

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-20	Способен применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании с учетом требований безопасности и других нормативных документов	Р10	ПК(У)-20.В2	Владеет разными математическими методами применяемые для решения задач оптимального управления ТП промышленных объектов в зависимости от цели оптимизации
			ПК(У)-20.В3	Владеет математическим обеспечением для решения многокритериальных и других задач оптимизации.
			ПК(У)-20.У2	Умеет составлять критерий оптимизации для технологических объектов управления и выбирать математический метод для достижения этого критерия.
			ПК(У)-20.У3	Умеет применять системный подход к решению задачи оптимизации с учетом неопределенностей объекта исследований и анализировать эффективность предложенного подхода к решению задач управления.
			ПК(У)-20.32	Знает математические методы для решения задач оптимального управления ТП промышленных объектов.
			ПК(У)-20.33	Знает методы оптимизации применяемые для решения многокритериальных задач с учетом неопределенностей объекта исследований
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	Р9	ПК(У)-23.В4	Владеет программными пакетами для решения задач оптимального управления ТП промышленных объектов
			ПК(У)-23.У4	Умеет на основе анализа критерия оптимизации выбирать математический метод для достижения этого критерия и реализовывать его в программном пакете.
			ПК(У)-23.34	Знает методы анализа используемых подходов к решению задач оптимального 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	Владеть разными математическими методами применяемые для решения задач оптимального управления ТП промышленных объектов в зависимости от цели оптимизации	ПК(У)-20
РД-2	Владеть математическим обеспечением для решения многокритериальных и других задач оптимизации.	ПК(У)-20
РД 3	Применять программные пакеты для решения задач оптимального управления ТП промышленных объектов	ПК(У)-23

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. Введение и общие положения	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Методы синтеза оптимальных систем. Основы вариационного исчисления	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	9
Раздел 3. Матричные методы представления и синтеза систем управления	РД-1, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4. Численные методы минимизации функций	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 5. Методы синтеза оптимальных систем	РД-1, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	9

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение и общие положения – 6 часов.

Формулируются цели и задачи оптимизации в теории оптимального управления при анализе и синтезе систем автоматического контроля и управления технологическими процессами.

Темы лекций:

1. Основные задачи контроля и управления, решаемые методами оптимизации. Классификация оптимальных систем.
2. Понятия о фазовом состоянии и фазовой траектории объекта управления. Задача оптимальности при ограничении на управляющее воздействие.
3. Общая постановка задачи оптимального управления. Критерии оптимальности.

Раздел 2. Основы вариационного исчисления – 6 часов.

Даются понятие функционала, вариации и приращения функционала. Основная теорема вариационного исчисления. Классификация задач вариационного исчисления.

Рассматривается понятие интеграла $F(x, y, y')$; уравнение Эйлера и его роль в вариационном исчислении. Решения уравнений Эйлера для функционалов различного вида.

Метод динамического программирования Беллмана. Принцип максимума Понтрягина как средство решения оптимизационных задач.

Темы лекций:

1. Основные задачи вариационного исчисления.

2. Метод динамического программирования Беллмана. Принцип максимума Понтрягина.
3. Уравнение Эйлера. Решения уравнений Эйлера для функционалов различного вида.

Названия лабораторных работ:

1. Вариация и её свойства. Оценка и вычисление приращения и вариации функционала по первому и второму определениям (6 часов).

Раздел 3. Матричные методы представления и синтеза систем управления – 6 часов.
--

Дается представление линейных звеньев системы в пространстве состояний. Рассматриваются методы решения полученных матричных уравнений для построения переходных функций системы; связь матричного уравнения с передаточной функцией и дифференциальным уравнением звена.

Приводится построение матрицы управления и матрицы наблюдения по заданным матрицам системы.

Темы лекций:

1. Метод пространства состояний.
2. Наблюдаемость и управляемость систем управления.
3. Постановка задачи оптимального управления для систем, заданных в пространстве состояний.

Названия лабораторных работ:

1. Представление звеньев и систем в пространстве состояний. (4 часа).

Раздел 4. Численные методы минимизации функций – 6 часов.
--

Проводится классификация задач одномерной и многомерной минимизации, а также численных методов используемых для их решения: алгоритм Свенна; метод равномерного поиска, метод деления интервала пополам, метод золотого сечения, методы Ньютона, Марквардта и др.

Темы лекций:

1. Методы одномерной (однопараметрической) оптимизации. Основные определения.
2. Классификация численных методов минимизации функций.
3. Постановка задачи многомерной минимизации. Основные определения.

Названия лабораторных работ:

1. Численные методы минимизации. (4 часа).
2. Методы одномерной минимизации (4 часа).

Раздел 5. Методы синтеза оптимальных систем – 8 часов.

Излагаются методы синтеза регулирующих устройств для линейных и нелинейных систем управления решающие задачу оптимального управления.

Темы лекций:

1. Способы синтеза оптимальных регуляторов.
2. Обеспечение в линейной системе заданных показателей качества и устойчивости.
3. Оптимальные по быстродействию САУ. Теорема об n-интервалах. Квазоптимальные САУ.
4. Построение оптимальных процессов. Графический метод.

Названия лабораторных работ:

1. Оптимальное управление простейшими звеньями. (6 часа).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- 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. Абдрахманов, В. Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания : учебное пособие / В. Г. Абдрахманов, А. В. Рабчук. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45675> (дата обращения: 23.03.2016). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 367 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04449-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/A1C2AADF-F28A-4801-AB24-B7EAB8B3F1D7.

3. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104954> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в средеLMSMOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. Far Manager;
5. Google Chrome;
6. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
7. WinDjView;
8. Zoom Zoom
9. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b,
10. Mozilla Firefox ESR,
11. Tracker Software PDF-XChange Viewer,
12. Design Science MathType 6.9 Lite;
13. Document Foundation LibreOffice;
14. XnView Classic
15. Cisco Webex Meetings.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 313	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 19	Доска аудиторная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест. Компьютер - 12 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 432	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы автоматизации физических установок и их элементы» (приема 2016г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент		Кузьмина А.В.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электроника и автоматика физических установок» ФТИ (протокол от «03» ноября 2016 г. №9).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.



А.Г. Горюнов
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании кафедры Электроника и автоматика физических установок (протокол)
2017/2018 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 04.05.2017 г. № 17

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 31.05.2018 г. № 3
	Изменена система оценивания согласно приказам: – «Положение о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ» (приказ №59/од от 25.07.2018 г.) – «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» (приказ №58/од от 25.07.2018 г.)	от 27.08.2018 г. № 3-д
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 28.06.2019 г. № 16
2020/2021 учебный год	Изменены формы документов ООП согласно приказу: – «Об утверждении форм документов ООП» (приказ № 127-7/об от 06.05.2020 г.)	от 25.06.2020 г. № 28-д
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 01.09.2020 г. № 29-д