

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

О.Ю. Долматов

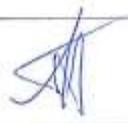
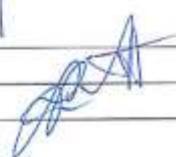
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ОПТИМИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 – Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы автоматизации физических установок и их элементы		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	56	
Самостоятельная работа, ч		52	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
---------------------------------	---------	---------------------------------	------

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.Г. Горюнов
		А.Г. Горюнов
		А.В. Кузьмина

2020г.

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 базовой 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	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 быстрдействию 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: 23.03.2017). — 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 2017г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Кузьмина А.В.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электроника и автоматика физических установок» ФТИ. (протокол от «04» мая 2017 г. №17).

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



подпись

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2018/2019 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> 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
	<p>Изменена система оценивания согласно приказам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – «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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<p>Изменены формы документов ООП согласно приказу:</p> <ul style="list-style-type: none"> – «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	<ol style="list-style-type: none"> 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