Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.07.2026 11:24:11
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b832233

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

по дисциплине (модулю)

Б1.О.06 Математические и естественно-научные основы управления техническими системами

(указать индекс и наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность)

27.03.03 Системный анализ и управление

(указать код и наименование в соответствии с ФГОС)

Направленность (профиль)

Бизнес-моделирование и процессная аналитика

(указать при условии требования ФГОС)

Присваиваемая квалификация

бакалавр

(указать в соответствии с ФГОС)

Форма обучения

Очная, очно-заочная

(выбрать очная, заочная)

Год набора 2026

Челябинск, 2026г.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

27.03.03 Системный анализ и управление, Бизнес-моделирование и процессная аналитика, ФОС Б1.О.06 Математические и естественно-научные основы управления техническими системами, 2026, очная, очно-заочная

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе	утверждено 27.02.26	А.А. Саламатов

Ученым советом института экономики отраслей, бизнеса и администрирования

Протокол заседания № 7 от 16.02.2026

Председатель Ученого совета института экономики отраслей, бизнеса и администрирования	согласовано	Ю. Ш. Капкаев

Заседанием кафедры экономики отраслей и рынков

Протокол заседания № 7 от 16.02.2026

Заведующий кафедрой	согласовано	Д.С. Бенц
Автор (составитель)		Р.М. Хакимов

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
3.1. Виды оценочных средств
3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
4.2. Критерии оценивания по видам оценочных средств
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление

(указать код и наименование в соответствии с ФГОС)

Направленность (профиль) Бизнес-моделирование и процессная аналитика

(указать наименование)

Дисциплина Б1.О.06 Математические и естественно-научные основы управления техническими системами

(указать индекс и наименование дисциплины)

Семестр(ы) изучения: 4 для очной формы, 6 для заочной формы обучения

(указать № семестра(ов))

Форма (ы) промежуточной аттестации: Зачёт

(*указать форму(ы) промежуточной аттестации*
(зачет, зачет с оценкой, экзамен, курсовая работа и т.д.)
для каждого семестра отдельно)

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Б1.О.06 Математические и естественно-научные основы управления техническими системами»

(указать индекс и наименование дисциплины)

направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	**Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
1	2	3
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики)	Знать: Знает положения, законы и методы естественных наук и математики Уметь: Умеет анализировать задачи	Знать: основные законы сохранения (энергии, импульса, массы), методы математического анализа (производная, интеграл) и теории дифференциальных уравнений, применяемые для описания динамики технических систем Уметь: применять законы Ньютона, термодинамики и методы теории

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики Владеть: Владеет навыками анализа задач профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	вероятностей для анализа устойчивости, надежности и переходных процессов в технических системах. Владеть: навыками построения математических моделей физических процессов (механических, тепловых, электрических) в виде дифференциальных уравнений и их анализа на устойчивость и управляемость.
ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	Знать: Знает профильные разделы математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) Уметь: Умеет формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) Владеть: Владеет навыками формулирования задач профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	Знать: профильные разделы – методы оптимизации (линейное, нелинейное программирование), математическую статистику, теорию случайных процессов, численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Уметь: формулировать задачу оптимального управления технической системой (целевая функция, ограничения) и задачу оценки параметров по экспериментальным данным с использованием методов регрессионного анализа. Владеть: навыками формализации требований к качеству управления в виде математических постановок (задача быстродействия, задача минимизации энергозатрат, задача фильтрации шумов).

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	Знать: Знает профильные разделы математики, физики, информатики, методы системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	Знать: методы системного анализа (декомпозиция, агрегирование, анализ иерархий), методы функционального анализа (передаточные функции, частотные характеристики), основные теоремы теории управления (критерии устойчивости Гурвица, Найквиста, принцип максимума Понтрягина) и методы теории знаний (правила вывода, логический вывод).
ОПК-8. Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	Уметь: Умеет принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	Уметь: выбирать структуру и параметры регулятора на основе анализа передаточной функции объекта управления, применять критерии оптимальности (минимум времени, энергии, интегральной ошибки) для принятия решения о настройках системы, а также использовать методы теории игр или анализа иерархий для выбора альтернативных вариантов управления.
	Владеть: Владеет навыками принятия решений в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	Владеть: навыками расчёта и обоснования выбора типа регулятора (П, ПИ, ПИД) по заданным показателям качества переходного процесса; навыками использования программных средств (MATLAB/Simulink, Scilab) для моделирования и сравнительного анализа альтернативных решений; навыками принятия решений в условиях неопределённости с применением вероятностных и статистических методов.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**	**Контролируемые темы/ разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)**	**Семестр**	**Номер задания**	**Наименование оценочного средства**
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики)	Знать: основные законы сохранения (энергии, импульса, массы), методы математического анализа (производная, интеграл) и теории дифференциальных уравнений, применяемые для описания динамики технических систем.	Раздел 1. Современное естествознание Раздел 2. Математические методы управления качеством	4	1–3, 6, 28, 38, 48, 58, 59 68, категории 1, 2 69, 74 78, Темы 1, 2, 3, 4, 5, 19	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	Уметь: применять законы Ньютона, термодинамики и методы теории вероятностей для анализа устойчивости, надежности и переходных процессов в технических системах.		4	4–5, 29, 39, 49, 60 68, категории 3, 4, 6 69, 75 78, Темы 4, 6, 16	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией
	Владеть: навыками построения математических моделей физических процессов (механических, тепловых, электрических) в виде дифференциальных уравнений и их анализа на устойчивость и управляемость.		4	7–9, 30, 40, 50 68, категории 2, 3, 4 69, 74 78, Темы 2, 4, 5	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	Знать: профильные разделы – методы оптимизации (линейное, нелинейное программирование), математическую статистику, теорию случайных процессов, численные методы решения систем дифференциальных уравнений.	Раздел 1. Современное естествознание Раздел 2. Математические методы управления качеством	4	10–12, 31, 41, 51, 61 68, категории 6, 7, 8, 9 70, 73, 76, 77 78, Темы 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 17	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией
	Уметь: формулировать задачу оптимального управления технической системой (целевая функция, ограничения) и задачу оценки параметров по экспериментальным данным с использованием методов регрессионного анализа.		4	13–15, 32, 42, 52, 62 68, категории 9, 10, 11 72, 73 78, Темы 9, 10, 11	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией
	Владеть: навыками формализации требований к качеству управления в виде математических постановок (задача быстродействия, задача минимизации энергозатрат, задача		4	16–18, 33, 43, 53, 63 68, категории 10, 11	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь)

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	фильтрации шумов).			72, 76 78, Темы10, 11, 15	Практическая работа Доклад с презентацией
ОПК-8. Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	Знать: основные законы сохранения (энергии, импульса, массы), методы математического анализа (производная, интеграл) и теории дифференциальных уравнений, применяемые для описания динамики технических систем профильные разделы – методы оптимизации (линейное, нелинейное программирование), математическую статистику, теорию случайных процессов, численные методы решения систем дифференциальных уравнений. методы системного анализа (декомпозиция, агрегирование, анализ иерархий), методы функционального анализа (передаточные функции, частотные характеристики), основные теоремы теории управления	Раздел 1. Современное естествознание Раздел 2. Математические методы управления качеством	4	19–21, 24, 34, 44, 54, 64, 67 68, категории 12, 13, 14, 15 70, 71, 76 78, Темы 12, 13, 14, 15	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	(критерии устойчивости Гурвица, Найквиста, принцип максимума Понтрягина) и методы теории знаний (правила вывода, логический вывод).				
	Уметь: применять законы Ньютона, термодинамики и методы теории вероятностей для анализа устойчивости, надежности и переходных процессов в технических системах. формулировать задачу оптимального управления технической системой (целевая функция, ограничения) и задачу оценки параметров по экспериментальным данным с использованием методов регрессионного анализа. выбирать структуру и параметры регулятора на основе анализа передаточной функции объекта управления, применять критерии оптимальности (минимум времени, энергии, интегральной ошибки) для принятия		4	22–23, 35, 45, 55, 65 68, категории 13, 14 70, 71 78, Темы 13, 14	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	решения о настройках системы, а также использовать методы теории игр или анализа иерархий для выбора альтернативных вариантов управления.				
	Владеть: навыками построения математических моделей физических процессов (механических, тепловых, электрических) в виде дифференциальных уравнений и их анализа на устойчивость и управляемость. навыками формализации требований к качеству управления в виде математических постановок (задача быстродействия, задача минимизации энергозатрат, задача фильтрации шумов). навыками расчёта и обоснования выбора типа регулятора (П, ПИ, ПИД) по заданным показателям качества переходного процесса; навыками использования программных средств (MATLAB/Simulink, Scilab) для моделирования и		4	25–27, 36, 46, 56, 66 68, категории 17 70, 71, 73 78, Темы 18	Тесты Семестровое задание (технологическая тетрадь) Практическая работа Доклад с презентацией

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	сравнительного анализа альтернативных решений; навыками принятия решений в условиях неопределённости с применением вероятностных и статистических методов.				

3.2 Содержание оценочных средств

Часть 1. База тестовых вопросов закрытого типа (выбор одного верного ответа)

Компетенция ОПК-1

Индикатор ОПК-1.1 (знать)

Задание 1

Какой закон сохранения лежит в основе описания движения механической системы с сосредоточенными параметрами?

а) Закон сохранения электрического заряда

б) Закон сохранения импульса

в) Закон сохранения массы

г) Закон сохранения момента импульса

Задание 2

Какое математическое понятие позволяет определить скорость изменения функции и используется при описании переходных процессов в технических системах?

а) Определённый интеграл

б) Неопределённый интеграл

в) Производная

г) Предел последовательности

Задание 3

Какой тип дифференциальных уравнений наиболее часто применяется для моделирования динамики линейных стационарных систем управления?

а) Нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных

б) Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами

в) Стохастические дифференциальные уравнения

г) Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Индикатор ОПК-1.2 (уметь)

Задание 4

При анализе устойчивости технической системы по переходной характеристике применяют второй закон Ньютона. Что из перечисленного непосредственно следует из этого закона?

а) Связь между напряжением и током в цепи

б) Связь между ускорением, массой и результирующей силой

в) Закон сохранения механической энергии

г) Уравнение теплового баланса

Задание 5

Для оценки надёжности резервированной системы используется теорема умножения вероятностей независимых событий. Как рассчитать вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух параллельно соединённых независимых элементов с вероятностями безотказной работы p1 и p2?

а) $p1 + p2$

б) $p1 \times p2$

в) $1 – (1 – p1)\times(1 – p2)$

г) $\min(p1, p2)$

Задание 6

При анализе переходного процесса в RC-цепи применяется закон Ома и правило Кирхгофа. Какое дифференциальное уравнение описывает напряжение на конденсаторе при подаче постоянного напряжения U?

а) $RC\cdot du/dt + u = U$

б) $RC\cdot d^2u/dt^2 + du/dt = 0$

в) $L\cdot di/dt + Ri = U$

г) $du/dt + u/RC = 0$

Индикатор ОПК-1.3 (владеть)

Задание 7

Математическая модель теплового процесса в здании представлена дифференциальным уравнением: $T\cdot d\theta/dt + \theta = k\cdot Q$, где θ – температура, Q – тепловой поток. Что характеризует параметр T?

а) Статический коэффициент усиления

б) Постоянную времени

в) Коэффициент демпфирования

г) Собственную частоту

Задание 8

Для анализа устойчивости системы, заданной передаточной функцией $W(s) = 1/(s^2 + 2s + 1)$, необходимо определить расположение корней характеристического уравнения. Какое утверждение верно?

а) Система неустойчива, так как есть корни с положительной действительной частью

б) Система находится на границе устойчивости

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

в) Система устойчива, все корни имеют отрицательные действительные части
г) Система устойчива, но корни комплексные с положительной мнимой частью

Задание 9

При построении математической модели электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения были использованы уравнение электрической цепи и уравнение механики. Какие переменные являются фазовыми координатами в модели «вход – напряжение, выход – скорость вращения»?
а) Ток якоря и момент нагрузки
б) Ток якоря и угловая скорость
в) Напряжение и угловая скорость
г) Поток возбуждения и ток якоря

Компетенция ОПК-2

Индикатор ОПК-2.1 (знать)

Задание 10

Какой раздел математики изучает методы нахождения экстремумов функций при наличии ограничений в виде равенств и неравенств?
а) Линейная алгебра
б) Вариационное исчисление
в) Математическое программирование (оптимизация)
г) Теория вероятностей

Задание 11

Для оценки связи между случайными величинами в задачах регрессионного анализа используется:
а) Коэффициент корреляции
б) Преобразование Лапласа
в) Интеграл Фурье
г) Определитель матрицы

Задание 12

При численном решении систем обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих динамику технических систем, чаще всего применяется:
а) Метод конечных элементов
б) Метод Рунге-Кутты
в) Метод Галёркина
г) Метод Монте-Карло

Индикатор ОПК-2.2 (уметь)

Задание 13

Требуется сформулировать задачу оптимального управления скоростью электропривода. Какой из вариантов целевой функции соответствует критерию минимального времени перехода из одного состояния в другое (задача быстродействия)?
а) $J = \int (u^2(t))\, dt \to \min$
б) $J = \int (1)\, dt \to \min$
в) $J = \int (|x(t) - x_зад|)\, dt \to \min$
г) $J = \max|u(t)| \to \min$

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 14

По экспериментальным данным (x_i, y_i) необходимо восстановить линейную зависимость y = a + bx, используя метод наименьших квадратов. Что минимизируется в этом методе?

а) Сумма абсолютных отклонений |y_i – (a + bx_i)|

б) Сумма квадратов отклонений $(y_i – (a + bx_i))^2$

в) Максимальное отклонение max|y_i – (a + bx_i)|

г) Сумма отклонений (y_i – (a + bx_i))

Задание 15

При формулировке задачи оценки параметров динамической системы по измерениям на фоне шумов используется метод максимального правдоподобия. Какой подход лежит в его основе?

а) Минимизация суммы квадратов невязок

б) Максимизация функции правдоподобия как вероятности получения наблюдаемых данных при заданных параметрах

в) Минимизация дисперсии оценки

г) Поиск медианы выборки

Индикатор ОПК-2.3 (владеть)

Задание 16

Требование к системе управления «перерегулирование не более 5%» в математической форме обычно записывается как:

а) max|e(t)| < 0.05

б) |(y_max – y_уст)/y_уст| < 0.05

в) ∫|e(t)|dt < 0.05

г) lim t→∞ e(t) < 0.05

Задание 17

Задача фильтрации шумов в измерениях при управлении технической системой математически формулируется как:

а) Нахождение производной сигнала

б) Оценка полезного сигнала по зашумленным наблюдениям с минимизацией среднеквадратической ошибки

в) Выделение постоянной составляющей

г) Аппроксимация сигнала полиномом

Задание 18

Критерий качества «минимум интегральной квадратичной ошибки» записывается в виде:

а) J = ∫ |e(t)| dt

б) J = ∫ e^2(t) dt

в) J = max|e(t)|

г) J = lim t→∞ e(t)

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Компетенция ОПК-8

Индикатор ОПК-8.1 (знать)

Задание 19 (ОПК-8.1)

Какой метод системного анализа предполагает разделение сложной системы на более простые подсистемы?

а) Агрегирование
б) Декомпозиция
в) Иерархический анализ
г) Морфологический анализ

Задание 20 (ОПК-8.1)

Какой метод функционального анализа позволяет оценить поведение системы при гармоническом входном сигнале?

а) Передаточная функция
б) Частотная характеристика
в) Корневой годограф
г) Преобразование Лапласа

Задание 21 (ОПК-8.1)

Какой критерий устойчивости относится к частотным?

а) Гурвица
б) Рауса
в) Найквиста
г) Михайлова (выберите один)

Индикатор ОПК-8.2 (уметь)

Задание 22 (ОПК-8.2)

Для объекта с передаточной функцией $W(s)=K/(Ts+1)$ требуется минимизировать время переходного процесса. Какой регулятор обеспечит наименьшее время регулирования при отсутствии ограничений на управление?

а) П-регулятор
б) ПИ-регулятор
в) ПИД-регулятор
г) Релейный регулятор

Задание 23 (ОПК-8.2)

При выборе альтернатив методом анализа иерархий (МАИ) первым шагом является:

а) Построение матрицы парных сравнений
б) Расчёт собственного вектора
в) Построение иерархии (цель, критерии, альтернативы)
г) Проверка согласованности

Задание 24 (ОПК-8.2)

В условиях полной неопределённости (отсутствие вероятностей состояний среды)

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

критерий Вальда предписывает выбирать альтернативу, максимизирующую:
а) Максимальный выигрыш
б) Минимальный выигрыш (максимин)
в) Средний выигрыш
г) Минимальный риск

Индикатор ОПК-8.3 (владеть)

Задание 25
Какой программный пакет наиболее распространён для моделирования систем управления и сравнения альтернативных регуляторов?
а) MS Excel
б) MATLAB/Simulink
в) CorelDRAW
г) Adobe Photoshop

Задание 26
При проведении сравнительного анализа двух альтернативных структур автоматического управления (ПИД-регулятор и нечёткий регулятор) в среде MATLAB/Simulink были получены следующие показатели качества переходного процесса:

- ПИД-регулятор: время регулирования tp=2.5 с*tp*=2.5с, перерегулирование σ=18%*σ*=18%
- Нечёткий регулятор: tp=3.0 с*tp*=3.0с, σ=8%*σ*=8%

Какое решение следует принять, если главным критерием является минимизация перерегулирования, а допустимое время регулирования – не более 4 с?
а) Выбрать ПИД-регулятор, так как он обеспечивает меньшее время регулирования
б) Выбрать нечёткий регулятор, так как он даёт значительно меньшее перерегулирование и укладывается в допуск по времени
в) Отказаться от обоих вариантов, так как перерегулирование превышает 5%
г) Провести дополнительное моделирование с другими настройками, поскольку сравнение некорректно

Задание 27
Для технологического процесса известна передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{0.5}{(s+1)(0.2s+1)} e^{-0.3s}$$ (чистое запаздывание 0.3 с).

Необходимо выбрать тип регулятора, обеспечивающего наилучшую устойчивость и минимальное перерегулирование. Какой вариант наиболее обоснован с позиций теории управления?
а) П-регулятор с высоким коэффициентом усиления – для компенсации запаздывания
б) ПИД-регулятор с настройкой по методу Циглера-Николса – стандартное решение для объектов с запаздыванием
в) ПИ-регулятор – он всегда лучше ПИД для апериодических объектов

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

г) Релейный регулятор – обеспечивает минимальное время, но может вызвать автоколебания

(Задания закрытого типа на установление соответствия)

Задание 28 (ОПК-1.1)

Установите соответствие между математическим понятием и его характеристикой.

Понятие	Характеристика
1. Производная	А. Площадь под кривой на заданном интервале
2. Определённый интеграл	Б. Скорость изменения функции в точке
3. Обыкновенное дифференциальное уравнение	В. Уравнение, связывающее функцию и её производные
4. Частная производная	Г. Производная функции нескольких переменных по одной из них

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 29 (ОПК-1.2)

Установите соответствие между физическим законом и его математической записью (одномерный случай).

Закон	Математическая запись
1. Второй закон Ньютона	А. $F = –kx$
2. Закон Ома для участка цепи	Б. $F = m·a$
3. Закон Гука	В. $Q = C·U$
4. Закон Кулона (для зарядов)	Г. $F = k·q_1·q_2 / r^2$

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

1	2	3	4

Задание 30 (ОПК-1.3)

Установите соответствие между типом математической модели и её характеристикой.

Тип модели	Характеристика
1. Статическая модель	А. Учитывает случайные факторы, вероятностные распределения
2. Динамическая модель	Б. Описывает состояние системы в фиксированный момент времени
3. Детерминированная модель	В. Не содержит случайных элементов, однозначно определяет выход
4. Стохастическая модель	Г. Отражает изменение переменных во времени

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 31 (ОПК-2.1)

Установите соответствие между разделом математики и его содержанием.

Раздел	Содержание
1. Линейное программирование	А. Поиск экстремума линейной функции при линейных ограничениях
2. Регрессионный анализ	Б. Изучение зависимости случайной величины от других переменных
3. Численные методы	В. Приближённое решение математических задач (ОДУ, интегралы)
4. Теория вероятностей	Г. Изучение случайных событий и их вероятностей

Впишите соответствие в таблицу:

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

1	2	3	4

Задание 32 (ОПК-2.2)

Установите соответствие между формулировкой задачи и её математической постановкой.

Формулировка задачи	Математическая постановка
1. Минимизировать затраты при заданном уровне качества	А. min f(x) при g(x) ≤ 0
2. Обеспечить заданную точность управления	Б. max P{ y(t) – $y_з$< ε }
3. Оценить параметры модели по экспериментальным данным	В. min Σ (y_i – f(x_i, θ))²
4. Минимизировать время переходного процесса	Г. min $T_{пп}$ при ограничениях

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 33 (ОПК-2.3)

Установите соответствие между критерием качества управления и его математической записью (e(t) – ошибка).

Критерий	Математическая запись
1. Интегральный квадратичный критерий (ISE)	А. J = ∫₀^∞ t· e(t) dt
2. Интегральный абсолютный критерий (IAE)	Б. J = ∫₀^∞ e²(t) dt
3. Интегральный временной абсолютный критерий (ITAE)	В. J = ∫₀^∞ e(t) dt
4. Максимальная ошибка	Г. J = max e(t)

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 34 (ОПК-8.1)

Установите соответствие между методом системного анализа и его сущностью.

Метод	Сущность
1. Декомпозиция	А. Объединение частей в целое
2. Агрегирование	Б. Разделение системы на элементы
3. Анализ иерархий	В. Сравнение альтернатив по критериям
4. Морфологический анализ	Г. Генерация комбинаций решений

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 35 (ОПК-8.2)

Установите соответствие между типом регулятора и его передаточной функцией.

ип	Передаточная функция
1. П-регулятор	А. K·(1 + 1/(T_i·s))
2. ПИ-регулятор	Б. K
3. ПИД-регулятор	В. K·(1 + 1/(T_i·s) + T_d·s)
4. Дифференцирующее звено	Г. K·s

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 36 (ОПК-8.3)

Установите соответствие между действием в MATLAB/Simulink и результатом

Действие	Результат
1. step(sys)	А. Частотная характеристика

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Действие	Результат
2. bode(sys)	Б. Переходная характеристика
3. pzmap(sys)	В. ЛАФЧХ
4. margin(sys)	Г. Диаграмма полюсов-нулей

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

Задание 37 (ОПК-8.1/8.2 – комбинированное)

Установите соответствие между методом или понятием (1–4) и его применением при принятии решений в системном анализе и управлении (А–Г).

Метод / Понятие	Применение при принятии решений
1. Метод анализа иерархий (МАИ)	А. Позволяет выбрать тип регулятора (П, ПИ, ПИД) на основе минимизации интегрального квадратичного критерия (ISE)
2. Критерий устойчивости Найквиста	Б. Используется для сравнения альтернативных структур системы управления по нескольким критериям (точность, стоимость, надёжность)
3. Правило modus ponens (A→B, A ⊢ B)	В. Применяется в экспертных системах для логического вывода решения на основе известных фактов и правил
4. Оптимизация по критерию минимума времени (задача быстродействия)	Г. Даёт возможность оценить запас устойчивости замкнутой системы по частотным характеристикам разомкнутой

Впишите соответствие в таблицу:

1	2	3	4

(Задания закрытого типа с выбором нескольких верных ответов)

*Для каждого задания выберите **все верные** ответы.*

Компетенция ОПК-1

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 38 (ОПК-1.1)
Какие из перечисленных математических методов относятся к методам анализа динамических систем?
(Выберите все верные ответы)
а) Преобразование Лапласа
б) Теория вероятностей (только для статики)
в) Численное интегрирование дифференциальных уравнений (метод Рунге-Кутты)
г) Статистическая обработка анкетных данных
д) Анализ устойчивости по корням характеристического уравнения

Задание 39 (ОПК-1.2)
При анализе переходных процессов в электрической цепи, содержащей резистор R, катушку L и конденсатор C (RLC-цепь), необходимо применять:
(Выберите все верные ответы)
а) Закон Ома
б) Правила Кирхгофа
в) Закон всемирного тяготения
г) Уравнение теплового баланса
д) Дифференциальное уравнение второго порядка

Задание 40 (ОПК-1.3)
Какие из следующих характеристик могут быть получены при анализе математической модели механической колебательной системы, заданной дифференциальным уравнением $m\cdot\ddot{x} + c\cdot\dot{x} + k\cdot x = F(t)$?
(Выберите все верные ответы)
а) Собственная частота колебаний
б) Коэффициент затухания (демпфирования)
в) Постоянная времени интегрирующего звена
г) Амплитудно-частотная характеристика
д) Время нарастания до первого максимума

Компетенция ОПК-2

Задание 41 (ОПК-2.1)
Какие из перечисленных разделов математики относятся к профильным для формулирования задач управления техническими системами?
(Выберите все верные ответы)
а) Линейное программирование
б) Дифференциальная геометрия (в части кривых поверхностей)
в) Регрессионный анализ
г) Теория случайных процессов
д) Теория чисел (простые числа)

Задание 42 (ОПК-2.2)
При формулировке задачи оптимального управления технической системой необходимо определить:
(Выберите все верные ответы)

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

а) Целевой функционал (критерий качества)
б) Управляющие воздействия (входные переменные)
в) Цвет корпуса системы
г) Ограничения на фазовые переменные и управление
д) Фамилию главного конструктора

Задание 43 (ОПК-2.3)

Какие из следующих формулировок являются математическими критериями качества управления?

(Выберите все верные ответы)

а) $J = \int_0^\infty e^2(t)\,dt \to \min$
б) Система должна быть красивой
в) Время регулирования $t_p \le 1$ с
г) Перерегулирование $\sigma \le 10\%$
д) Цена системы не должна превышать бюджет

Компетенция ОПК-8

Задание 44 (ОПК-8.1)

Какие методы относятся к методам теории знаний (knowledge-based methods)?

(Выберите все верные ответы)

а) Экспертные системы
б) Метод дерева решений
в) Метод Монте-Карло
г) Логический вывод на основе правил
д) Симплекс-метод

Задание 45 (ОПК-8.2)

Какие факторы необходимо учитывать при выборе типа регулятора для технической системы?

(Выберите все верные ответы)

а) Требования к точности в установившемся режиме
б) Наличие запаздывания в объекте
в) Цвет корпуса регулятора
г) Ограничения на управляющее воздействие
д) Уровень шумов в измерительном канале

Задание 46 (ОПК-8.3)

При моделировании альтернативных систем управления в MATLAB/Simulink можно сравнить:

(Выберите все верные ответы)

а) Переходные характеристики
б) Частотные характеристики
в) Текстуру поверхностей
г) Показатели качества (перерегулирование, время регулирования)
д) Устойчивость

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 47 (ОПК-8.1 и ОПК-8.2 – комбинированное)

Выберите все верные утверждения, относящиеся к принятию научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.

(Выберите все верные ответы)

а) Для оценки устойчивости линейной стационарной системы по её передаточной функции можно использовать критерий Гурвица, который требует вычисления определителей матрицы из коэффициентов характеристического уравнения.

б) При выборе между П, ПИ и ПИД-регуляторами для объекта без запаздывания с астатизмом первого порядка П-регулятор всегда обеспечивает нулевую установившуюся ошибку при ступенчатом воздействии.

в) Метод анализа иерархий (МАИ) позволяет формализовать задачу выбора альтернативы, если критерии имеют разную важность, но не применим, когда критерии выражены в разных единицах измерения (например, рубли и секунды).

г) Принцип максимума Понтрягина даёт необходимое условие оптимальности для задач с ограничениями на управление и может использоваться для синтеза оптимального по быстродействию управления.

д) В условиях неопределённости, когда вероятности состояний среды неизвестны, критерий Сэвиджа (минимаксного риска) ориентируется на минимизацию максимально возможных потерь (риска) при выборе альтернативы.

е) Для объекта с передаточной функцией W(s)=KTs+1$W(s)=Ts+1K$ (апериодическое звено первого порядка) применение ПИД-регулятора по сравнению с П-регулятором всегда приводит к уменьшению времени регулирования без увеличения перерегулирования.

Часть 2. База тестовых вопросов открытого типа

(Задания открытого типа с кратким ответом «да» / «нет»)

Прочитайте текст. Ответьте на вопрос: верно ли утверждение?

Компетенция ОПК-1

Задание 48 (ОПК-1.1)

Текст: Динамика технической системы описывается дифференциальным уравнением первого порядка: $T \cdot dy/dt + y = k \cdot u(t)$, где T – постоянная времени, k – коэффициент усиления.

Вопрос: Является ли это уравнение линейным с постоянными коэффициентами?

Ответ: _____

Задание 49 (ОПК-1.2)

Текст: При анализе надёжности системы с последовательным соединением элементов вероятность безотказной работы всей системы равна сумме вероятностей безотказной работы элементов.

Вопрос: Верно ли это утверждение для независимых элементов?

Ответ: _____

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 50 (ОПК-1.3)

Текст: Математическая модель электродвигателя постоянного тока содержит два дифференциальных уравнения: электрической цепи (напряжение – ток) и механической части (момент – скорость). Для получения передаточной функции «напряжение – скорость» достаточно решить первое уравнение, игнорируя второе.

Вопрос: Корректен ли такой подход для построения полной динамической модели?

Ответ: _____

Компетенция ОПК-2

Задание 51 (ОПК-2.1)

Текст: Метод наименьших квадратов относится к разделу «Оптимизация» и используется для оценки параметров моделей по экспериментальным данным.

Вопрос: Верно ли, что метод наименьших квадратов минимизирует сумму абсолютных отклонений?

Ответ: _____

Задание 52 (ОПК-2.2)

Текст: Задача оптимального управления формулируется как поиск управления u(t), минимизирующего критерий качества J при заданных ограничениях. Если критерий имеет вид $J = \int_0^\infty u^2(t)\,dt$, то это соответствует задаче минимизации энергозатрат.

Вопрос: Верно ли, что данный критерий не учитывает ошибку слежения за задающим воздействием?

Ответ: _____

Задание 53 (ОПК-2.3)

Текст: Критерий качества «интегральная квадратичная ошибка» записывается как $J = \int_0^\infty |e(t)|\,dt$.

Вопрос: Верна ли данная запись?

Ответ: _____

Компетенция ОПК-8

Задание 54 (ОПК-8.1)

Текст: Объект с передаточной функцией $W(s) = 1/(s^2+2s+1)$ имеет коэффициент демпфирования $\xi=1$ (критическое затухание).

Вопрос: Верно ли утверждение?

Ответ: _____

Задание 55 (ОПК-8.2)

Текст: При выборе между ПИ и ПИД-регулятором для объекта с чистым запаздыванием ПИД-регулятор всегда даёт лучшее качество (меньшее перерегулирование).

Вопрос: Верно ли это утверждение?

Ответ: _____

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Задание 56 (ОПК-8.3)
Прочитайте утверждение. Ответьте «да» или «нет».
Текст:
При моделировании в MATLAB/Simulink двух вариантов системы управления (с ПИД-регулятором и с нечётким регулятором) были получены следующие результаты:

- ПИД: перерегулирование σ = 12%, время регулирования t_p = 1.8 с
- Нечёткий регулятор: σ = 9%, t_p = 2.1 с

Техническое задание требует σ ≤ 10% и t_p ≤ 2.0 с.
Вопрос: Можно ли на основании этих данных принять решение в пользу нечёткого регулятора, так как он удовлетворяет обоим требованиям, а ПИД – нет (по перерегулированию)?
Ответ: _____

Задание 57 (ОПК-8.1 и ОПК-8.2)
Прочитайте текст. Ответьте «да» или «нет».
Текст:
Для объекта управления, заданного передаточной функцией W(s)=2(s+1)(0.5s+1)$W(s)$=(s+1)(0.5s+1)2, инженер рассчитал критический коэффициент усиления Ккр=4Kкр=4 и критический период Ткр=3Tкр=3 с по методу Циглера-Николса. Затем он выбрал ПИД-регулятор с параметрами: K=0.6Ккр=2.4K=0.6Kкр=2.4, Ti=0.5Ткр=1.5Ti=0.5Tкр =1.5 с, Td=0.125Ткр=0.375Td=0.125Tкр=0.375 с.
Вопрос: Верно ли, что выбранные параметры ПИД-регулятора гарантируют устойчивость замкнутой системы для данного объекта?
Ответ: _____

(Задания открытого типа – вставить термин)
Вставьте пропущенное слово или словосочетание.

Компетенция ОПК-1

Задание 58 (ОПК-1.1)
Величина, характеризующая скорость изменения функции, называется _____ функции.

Задание 59 (ОПК-1.2)
При анализе механической системы с помощью второго закона Ньютона ускорение тела прямо пропорционально результирующей силе и обратно пропорционально _____ тела.

Задание 60 (ОПК-1.3)
Математическая модель, в которой выходная переменная однозначно определяется входным воздействием и начальными условиями, называется _____ моделью.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Компетенция ОПК-2

Задание 61 (ОПК-2.1)

Раздел математики, занимающийся методами нахождения экстремумов функций при наличии ограничений, называется _____ программированием.

Задание 62 (ОПК-2.2)

Функционал, который подлежит минимизации или максимизации в задаче оптимального управления, называется _____ качества (или целевой функционал).

Задание 63 (ОПК-2.3)

Критерий качества, учитывающий как величину ошибки, так и время её существования и имеющий вид $J = \int_0^\infty t \cdot |e(t)|\, dt$, называется _____ критерием (аббревиатура ITAE).

Компетенция ОПК-8

Задание 64 (ОПК-8.1)

Метод системного анализа, основанный на построении иерархии (цель – критерии – альтернативы) и попарных сравнениях, называется методом _____ иерархий.

Задание 65 (ОПК-8.2)

Процесс выбора наилучшей альтернативы из множества возможных на основе заданных критериев и ограничений называется _____ решения.

Задание 66 (ОПК-8.3)

При сравнении альтернативных вариантов системы автоматического управления (например, с П-, ПИ- и ПИД-регуляторами) инженер использует _____ качества – количественную меру, позволяющую оценить эффективность каждого варианта и выбрать наилучший (например, интегральная квадратичная ошибка ISE, время регулирования, перерегулирование).

Задание 67 (ОПК-8.1)

Зависимость между входным и выходным сигналами в операторной форме при нулевых начальных условиях называется _____ функцией.

Задание 68

Семестровая работа

Студент заполняет технологическую тетрадь «Математические и естественно-научные методы управления техническими системами», соблюдая следующие требования:

- Рекомендуемый объем каждой категории – **0,5–1 страница** (одинарный междустрочный интервал, шрифт Times New Roman 12 pt).
- Где это возможно, следует указать **нормативный документ** (ГОСТ Р ИСО 2859-1, ГОСТ Р 50779.42, ГОСТ Р ИСО 9001, технические регламенты, стандарты на надёжность и статистические методы).
- В качестве источников могут использоваться:
  - учебники по математическому моделированию, теории управления, статистике
  - учебные пособия по прикладной математике
  - стандарты (ISO, ГОСТ)

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

- научные публикации по теории управления, оптимизации, статистическому контролю
- электронные книги.

- Рекомендуемое количество источников – **1–3 на категорию**.
- Работа должна быть **авторской** (приветствуются собственные расчёты, примеры, схемы, графики).

Структура технологической тетради

№	Категория	Основное содержание категории	Пример нормативного документа
1	Законы сохранения и их роль в моделировании технических систем	Закон сохранения массы, энергии, импульса. Дифференциальные формы законов. Примеры для механических, тепловых, электрических систем.	ГОСТ Р МЭК 60050-101
2	Дифференциальные уравнения в динамике систем	Линейные и нелинейные ОДУ. Порядок уравнений, приведение к нормальной форме. Решение однородных и неоднородных уравнений. Примеры (RC-цепь, пружинный маятник).	–
3	Преобразование Лапласа и передаточные функции	Определение преобразования Лапласа. Передаточная функция как отношение изображений. Типовые звенья (апериодическое, колебательное, интегрирующее).	–
4	Анализ устойчивости систем	Критерии устойчивости: алгебраические (Гурвиц, Раус) и частотные (Найквист, Михайлов). Расположение корней характеристического уравнения.	ГОСТ Р 54401-2011
5	Численные методы моделирования динамики	Метод Эйлера, Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка. Решение систем ОДУ. Устойчивость и точность численных схем.	–
6	Основы теории	Случайные события, вероятность.	ГОСТ Р 50779.10

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

№	Категория	Основное содержание категории	Пример нормативного документа
	вероятностей и случайных процессов	Законы распределения (нормальное, равномерное, экспоненциальное). Моменты (мат. ожидание, дисперсия). Случайные процессы: стационарность, эргодичность.	
7	Статистический анализ данных для управления качеством	Выборочные характеристики: среднее, дисперсия, размах. Гистограмма. Проверка гипотез о нормальности распределения.	ГОСТ Р ИСО 5479-2002
8	Регрессионный анализ и планирование эксперимента	Линейная регрессия (МНК). Оценка значимости коэффициентов. Дисперсионный анализ. Планы 2^k, центральные композиционные планы.	ГОСТ Р 50779.44
9	Методы оптимизации в задачах управления	Линейное программирование (симплекс-метод). Нелинейная оптимизация (градиентные методы). Условная оптимизация (множители Лагранжа). Применение в СМК.	–
10	Задачи оптимального управления	Постановка задачи: фазовые переменные, управление, функционал. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование (Беллман).	–
11	Математические критерии качества управления	Прямые показатели: время регулирования, перерегулирование, установившаяся ошибка. Интегральные критерии: ISE, IAE, ITAE.	–

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

№	Категория	Основное содержание категории	Пример нормативного документа
12	Методы системного анализа в управлении	Декомпозиция, агрегирование, иерархический анализ, морфологический анализ. Примеры применения для анализа технических систем.	–
13	Методы функционального анализа	Передаточные функции, частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ), логарифмические характеристики (ЛАЧХ, ЛФЧХ). Преобразование Лапласа.	–
14	Критерии устойчивости систем управления	Алгебраические (Гурвиц, Раус) и частотные (Найквист, Михайлов). Условия применения, достоинства и недостатки.	ГОСТ Р 54401-2011
15	Теория знаний (knowledge theory) в системном анализе	Правила логического вывода (modus ponens, modus tollens), экспертные системы, деревья решений, продукционные модели. Применение для поддержки принятия решений.	–
16	Надёжность технических систем	Показатели надёжности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Расчёт надёжности последовательных и параллельных систем.	ГОСТ 27.301
17	Цифровые инструменты для математического моделирования и статистики	Применение MS Excel (Пакет анализа), Mathcad, MATLAB/Simulink, Statistica. Примеры: расчёт Cp/Cpk, построение контрольных карт, решение ОДУ.	–

Критерии оценки семестровой работы (максимум 40 баллов):

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Критерий	Макс. балл
Полнота раскрытия каждой категории (по 1 баллу за категорию 1–17)	17
Наличие ссылок на нормативные документы или учебную литературу (по 0,5 балла за категорию)	8,5
Авторские примеры, расчёты, схемы, графики (гистограммы, контрольные карты, переходные характеристики)	до 10
Грамотность, структурированность, соответствие требованиям оформления	4,5

Задание 69

Практическая работа. Анализ устойчивости и моделирование переходного процесса технической системы.

Цель работы: Освоить методы анализа устойчивости линейных динамических систем и построения переходных характеристик на основе дифференциальных уравнений.

Задания:

1. Для системы, заданной передаточной функцией $W(s) = K / (T \cdot s + 1)$ (апериодическое звено первого порядка), постройте переходную характеристику $h(t)$ при $K=2$, $T=3$. Определите время переходного процесса (5% зона).
2. Для системы с характеристическим уравнением $s^3 + 3s^2 + 2s + 1 = 0$ примените критерий Гурвица и сделайте вывод об устойчивости.
3. Для колебательного звена с передаточной функцией $W(s) = \omega_0^2 / (s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^2)$ при $\omega_0 = 5$ рад/с, $\xi = 0.3$ рассчитайте перерегулирование $\sigma\%$ и время регулирования t_p.

Критерии оценки: Правильность применения критериев устойчивости, корректность расчёта переходных характеристик, обоснование выводов.

Задание 70

Практическая работа. Сравнительный анализ П, ПИ и ПИД-регуляторов в MATLAB/Simulink (или аналитически).

Цель работы: Приобрести навыки моделирования и выбора типа регулятора на основе показателей качества переходного процесса.

Задания:

1. Для объекта, заданного передаточной функцией W(s)=1(s+1)(0.2s+1)*W*(*s*)=(*s*+1)(0.2*s*+1)1, разработайте модели замкнутой системы с П-, ПИ- и ПИД-регуляторами.
2. Настройте параметры регуляторов (например, методом Циглера-Николса или подбором). Для П-регулятора подберите K для устойчивости с запасом.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

3. Получите переходные характеристики (единичный скачок) для каждого регулятора.
4. Определите показатели качества: время регулирования t_p (5% зона), перерегулирование σ%, установившуюся ошибку e_уст.
5. Сравните регуляторы по трём критериям: быстродействие, точность, колебательность. Выберите наилучший вариант и обоснуйте решение.

Критерии оценки: Корректность моделирования, точность расчётов показателей, обоснованность выбора.

Задание 71

Практическая работа. Применение метода анализа иерархий (МАИ) для выбора системы управления.

Цель работы: Научиться использовать многокритериальный метод анализа иерархий для принятия решения при выборе альтернативной структуры управления.

Задания:

1. Сформулируйте цель: «Выбор наилучшей системы управления технологическим процессом».
2. Выберите 3 альтернативы: ПИД-регулятор, нечёткий регулятор, адаптивный регулятор.
3. Определите 4 критерия: стоимость внедрения, точность поддержания заданного режима, сложность настройки, надёжность.
4. Постройте иерархию (цель – критерии – альтернативы).
5. Составьте матрицы парных сравнений для критериев (используя шкалу Саати) и для альтернатив по каждому критерию.
6. Рассчитайте векторы приоритетов и проверьте согласованность.
7. Сделайте вывод о наилучшей альтернативе.

Критерии оценки: Корректность построения матриц, правильность расчёта приоритетов, проверка согласованности, обоснованность вывода.

Задание 72

Практическая работа. Формулирование задачи оптимального управления технической системой.

Цель работы: Приобрести навыки математической формализации задач управления на основе критериев качества и ограничений.

Задания:

1. Для системы управления температурой в реакторе опишите: фазовые переменные (температура, скорость нагрева), управляющие воздействия (мощность нагревателя), возмущения (температура окружающей среды).
2. Сформулируйте критерий качества, минимизирующий энергозатраты при условии поддержания температуры в заданном диапазоне ($T_{min} \le T \le T_{max}$) за ограниченное время.
3. Запишите ограничения: на мощность нагревателя ($0 \le u \le U_{max}$), на скорость изменения температуры.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

4. Представьте итоговую математическую постановку задачи в виде: найти u(t), минимизирующее $J = \int u^2(t)\,dt$ при заданных дифференциальных связях и ограничениях.

Критерии оценки: Полнота формализации, корректность выбора критерия, адекватность ограничений, соответствие реальной системе.

Задание 73

Практическая работа. Оценка запаса устойчивости и качества по частотным характеристикам (с использованием MATLAB/Simulink или расчётно-графически).

Цель работы: Научиться принимать решение о работоспособности системы по запасам устойчивости и показателям качества, полученным из частотных характеристик.

Задания:

1. Для заданной разомкнутой системы W(s)=Ks(s+1)(0.5s+1)$W(s)=s(s+1)(0.5s+1)K$ (K подобрать так, чтобы замкнутая система была устойчива, например, K=2).
2. Постройте логарифмические частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ) – аналитически или с использованием пакета.
3. Определите запасы устойчивости по амплитуде (ΔL) и по фазе (Δφ).
4. Сделайте вывод: соответствует ли система типовым требованиям (запас по фазе ≥ 45°, запас по амплитуде ≥ 6 дБ).
5. По переходной характеристике замкнутой системы определите перерегулирование и время регулирования. Сравните с рекомендациями по запасам.

Критерии оценки: Точность построения частотных характеристик, корректность определения запасов, обоснованность вывода о пригодности системы.

Задание 74

Практическая работа. Численное решение дифференциальных уравнений динамики системы (метод Рунге-Кутты).

Цель работы: Освоить численные методы моделирования переходных процессов в технических системах, заданных дифференциальными уравнениями.

Задания:

1. Для системы, описываемой дифференциальным уравнением: dy/dt = –2y + u(t), где u(t) = 1(t) (единичный скачок), найдите аналитическое решение y(t) (при нулевых начальных условиях).
2. Решите это же уравнение численно методом Эйлера и методом Рунге-Кутты 4-го порядка с шагом h = 0.1 на интервале t = 0…3 с. Постройте таблицы и графики.
3. Сравните численные решения с аналитическим, оцените максимальную погрешность для каждого метода.
4. Сделайте вывод о точности и устойчивости использованных численных схем.

Критерии оценки: Корректность реализации численных методов, правильность сравнения с аналитическим решением, обоснование выбора шага, качество графиков.

Задание 75

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Практическая работа. Оценка надёжности технической системы с последовательным и параллельным соединением элементов.

Цель работы: Приобрести навыки расчёта показателей надёжности (вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа) для систем различной структуры.

Задания:

1. Дана система из трёх последовательно соединённых элементов с интенсивностями отказов $\lambda_1 = 0.01$ 1/час, $\lambda_2 = 0.02$ 1/час, $\lambda_3 = 0.015$ 1/час. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы за время t = 100 часов (при экспоненциальном распределении).
2. Для системы из двух параллельных элементов с вероятностями безотказной работы $p_1 = 0.95$, $p_2 = 0.90$ за время t рассчитайте общую вероятность безотказной работы.
3. Сравните надёжность системы при последовательном и параллельном включении трёх элементов с одинаковыми p = 0.9.
4. Постройте график зависимости вероятности безотказной работы от времени для исходной последовательной системы (t от 0 до 200 часов).

Критерии оценки: Корректность применения формул надёжности, правильность расчётов, обоснованность выводов, качество графиков.

Задание 76

Практическая работа. Принятие решений в условиях определённости и риска (платёжная матрица, критерий Байеса-Лапласа).

Цель работы: Научиться формализовать задачу выбора альтернативы управления при известных вероятностях состояний среды и применять критерий Байеса-Лапласа.

Задания:

1. Задана платёжная матрица эффективности системы управления (выигрыши) для трёх альтернатив A1, A2, A3 и четырёх состояний среды S1, S2, S3, S4. Вероятности состояний: P(S1)=0.2, P(S2)=0.3, P(S3)=0.4, P(S4)=0.1.
2. Рассчитайте ожидаемую полезность (средний выигрыш) для каждой альтернативы.
3. Выберите оптимальную альтернативу по критерию Байеса-Лапласа (максимизация среднего выигрыша).
4. Постройте диаграмму сравнения ожидаемых полезностей.
5. Проведите анализ чувствительности: как изменится выбор, если вероятность P(S3) увеличится до 0.5, а P(S2) уменьшится до 0.2?

Критерии оценки: Корректность расчётов, обоснованность выбора альтернативы, качество анализа чувствительности.

Задание 77

Практическая работа. Линейное программирование в задачах управления качеством и ресурсами.

Цель работы: Научиться формулировать и решать задачи оптимизации распределения ресурсов с использованием методов линейного программирования.

Задания:

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

1. Постановка задачи: предприятие выпускает два вида продукции (А и Б). Для производства требуются ресурсы: время работы оборудования и трудовые ресурсы. Известны:
   - нормативы затрат: на продукт А – 2 ч оборудования, 3 чел.-ч; на продукт Б – 4 ч оборудования, 1 чел.-ч;
   - доступные ресурсы: оборудование – 100 ч, труд – 90 чел.-ч;
   - прибыль: 500 руб. с единицы А, 600 руб. с единицы Б.
2. Составьте математическую модель задачи (целевая функция и ограничения).
3. Решите задачу графически (на плоскости) или симплекс-методом. Найдите оптимальные объёмы выпуска А и Б и максимальную прибыль.
4. Проведите анализ чувствительности: как изменится оптимальное решение, если ресурс оборудования увеличится до 120 ч?
5. Сформулируйте рекомендации руководству по улучшению использования ресурсов.

Критерии оценки: Корректность формализации задачи, правильность решения, интерпретация результатов, качество анализа чувствительности.

Общие критерии оценки практических работ (каждое задание максимум 10 баллов)

Критерий	Баллы
Полнота выполнения всех подпунктов задания	4
Корректность применения математических и статистических методов	2
Обоснованность выводов, ссылки на нормативные документы (ГОСТ)	2
Качество оформления (таблицы, графики, контрольные карты)	1
Авторский подход, самостоятельность расчётов	1

Задание 78

Доклад с презентацией

Студент выбирает тему, связанную с применением математических и естественно-научных методов для анализа, моделирования и управления техническими системами, и готовит доклад на 10 минут.

Цель выступления – проанализировать значимость математического моделирования, статистических методов, оптимизации и теории управления для эффективного функционирования технических систем и систем управления качеством, а также

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

рассмотреть влияние нормативных стандартов (ГОСТ Р ИСО 2859, ГОСТ Р 50779.42 и др.) на применение этих методов.

Выступление сопровождается презентацией.

Рекомендуемый объем презентации – 10–15 слайдов.

Примерные темы докладов (по дисциплине):

1. Законы сохранения (энергии, импульса, массы) в моделировании технических систем – примеры для механических, электрических и тепловых систем.
2. Дифференциальные уравнения как основа описания динамики систем управления – линейные и нелинейные модели, приведение к нормальной форме.
3. Преобразование Лапласа и передаточные функции – применение для анализа переходных процессов в автоматических системах.
4. Анализ устойчивости линейных систем – алгебраические критерии (Гурвиц, Раус) и частотные критерии (Найквист, Михайлов).
5. Численные методы моделирования динамических систем – метод Эйлера, Рунге-Кутты, их точность и устойчивость.
6. Элементы теории вероятностей и случайных процессов в задачах управления качеством – основные распределения, моменты, стационарность.
7. Статистический анализ данных для оценки качества продукции – выборочные характеристики, гистограммы, проверка гипотез о нормальности.
8. Регрессионный анализ и его применение в управлении технологическими процессами – построение моделей зависимости показателей качества от параметров.
9. Методы оптимизации в управлении качеством и ресурсами – линейное и нелинейное программирование, симплекс-метод.
10. Задача оптимального управления технической системой – постановка, критерии качества, принцип максимума Понтрягина.
11. Математические критерии качества управления – прямые (время регулирования, перерегулирование) и интегральные (ISE, IAE, ITAE).
12. Сравнительный анализ методов принятия решений в системах автоматического управления – обзор критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа, их применение в условиях неопределённости.
13. Моделирование и выбор регулятора в MATLAB/Simulink – практические аспекты настройки П, ПИ, ПИД-регуляторов, оценка качества переходных процессов.
14. Применение метода анализа иерархий (МАИ) для многокритериального выбора системы управления – этапы, построение матриц, расчёт весов, проверка согласованности.
15. Принятие решений в условиях определённости и риска – критерий Байеса-Лапласа, платёжные матрицы, анализ чувствительности
16. Расчёт надёжности технических систем – последовательное и параллельное соединение, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов.
17. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ – оптимизация параметров технологического процесса.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

18. Экспертные системы и логический вывод в задачах управления качеством и диагностики – правила modus ponens/tollens, деревья решений, примеры реализации.Сравнительный анализ методов численного интегрирования – применение для решения дифференциальных уравнений динамики систем.

19. Математические методы оценки эффективности системы менеджмента качества – интегральные показатели, статистические индексы, моделирование рисков.

Критерии оценки доклада с презентацией

Критерий	Баллы
Соответствие теме и компетенциям (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4)	1
Логичность структуры (введение, основная часть, заключение)	2
Глубина раскрытия содержания, наличие примеров расчётов или моделирования	2
Использование нормативных документов (ГОСТ Р ИСО 2859, ГОСТ Р 50779.42 и др.)	1
Качество презентации (наглядность, схемы, графики, формулы)	2
Соблюдение регламента (10 мин) и качество устного выступления	1
Ответы на вопросы аудитории (аргументированность)	1

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

1. Промежуточная аттестация в форме зачета происходит по итогам текущей аттестации.
2. Студент в течение семестра выполняет доклады с презентацией (выступает с докладом, демонстрирует результаты), проходит тесты (по каждому изучаемому разделу) и выполняет практические работы, семестровую работу.
3. В течение семестра студент готовит доклад и презентацию, с которыми выступает на одном из занятий (дата выступления с каждым студентом индивидуально определяется преподавателем).
4. Каждый тест должен содержать не менее 60% верных ответов, тогда он считается успешно пройденным.
5. Практические работы выполняет и защищает на занятиях.
6. Семестровую работу студент сдает на одном из последних занятий.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

7. По факту выполнения всех указанных видов работ студент готовится к сдаче зачета по вопросам.

8. Перечень вопросов к зачету

1. Сформулируйте второй закон Ньютона. Как он используется при построении математической модели механической системы?
2. Запишите закон сохранения энергии для электрического колебательного контура. Какое дифференциальное уравнение описывает процесс?
3. Что такое производная функции? Как она применяется при анализе скорости изменения параметров технической системы?
4. Что такое определённый интеграл? Приведите пример его использования для расчёта работы силы в технической системе.
5. Запишите в общем виде линейное обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка. Приведите пример физической системы, описываемой таким уравнением.
6. Какие типы дифференциальных уравнений используются для моделирования динамики систем автоматического управления? Приведите примеры.
7. Сформулируйте закон Ома для участка цепи. Как он преобразуется для цепи, содержащей индуктивность и ёмкость?
8. Что такое постоянная времени апериодического звена? Как она влияет на длительность переходного процесса?
9. Опишите метод анализа устойчивости линейной системы по корням характеристического уравнения. Какое условие устойчивости?
10. Как преобразование Лапласа применяется для перехода от дифференциальных уравнений к передаточным функциям?
11. Что такое передаточная функция? Как по ней определить реакцию системы на типовое входное воздействие?
12. Сформулируйте закон сохранения массы. Приведите пример его использования в моделировании гидравлических или тепловых систем.
13. В чём суть метода «вход-выход» при описании технической системы? Чем он отличается от метода пространства состояний?
14. Что такое фазовая переменная? Приведите пример фазовых координат для электродвигателя постоянного тока.
15. Как влияет величина коэффициента демпфирования на характер переходного процесса колебательного звена?
16. Сформулируйте задачу оптимального управления технической системой в общем виде (целевой функционал, ограничения).
17. Что такое критерий качества управления? Приведите примеры интегральных критериев (ISE, IAE, ITAE) и их физический смысл.
18. В чём заключается метод наименьших квадратов? Для решения каких задач он применяется в управлении качеством?
19. Сформулируйте постановку задачи линейного программирования. Приведите пример из области распределения ресурсов.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

20. Как формулируется задача быстродействия (минимизации времени переходного процесса)? Запишите целевой функционал.

21. Что такое метод максимального правдоподобия? Когда он используется для оценки параметров моделей?

22. Сформулируйте задачу регрессионного анализа. Что минимизируется в методе наименьших квадратов?

23. Как математически записать требование к системе управления: «перерегулирование не более 10%»?

24. Что такое ограничения на управление в задаче оптимального управления? Приведите пример (например, ограничение по мощности нагревателя).

25. Как формулируется задача фильтрации шумов в измерениях? Какие методы используются?

26. Запишите математическую постановку задачи минимизации энергозатрат при управлении технической системой.

27. Что такое задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения? Как она связана с моделированием динамики?

28. В чём суть принципа максимума Понтрягина? Для решения какого класса задач он предназначен?

29. Сформулируйте задачу динамического программирования (Беллмана). Какое уравнение лежит в её основе?

30. Приведите пример формулировки задачи оценки параметров динамической системы по экспериментальным данным (с указанием целевой функции и параметров).

31. Опишите метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати. Какие этапы включает этот метод? Как строятся матрицы парных сравнений и проверяется их согласованность?

32. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста. Как по амплитудно-фазовой частотной характеристике (годографу) разомкнутой системы определить устойчивость замкнутой системы?

33. Для выбора регулятора технологического процесса заданы три альтернативы: П-регулятор, ПИ-регулятор, ПИД-регулятор. Критерии выбора: точность в установившемся режиме, время регулирования, сложность настройки.

34. Какую альтернативу вы предложите для объекта с чистым запаздыванием и почему? Обоснуйте решение, используя известные свойства регуляторов.

35. Опишите последовательность действий в MATLAB/Simulink (или любом другом пакете имитационного моделирования) для сравнения двух типов регуляторов (например, ПИД и нечёткого регулятора).

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

4.2. Критерии оценивания по видам оценочных средств

Критерии оценивания тестовых вопросов (задания 1-67): Каждый тест должен содержать не менее 60% верных ответов, тогда он считается успешно пройденным.

Ключи к тестовым вопросам

Номер задания	Верный ответ
1	б
2	в
3	б
4	б
5	в
6	а
7	б
8	в
9	б
10	в
11	а
12	б
13	б
14	б
15	б
16	б
17	б

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Номер задания	Верный ответ
18	б
19	**б**
20	б
21	в
22	г
23	в
24	б
25	б
26	б
27	б
28	1 2 3 4 Б А В Г
29	1 2 3 4 А Б В Г
30	1 2 3 4 Б Г В А
31	1 2 3 4

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Номер задания	Верный ответ
	А Б В Г
32	1 2 3 4 А Б В Г
33	1 2 3 4 Б В А Г
34	1 2 3 4 Б А В Г
35	1 2 3 4 Б А В Г
36	1 2 3 4 Б А Г В
37	1 2 3 4 Б Г В А
38	а, в, д
39	а, б, д

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Номер задания	Верный ответ
40	а, б, г, д
41	а, в, г
42	а, б, г
43	а, в, г
44	а, б, г
45	а, б, г, д
46	а, б, г, д
47	а, г, д
8	Да
49	Нет
50	Нет
51	Нет
52	Да
53	Нет
54	Да
55	Нет
56	Нет
57	Нет
58	производная

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Номер задания	Верный ответ
59	массе
60	детерминированная
61	математическим (или линейным, нелинейным – допустимо «математическое»)
62	критерий
63	интегральный временной абсолютный
64	анализа
65	принятием
66	критерий (или «критерий качества»)
67	передаточной

Критерии оценивания семестровой работы. Работа считается успешно выполненной, если студент по каждой требуемой категории из технологической тетради раскрыл суть категории, показал ее эволюцию, указал ключевые имена ученых, привел корректный список источников (публикации, монографии, учебники, учебные пособия и т.п.). Студент раскрывает 17 категорий по управлению требованиями, приводя ссылки на нормативные документы и авторские примеры. Критерии оценки семестровой работы:

- полнота раскрытия каждой категории – до 1 балла (макс 17)
- наличие ссылок на нормативные документы (ISO, ГОСТ, ТР ТС) – до 0,5 балла за категорию
- авторские примеры, схемы, таблицы – дополнительно до 10 баллов
- грамотность, структурированность – до 5 баллов

Критерии оценивания практической работы заключаются в успешном выполнении всех поставленных задач, правильном оформлении документации с соблюдением стандартов качества и цифровых технологий. Студент должен продемонстрировать умение применять теоретические знания, обосновать выбор используемых методов и решений, а также соблюсти сроки выполнения задания. Работу можно считать неудачной, если она выполнена частично, содержит ошибки в оформлении или не использует необходимые современные технологии. Студент разрабатывает реальные документы

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

(анкеты Кано, «Дом качества», ТЗ, RTM, протоколы согласования) и анализирует конфликты требований. Каждая из 10 работ оценивается по 10-балльной шкале (полнота, корректность методов, обоснованность, оформление, авторский подход), итоговая оценка – средний балл.

Критерии оценивания доклада с презентацией. Вид работы считается успешно выполненным, если студент раскрыл суть выбранного учения, проанализировал существующую критику данного учения, показал значимость учения в современном мире, доклад сопровожден презентационным материалом в размере 10-15 слайдов. Выдержан стиль доклада (логика, владение материалом), соблюдены временные рамки доклада – примерно 10 минут. Оцениваются структура, глубина раскрытия, ссылки на НД, качество слайдов, соблюдение регламента и ответы на вопросы (максимум 10 баллов).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций по дисциплине «Б1.О.06 Математические и естественно-научные основы управления» определяются по результатам выполнения обучающимся тестовых заданий, выполнения семестровой работы (технологической тетради), практических работ и подготовки доклада с презентацией и ответа на вопросы экзаменационного билета.

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций предполагает, что студент продемонстрировал отличные результаты по всем заданиям. Он выполнил все тесты на 85% и выше, качественно раскрыл эволюцию категорий в технологической тетради, уложился в рекомендуемый объем и привел актуальный список литературы по каждой категории. Студент выполнил не менее 7 из 9 практических работ. Все расчёты (переходные характеристики, индексы Cp/Cpk, контрольные карты, регрессия, численное решение ДУ, показатели надёжности, параметры СМО, оптимальный план выпуска) выполнены без ошибок, решения обоснованы ссылками на ГОСТ и математические методы. В докладе студент глубоко оценил значимость выбранного учения, ответил на все вопросы после выступления, продемонстрировал полное владение материалом, а презентация была четкой, логичной и соответствующей всем требованиям.

2. Средний уровень сформированности компетенций предполагает, что студент успешно выполнил все тесты на 75% и выше. Он раскрыл эволюцию всех категорий в технологической тетради, уложился в объем и привел качественные источники. Студент выполнил не менее 6 работ. Основные задания выполнены, но есть незначительные недочёты (не полностью заполнена матрица парных сравнений, отсутствует анализ чувствительности в задаче линейного программирования, нет проверки согласованности в МАИ). Оформление аккуратное, но без творческого подхода. Студент демонстрирует понимание методов, но допускает отдельные ошибки в расчётах (например, неверно определён коэффициент загрузки СМО или допущена неточность в критерии оптимальности). В докладе студент продемонстрировал хорошие знания и критически оценил выбранное учение, ответил на часть вопросов после

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

выступления, продемонстрировал хорошее владение материалом, а презентация была понятной и структурированной.

3. Базовый уровень сформированности компетенций предполагает, что студент выполнил все тесты на 60% и выше. Он раскрыл основные категории в технологической тетради, но возможны некоторые недостатки в глубине анализа или в качестве источников. Студент выполнил не менее 5 работ. Раскрыты только обязательные элементы: например, в задаче оптимального управления записан критерий, но нет ограничений; в расчёте надёжности использована только последовательная схема без параллельной; в методе анализа иерархий построена иерархия, но матрицы сравнений заполнены формально. Аргументация слабая, ссылки на нормативные документы отсутствуют или единичны. Оформление с нарушениями, но основные результаты получены. В докладе студент смог раскрыть суть выбранного учения, ответил хотя бы на половину заданных вопросов, продемонстрировал понимание материала и презентация была выполнена с минимальными требованиями.

4. Низкий уровень сформированности компетенций означает, что студент не достиг минимальных требований по тестам (ниже 60%) или не выполнил часть заданий. В технологической тетради не раскрыты все необходимые категории, источники не соответствуют требованиям, а презентация и доклад выполнены некачественно или не соответствуют базовым стандартам. Студент выполнил менее 5 работ. Задания не выполнены или выполнены формально (пустые матрицы, отсутствие графиков, неверные формулы). Студент не может обосновать выбор метода, допускает грубые терминологические ошибки (путает передаточную функцию и переходную характеристику, не различает Cp и Cpk). Сроки сдачи нарушены, практические работы отсутствуют или содержат только копирование условий без решения.

В случае сформированности компетенций на высоком, среднем и базовом уровнях (одном из) студент получает оценку «зачтено» по итогам семестра.

В случае демонстрации низкого уровня освоенности материала студент не получает зачет по дисциплине.

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»