

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Теория и системы управления

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Захаров А.В. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), AnVZaharov@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов
ОПК-6	Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения
ПК-6	способность анализировать проект (инновацию) как объект управления

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия системы управления, уметь применять их для решения физических и инженерных задач.

Должен уметь:

Описывать системы управления с помощью дифференциальных уравнений, передаточных, временных и частотных функций, структурных схем и графов.

Должен владеть:

Основными методами синтеза систем управлений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять математический аппарат для построения систем управления.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.03.05 "Инноватика (Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 54 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.	5	6	0	9	0	0	0	9
2.	Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.	5	6	0	9	0	0	0	9
3.	Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.	5	6	0	9	0	0	0	9
4.	Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.	5	6	0	9	0	0	0	9
5.	Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.	5	6	0	9	0	0	0	9
6.	Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.	5	6	0	9	0	0	0	9
	Итого		36	0	54	0	0	0	54

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Основные понятия и принципы управления. Структура системы управления. Типовые законы управления. Классификация систем управления.**

Первое определение системы: как совокупности элементов и связей между ними. Не конструктивность этого понятия при анализе сложных систем. Второе понятие системы: структура процессов, структура функций, морфология и материал. Цель (полезный результат) как системообразующий фактор. Построение модели системы. Системы управления в живом.

##### **Тема 2. Математическое описание непрерывных систем управления. Уравнение динамики и статики. Граф системы управления. Устойчивость, качество и синтез непрерывных систем управления.**

Структура системы управления. Модуль приема и обработки информации о состоянии собственных элементов и внешних систем. Модуль выработки управляющих воздействий. Модуль реализации управляющих воздействий. Типовые законы управления. Руководство и управление. Управление с отрицательной обратной связью. Оценка качества работы системы управления.

##### **Тема 3. Математическое описание дискретных систем управления. Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.**

Различные типы дискретных систем. Дискретные модели цифровой системы управления, ШИМ-системы управления. Преимущества и недостатки ШИМ-систем управления. Методы оценки устойчивости, качества и синтез на этой основе дискретных систем управления.

ШИМ-системы управления. Устойчивость, оценка качества и синтез дискретных систем управления.

**Тема 4. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Метод функции Ляпунова. Линеаризация обратной связью.**

Построение математических моделей сложных систем управления. Выделение переменных и параметров уравнений. Методы упрощения сложных систем дифференциальных уравнений. Разделение переменных по скоростям изменений (выделение быстрых и медленных переменных). Замена дифференциальных уравнений для быстрых переменных алгебраическими. Уравнение динамики и статики.

**Тема 5. Системы большой размерности. Векторная функция Ляпунова. Метод синтеза систем управления. Метод обратной задачи динамики.**

Понятие систем большой размерности. Анализ систем большой размерности с помощью второго системного представления. Математическое моделирование систем большой размерности. Построение векторной функции Ляпунова. Метод обратной задачи динамики. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Системы управления с переменной структурой. Понятие адаптации.

**Тема 6. Методы теории оптимального управления. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Адаптивные системы управления.**

Теория оптимального управления. Оптимальность по энергетическим затратам, по весу управляющей системы, по надежности работы, по устойчивости к временному дрейфу параметров элементов, по стоимости, по устойчивости к воздействию электромагнитных полей, радиации. Метод динамического программирования. Синтез оптимальных детерминированных систем управления. Системы управления с переменной структурой. Понятие адаптации. Адаптивные системы управления.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>При подготовке к самостоятельной работе следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к самостоятельной работе, на индивидуальных консультациях с преподавателем.</p> <p>Перечень тем самостоятельных работ разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Самостоятельных работы составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Тематика каждой самостоятельной работы озвучивается преподавателем на семинарском занятии. Самостоятельная работа выполняется на компьютере. Представляется в виде .docx файла. Страницы должны быть пронумерованы. Вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы, номер варианта. Самостоятельная работа должна быть выполнена студентом самостоятельно. При выполнении самостоятельной работы допускается использовать мобильные устройства. Самостоятельная работа должна быть оформлена последовательно, грамотно и разборчиво. При возникновении вопросов по оформлению самостоятельной работы студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к экзамену, на индивидуальных консультациях с преподавателем.</p> <p>Вопросы к экзамену составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки "Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий".

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Веремей, Е.И. Линейные системы с обратной связью [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68465>
2. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: издательство 'Лань', 2013. - 208 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5848>
3. Певзнер, Л.Д. Теория систем управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 424 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68469>

**Дополнительная литература:**

1. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 424 с. - ISBN 978-5-8114-1566-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68469> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Егоров, А. И. Введение в теорию управления системами с распределенными параметрами : учебное пособие / А. И. Егоров, Л. Н. Знаменская. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 292 с. - ISBN 978-5-8114-2554-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93595> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Веремей, Е. И. Линейные системы с обратной связью : учебное пособие / Е. И. Веремей. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1412-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68465> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.