

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Системы автоматического управления движением**

по направлению подготовки / специальности

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Баллистика и гидроаэродинамика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

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

ОПК-5 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерные технологии для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

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

РООПК-5.1 Знает методику учета современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

РООПК-5.2 Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить основные виды моделей систем управления и применяемого математического аппарата;

– Научиться строить и использовать основные виды математических моделей объектов и систем управления и формы их представления;

– Научиться строить и использовать математические модели динамические звенья и системы управления.

– Владеть современным математическим аппаратом динамических расчетов систем управления летательными аппаратами, их подсистем и элементов;

– Уметь применять методы анализа систем автоматического управления, синтез законов управления и корректирующих устройств для линейных непрерывных систем.

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

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Девятый семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

При изучении дисциплины предъявляются следующие требования:

Обучающийся должен знать:

- теорию вероятностей и математической статистики;
- теорию управляемого полета;
- методы анализа траекторий наведения;
- определением характеристик исследуемых систем;
- основы оптимального управления.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1.** Основные понятия теории управления.

1.1. Понятия автоматического и автоматизированного управления. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления. 1.2. Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления (СУ). 1.3. Задачи информационной подсистемы в системе управления. 1.4. Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.

**Тема 2.** Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.

2.1. Понятие динамического звена. Уравнение и передаточная функция динамического звена. 2.2. Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем. 2.3. Передаточные функции системы. 2.4. Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями. 2.5. Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма.

**Тема 3.** Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.

3.1. Переходная характеристика, способы ее получения. 3.2. Функция веса, способы ее получения. 3.3. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. 3.4. Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. 3.5. Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства. 3.6. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Звено чистого запаздывания.

**Тема 4.** Устойчивость линейных стационарных систем.

4.1. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость. 4.2. Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы. Необходимое условие устойчивости.

4.3. Критерий устойчивости Гурвица. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем. 4.4. Критерий устойчивости Михайлова. 4.5. Критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии. 4.6. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и способы их определения. 4.7. Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров. Понятие о D-разбиении.

#### **Тема 5. Методы анализа линейных систем управления.**

5.1. Оценка качества системы по временным характеристикам. 5.2. Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы. 5.3. Оценка качества системы по частотным характеристикам. Показатель колебательности. Оценка точности при гармонических воздействиях. 5.4. Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы. Инвариантность систем управления. Коэффициенты ошибок. 5.5. Чувствительность систем управления. Построение моделей чувствительности. Оценка чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.

#### **Тема 6. Методы синтеза систем управления.**

6.1. Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства. 6.2. Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование. 6.3. Постановка задачи синтеза СУ. Обзор методов синтеза. 6.4. Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

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

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 девятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

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 электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=37290>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

а) основная литература:

1. В.А. Бесекерский, Е. П. Попов Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003

2. В.Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015

3. В.Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015
4. В.Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016
5. В.Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016
6. И.В. Мирошник Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005
7. И.Л. Коробова Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова 2011
8. И.Л. Коробова Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011
9. И.Л. Коробова, В. Н. Щерба Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005
10. Л.С. Исаков, Е. А. Курилова. Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012
11. Л.С. Исаков, Е. А. Курилова Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012
12. Н.П. Деменков, Е. А. Микрин Управление в технических системах. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017

б) дополнительная литература:

1. Астапов Ю.М., Медведев В.С. Статистическая теория систем автоматического регулирования и управления. -М.: Наука,1982. -304с.
2. Теория автоматического регулирования. В 3-х томах / Под ред. В.В. Солодовникова. - М.: Машиностроение, т.1, 1967. -768с., т.2, 1967. -679с., т.3,1968. -974с.
3. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. -Ленинград: Энергия, 1975. - 416С.
4. Лэннинг, Бэттин. Случайные процессы в задачах автоматического управления. - М.: ИИЛ,1958.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть Консультант Плюс Справочная правовая система.  
<http://www.consultant.ru>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

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 Юпайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий практического типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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**

Рогаев Константин Сергеевич, к.ф.-м.н., кафедра баллистики и гидроаэродинамики,  
доцент