

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан  
С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

**Теория систем управления**

по направлению подготовки / специальности

**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Технологии проектирования и управления беспилотными авиационными системами**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер/инженер-аналитик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.В. Шидловский

Председатель УМК  
О.В. Вусович

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК 1 – Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

ОПК 1 – Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ОПК 4 – Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК 1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РООПК 1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-4.1 Знает принципы построения технического задания

РООПК-4.2 Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить аппарат теории систем автоматического управления.

– Научиться применять аппарат теории систем управления для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Четвертый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математика, Физика, Информатика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 28 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### *Тема 1: Основные понятия теории автоматического управления*

Автоматизация, ее цели, технико-экономическая эффективность и значение ее для развития современного промышленного производства. Связь теории автоматического управления с другими дисциплинами специальности. Понятие управления, цели управления, критерии качества управления, объекта управления, автоматической системы управления. Автоматическое регулирование. Классификация систем управления (СУ), элементы СУ. Поведение объектов и СУ; информация и принципы управления; примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами. Задачи теории управления.

### *Тема 2: Математический аппарат исследования систем автоматического управления*

Понятие математической модели объекта управления. Линейные непрерывные модели и характеристики СУ. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Уравнения динамики и статики. Основные свойства преобразования Лапласа. Элементарные звенья и их характеристики.

### *Тема 3: Устойчивость линейных систем автоматического управления*

Анализ основных свойств линейных СУ: устойчивости, инвариантности, чувствительности, управляемости и наблюдаемости. Условия устойчивости систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости.

### *Тема 4: Методы оценки качества регулирования линейных систем*

Качество переходных процессов в линейных СУ. Оценка качества переходного процесса при воздействии в виде ступенчатой функции. Оценка качества регулирования в установившихся режимах (коэффициенты ошибок). Корневые методы оценки качества переходных процессов.

### *Тема 5: Параметрический синтез промышленных систем управления*

Задачи и методы синтеза линейных СУ. Типовые линейные законы регулирования. Синтез СУ с применением интегральных оценок качества регулирования (выбор интегральной оценки, вычисление интегральных оценок, определение параметров СУ, минимизирующих интегральные оценки).

*Контрольная работа:* Характеристики 10 элементарных звеньев.

### *Перечень практических работ:*

1. Временные характеристики систем.
2. Простейшие методы идентификации систем по их переходным характеристикам.
3. Передаточные функции и частотные характеристики звеньев и систем.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, контроля выполнения практических заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценивание текущего контроля осуществляется по балльно-рейтинговой системе согласно таблице 1.

Таблица 1 - Балльно-рейтинговая система оценивания

Форма контроля	Максимальный балл, ед.
Посещаемость лекционных занятий	14
Контрольная работа	10
Выполнение практических заданий	36
<b>Итого:</b>	<b>60</b>

Критерии оценивания по каждой форме контроля приведены в таблицах 2-4.

### 9.1. Посещаемость

Преподавателем фиксируется физическое присутствие/отсутствие студента на проводимом лекционном занятии.

Таблица 2 - Критерии оценивания посещаемости

Характеристика посещаемости, час	Оценка в баллах, ед.
2	1

### 9.2. Контрольная работа

Контрольная работы представляет из себя тестовое задания, предусматривающее закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по данной дисциплине. Его назначение – углубить знания студентов по вопросу динамических характеристик элементов систем, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами. При подготовке к контрольной работе рекомендуется повторить материалы по пройденным темам.

Выполнение контрольной работы студентом проводится в системе «Электронный университет – MOODLE» на практическом занятии в компьютерном классе. Контрольная работа содержит в себе 60 вопросов с перечнем для выбора ответа. Для ответа на все вопросы контрольной работы отводится не более 20 минут.

Таблица 3 - Критерии оценивания теста

Правильных ответов, шт.	Оценка в баллах, ед.
от 58 до 60	10
от 55 до 57	8
от 52 до 54	7
менее 52	0

### 9.3. Выполнение практических заданий

Главная цель выполнения практического задания заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией тех или иных научных материалов. Кроме того, ожидается, что результаты выполнения практических заданий будут впоследствии использоваться учащимся для освоения новых тем.

При подготовке к выполнению практического задания необходимо повторить лекции, по теме выполняемого задания. Предполагается также использование рекомендованной литературы.

Далее следует изучить содержание практического задания, выданного преподавателям, в том числе последовательность выполнения работы.

В результате выполнения практического задания необходимо оформить отчет в соответствии с «Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам», принятыми на Факультете инновационных технологий. Ссылка на актуальную версию методических указаний, размещенных на сайте факультета, выдается преподавателем на первом практическом занятии. Оформленный отчет отражает ход выполнения и решение практического задания.

Оценка выполнения практического задания студентом производится в виде защиты выполненной работы, при устном опросе преподавателя и проверке им отчета. Во время устного опроса преподаватель задает студенту уточняющие вопросы о ходе выполнения практического задания.

Таблица 4 - Критерии оценивания практического задания

<b>Характеристика выполнения задания</b>	<b>Оценка в баллах, ед.</b>
Работа выполнена полностью и в срок. Студент владеет теоретическим материалом, способен детально описать ход выполнения работы. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями.	12
Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, может объяснить ход работы, допуская незначительные ошибки в теоретической части. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями	10
Работа выполнена с ошибками. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки при пояснении хода работы. Отчет выполнен с нарушением предъявляемых требований.	5
Работа не выполнена	0

За выполнение практического задания с нарушением сроков сдачи дополнительно снимается 2 балла.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в четвертом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть содержит два вопроса. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит 2 вопроса, оформленные в виде практических задач. Ответы на вопросы второй части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов

- 1 Критерии качества (основные группы).
2. Классификация систем автоматического управления.
3. Задачи теории автоматического управления.
4. Законы регулирования.
5. Способы описания динамических элементов АСР.
6. Уравнения систем автоматического регулирования.
7. Передаточные функции.
8. Преобразование Фурье, Лапласа и Карсона-Хевисайда.
9. Временные характеристики.
10. Устойчивость САУ.
11. Критерий Михайлова.
12. Критерий Найквиста.
13. Частотная передаточная функция и частотные характеристики.
14. Уравнения и динамические характеристики пропорционального звена.
15. Уравнения и динамические характеристики идеального интегрирующего звена.
16. Уравнения и динамические характеристики интегрирующего звена с замедлением.
17. Уравнения и динамические характеристики аperiodического звена 1-го порядка.
18. Уравнения и динамические характеристики аperiodического звена 2-го порядка.
19. Уравнения и динамические характеристики колебательного звена.
20. Уравнения и динамические характеристики идеального дифференцирующего звена.

21. Уравнения и динамические характеристики реального дифференцирующего звена.
22. Уравнения и динамические характеристики консервативного звена.
23. Уравнения и динамические характеристики звена чистого (транспортного) запаздывания.

Примеры задач:

1. Записать передаточную функцию системы: *(приводиться структурная схема)*.
2. Изобразить структурную схему одноконтурной системы автоматического регулирования, используя в качестве передаточной функции объекта управления результат, полученный в п.1. Тип регулятора: *(указывается тип регулятора)*.
3. Записать основные формулы для нахождения параметров, заданного регулятора по методу РАФЧХ. Пояснить все составляющие формул.
4. Пояснить каким образом осуществляется выбор параметров регулятора, при заданном интегральном критерии оптимальности. Критерий оптимальности: *(указывается критерий оптимальности)*.

В таблице 5 приведены критерии оценивания ответов на экзаменационный билет.

Таблица 5 - Критерии оценивания ответов на экзаменационный билет

Характеристика ответов на экзаменационный билет	Оценка в баллах, ед.
Получены развернутые ответы по двум частям экзаменационного билета	40
Получен развернутый ответ только по одной части экзаменационного билета	20
Отсутствует развернутый ответ по обеим частям экзаменационного билета	0

#### 10.1. Итоговая оценка

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется с учетом суммарных баллов, полученных студентом во время текущего контроля и по итогам проведенного экзамена согласно таблице 6.

Таблица 6 - Критерии итоговой оценки

Характеристика оценки, балл	Оценка
от 90 и выше	«отлично»
от 80 до 90	«хорошо»
от 70 до 80	«удовлетворительно»
ниже 70	«неудовлетворительно»

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронной образовательной среде LMS «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=19792>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;
- в) Методические указания по выполнению практических заданий;

г) Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам, утвержденные на Факультете инновационных технологий.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 276 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/468925>.

2. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 105 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/472491>.

б) дополнительная литература:

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб, Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.

2. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems, Global Edition. Pearson Education Ltd, 2017. - 1032 p.

3. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Реконфигурируемые системы: учебное пособие - Томск : Издательство Томского университета, 2010. – 168.

в) ресурсы сети Интернет:

– Линейные системы автоматического управления. Портал открытое образование. – Режим доступа: регистрация на портале. – URL: <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/>

## **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– пакет программ LibreOffice (свободно распространяемое);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.);

– пакет прикладных программ Scilab (свободно распространяемое);

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

## **14. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения лекций, консультаций, текущего контроля, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, необходима аудитория, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя с веб-камерой, микрофоном и устройством для воспроизведения звука (динамики, колонки, наушники и др.) или ноутбук с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИ ТГУ.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, промежуточной аттестации должна быть оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя (ноутбук), персональные студенческие компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИ ТГУ. Для отображения презентаций используется мультимедиа-проектор, широкоформатный экран, акустическая система.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Шидловский Станислав Викторович, доктор технических наук, декан ФИТ