

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Узунов Федор Владимирович

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.09.2026 14:09:48

Уникальный программный ключ: fd935d10451b860e912264c0378f8448452b5fdb603f94388008a29877a6bcb55

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»
«УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ»
Факультет экономики, управления и юриспруденции
Кафедра управления и бизнес-информатики**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

 / Г.П. Узунова

«02» февраля 2026 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АППАРАТНЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

Направление подготовки

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Профиль

«Специалист информационных систем и технологий»

Квалификация

Бакалавр

Для всех

форм обучения

Симферополь, 2026 г.

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Средства оценивания в ходе текущего контроля:

- устные опросы в ходе лекционных и лабораторных занятий;
- отчеты по лабораторным работам;
- рефераты;
- тестирование;
- задания, выполняемые в ходе лабораторного занятия или рекомендуемые для самостоятельной работы.

Коды компетенции	Результаты освоения ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий программных средств, в том числе отечественного производства, использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы классического системного анализа; методы представления статистической информации; принципы кроссплатформенного программирования. ПК-2.2. Уметь: строить схемы причинно-следственных связей; работать с программами прототипирования интерфейсов; оценивать вычислительную сложность алгоритмов функционирования разрабатываемых программных продуктов. ПК-2.3. Владеть: навыками установки причинно-следственных связей между явлениями проблемной ситуации; описание логики работы элементов интерфейса, их взаимосвязи, взаимодействия и вариантов состояний; разработка эксплуатационной документации на разработанный драйвер
ОПК-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. ОПК-3.2. Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. ОПК-3.3. Владеть: навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности.

1.1 Вопросы к текущему контролю

1. Дайте определение САПР электроники. Перечислите основные этапы полного цикла проектирования аппаратного решения.

2. Сравните функциональные возможности и типичные сферы применения популярных САПР: Altium Designer, KiCad, OrCAD.
3. Опишите принципы работы SPICE-подобных симуляторов. Какие основные типы анализа схем они позволяют проводить (DC, AC, Transient)?
4. Что такое «встроенное программное обеспечение» и какова его роль в моделировании сложных электронных систем?
5. Объясните понятие «Целостность сигналов» (Signal Integrity). Какие проблемы возникают в высокоскоростных схемах?
6. Какие ключевые параметры операционного усилителя критичны при проектировании неинвертирующего усилителя звукового сигнала?
7. Какие параметры ОУ наиболее важны для прецизионного усилителя постоянного тока (например, для термопары)?
8. Опишите типовые схемотехнические методы защиты входов/выходов микропроцессорной системы от электростатических разрядов и превышения напряжения.
9. Каковы основные критерии выбора между использованием FPGA и микроконтроллера в проекте?
10. При проектировании блока питания на линейном стабилизаторе: как рассчитать необходимую минимальную разницу напряжений $V_{in}-V_{out}$?
11. Для чего нужны входной и выходной конденсаторы в схеме линейного стабилизатора?
12. Как рассчитать мощность, рассеиваемую на стабилизаторе, и определить необходимость теплоотвода?
13. Объясните назначение и принцип работы защитного диода, включенного параллельно входу и выходу стабилизатора.
14. Сформулируйте основные принципы и стратегии размещения компонентов на печатной плате для минимизации помех и обеспечения теплоотвода.
15. Опишите правила и рекомендации по трассировке аналоговых сигналов малого уровня и высокоскоростных цифровых линий.
16. Что такое «полигон земли» и каковы его преимущества?
17. В чем заключается принципиальная разница между проверками ERC и DRC?
18. Какие типичные ошибки проектирования выявляет ERC, а какие – DRC?
19. Каковы основные особенности и преимущества проектирования многослойных печатных плат?
20. Что такое «перекрестные наводки» (Crosstalk) на печатной плате? Какие факторы влияют на их уровень?
21. Что такое Gerber-файлы и какова их роль в производстве печатных плат?
22. Какая дополнительная информация (помимо Gerber) необходима производителю для сверления отверстий и монтажа компонентов?
23. Какие основные технологические требования производства (минимальная ширина дорожки/зазор, размеры отверстий) необходимо учитывать при разработке топологии?
24. Кратко опишите основные этапы технологического процесса производства печатных плат.
25. Что такое «технологический зазор» (Fiducial Mark) и для чего он используется при автоматизированном монтаже?
26. Каковы преимущества использования скриптов (например, на Python) в САПР электроники?
27. Опишите современные тенденции в производстве электроники, влияющие на проектирование в САПР (плотность монтажа, BGA, HDI).
28. Как методы искусственного интеллекта начинают применяться в современных САПР электроники?
29. Каковы перспективы развития аддитивных технологий (3D-печать) в производстве электроники?
30. Объясните концепцию «цифрового двойника» (Digital Twin) применительно к электронному устройству.

1.2 Темы рефератов

1. Оптимизация параметров и обеспечение стабильности неинвертирующих усилителей на ОУ в САПР.
2. Проектирование прецизионных усилителей постоянного тока для датчиков слабого сигнала (на примере термопары К-типа): проблемы и решения.
3. Разработка и анализ многоступенчатых стабилизированных источников питания на основе линейных стабилизаторов: компоненты, расчеты и моделирование.
4. Обеспечение электромагнитной совместимости и технологичности при проектировании топологии печатных плат в САПР электроники.
5. Полный цикл проектирования электронного устройства в САПР: от моделирования функциональных узлов до подготовки к производству.
6. Сравнительный анализ возможностей Altium Designer и KiCad для проектирования печатных плат.
7. Методы анализа целостности сигналов (SI) и целостности питания (PI) в высокоскоростных цифровых устройствах.
8. Проектирование высокочастотных аналоговых схем: особенности трассировки и учета паразитных параметров.
9. Тепловое моделирование и проектирование систем охлаждения в САПР электроники.
10. Автоматизация трассировки печатных плат: алгоритмы, ограничения и практическое применение.
11. Библиотеки компонентов в САПР: создание, верификация и управление.
12. Проектирование гибких и гибко-жестких печатных плат.
13. Применение SPICE-моделирования для анализа поведения схем в различных температурных режимах.
14. Использование скриптовых языков для расширения функциональности САПР.
15. Верификация топологии печатной платы: сравнение результатов DRC и визуального контроля.
16. Подготовка конструкторской документации в соответствии с ЕСКД средствами САПР.
17. Особенности проектирования устройств с BGA-компонентами.
18. Методы уменьшения электромагнитных помех на уровне печатной платы.
19. Сравнение технологий производства печатных плат: субтрактивная, аддитивная, полуаддитивная.
20. Роль САПР в реализации концепции «Индустрия 4.0» для электронного производства.

1.3 Тестовые задания

1. Что является основной функцией систем автоматизированного проектирования (САПР) электроники?
 - а) Автоматическое написание прошивок для микроконтроллеров.
 - б) Управление сборочным производством электронных плат.
 - в) Автоматизация процессов разработки и проверки электронных схем и печатных плат. (*Правильный ответ: в*)
 - г) Диагностика неисправностей в готовых электронных устройствах.
2. Какой из перечисленных этапов проектирования аппаратных решений в САПР обычно следует перед разработкой топологии печатной платы?
 - а) Формирование Gerber-файлов.
 - б) Проведение проверки DRC.
 - в) Разработка принципиальной схемы. (*Правильный ответ: в*)
 - г) Анализ целостности сигналов.

3. Какая программа является примером графического симулятора электронных схем, основанного на SPICE?
 - а) Altium Designer (только как САПР).
 - б) AutoCAD Electrical.
 - в) LTspice / Multisim / Proteus (VSM). *(Правильный ответ: в)*
 - г) MATLAB (без специализированных тулбоксов).
4. Какой тип анализа в SPICE-симуляторе используется для определения частотной характеристики схемы (АЧХ)?
 - а) DC Analysis.
 - б) Transient Analysis.
 - в) AC Analysis. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Noise Analysis.
5. При моделировании усилителя для термопары К-типа критически важным параметром ОУ является:
 - а) Максимальная скорость нарастания (Slew Rate).
 - б) Широкополосность (Gain-Bandwidth Product).
 - в) Низкое входное напряжение смещения нуля (V_{os}) и низкий дрейф. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Высокое выходное напряжение.
6. Основная цель включения защитного диода, подключенного параллельно входу и выходу в схеме линейного стабилизатора напряжения:
 - а) Выпрямление входного переменного напряжения.
 - б) Стабилизация выходного тока.
 - в) Защита стабилизатора от обратного напряжения при отключении входного питания. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Фильтрация высокочастотных помех.
7. Какой параметр операционного усилителя наиболее важен для обеспечения высокого входного сопротивления неинвертирующего усилителя?
 - а) Выходное сопротивление (R_{out}).
 - б) Коэффициент ослабления синфазного сигнала (CMRR).
 - в) Входное сопротивление (R_{in}). *(Правильный ответ: в)*
 - г) Коэффициент усиления.
8. Для усилителя сигнала термопары крайне важен высокий коэффициент подавления синфазного сигнала (CMRR), потому что:
 - а) Термопара генерирует очень высокочастотный сигнал.
 - б) Усилитель должен работать с большими выходными токами.
 - в) Полезный дифференциальный сигнал термопары очень мал, а синфазные помехи могут быть значительны. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Термопара требует строго однополярного питания усилителя.
9. Основное назначение выходного конденсатора (C_{out}) в схеме линейного стабилизатора напряжения (например, 78xx):
 - а) Снижение пульсаций на входе стабилизатора.
 - б) Коррекция коэффициента стабилизации.
 - в) Улучшение переходной характеристики и стабильности работы стабилизатора под нагрузкой. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Защита от перегрузки по току.
10. Основная цель использования полигона «земли» (GND Plane) на слое печатной платы:
 - а) Увеличение механической прочности платы.
 - б) Улучшение внешнего вида платы.
 - в) Снижение импеданса цепи земли, улучшение экранирования и помехозащищенности. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Упрощение процесса пайки компонентов.

11. В чем заключается принципиальная разница между проверками ERC (Electrical Rule Check) и DRC (Design Rule Check)?
- а) ERC проверяет механические размеры, DRC – электрические соединения.
 - б) ERC выполняется после производства платы, DRC – до.
 - в) ERC проверяет логическую корректность схемы (соединения, типы выводов), DRC проверяет соответствие топологии технологическим нормам производства. *(Правильный ответ: в)*
 - г) ERC актуален только для аналоговых схем, DRC – для цифровых.
12. Какой тип файлов является стандартным для передачи информации о рисунке медных проводников каждого слоя печатной платы производителю?
- а) Файлы спецификации (BOM).
 - б) Файлы размещения компонентов (Pick and Place).
 - в) Gerber-файлы (RS-274X). *(Правильный ответ: в)*
 - г) Исходные файлы САПР.
13. Какая информация является критически важной для производителя печатных плат, помимо Gerber-файлов?
- а) Только файл сверловки (Excellon).
 - б) Только файл шелкографии (Silkscreen).
 - в) Файл сверловки (Excellon) и файл паяльной маски (Solder Mask). *(Правильный ответ: в)*
 - г) Только файл контура платы.
14. Что такое DRC (Design Rule Check) в контексте проектирования печатной платы?
- а) Проверка корректности программного кода микроконтроллера.
 - б) Анализ целостности сигналов.
 - в) Автоматизированная проверка топологии на соответствие заданным технологическим правилам. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Проверка принципиальной схемы на наличие коротких замыканий.
15. Какая современная технология начинает оказывать влияние на проектирование и производство электроники, требуя адаптации подходов в САПР?
- а) Виртуальная реальность.
 - б) Блокчейн.
 - в) Аддитивные технологии (3D-печать) электроники. *(Правильный ответ: в)*
 - г) Квантовые вычисления.
16. Вставьте пропущенное слово:
Этап разработки, на котором создается графическое изображение электрических соединений между компонентами, называется разработкой _____ схемы.
(Правильный ответ: принципиальной)
17. Вставьте пропущенное слово:
Процесс размещения компонентов и прокладки проводников на печатной плате называется _____.
(Правильный ответ: трассировка / routing)
18. Вставьте пропущенное слово:
Проверка _____ (аббревиатура) выявляет нарушения электрических связей, такие как неподключенные выводы или конфликты типов.
(Правильный ответ: ERC)
19. Вставьте пропущенное слово:
Файлы в формате _____ являются отраслевым стандартом для передачи данных о топологии печатной платы производителю.
(Правильный ответ: Gerber)
20. Вставьте пропущенное слово:
Список всех компонентов, используемых в проекте, с указанием их наименований,

номиналов и позиционных обозначений называется _____ (аббревиатура).
(Правильный ответ: BOM / спецификация)

21. Установите соответствие между типом анализа в SPICE и его назначением:

Тип анализа	Назначение
1. DC Analysis	А) Расчет рабочих точек по постоянному току
2. AC Analysis	Б) Определение частотной характеристики
3. Transient Analysis	В) Моделирование поведения схемы во времени
4. Noise Analysis	Г) Анализ уровня собственных шумов схемы

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

22. Установите соответствие между компонентом схемы стабилизатора и его функцией:

Компонент	Функция
1. C _{in} (входной конденсатор)	А) Сглаживание входных пульсаций
2. C _{out} (выходной конденсатор)	Б) Обеспечение устойчивости и улучшение переходной характеристики
3. Защитный диод	В) Защита от обратного напряжения
4. Радиатор	Г) Отвод тепла от микросхемы стабилизатора

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

23. Установите соответствие между слоем печатной платы и его назначением:

Слой	Назначение
1. Top Copper	А) Верхний слой проводников
2. Bottom Copper	Б) Нижний слой проводников
3. Solder Mask	В) Защитная маска, предотвращающая замыкания при пайке
4. Silkscreen	Г) Шелкография для нанесения обозначений компонентов

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

24. Установите соответствие между типом файла и его содержимым:

Тип файла	Содержимое
1. Gerber (RS-274X)	А) Изображение проводящего рисунка слоя
2. Excellon	Б) Координаты и диаметры отверстий
3. BOM	В) Перечень элементов
4. Pick and Place	Г) Координаты установки компонентов для автомата

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

25. Установите соответствие между правилом DRC и его типичным значением для стандартного класса точности:

Правило	Типичное значение
1. Минимальная ширина дорожки	А) 0,15 – 0,2 мм
2. Минимальный зазор между дорожками	Б) 0,15 – 0,2 мм

Правило	Типичное значение
3. Минимальный диаметр переходного отверстия	В) 0,3 – 0,4 мм
4. Минимальный зазор от края платы	Г) 0,5 мм

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

26. Расположите этапы проектирования печатной платы в правильном порядке:

1. Создание принципиальной схемы
 2. Размещение компонентов (Placement)
 3. Трассировка проводников (Routing)
 4. Проверка DRC
 5. Генерация Gerber-файлов
- (Правильный ответ: 1 → 2 → 3 → 4 → 5)

27. Расположите типы анализа в порядке увеличения вычислительной сложности (типично):

1. DC Analysis
 2. AC Analysis
 3. Transient Analysis
- (Правильный ответ: 1 → 2 → 3)

28. Расположите этапы подготовки производства печатной платы в правильной последовательности:

1. Проверка DRC
 2. Экспорт Gerber-файлов
 3. Проверка Gerber-файлов (САМ-проверка)
 4. Передача файлов производителю
- (Правильный ответ: 1 → 2 → 3 → 4)

29. Расположите слои 4-слойной печатной платы в порядке их расположения (сверху вниз):

1. Top Layer (сигнальный)
 2. GND Plane (земля)
 3. Power Plane (питание)
 4. Bottom Layer (сигнальный)
- (Правильный ответ: 1 → 2 → 3 → 4)

30. Расположите поколения развития САПР электроники в хронологическом порядке:

1. Ручное черчение
 2. Системы автоматизированного черчения (AutoCAD)
 3. Специализированные САПР с автотрассировкой
 4. Интегрированные среды с 3D-моделированием и симуляцией
- (Правильный ответ: 1 → 2 → 3 → 4)

1.4 Задания

1. **Задание «Расчет неинвертирующего усилителя».**
Для схемы неинвертирующего усилителя на ОУ рассчитать номиналы резисторов, обеспечивающие коэффициент усиления $K_u = 11$. Проверить в симуляторе LTspice.
2. **Задание «Анализ АЧХ усилителя».**
В симуляторе построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) неинвертирующего усилителя. Определить частоту среза и полосу пропускания.
3. **Задание «Моделирование усилителя для термопары».**
Разработать схему усилителя постоянного тока для термопары К-типа с коэффициентом усиления 100. Провести анализ влияния напряжения смещения ОУ на точность.
4. **Задание «Компенсация напряжения смещения».**
В схеме усилителя для термопары реализовать цепь компенсации напряжения смещения нуля и проверить её эффективность в симуляторе.
5. **Задание «Фильтрация сигнала термопары».**
Добавить в схему усилителя фильтр низких частот с частотой среза 10 Гц. Оценить подавление сетевых наводок.
6. **Задание «Расчет стабилизатора напряжения».**
Для стабилизатора LM7805 рассчитать минимальное входное напряжение, необходимые емкости входного и выходного конденсаторов.
7. **Задание «Тепловой расчет стабилизатора».**
Определить мощность, рассеиваемую на LM7805 при входном напряжении 12 В и токе нагрузки 0,5 А. Рассчитать необходимость радиатора.
8. **Задание «Моделирование блока питания».**
В симуляторе собрать схему стабилизированного источника питания на LM317 с регулируемым выходным напряжением 3–12 В. Проверить работу.
9. **Задание «Анализ пульсаций блока питания».**
Измерить уровень пульсаций на выходе блока питания при изменении нагрузки. Оценить эффективность фильтрации.
10. **Задание «Разработка принципиальной схемы в САПР».**
В KiCad или Altium Designer создать принципиальную схему устройства, состоящего из микроконтроллера, стабилизатора питания и интерфейса USB-UART.
11. **Задание «Создание библиотеки компонентов».**
Создать условно-графическое обозначение (символ) и посадочное место (footprint) для компонента, отсутствующего в стандартных библиотеках.
12. **Задание «Проверка ERC».**
Выполнить проверку ERC созданной принципиальной схемы. Задокументировать найденные ошибки и способы их исправления.
13. **Задание «Размещение компонентов на печатной плате».**
Выполнить размещение компонентов на плате, руководствуясь принципами минимизации длины связей, теплового режима и электромагнитной совместимости.
14. **Задание «Трассировка печатной платы».**
Выполнить ручную и автоматическую трассировку двухслойной печатной платы. Сравнить результаты по количеству переходных отверстий и длине проводников.
15. **Задание «Создание полигона земли».**
На плате создать заливку полигона земли на нижнем слое. Обеспечить подключение всех выводов GND к полигону.
16. **Задание «Проверка DRC».**
Настроить правила DRC для производства с минимальной шириной дорожки 0,2 мм и зазором 0,2 мм. Выполнить проверку топологии и исправить ошибки.
17. **Задание «Генерация Gerber-файлов».**
Экспортировать Gerber-файлы и файл сверловки для разработанной платы. Проверить их в САМ-программе (например, GerbView).

18. **Задание «Составление спецификации (BOM)».**
Составить спецификацию на разработанное устройство, указав позиционные обозначения, типы, номиналы и количество компонентов.
19. **Задание «Анализ целостности сигналов».**
Для высокоскоростной линии (например, SPI) оценить возможные проблемы целостности сигнала и предложить методы их решения (согласующие резисторы).
20. **Задание «Тепловое моделирование».**
Оценить тепловой режим работы стабилизатора напряжения на плате и, при необходимости, предусмотреть тепловые полигоны.
21. **Задание «Автоматизация с помощью скриптов».**
Написать скрипт на Python для KiCad, который генерирует список всех конденсаторов с указанием их номиналов и позиционных обозначений.
22. **Задание «Создание многостраничной схемы».**
Разработать иерархическую принципиальную схему, состоящую из нескольких листов, используя механизм повторяющихся блоков.
23. **Задание «Дифференциальная пара».**
Развести дифференциальную пару для интерфейса USB, соблюдая требования по равенству длин и зазору.
24. **Задание «Проектирование платы с BGA-компонентом».**
Выполнить трассировку платы с микросхемой в корпусе BGA. Использовать технологию «dog-bone» для выхода из-под корпуса.
25. **Задание «Подготовка к производству».**
Сформировать полный пакет производственных файлов, включая Gerber, сверловку, BOM, Pick and Place, и заполнить сопроводительную документацию.
26. **Задание «Анализ топологии на соответствие правилам».**
Проанализировать предоставленный фрагмент топологии и выявить нарушения правил DRC (узкие дорожки, малые зазоры, приближение к краю платы).
27. **Задание «Выбор ОУ для прецизионного применения».**
На основе даташитов двух ОУ обосновать выбор одного из них для усиления сигнала термопары, сравнив Vos, дрейф, CMRR.
28. **Задание «Составление BOM для простого узла».**
По принципиальной схеме неинвертирующего усилителя составить спецификацию (BOM), указав позиционные обозначения, типы, номиналы.
29. **Задание «Моделирование смешанной схемы».**
В среде Proteus (или другой) смоделировать совместную работу микроконтроллера и аналоговой периферии, проверить корректность прошивки.
30. **Задание «Комплексное проектирование устройства».**
Выполнить полный цикл проектирования простого устройства (например, термометра на термопаре): от моделирования усилителя до подготовки Gerber-файлов и BOM.

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Вид контроля	Наименование работы	Наименование оценочных средств	Шкала оценивания
Текущий контроль	Вопросы для обсуждения на занятиях; Устные опросы по ранее изученному материалу; Письменные работы: рефераты, тестовые задания; Практические задания; Рефераты и доклады по темам (вопросам), вынесенным на самостоятельную работу.	Оценка выступлений на практическом (семинарском) занятии, проверка заданий, устный опрос, оценивание докладов, рефератов	отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно

Критерии оценивания устных ответов обучающихся

Шкала оценивания	Характеристика оценивания
отлично	оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.
хорошо	оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.
удовлетворительно	оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.
неудовлетворительно	оценивается ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

Критерии оценивания работы обучающихся на семинарских занятиях

Шкала оценивания	Показатели	Критерии
------------------	------------	----------

Шкала оценивания	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения практического и тестового задания (полнота ответа); 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения	Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом. Дан правильный и исчерпывающий ответ на поставленные теоретические и тестовые вопросы, в которых обучающийся показал всестороннее системное знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, четкое владение понятийным аппаратом.
Хорошо	практического задания (логичность и четкость ответа); 4. Правильность ответов на вопросы; 5. Самостоятельность решения (владение дополнительным материалом); 6. Знание нормативно-законодательной базы и терминологии курса	Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ. На поставленные теоретические и тестовые вопросы, при которых обучающийся показал достаточный уровень знаний основного программного материала: освоение информации лекционного курса и учебных пособий, овладение понятийным аппаратом, методикой исследований при попытке анализа различных ситуаций.
Удовлетворительно		Задание решено с подсказками преподавателя. Задание решено в общем виде. Обучающийся показал средний уровень знаний основного программного материала, но не мог убедительно аргументировать свой ответ, ошибся в использовании понятийного аппарата, показал недостаточные знания литературных источников.
Неудовлетворительно		Задание не решено. Обучающийся продемонстрировал значительные пробелы в знаниях основного программного материала, не аргументировал свой ответ, показал неудовлетворительные знания понятийного аппарата и специальной литературы.

Критерии оценивания рефератов

Средство контроля	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Реферат	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	отлично

	Реферат раскрывает поднятую проблематику в полном объеме. Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. В реферате имеются неточности и предметная область выступления раскрыта не в полной мере.	хорошо
	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. В реферате не в полной степени раскрыт понятийный аппарат, имеются существенные неточности в процессе формирования выводов.	удовлетворительно
	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Тема реферата не раскрыта или выполнена не по существу ранее поставленного вопроса. Реферат не сдан / доклад не сделан.	неудовлетворительно

Критерии оценивания тестов

Средство контроля	Критерии оценивания – процент положительных ответов	Шкала оценивания
Тестирование	90-100	отлично
	70-89	хорошо
	40-69	удовлетворительно
	< 39	неудовлетворительно

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Средства оценивания в ходе промежуточной аттестации:

- вопросы к зачету;
- практические задания зачета.

Коды компетенции	Результаты освоения ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
------------------	--------------------------	---

ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий программных средств, в том числе отечественного производства, использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы классического системного анализа; методы представления статистической информации; принципы кроссплатформенного программирования. ПК-2.2. Уметь: строить схемы причинно-следственных связей; работать с программами прототипирования интерфейсов; оценивать вычислительную сложность алгоритмов функционирования разрабатываемых программных продуктов. ПК-2.3. Владеть: навыками установки причинно-следственных связей между явлениями проблемной ситуации; описание логики работы элементов интерфейса, их взаимосвязи, взаимодействия и вариантов состояний; разработка эксплуатационной документации на разработанный драйвер
ОПК-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. ОПК-3.2. Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. ОПК-3.3. Владеть: навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности.

3.1 Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи системного анализа и исследования операций. Основные этапы операционного исследования.
2. Классификация задач исследования операций. Примеры прикладных задач.
3. Понятие математической модели. Требования к математической модели. Этапы построения модели.
4. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Основные понятия: переменные, целевая функция, ограничения.
5. Формы записи задачи ЛП: общая, стандартная, каноническая. Приведение задачи к канонической форме.
6. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Свойства допустимого множества и оптимального решения.
7. Графический метод решения задачи ЛП с двумя переменными.
8. Симплекс-метод решения задач ЛП: основная идея, алгоритм.
9. Симплекс-таблица. Правила выбора разрешающего элемента. Признак оптимальности.
10. Нахождение начального допустимого базисного решения. Метод искусственного базиса (М-метод).

11. Двойственность в линейном программировании. Правила построения двойственной задачи.
12. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация двойственных переменных.
13. Анализ оптимального решения на чувствительность: изменение коэффициентов целевой функции.
14. Анализ чувствительности: изменение правых частей ограничений. Теневые цены ресурсов.
15. Транспортная задача: постановка, математическая модель.
16. Методы построения начального опорного плана транспортной задачи: северо-западного угла, минимального элемента, Фогеля.
17. Метод потенциалов для проверки оптимальности плана транспортной задачи.
18. Транспортная задача с неправильным балансом. Приведение к закрытой модели.
19. Задача о назначениях. Венгерский метод решения.
20. Целочисленное линейное программирование: особенности, примеры задач.
21. Метод ветвей и границ для решения задач целочисленного ЛП.
22. Метод Гомори (метод отсекающих плоскостей) для целочисленного ЛП.
23. Задача коммивояжёра: постановка, методы решения (точные и приближённые).
24. Основы нелинейного программирования. Классификация методов.
25. Графический метод решения задач нелинейного программирования.
26. Классический метод оптимизации (метод множителей Лагранжа) для задач с ограничениями-равенствами.
27. Условия Куна-Таккера для задач нелинейного программирования с ограничениями-неравенствами.
28. Выпуклое программирование: понятие выпуклого множества, выпуклой функции. Теорема Куна-Таккера для выпуклых задач.
29. Методы одномерной оптимизации: дихотомия, золотое сечение, метод Фибоначчи.
30. Градиентные методы безусловной оптимизации: метод наискорейшего спуска.
31. Метод сопряжённых градиентов.
32. Методы штрафных функций для решения задач с ограничениями.
33. Основы динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.
34. Задача распределения ресурсов в динамическом программировании.
35. Задача о замене оборудования.
36. Элементы теории игр: основные понятия (игроки, стратегии, платёжная матрица).
37. Матричные игры. Нижняя и верхняя цена игры. Седловая точка.
38. Смешанные стратегии в матричных играх. Теорема фон Неймана.
39. Решение матричной игры 2×2 в смешанных стратегиях.
40. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.
41. Принятие решений в условиях неопределённости: критерии Вальда, Гурвица, Сэвиджа, Лапласа.
42. Многокритериальная оптимизация. Множество Парето.
43. Методы свёртки критериев в многокритериальной оптимизации.
44. Метод анализа иерархий (МАИ) для принятия решений.
45. Сетевое планирование и управление: построение сетевого графика.
46. Расчёт временных параметров сетевого графика: ранние и поздние сроки, резервы времени, критический путь.
47. Системы массового обслуживания (СМО): основные понятия, классификация.
48. Показатели эффективности СМО. Формулы Литтла.
49. Марковские случайные процессы. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
50. Имитационное моделирование: сущность, области применения, этапы.
51. Метод Монте-Карло в имитационном моделировании.
52. Эвристические методы в исследовании операций: генетические алгоритмы.

53. Муравьиный алгоритм для решения задачи коммивояжёра.
54. Применение исследования операций в задачах управления запасами.
55. Модели управления запасами: детерминированные и стохастические.
56. Программные средства для решения задач исследования операций: обзор возможностей Excel Solver.
57. Использование Python (библиотеки SciPy, PuLP) для решения оптимизационных задач.
58. Оценка адекватности математической модели. Верификация и валидация.
59. Роль системного анализа в проектировании информационных систем.
60. Современные направления развития исследования операций.

3.2 Практические задания к экзамену

1. **Задание «Построение математической модели задачи ЛП».**
Для задачи о производстве деталей (завод, два типа деталей, ограничения по времени, металлу, спросу) построить математическую модель. Записать в стандартной форме.
2. **Задание «Графическое решение задачи ЛП».**
Решить графически задачу: максимизировать $L = 2x_1 + 3x_2$ при ограничениях $x_1 + x_2 \leq 5$, $2x_1 + x_2 \leq 8$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$.
3. **Задание «Симплекс-метод: решение задачи ЛП».**
Решить симплекс-методом задачу: максимизировать $F = 3x_1 + 2x_2$ при $x_1 + x_2 \leq 4$, $x_1 - x_2 \leq 2$, $x_1, x_2 \geq 0$.
4. **Задание «М-метод (искусственный базис)».**
Решить задачу ЛП: минимизировать $Z = 2x_1 + 3x_2$ при $x_1 + x_2 \geq 3$, $x_1 + 2x_2 \geq 4$, $x_1, x_2 \geq 0$.
5. **Задание «Построение двойственной задачи и анализ».**
Для задачи $F = 5x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ при $x_1 + 2x_2 \leq 6$, $2x_1 + x_2 \leq 8$, $x_1, x_2 \geq 0$ построить двойственную, решить обе и проверить равенство целевых функций.
6. **Задание «Анализ чувствительности в Excel».**
Решить задачу ЛП в Excel, получить отчёты по устойчивости и пределам, проанализировать допустимые диапазоны изменения коэффициентов.
7. **Задание «Транспортная задача: метод минимального элемента».**
Для трёх поставщиков и четырёх потребителей найти начальный план методом минимального элемента.
8. **Задание «Транспортная задача: метод потенциалов».**
Для транспортной задачи с начальным планом, найденным методом минимального элемента, найти оптимальный план методом потенциалов.
9. **Задание «Задача о назначениях: венгерский метод».**
Распределить 4 работников по 4 работам с минимальными затратами (матрица затрат дана).
10. **Задание «Целочисленное программирование: метод ветвей и границ».**
Решить задачу: $F = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \max$ при $2x_1 + 3x_2 \leq 12$, $3x_1 + x_2 \leq 10$, $x_1, x_2 \geq 0$, целые.
11. **Задание «Задача коммивояжёра: метод ветвей и границ».**
Для матрицы 4×4 найти кратчайший гамильтонов цикл.
12. **Задание «Нелинейное программирование: графический метод».**
Найти максимум $f(x, y) = x^2 + y$ при $x + y \leq 4$, $x \geq 0$, $y \geq 0$.
13. **Задание «Метод множителей Лагранжа».**
Найти экстремум $f(x, y) = xy$ при $x + 2y = 6$.
14. **Задание «Условия Куна-Таккера».**
Проверить, является ли точка $(1, 2)$ точкой минимума для задачи $\min (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2$ при $x_1 + x_2 \geq 2$.
15. **Задание «Одномерная оптимизация: золотое сечение».**
Найти минимум $f(x) = x^2 - 4x + 5$ на отрезке $[0, 3]$ с точностью $0,1$.

16. **Задание «Градиентный спуск».**
Выполнить две итерации метода наискорейшего спуска для функции $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2$ из точки (2, 1).
17. **Задание «Динамическое программирование: распределение ресурсов».**
Распределить 4 единицы ресурса между двумя предприятиями для максимизации прибыли (таблицы прибыли даны).
18. **Задание «Матричная игра: чистые стратегии».**
Найти седловую точку и цену игры для матрицы $\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 4 & 2 & 5 \\ 3 & 1 & 6 \end{bmatrix}$.
19. **Задание «Матричная игра: смешанные стратегии».**
Решить игру 2×2 с матрицей $\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 2 \end{bmatrix}$ в смешанных стратегиях.
20. **Задание «Принятие решений в условиях неопределённости».**
Для матрицы выигрышей $\begin{bmatrix} 5 & 8 & 4 \\ 7 & 6 & 9 \\ 3 & 10 & 2 \end{bmatrix}$ выбрать стратегию по критериям Вальда, Гурвица ($\alpha=0,5$), Сэвиджа, Лапласа.
21. **Задание «Сетевое планирование».**
Для сетевого графика с работами (длительности и зависимости даны) рассчитать критический путь и резервы времени.
22. **Задание «СМО: расчёт показателей».**
В одноканальную СМО с отказами поступает поток заявок с интенсивностью $\lambda=2$ заявки/мин, время обслуживания $t_{\text{обс}}=0,4$ мин. Найти вероятность отказа и относительную пропускную способность.
23. **Задание «Метод анализа иерархий».**
Сравнить три варианта по трём критериям, используя шкалу Саати, и выбрать лучший.
24. **Задание «Эвристические алгоритмы: генетический алгоритм».**
Описать основные операторы генетического алгоритма (селекция, скрещивание, мутация) и их применение к задаче коммивояжёра.
25. **Задание «Многокритериальная оптимизация: Парето-множество».**
Для двухкритериальной задачи $f_1 = x, f_2 = 1/x$ найти множество Парето на отрезке $x \in [1, 4]$.
26. **Задание «Сравнение методов одномерного поиска».**
Сравнить число итераций методов дихотомии и золотого сечения для поиска минимума функции $f(x) = (x - 2)^2$ на $[0, 4]$ с точностью 0,01.
27. **Задание «Анализ чувствительности транспортной задачи».**
Определить, как изменится оптимальная стоимость перевозок при увеличении запаса у одного из поставщиков на 10 единиц.
28. **Задание «Моделирование СМО в Excel».**
Построить имитационную модель одноканальной СМО с ожиданием и оценить среднюю длину очереди.
29. **Задание «Решение задачи о замене оборудования».**
Для оборудования со сроком службы 5 лет и заданными затратами на эксплуатацию и доходом от продажи найти оптимальный срок замены.
30. **Задание «Комплексная задача: оптимизация производства».**
Для предприятия, выпускающего 3 вида продукции с ограничениями по трём ресурсам, найти оптимальный план, обеспечивающий максимум прибыли. Решить симплекс-методом и в Excel, сравнить результаты.

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций (по пятибалльной системе) зачет

Шкала оценивания	Уровень освоение компетенции	Критерии оценивания
Зачет	Пороговый уровень освоения компетенции	Дан правильный и исчерпывающий ответ на вопрос с отражением дополнительного материала. Обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение грамотно, логично и аргументировано излагать свои мысли.
Незачет	Неудовлетворительный уровень	Отсутствует ответ или в ответе есть грубые ошибки в изложении материала, свидетельствующие о незнании и непонимании соответствующего программного материала, отсутствует понимание сути вопроса.

Текущий контроль и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с «Положением о текущей и промежуточной аттестации обучающихся в Автономной некоммерческой организации «Образовательная организация высшего образования» «Университет экономики и управления».

Вид промежуточной аттестации – зачет

Форма проведения промежуточной аттестации – письменный зачет.