

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан  
  
Ю.Н. РЫЖИХ  
«28» 06 20 22 г



Рабочая программа дисциплины

**Управление в технических системах**

по направлению подготовки

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

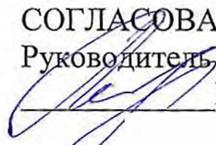
Направленность (профиль) подготовки :  
**Баллистика и гидроаэродинамика**

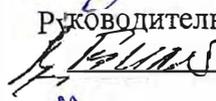
Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.01

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОПОП  
  
Г.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП  
  
В.И. Биматов

Председатель УМК  
  
В.А. Скрипняк

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен использовать современные подходы и методы решения задач ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров.

ПК-3 Математическое описание объектов исследования – разработка алгоритмов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 Знать основные способы учета аэродинамических и баллистических параметров при решении задач ракетно-космической техники

ИПК-3.2 Умеет применять фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности

ИПК-3.3 Осуществляет поиск необходимой научной информации в различных источниках

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Владение студентами фундаментальными основами знаний теории и практики исследований в области теории управления, методами расчета систем управления, методами анализа качества систем управления, анализу устойчивости, методами решения стохастических задач динамики систем управления.

– Подготовка их к решению комплекса задач, связанных с построением математических моделей и определением характеристик систем, проведением расчетных работ, анализа состояния исследуемого вопроса и определения направления исследований.

## **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**

Восьмой семестр, зачет

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

следующим дисциплинам: «Физика», «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика»

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

**Тема 1.** Предмет теории автоматического управления. Методологические проблемы кибернетики. Использование автоматических систем для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды.

Тема 2. Анализ линейных систем управления. Основные определения и классификация систем управления. Передаточная функция. Переходная функция, импульсная переходная функция. Частотные характеристики систем автоматического управления (САУ). Годограф частотной характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Соединение звеньев САУ.

**Тема 3.** Устойчивость линейных и нелинейных САУ. Общая постановка Ляпунова. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса, Гурвица. Частотные критерии Найквиста, Михайлова. Построение областей устойчивости. Признаки устойчивости нелинейных САУ. Критерий Попова. О синтезе корректирующих устройств нелинейных САУ. Метод гармонического баланса.

**Тема 4.** Анализ качества САУ. Меры качества управления для линейных систем. Точность САУ в установившемся режиме. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы. Влияние на управление внешних воздействий. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев. Переходная функция как характеристика качества системы. Теорема Какейя. Диаграмма Вышнеградского.

**Тема 5.** Статистическая теория САУ. Некоторые свойства временных сигналов. основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

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

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

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

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций:

### **Темы рефератов**

1. Методологические проблемы кибернетики. Использование автоматических систем для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды.
2. Передаточная функция.
3. Переходная функция, импульсная переходная функция.
4. Частотные характеристики систем автоматического управления (САУ).
5. Годограф частотной характеристики.
6. Логарифмические частотные характеристики.
7. Соединение звеньев САУ.
8. Общая постановка Ляпунова.
9. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса, Гурвица. 10. Частотные критерии Найквиста, Михайлова.
11. Построение областей устойчивости.
12. Признаки устойчивости нелинейных САУ.
13. Критерий Попова.
14. О синтезе корректирующих устройств нелинейных САУ. Метод гармонического баланса.
15. Меры качества управления для линейных систем. Точность САУ в установившемся режиме.
16. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы.
17. Влияние на управление внешних воздействий.

18. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев.
19. Переходная функция как характеристика качества системы.
20. Теорема Какейя. Диаграмма Вышнеградского.
21. Некоторые свойства временных сигналов.
22. Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса.
23. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ.
24. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

**Зачет в восьмом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Образцы контрольных билетов.

Билет №1.

1. Передаточная функция.
2. Точность САУ в установившемся режиме.

Билет №2.

1. Переходная функция, импульсная переходная функция.
2. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы.

Билет №3.

1. Частотные характеристики систем автоматического управления.
2. Влияние на управление внешних воздействий.

Билет №4.

1. Годограф частотной характеристики.
2. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев.

Билет №5.

1. Соединение звеньев САУ.
2. Переходная функция как характеристика качества системы.

Билет №6.

1. Общая постановка Ляпунова устойчивости движения системы.
2. Теорема Какейя.

Билет №7.

1. Критерии устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
2. Некоторые свойства временных сигналов.

Билет №8.

1. Частотный критерий Найквиста.
2. Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса.

Билет №9.

1. Частотный критерий Михайлова.
2. Диаграмма Вышнеградского.

Билет №10.

1. Построение областей устойчивости.
2. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ.

Билет №11

1. Меры качества управления для линейных систем.
2. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. Самостоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

Зачтено	Выставляется студенту, владеющему базовыми знаниями в области основ баллистического проектирования, необходимыми для решения поставленных задач.
Не зачтено	Выставляется студенту в случае отсутствия решения поставленной задачи или решения задачи косвенными методами.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

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

### Вопросы самоконтроля знаний.

1. Методологические проблемы кибернетики. Использование автоматических систем для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды.
2. Передаточная функция.
3. Переходная функция, импульсная переходная функция.
4. Частотные характеристики систем автоматического управления (САУ).
5. Годограф частотной характеристики.
6. Логарифмические частотные характеристики.
7. Соединение звеньев САУ.
8. Общая постановка Ляпунова.
9. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса, Гурвица. 10. Частотные критерии Найквиста, Михайлова.
11. Построение областей устойчивости.
12. Признаки устойчивости нелинейных САУ.
13. Критерий Попова.
14. О синтезе корректирующих устройств нелинейных САУ. Метод гармонического баланса.
15. Меры качества управления для линейных систем. Точность САУ в установившемся режиме.
16. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы.
17. Влияние на управление внешних воздействий.
18. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев.

19. Переходная функция как характеристика качества системы.
20. Теорема Какейя. Диаграмма Вышнеградского.
21. Некоторые свойства временных сигналов.
22. Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса.
23. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ.
24. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления: [учебное пособие] / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – СПб. [и др.]: Лань, 2010. – 218 с. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=538](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=538)
2. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / А. А. Первозванский. – Изд. 2-е, стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2010. – 615 с. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=301](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=301)
3. Математические методы теории управления: проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости / С. В. Емельянов, С. К. Коровин, А. В. Ильин [и др.]. – М.: Физматлит, 2013. – 197 с. – Режим доступа ЭБС Лань: [https://e.lanbook.com/book/59700#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/59700#book_name) (2014).

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:

Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ. Информационные источники 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 (репозитории) 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**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского 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**

Биматов Владимир Исмагилович, д. физ.-мат. наук, доцент, зав. каф. Динамики полета