

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНКБ

Д.А. Седнев

«01» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Управление в биотехнических системах**

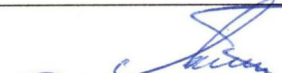
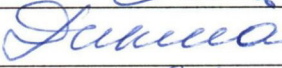
|                                                      |                                                     |            |          |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|----------|
| Направление подготовки/специальность                 | <b>12.03.04 Биотехнические системы и технологии</b> |            |          |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | <b>Биомедицинская инженерия</b>                     |            |          |
| Специализация                                        | <b>Биомедицинская инженерия</b>                     |            |          |
| Уровень образования                                  | <b>высшее образование - бакалавриат</b>             |            |          |
| Курс                                                 | <b>4</b>                                            | семестр    | <b>8</b> |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | <b>3</b>                                            |            |          |
| Виды учебной деятельности                            | <b>Временной ресурс</b>                             |            |          |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                    | Лекции                                              | <b>11</b>  |          |
|                                                      | Практические занятия                                | <b>11</b>  |          |
|                                                      | Лабораторные занятия                                | <b>22</b>  |          |
|                                                      | <b>ВСЕГО</b>                                        | <b>44</b>  |          |
| Самостоятельная работа, ч                            |                                                     | <b>64</b>  |          |
| <b>ИТОГО, ч</b>                                      |                                                     | <b>108</b> |          |

Вид промежуточной аттестации

| Экзамен | Обеспечивающее подразделение | ОЭИ |
|---------|------------------------------|-----|
|---------|------------------------------|-----|

Зав. кафедрой-руководитель  
отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП

Преподаватель

|                                                                                     |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | П.Ф. Баранов    |
|  | Е.Ю. Дикман     |
|  | Т.Г. Нестеренко |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                 | Индикаторы достижения компетенций |                                                                 | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                          | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                              | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                               |
| ПК(У)-1         | Способность к разработке и интеграции биотехнических систем и технологий | И.ПК(У)-1.8                       | Демонстрирует способность к моделированию биотехнических систем | ПК(У)-1.8B1                                                 | Владеет навыками применения принципов и методов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации биотехнических систем                                                        |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.8B2                                                 | Владеет навыками применения принципов и методов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем автоматического управления                                            |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.8У1                                                 | Умеет применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании электронных систем в области биотехнических систем |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.8У1                                                 | Умеет применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании электронных систем в области биотехнических систем |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.8У2                                                 | Умеет применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании систем автоматического управления                  |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.831                                                 | Знает методы составления и исследования уравнений, описывающих электромагнитные процессы в электронных устройствах различного назначения                                   |
|                 |                                                                          |                                   |                                                                 | ПК(У)-1.832                                                 | Знает методы составления и исследования уравнений систем автоматического управления                                                                                        |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                    |  | Компетенция |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                       |  |             |
| РД-1                                          | Знает основные положения теории управления, принципы функционирования и математические модели биологических систем |  | И.ПК(У)-1.8 |
| РД-2                                          | Умеет применять методы анализа, синтеза систем управления,                                                         |  | И.ПК(У)-1.8 |
| РД -3                                         | Владеет навыками проектирования устройств управления и работы со специализированными пакетами программ             |  | И.ПК(У)-1.8 |
| РД-4                                          | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях                |  | И.ПК(У)-1.8 |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                          | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Основные понятия и принципы управления            | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                             |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 0                 |
|                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 8                 |
| Раздел 2. Показатели качества САУ                           | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                             |                                              | Практические занятия      | 3                 |
|                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 8                 |
| Раздел 3. Методы оценки устойчивости биотехнических систем  | РД-2                                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                             |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел 4. Типовые алгоритмы управления в автоматических БТС | РД-3                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                             |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 18                |
| Раздел 5. Цифровые системы управления                       | РД-2                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                             |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 0                 |
|                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Основные понятия и принципы управления.

###### Темы лекций:

Объект управления, задачи управления. Принципы управления по отклонению и по возмущению. Системы стабилизации, системы программного управления, следящие системы. Непрерывные и дискретные системы.

Представление биотехнических систем в качестве замкнутой системы автоматического управления (САУ). Основные соотношения в САУ.

###### Темы практических занятий:

1. Частотные характеристики типовых элементарных звеньев.

##### Раздел 2. Показатели качества САУ.

###### Темы лекций:

Точность управления в установившемся режиме. Статическая ошибка. Способы обеспечения требуемой точности. Показатели качества переходных процессов при ступенчатых воздействиях. Оценка качества переходных процессов по расположению полюсов и нулей системы.

Требования к частотным характеристикам системы, определяемые заданной точностью.

Динамическая, моментная, инструментальная погрешности САУ.

Понятие типовой логарифмической частотной характеристики, виды типовых логарифмических частотных характеристик.

###### Темы практических занятий:

1. Определение погрешностей САУ

###### Названия лабораторных работ:

1. Исследование характеристик типовых звеньев автоматических приборных устройств.

### **Раздел 3. Методы оценки устойчивости биотехнических систем.**

#### **Темы лекций:**

Устойчивость автоматических БТС. Возмущенное и невозмущенное движения системы. Определение устойчивости невозмущенного движения системы по А.М. Ляпунову. Первый и второй методы А.М. Ляпунова для исследования устойчивости невозмущенного движения. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Построение областей устойчивости.

#### **Темы практических занятий:**

1. Анализ устойчивости САУ.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Определение показателей качества статической системы.
2. Определение показателей качества астатической системы 1-го порядка.
3. Определение показателей качества астатической системы 2-го порядка.
4. Анализ устойчивости САУ методом Михайлова.

### **Раздел 4. Типовые алгоритмы управления в автоматических БТС.**

#### **Темы лекций:**

Понятие алгоритма управления. Синтез типовых регуляторов.

Виды корректирующих устройств. Структурно-параметрический синтез.

Формирование желаемой передаточной функции и желаемой логарифмической частотной характеристики системы. Принцип комбинированного управления.

#### **Темы практических занятий:**

1. Синтез параметров типовых регуляторов.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Синтез САУ по заданным показателям качества на персональном компьютере.

### **Раздел 5. Цифровые системы управления.**

#### **Темы лекций:**

Цифровые регуляторы. Функциональная схема, математическая модель цифрового регулятора. Типовые алгоритмы цифрового управления и их реализация. Выбор периода дискретизации. Цифровые регуляторы в автоматических БТС.

#### **Темы практических занятий:**

1. Синтез АПУ.

#### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Теория автоматического управления : учебник для вузов / Е. И. Юревич. — 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 560 с. Всего в биб-ке 6 экз.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C339989>)

2. Теория автоматического управления учебник для вузов: в 2 ч.: / под ред. А. А. Воронова . — 3-е изд., стер. . — Екатеринбург : АТП , 2015
3. Теория автоматического управления : учебник / Под ред. Ю. М. Соломенцева. — 2-е изд., испр.. — Москва: Высшая школа, 1999. — 268 с.: ил.. — ISBN 5-06003600-6.
4. Малышенко А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления [Электронный ресурс] / Малышенко А. М., Вадутов О. С. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 368 с. Всего в биб-ке 50 экз. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72991](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72991))

#### **Дополнительная литература:**

1. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления: учебное пособие. / Под ред. В.А. Бесекерского. – М.: Наука, 1978. – 512с. Всего в биб-ке 47 экз. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>).
2. Певзнер, Леонид Давидович. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 421 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C362563>).

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://www.mathworks.com/>
2. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
3. <http://ecircuitcenter.com/circuits.htm>
4. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>
5. <http://www.analog.com>
6. <http://scholar.google.com>
7. <http://www.scienceresearch.com>
8. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Zoom Zoom; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b;

## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

В учебном процессе используется следующее оборудование:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                       | Наименование оборудования                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 47 | Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест;<br>Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.                                     |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и                                                                                         | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                | Наименование оборудования                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск,<br>Ленина проспект, 30а, 46                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск,<br>Ленина проспект, 30а, 105 | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Полка - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, специализация Биомедицинская инженерия (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность  | ФИО             |
|------------|-----------------|
| Доцент ОЭИ | Т.Г. Нестеренко |

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол № 37 от 01.09.2020).

Зав. кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н.

П.Ф. Баранов

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год              | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                                                                         | Обсуждено на заседании ОЭИ<br>ИШНКБ<br>(протокол) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2021/2022<br>учебный год | 1. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины<br>3. Обновлен список литературы<br>4. Обновлен перечень профессиональных баз<br>5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины<br>6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины | от 30.08.2021 г. № 54                             |
| 2022/2023<br>учебный год | 1. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины<br>3. Обновлен список литературы<br>4. Обновлен перечень профессиональных баз<br>5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины                                                        | от 27.06.2022 г. № 67                             |