

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рыжих

« 06 » 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Управление в технических системах**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки :

**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.05.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## 1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-11 – Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования 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, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;

– ОПК-12 – Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;

– ПК-2 – Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

– ПК-3 – Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 11.1 Знать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования 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, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

ИОПК 11.2 Уметь разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИОПК 11.3 Иметь навыки разработки и применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИОПК 12.1 Знать способы монтажа, наладки, настройки и требования эксплуатации опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

ИОПК 12.2 Уметь осуществлять монтаж, наладку, настройку и сдачу опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

ИПК 2.1 Знать алгоритмические языки программирования.

ИПК 2.2 Уметь разрабатывать программное обеспечение для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования.

ИПК 2.3 Владеть методами обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также их проектирования.

ИПК 3.1 Знать основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем.

ИПК 3.2 Уметь использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

ИПК 3.3 Владеть навыками планирования, организации и проведения вычислительных экспериментов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Овладение 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 части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Седьмой семестр, зачет с оценкой

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая физика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 26 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), 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, выполнения домашних заданий, написания реферата, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

Типовые контрольные вопросы или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций (ИОПК-11.1, ИОПК-11.2, ИОПК-11.3, ИОПК-12.1, ИОПК-12.2, ИОПК-12.3, ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3, ИПК-3.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3):

#### **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 практических занятий.

#### **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.

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Уровень	Качество ответов при собеседовании	Оценка
1	Не ответил на вопросы или не явился на экзамен	неудовлетворительно
2	Фрагментарные ответы на основные и дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.	неудовлетворительно
3	Формальные ответы на основные вопросы,	удовлетворительно

	<p>слабое понимание физической сути при ответах на дополнительные вопросы.</p> <p>Оценка выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия</p>	
4	<p>Ответы на основные вопросы с замечаниями. Имеются разного уровня замечания по дополнительным вопросам.</p> <p>Оценка выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему некритичные неточности в материале.</p>	хорошо
5	<p>Ответы на основные и дополнительные вопросы без существенных замечаний.</p> <p>Оценка выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике</p>	отлично

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24681>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## 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, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой Динамики полета физико-технического факультета