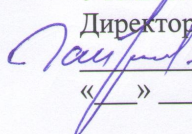


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИК
 С. А. Байдали
«___» _____ 2016 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


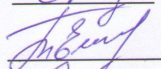
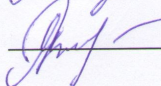
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Направление ООП: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
Профиль подготовки: «Интеллектуальные робототехнические
и мехатронные системы»
Квалификация (степень): бакалавр
Базовый учебный план приема: 2016 г.
Курс 2 семестр 4
Количество кредитов 4
Код дисциплины Б1.ВМ4.7

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	32
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	80
ИТОГО, ч	144

Вид промежуточной аттестации: экзамен,
дифф. зачет по курсовой работе
Обеспечивающее подразделение: кафедра интегрированных компьютерных
систем управления (ИКСУ)

Заведующий кафедрой ИКСУ

А.В. Лиепинш
(ФИО)

Руководитель ООП

Т.Е. Мамонова
(ФИО)

Преподаватель

В.А. Рудницкий
(ФИО)

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

В дисциплине «Математические основы теории систем» излагается материал, относящийся к общим основам теории систем. Дисциплина «Математические основы теории систем» призвана сформировать у студентов основы базовых знаний по теории систем, необходимые им для изучения последующих учебных дисциплин и дальнейшей профессиональной деятельности.

После изучения данной дисциплины студент должен иметь представление о современных математических моделях используемых в технических системах, знать и уметь использовать основные математические принципы исследования систем, основные методы, используемые при изучении свойств технических объектов и систем, иметь опыт использования программного пакета Mathcad для моделирования систем и изучения их характеристик.

Изучение дисциплины «Математические основы теории систем» направлено на достижение следующих целей ООП.

Ц1	Подготовка выпускников к проектно-конструкторской деятельности в области создания и внедрения аппаратных и программных средств мехатроники и робототехники в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
Ц3	Подготовка выпускников к комплексным инженерным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой аппаратных и программных средств объектов мехатроники и робототехники.
Ц5	Подготовка выпускников к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

Изучение дисциплины «Математические основы теории систем» направлено на достижение следующих задач:

- освоение знаний, составляющих основу научных представлений об объектах и системах;
- овладение умениями работать с различными видами информации с помощью компьютера и других средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для исследования технических систем, организовывать собственную деятельность и планировать ее результаты;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей средствами ИКТ;
- выработка навыков применения математических методов при выполнении различного рода заданий по анализу и синтезу технических систем, для решения учебных задач и для будущей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математические основы теории систем» входит в вариативную часть математического и естественнонаучного цикла дисциплин.

ПРЕРЕКВЕЗИТЫ – дисциплины «Информатика 1.1», МЕЦ.Б.1.2. «Математический анализ 1.3», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия 1.3». В процессе изучения «Информатики 1.1» у студента формируется база знаний по основам программирования на языке высокого уровня, умение воспроизводить алгоритм работы программы в виде блок-схемы, применять основные принципы алгоритмизации и программирования при решении задач. Дисциплины «Математический анализ 1.3», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия 1.3» дают студенту базовые знания о выполнении дифференцирования, интегрирования функций, определения корней уравнений и систем уравнений, работе с матрицами, а также общем виде и классификации графиков функций и поверхностей.

КОРЕКВЕЗИТЫ – дисциплина «Физика 2.1». При изучении «Физики» используются умения студентов, полученные по дисциплине «Информационные технологии» при выполнении лабораторных работ в пакетах MathCAD и MatLab.

Дисциплина «Математические основы теории систем» обеспечивает развитие профессионально значимых умений и опыта деятельности, необходимых при изучении дисциплин профессионального цикла, выполнения УИРС, НИРС и ВКР.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоения дисциплины «Математические основы теории систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций, в том числе в соответствии с ФГОС:

Общекультурные компетенции (ОК):

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности (ОПК-4);

способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6).

Профессиональные компетенции (ПК):

способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники (ПК-1);

способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск (ПК-4);

способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем (ПК-6);

способностью производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-10);

Составляющие результатов обучения, которые будут достигнуты при изучении дисциплины «Математические основы теории систем» представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Составляющие результатов обучения,
которые будут получены при изучении данной дисциплины*

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
РЗ	3.3.1	– о методах решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем	У.3.1	– применять методы расчета электрических цепей аналоговых и цифровых электронных устройств, разрабатывать функциональные схемы; – проводить регулировочные расчеты, синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств		
			У.3.6	– проектировать автоматизированный электропривод для решения задач отраслей промышленности, где применяются мехатронные и робототехнические системы, – вести анализ		

				устойчивости, точности и качества процессов управления		
P5	3.5.3	– регулировочных расчётов, синтеза алгоритмов управления и корректирующих устройств	У.5.3	– проводить регулировочные расчеты, синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств	В.5.3	– проведения регулировочных расчетов и расчетов алгоритмов управления и корректирующих устройств
P7			У.7.1	ставить цели и выбирать пути её достижения	В.7.1	обобщения, анализа и восприятия информации
			У.7.2	работать в коллективе	В.7.2	культурного мышления, – кооперации с коллегами

Планируемые результаты освоения дисциплины «Математические основы теории систем» показаны в таблице 2.

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п.п.	Результаты
РД1	Знать основные современные информационные технологии передачи и обработки данных; основы построения управляющих локальных и глобальных сетей
РД2	Знать принципы организации и состав систем управления мехатронных и робототехнических систем
РД3	Знать основные понятия, типы данных и принципы программирования в пакетах MathCAD
РД4	Уметь применять современные информационные технологии при проектировании мехатронных и робототехнических систем, в том числе MathCAD, MatLab, сетевые дистанционные технологии.
РД5	Уметь применять теоретические знания к расчету, анализу, диагностике и синтезу электрических и электронных цепей, интерпретировать результаты исследований и численного моделирования с применением п пакета MathCAD
РД6	Уметь рассчитывать и проектировать комплексные электронные устройства заданного назначения с применением пакетов MathCAD
РД7	Уметь работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования MathCAD
РД9	Владеть опытом работы с вычислительной техникой, передачей информации в среде локальных сетей Internet
РД10	Владеть опытом проектирования простых программных алгоритмов и реализации их в пакете MathCAD

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Введение – 2 часа.

Определение понятий *кибернетика, управление, автоматизация, система*. Классификация систем. Основные принципы системного анализа и синтеза. Типовые задачи и методы системного анализа.

Перечень практических работ по разделу:

ПР1. Графическое решение систем уравнений в среде Маткад.

ПР2. Исследование методов решения СЛАУ в среде Маткад.

Раздел 2. Детерминированные входные, внутренние и выходные переменные (сигналы) систем – 4 часа.

Сигналы непрерывного типа. Сигналы, квантованные по уровню. Сигналы, квантованные по времени. Сигналы, квантованные по времени и уровню. Спектральные характеристики непрерывных и дискретных сигналов. Операторное представление непрерывных и дискретных сигналов.

Перечень практических работ по разделу:

ПБ 3 Получение моделей сигналов на основе преобразования Фурье.

Раздел 3. Случайные величины и случайные функции – 4 часа.

Дискретные случайные величины и их статистические характеристики. Непрерывные случайные величины и их статистические характеристики. Случайные процессы и их статистические характеристики.

Перечень лабораторных работ по разделу:

ЛБ 7. Изучение распределений непрерывной случайной величины в среде Маткад.

ЛБ 8. Изучение распределений дискретной случайной величины в среде Маткад.

ЛБ 9. Изучение числовых характеристик случайной величины в среде Маткад..

Раздел 4. Математическое моделирование систем– 4 часа

Цели формирования математических моделей систем. Особенности математического описания систем. Основные типы математических моделей систем. Понятие «состояние системы». Координатное, параметрическое, структурное и алгоритмическое состояние системы. Понятие процесса в системе. Математическое описание состояний и процессов в системах. Математическое описание свойств и характеристик систем.

Линеаризация математических моделей. Запись уравнений в отклонениях от опорных состояний и процессов. Запись уравнений в относительных величинах. Дискретизация математических моделей. Запись уравнений линейных систем в операторной форме. Редуцирование математических моделей.

Перечень практических работ по разделу:

ПР 4. Использование линеаризации по Тейлору для представления аппроксимированных моделей сигналов

Раздел 5. Типизация математических моделей состояний и процессов в линейных обыкновенных системах - 2 часа

Типовые формы математических моделей систем. Приведение математических моделей к форме «вход-выход». Приведение математических моделей к форме «вход–состояние–выход». Векторно-матричное отображение моделей систем.

Приведение матрично-отображенных математических моделей сложных систем к форме «вход–состояние–выход». Канонические преобразования математических моделей линейных обыкновенных систем. Построение и преобразование операторно-структурных схем линейных систем.

Перечень практических работ по разделу:

ПР.5 Типовые входные воздействия.

ПР 6. Модели систем в форме передаточных функций

Раздел 6. Типовые характеристики линейных обыкновенных (динамических) непрерывных систем - 4 часа

Типовые временные характеристики. Передаточные функции, передаточные матрицы. Нули и полюса линейных динамических систем. Частотные характеристики: амплитудно-фазовая, амплитудная, фазовая, вещественная и мнимая частотные характеристики, их аналитическое и экспериментальное определение. Логарифмические частотные характеристики.

Перечень практических работ по разделу:

ПР 7. Построение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости в зависимости от изменения параметров передаточной функции

ПР 8. Построение АФЧХ, АЧХ и ФЧХ системы.

Раздел 7. Операторно-структурные схемы и графы систем - 4 часа

Операторно-структурные схемы линейных стационарных непрерывных систем. Правила преобразования схем. Графы линейных стационарных обыкновенных систем. Операторно-структурные схемы линейных обыкновенных нестационарных непрерывных систем, нелинейных систем, дискретных и дискретно-непрерывных систем.

Перечень практических работ по разделу:

ПР 9. Преобразования структурных схем систем

Раздел 8. Типовые элементы математических моделей систем - 4 часа

Типовые безынерционные звенья. Линейные инерционные звенья первого и второго порядка. Звенья с передаточными функциями иррационального и трансцендентного типа.

Перечень практических работ по разделу:

ПР.10 Изучение временных динамических характеристик типовых элементов математических моделей систем

Раздел 9. Установившиеся и переходные процессы в системах - 4 часа

Статические режимы в непрерывных системах. Анализ статических режимов в линейных непрерывных системах. Динамические режимы в системах.

Перечень практических работ по разделу:

ПР. 11 Изучение влияния параметров моделей систем с отрицательной обратной связью на их переходные характеристики

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом,
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение заданий курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- защита лабораторных и практических работ;
- защита курсовой работы;
- презентации по тематике рефератов во время проведения конференц-недель;
- результаты выступления на конференциях различного уровня;

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий (табл. 3).

Таблица 3

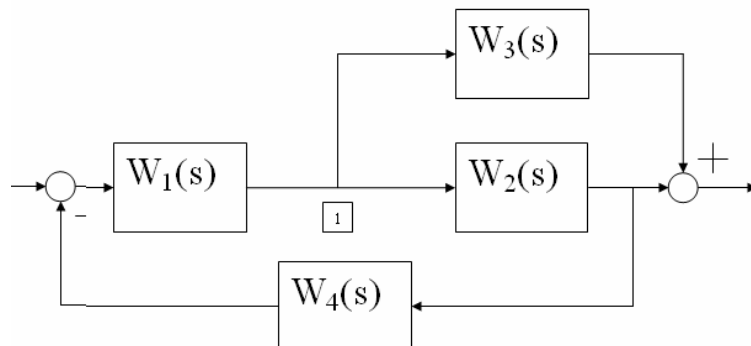
Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
выполнение и защита курсовой работ	РД3, РД5, РД6, РД7, РД9, РД10
презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	РД2, РД4, РД9, РД10
результаты участия студентов в научной дискуссии	РД2, РД3, РД10
выполнение практических и лабораторных работ	РД1, РД2, РД3, РД7, РД9, РД11,
экзамен	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД9, РД10

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств).

Контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ (примеры)

1. Что называется непрерывной случайной величиной?
2. Что называется дискретной случайной величиной?
3. Чему равна вероятность того, что случайная величина принимает значения меньше x ?
4. В каком случае распределение Стьюдента не отличается от нормального распределения?
5. Что называется распределением случайной величины?
6. Что такое математическое ожидание случайной величины?
7. Что характеризует дисперсия случайной величины?
8. Для чего вводится понятие эксцесса?
9. Какую информацию можно получить на основании коэффициента асимметрии?
10. почему наряду с функциональными используются также числовые характеристики случайной величины?

Пример задания на курсовую работу



$$W_1(s) = \frac{3.5}{0.4s + 2} \quad W_2(s) = \frac{0.1s}{0.001s^2 + 0.01s + 1} \quad W_3(s) = 0.4 \quad W_4(s) = 1.2 \cdot K$$

1. Для представленной структурной схемы получить передаточную функцию замкнутой системы.
2. Построить АЧХ, ФЧХ для замкнутой системы. Дать необходимые пояснения по виду графиков.
3. Построить АФГ для замкнутой системы. Дать необходимые пояснения по виду графиков.
4. Найти корни характеристического уравнения модели замкнутой системы и построить их на комплексной плоскости. Определить запас устойчивости и степень колебательности системы. Сделать необходимые выводы
5. Построить переходные характеристики замкнутой системы при мгновенном изменении входного сигнала на величину $\Delta = 2.5$.
6. Получить и построить временную динамическую зависимость сигнала в точке 1.
7. Исследовать поведение системы при указанном изменении коэффициента $K = 0.1; 0.5; 5; 10; 100$. Дать необходимые пояснения.
8. Построить на комплексной плоскости корни характеристического уравнения системы при указанных изменениях величины K . Определить запас устойчивости и степень колебательности системы в каждом случае. Сделать необходимые пояснения и выводы
9. Исследовать ситуацию, когда происходит реконфигурация системы с включением дополнительного звена, указанного преподавателем.
10. Предположив, что рассматриваемая система является моделью сервопривода, дать пояснения, возможно ли на практике использовать такую систему, учитывая, что размерность выходной величины системы [об/мин].

Примеры вопросов для подготовки к экзамену

1. Почему для исследования технических систем применяется ступенчатый входной сигнал? В каких случаях его можно использовать?
2. Что такое дискретная случайная величина? Приведите примеры.
3. Что такое непрерывная случайная величина? Приведите примеры.
4. Какие Вы знаете подходы к исследованию систем подвергающихся случайным воздействиями? Их достоинства и недостатки.
5. Почему функцию распределения случайной величины называют её «паспортом»?
6. Как характеризует случайную величину её плотность распределения?
7. Почему наряду с функцией распределения и плотностью распределения случайной величины рассматривают также числовые характеристики случайной величины?

8. Что такое математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение?
9. Что такое стохастический процесс? Какие его характеристики Вы знаете?
10. Классификация случайных процессов.
11. Объясните, что такое чисто случайные процессы?
12. Объясните, что такое марковские процессы?
13. Объясните, что такое коррелированные процессы?
14. Что такое математическая модель системы?
15. Что такое математическое моделирование системы?

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины «Математические основы теории систем» в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на контрольные вопросы) и результаты практической деятельности (решение задач лабораторных работ, выполнение индивидуальных заданий) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Малышенко А. М. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А. М. Малышенко; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.7 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m207.pdf>
2. Гурский Д. Вычисления в Mathcad 12 / Д. А. Гурский, Е. Турбина. — СПб.: Питер, 2006. — 544 с.
3. Рейзлин В. И. Численные методы оптимизации [Электронный

