	0,5	1	6
Альфа-Банк	7	0,167	1

Таблица 5. Рейтинги по обслуживанию клиентов

	Сбербанк	ВТБ	Альфа-Банк
Сбербанк	1	0,25	1
ВТБ	4	1	0,5
Альфа-Банк	1	2	1

С помощью МАИ определите единственный источник финансирования для компании "Про-Медтехника". Определите согласованность рейтингов.

Задача 6

Индивидуальный предприниматель решил купить нежилое помещение (офис), чтобы потом сдавать его в аренду. На рынке предлагаются три альтернативы с приблизительно одинаковой стоимостью (в целях исключения очевидного фактора предпочтения, хотя и не обязательно). У каждой альтернативы есть свои преимущества и недостатки по выделенным предпринимателем критериям (рис. 10):

- размеры офиса (площадь);

- удобство расположения офисного здания;
- год окончания строительства офиса;
- современное оборудование офиса (цифровая телефонная линия, высокоскоростной Интернет и др.);
- инфраструктура офиса (парковка, охрана, пункты питания, фитнеса и т.п.);
- трудоемкость документооборота с застройщиком.

Задача заключается в выборе одного из трех вариантов офиса, который наиболее полно удовлетворяет потребности предпринимателя.

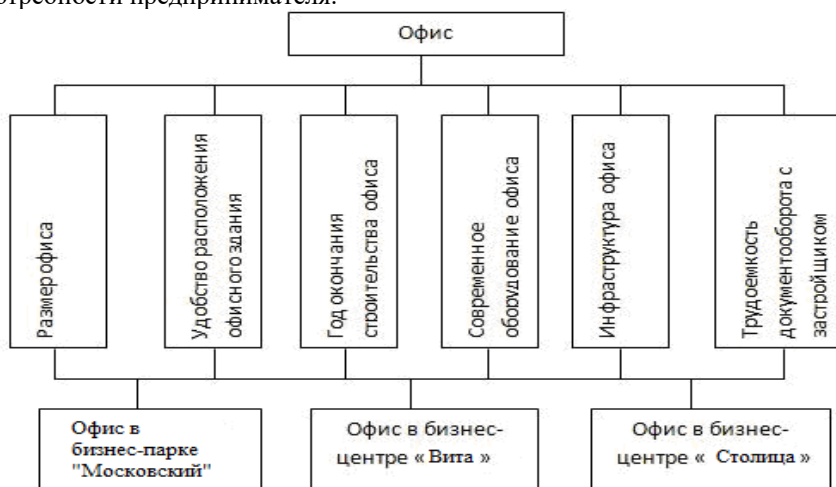


Рис. 10. Критерии и альтернативы

Наиболее важными при оценке недвижимости предприниматель полагает удобство расположения офисного здания и инфраструктуру офиса. Менее важными он считает размеры офиса и его оборудование. Однако размеры офиса заметно важнее при принятии решения, по сравнению с трудоемкостью документооборота и годом окончания строительства офиса.

При парной оценке трех вариантов по каждому из критериев были получены следующие матрицы сравнения (табл. 6-11):

Таблица 6. Размер офиса

	«Бизнес-парк Московский»	Бизнес –центр «Вита»	Бизнес –центр «Столица»
«Московский»	1	2	1/3
«Вита»	1/2	1	1/5
«Столица»	3	5	1

Таблица 7. Удобство расположения

	«Бизнес-парк Московский»	Бизнес –центр «Вита»	Бизнес –центр «Столица»
«Московский»	1	1	2
«Вита»	1	1	3
«Столица»	1/2	1/3	1

Таблица 8. Год окончания строительства

	«Бизнес-парк Московский»	Бизнес –центр «Вита»	Бизнес –центр «Столица»
«Московский»	1	1/5	1/7
«Вита»	5	1	1/3
«Столица»	7	3	1

Таблица 9. Современное оборудование офиса

	«Бизнес-парк Московский»	Бизнес –центр «Вита»	Бизнес –центр «Столица»
«Московский»	1	4	5
«Вита»	1/4	1	5
«Столица»	1/5	1/5	1

Таблица 10. Инфраструктура офиса

	«Бизнес-парк Московский»	Бизнес –центр «Вита»	Бизнес –центр «Столица»
«Московский»	1	1/2	3
«Вита»	2	1	3
«Столица»	1/3	1/3	1

Таблица 11. Трудоемкость документооборота

	«Бизнес-парк	Бизнес –центр	Бизнес –центр

	Московский»	«Вита»	«Столица»
«Московский»	1	5	3
«Вита»	1/5	1	3
«Столица»	1/3	1/3	1

Являются ли полученные оценки согласованными?

Задача 7

"СпортТренер" — быстро развивающаяся сеть спортивных магазинов. Владелец сети скопил солидный капитал, чтобы открыть новые магазины в Краснодаре. Он может построить магазины трех типов: супермаркет, небольшой магазин и Интернет-магазин. Постройка одного супермаркета стоит 10,5 млн., в нем работает 150 человек, постройка магазина стоит 5,1 млн., в нем работает 65 человек, открытие интернет-магазина стоит 3 млн. и в нем занято 50 человек. Ожидаемая прибыль для супермаркета, торгового магазина и интернет-магазина составляет 3, 1,5 и 3 млн. соответственно.

Директор может вложить в открытие магазинов до 30 млн. При этом он хочет добиться максимального дохода с учетом своих предпочтений относительно количества занятых сотрудников. Оцените ситуацию с помощью МАИ. Предполагается, что учитываются два критерия — доход и количество сотрудников. Рейтинги по обоим критериям приведены в таблицах ниже (табл. 12-13).

Количество магазинов каждого типа ограничено демографическими факторами региона: ИМ может быть не более одного, супермаркетов — не более трех, а небольших магазинов — не более семи.

Таблица 12. Рейтинг доходности

	Супермаркет	Магазин	Интернет-магазин
Супермаркет	1	0,25	0,142857
Магазин	4	1	0,2
Интернет-магазин	7	5	1

Таблица 13. Рейтинг по количеству занятых

	Супермаркет	Магазин	Интернет-магазин
Супермаркет	1	0,25	0,3333
Магазин	4	1	0,5
Интернет-магазин	3	2	1

На основании данных рейтингов найдите наилучшие решения по строительству магазинов. Оцените согласованность рейтингов.

Задача 8

"Про-Медтехника" - быстро развивающаяся компания по производству и продаже медицинской аппаратуры. Владелец компании Роман Сидоров ищет поставщиков одноразовых электродов. Он ожидает резкого повышения уровня продаж электрофизиологического оборудования. Директор пришел к выводу, что при выборе поставщика нужно исходить из его способности обеспечить своевременную доставку заказа. Рейтинги четырех возможных поставщиков Роман Сидоров оценил так (табл. 14):

Таблица 14

	FIAB	Swaromed	Skintact	Kendall-Covidien
FIAB	1	3	1	0,5
Swaromed	0,33333	1	0,5	0,25
Skintact	1	2	1	1
Kendall-Covidien	2	4	1	1

Методом МАИ выберите двух лучших поставщиков. Был ли Роман последователен при составлении рейтингов?

Задача 9

Отдел кадров фирмы сузил поиск будущего сотрудника до трех кандидатур: Сергея (S), Евгения (J) и Михаила (M). Конечный отбор основан на трех критериях: собеседование (C), опыт работы (O) и рекомендации (P).

Отдел кадров полагает, что наиболее важным критерием при приеме на работу являются рекомендации с предыдущих мест работы. Немного уступают ему по важности результаты собеседования с претендентом. Опыт работы по сравнению с рекомендациями имеет существенно меньшую важность. После проведенного собеседования с тремя претендентами, сбора данных, относящихся к опыту их работы и рекомендациям, построены матрицы A_C , A_O и A_P . Какого из трех кандидатов следует принять на работу? Оцените согласованность данных.

$$A_C = \begin{matrix} & \begin{matrix} S & J & M \end{matrix} \\ \begin{matrix} S \\ J \\ M \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{4} & 5 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A_O = \begin{matrix} & \begin{matrix} S & J & M \end{matrix} \\ \begin{matrix} S \\ J \\ M \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{3} & 2 \\ 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A_P = \begin{matrix} & \begin{matrix} S & J & M \end{matrix} \\ \begin{matrix} S \\ J \\ M \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 1 \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}.$$

Задача 10

Помогите выпускнице ВУЗа выбрать работу после окончания университета. Она получила три предложения от работодателей в Воронеже, Курске и Липецке и определила три важных для нее критерия выбора: заработная плата, стабильность работы и привлекательность города. Соответствующие данные представлены в рабочей книге Работа.XLS.

- Чему равны средние рейтинги по критерию зарплаты?
- Согласованы ли заданные выпускницей оценки? Как можно изменить попарные оценки, чтобы согласовать их?
- Чему равны средние веса критериев?
- Какую работу вы посоветуете выбрать?

Задача 11

Кирилл и Дарья (К и Д) покупают новый дом. Рассматриваются три варианта — А, Б и С. Кирилл и Дарья согласовали два критерия для выбора дома: ландшафт участка (Л) и близость к месту работы (Б), а также разработали матрицы сравнений, приведенные ниже. Необходимо оценить три дома в порядке их приоритета и вычислить коэффициент согласованности каждой матрицы.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} \text{К} & \text{Д} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{Д} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \quad
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} \text{Л} & \text{Б} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{Б} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{3} \\ 3 & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \quad
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} \text{Л} & \text{Б} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{Л} \\ \text{Б} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \\
 \\
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{А} & \text{В} & \text{С} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{В} \\ \text{С} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \quad
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{А} & \text{В} & \text{С} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{В} \\ \text{С} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \\
 \\
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{А} & \text{В} & \text{С} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{В} \\ \text{С} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ \frac{1}{4} & 1 & 3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}, \quad
 \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{А} & \text{В} & \text{С} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{А} \\ \text{В} \\ \text{С} \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 4 \\ 2 & 1 & 3 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}.
 \end{array}$$

Задача 12

Помогите Алексею Петрову выбрать новый автомобиль. Он остановил свой выбор на трех моделях: Volkswagen Polo, Hyundai Solaris и Chevrolet Cobalt, и указал три основных для него критерия: цена, надежность (по отзывам покупателей), скорость. Соответствующие данные представлены в рабочей книге Авто.XLS.

- Чему равны средние рейтинги по критерию скорости?
- Чему равны средние веса критериев?
- Был ли Алексей последователен при задании весов?
- Какой автомобиль вы рекомендуете купить?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Локальный и глобальный экстремум.
- Выпуклые функции и их свойства
- Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций.
- Теорема о седловой точке.
- Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций.
- Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи.
- Простейшие свойства оптимальных решений.
- Методы безусловной оптимизации.
- Классификация методов.
- Скорости сходимости.
- Методы первого порядка.
- Градиентные методы.
- Методы второго порядка.
- Метод Ньютона и его модификации.
- Квазиньютоновские методы.
- Методы переменной метрики.

17. Методы сопряженных градиентов.
18. Методы нулевого порядка.
19. Нелинейные задачи математического программирования.
20. Локальный и глобальный экстремум, условия оптимальности.
21. Методы проектирования.
22. Метод проекции градиента.
23. Конечно-разностная аппроксимация производных.
24. Конечно-разностные методы.
25. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений.
26. Методы деформируемых конфигураций.
27. Симплексные методы. Комплекс-методы.
28. Метод условного градиента.
29. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации.
30. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
31. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций.
32. Метод зеркальных построений.
33. Метод скользящего допуска.
34. Стохастические квазиградиентные методы.
35. Методы стохастической аппроксимации.
36. Стохастические разностные методы.
37. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.
38. Принцип оптимальности Беллмана.
39. Методы с операцией усреднения.
40. Методы случайного поиска.
41. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы.
42. Основное функциональное уравнение.
43. Вычислительная схема метода динамического программирования.
44. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов.
45. Множества компромиссов и согласия, построение множеств.
46. Функция полезности.
47. Аксиоматические методы многокритериальной оценки.
48. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив.
49. Методы нормализации критериев.
50. Принятие коллективных решений.
51. Теорема Эрроу и ее анализ.
52. Характеристики приоритета критериев.
53. Постулируемые принципы оптимальности
54. Методы аппроксимации функции полезности.
55. Деревья решений.
56. Методы компенсации.
57. Методы аналитической иерархии.
58. Методы порогов несравнимости.
59. Диалоговые методы принятия решений.
60. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).
61. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе.
62. Расстояние в пространстве отношений.
63. Современные концепции группового выбора
64. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации.
65. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами.
66. Нечеткое моделирование.
67. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях.
68. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий.
69. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением.
70. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности.
71. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений.
72. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив.
73. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 40

вопросов и 6 задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ. Максимальное количество набранных баллов – 100.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 50 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 51 до 69 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 70 до 84 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 85 до 100 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Локальный и глобальный экстремум. Выпуклые функции и их свойства	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
2	Методы безусловной оптимизации. Нелинейные задачи математического программирования	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
3	Задачи стохастического программирования	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
4	Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
5	Системная динамика	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
6	Задача коммивояжера	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
7	Методы многокритериальной оценки альтернатив	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
8	Принятие коллективных решений.	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы
9	Принятие решений при нечеткой информации	ПК-2, ПК-4	Тест, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, выполнение отчетов, выполнение и защита курсовой работы

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной

системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 40 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Коровин В.Н., Муратова О.И. Методы оптимизации и принятия решений в здравоохранении: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ., 2013.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ 1-4 по курсу «Теория системного анализа и принятия решений» по направлению подготовки бакалавров 12.04.04 дневной формы обучения. Воронеж: ВГТУ.

3. Ларичев О.И., Теория и методы принятия технических решений. М.: Логос, 2000.

4. Батищев Д. И., Львович Я. Е., Фролов В. Н. Оптимизация в САПР: Учебник. – Воронеж: издательство Воронежского государственного университета, 1997

5. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002

6. Методы решения оптимизационных задач в медицине: учебное пособие / В. Н. Коровин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – 89 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Excel

iThink_v_9_1_3

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с установленными на них программным обеспечением для проведения тестирования с возможностью выхода в ИТС «Интернет».

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория системного анализа и принятия решений» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков решения оптимизационных задач управления. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	<ul style="list-style-type: none">- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.