

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

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШНПТ

А.Н. Яковлев

«01» 09 2020 г.

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

Технология автоматизированного производства			
Направление подготовки/ специальность	15.03.01 Машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Машиностроение		
Специализация	Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном машиностроительном производстве		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		72
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Экз., диф. зач.	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			В.А. Климёнов
Руководитель ООП			Е.А. Ефременков
Преподаватель			В.П. Должиков

## 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	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	ПК(У)-1.39	Знает современные методы объемного и поверхностного упрочнения стальных деталей и автоматического управления этими процессами
		ПК(У)-1.У9	Умеет самостоятельно решать технологические задачи модернизации существующих технологий термической обработки деталей машиностроительного производства, в том числе в автоматическом режиме
		ПК(У)-1.В9	Владеет опытом работы на научно-исследовательском оборудовании по определению структуры и свойств сталей
		ПК(У)-1.310	Знает пути достижения свойств робастности исполнительных систем управления техническими объектами на основе применения математических моделей в форме функций с вещественным аргументом
		ПК(У)-1.У10	Умеет составлять и решать уравнения синтеза регуляторов систем автоматического управления
		ПК(У)-1.В10	Владеет опытом получения моделей систем управления и их элементов

## 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	Уметь составлять и решать уравнения синтеза регуляторов систем автоматического управления	ПК(У)-1
РД-2	Владеть опытом получения моделей систем управления и их элементов	ПК(У)-1

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	РД-1	Лекции	1
		Практические занятия	-
Раздел 2. Линейные непрерывные модели и характеристики систем автоматического управления	РД-1	Лекции	3
		Практические занятия	7,5
Раздел 3. Анализ основных свойств линейных непрерывных систем автоматического управления	РД-2	Лекции	3
		Практические занятия	4,5
Раздел 4. Задачи и методы синтеза линейных непрерывных систем автоматического управления	РД-1, РД-2	Лекции	3
		Практические занятия	4,5
Раздел 5. Дискретные системы автоматического управления	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	3
Раздел 6. Нелинейные автоматические системы	РД-1, РД-2	Лекции	3
		Практические занятия	4,5
Раздел 7. Основы теории оптимального управления	РД-2	Лекции	1
		Практические занятия	-

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Введение

###### Темы лекций:

###### 1. Основные понятия и определения

*Определение теории автоматического управления (ТАУ). Задачи теории автоматического управления. ТАУ как раздел автоматики и информатики. Основные понятия теории управления: управление, виды управления (неавтоматическое, автоматизированное, автоматическое), регулирование, объект управления, регулируемые величины, управляющие и возмущающие воздействия, исполнительное устройство, управляющее устройство, сигнал, датчик, обратная связь, система автоматического управления. Обобщенная функциональная схема системы автоматического управления.*

###### 2. Принципы управления в автоматических системах

*Информация и принципы управления. Понятие о разомкнутых системах. Принцип компенсации (управление по возмущению). Принцип обратной связи (управление по отклонению), понятие замкнутой системы. Комбинированные системы. Сравнение достоинств и недостатков различных принципов управления. Примеры систем управления техническими, экономическими и организационными объектами. Примеры поведения объектов и систем управления.*

###### 3. Классификация систем автоматического управления

*Классификация систем управления (СУ) по характеру изменения задающего воздействия: системы стабилизации, системы программного управления, следящие системы. Классификация СУ по способу передачи и преобразования сигналов: непрерывные и дискретные системы. Способы квантования сигналов: по уровню,*

по времени. Классификация дискретных СУ: импульсные, релейные, цифровые. Классификация СУ по числу управляемых величин: одномерные и многомерные системы. Понятие об адаптивных системах. Классификация СУ по способу математического описания: линейные и нелинейные системы, детерминированные и стохастические системы. Принцип суперпозиции для линейных систем.

<b>Раздел 2. Линейные непрерывные модели и характеристики систем автоматического управления</b>
---

**Темы лекций:**

1. Преобразование Лапласа и его свойства  
*Сведения из операционного исчисления: преобразование Лапласа и его основные свойства (линейность, свойства дифференцирования и интегрирования оригинала, теоремы о предельных значениях, теорема запаздывания). Таблица преобразования Лапласа.*
2. Дифференциальные уравнения и передаточные функции  
*Модели типа «вход-выход», понятие звена системы. Общий вид дифференциального уравнения линейного звена. Переход от описания звена во временной области к описанию в области изображений по Лапласу. Определение и смысл передаточной функции. Идеальные и реальные звенья. Определение статической характеристики звена по его передаточной функции. Статические и динамические звенья.*
3. Временные характеристики  
*Понятие временной характеристики звена. Типовые воздействия (единичное ступенчатое, единичное импульсное). Переходная и весовая (импульсная переходная) функции. Связь между переходной и весовой функциями. Связь переходной функции и весовой функции с передаточной функцией.*
4. Частотные характеристики  
*Особенности реакции линейного звена на гармоническое воздействие. Понятие амплитудной и фазовой частотных характеристик (АЧХ и ФЧХ). Частотная передаточная функция. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ). Связь АФЧХ с АЧХ и ФЧХ. Логарифмическая АЧХ (ЛАЧХ). Смысл логарифмической единицы «децибел». Построение частотных характеристик в логарифмическом масштабе частоты. Асимптотические ЛАЧХ; правила их построения.*
5. Характеристики типовых звеньев  
*План изучения типовых звеньев: название, дифференциальное уравнение, передаточная функция, переходная функция, весовая функция, амплитудно-фазовая частотная характеристика, амплитудная частотная характеристика, фазовая частотная характеристика, логарифмические частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ). Изучаемые звенья: пропорциональное звено; интегрирующее звено; дифференцирующее идеальное звено; форсирующее звено 1-го порядка; апериодическое звено 1-го порядка; дифференцирующее реальное звено; апериодическое звено 2-го порядка; колебательное звено; звено чистого запаздывания.*
6. Преобразование структурных схем  
*Назначение структурных схем. Элементы структурной схемы линейной системы (звено, сумматор, узел). Правила замены нескольких звеньев одним эквивалентным звеном в случаях: последовательного соединения, параллельного соединения, встречно-параллельного соединения звеньев. Правила эквивалентной перестановки элементов структурной схемы: перестановка звеньев; перестановка сумматоров; перенос узла через звено; перенос сумматора через звено. Преобразование структурной схемы замкнутой СУ к эквивалентной схеме с единичной обратной*

связью.

7. Описание систем в пространстве состояний

*Понятие о пространстве состояний, модели типа «вход-состояние-выход». Векторы состояния, управления, возмущений и наблюдаемых величин. Уравнение состояния и уравнение наблюдения, их матричная и скалярная форма записи. Структурная схема модели системы в пространстве состояний. Преобразования форм представления моделей СУ.*

**Темы практических занятий:**

1. Дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев
2. Построение временных характеристик
3. Построение частотных характеристик
4. Составление и преобразование структурных схем
5. Описание систем в пространстве состояний

<b>Раздел 3. Анализ основных свойств линейных непрерывных систем автоматического управления</b>
---

**Темы лекций:**

1. Понятие устойчивости системы управления. Общее условие устойчивости  
*Общий смысл понятия устойчивости и его приложение к системам автоматического управления. Понятие переходного процесса; вынужденная и свободная составляющие переходного процесса; затухание свободной составляющей в устойчивой системе. Дифференциальное уравнение свободной составляющей; характеристическое уравнение системы. Влияние вида корней характеристического уравнения системы на характер свободной составляющей. Формулировка условия устойчивости линейной системы по виду корней ее характеристического уравнения. Случай нахождения системы на границе устойчивости. Понятие о неустойчивых звеньях.*
2. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица  
*Правило составления главного определителя Гурвица и определителей Гурвица низших порядков. Критерий устойчивости Гурвица. Частные случаи применения критерия Гурвица к системам 1-го, 2-го и 3-го порядка, необходимые и достаточные условия устойчивости таких систем.*
3. Частотный критерий устойчивости Найквиста  
*Постановка задачи (определение устойчивости замкнутой системы по АФЧХ разомкнутой системы). Общая формулировка критерия Найквиста; правило переходов. Частный случай формулировки критерия Найквиста при устойчивой разомкнутой системе. Правило определения устойчивости замкнутой системы по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы. Запасы устойчивости системы по амплитуде и по фазе. Понятие о структурной и параметрической неустойчивости системы.*
4. Оценка точности регулирования в установившихся режимах  
*Понятия установившегося режима СУ и установившейся ошибки. Передаточная функция СУ относительно ошибки. Общая формула вычисления установившейся ошибки. Коэффициенты ошибок. Частные случаи вычисления установившихся ошибок в типовых режимах СУ: статический режим, режим изменения управляемой величины с постоянной скоростью, режим изменения управляемой величины с постоянным ускорением. Понятие порядка астатизма СУ; способы определения порядка астатизма. Определение установившейся ошибки при одновременном действии задающего и возмущающего воздействий.*
5. Прямая оценка качества переходных процессов  
*Типовой вид переходных функций СУ. Количественные показатели качества,*

*определяемые по переходной функции СУ: время первого согласования, время достижения максимума, время переходного процесса, максимальное перерегулирование, декремент затухания колебаний. Интегральные оценки качества.*

6. Косвенная оценка качества переходных процессов по корням характеристического уравнения системы  
*Корневой показатель «степень устойчивости», его связь с временем переходного процесса. Корневой показатель колебательности, его связь с декрементом затухания колебаний. Влияние расположения корней характеристического уравнения на вид переходных процессов СУ.*
7. Косвенная оценка качества переходных процессов по частотным характеристикам системы  
*Типовой вид АЧХ системы. Максимальное значение АЧХ, его связь с колебательностью процессов; резонансная частота системы. Полоса пропускания и частота среза системы, их связь с быстродействием системы. Влияние полосы пропускания на помехозащищенность СУ. Оценка качества переходных процессов СУ по величине запасов устойчивости.*
8. Оценка чувствительности систем. Инвариантность систем  
*Понятие о чувствительности автоматической системы. Функции чувствительности. Понятие о робастных системах. Понятие об инвариантности СУ. Условие инвариантности. Физическая реализуемость инвариантных систем.*
9. Анализ линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях  
*Понятие о стационарных и нестационарных случайных процессах в СУ. Типовые законы распределения случайных величин. Характеристики случайных сигналов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность. Прохождение случайных сигналов через линейные звенья. Линейные стохастические модели СУ. Определение вероятностных характеристик ошибки системы при стационарных случайных воздействиях.*
10. Основы анализа систем в пространстве состояний  
*Фундаментальная матрица. Матричное характеристическое уравнение и условие устойчивости. Понятие управляемости системы. Математическое условие управляемости. Понятие наблюдаемости системы. Математическое условие наблюдаемости.*

#### **Темы практических занятий:**

1. Исследование устойчивости линейных непрерывных систем
2. Расчет установившихся ошибок линейных непрерывных систем
3. Исследование устойчивости, управляемости и наблюдаемости систем методами пространства состояний

<b>Раздел 4. Задачи и методы синтеза линейных непрерывных систем автоматического управления</b>
---

#### **Темы лекций:**

1. Назначение и виды корректирующих устройств  
*Назначение корректирующих устройств. Постановка задачи синтеза корректирующих устройств. Последовательные и параллельные корректирующие устройства.*
2. Задачи, решаемые с помощью корректирующих устройств  
*Повышение быстродействия в разомкнутой системе с помощью форсирующего звена. Свойства статической замкнутой системы с П-регулятором. Компенсация статической ошибки путем усиления задающего сигнала. Повышение порядка*

- астатизма замкнутой системы; свойства астатической системы с И-регулятором. Свойства замкнутой системы с ПИ-регулятором и ПИД-регулятором. Подавление колебательных свойств объекта управления с помощью корректирующего устройства. Компенсация запаздывания в объекте управления.*
3. Синтез последовательного корректирующего устройства по методу ЛАЧХ  
*Постановка задачи синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ разомкнутой системы в соответствии с заданными показателями качества. Определение ЛАЧХ корректирующего устройства. Переход от ЛАЧХ корректирующего устройства к его передаточной функции.*
  4. Синтез последовательного корректирующего устройства по методу стандартных переходных характеристик  
*Постановка задачи синтеза. Корневой метод выбора желаемой передаточной функции системы. Понятие среднегеометрического корня; его связь с быстродействием системы. Биномиальный способ распределения корней характеристического уравнения. Распределение корней характеристического уравнения по Баттерворту (настройка на модульный оптимум). Вид стандартных переходных характеристик системы для данных способов распределения корней; коэффициенты желаемой передаточной функции системы.*
  5. Синтез корректирующих устройств многоконтурных систем  
*Структурная схема многоконтурной системы подчиненного регулирования (СПР). Последовательный синтез корректирующих устройств СПР по условию настройки на модульный оптимум. Выбор базовой постоянной времени СПР.*

#### **Темы практических занятий:**

1. Синтез корректирующих устройств по методу ЛАЧХ
2. Синтез корректирующих устройств по методу стандартных переходных характеристик
3. Синтез регуляторов многоконтурной системы

<b>Раздел 5. Дискретные системы автоматического управления</b>
--

#### **Темы лекций:**

1. Общая характеристика дискретных систем  
*Основные понятия об импульсных СУ. Способы импульсной модуляции: амплитудно-импульсная модуляция (АИМ), широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Примеры импульсных систем с использованием АИМ и ШИМ. Понятие о релейных системах. Пример замкнутой системы с релейным регулятором. Обобщенная функциональная схема цифровой системы. Понятие цифрового сигнала; дискретность цифровых сигналов по уровню и по времени. Принцип работы управляющей ЭВМ в цифровой системе. Преимущества цифровых систем по сравнению с аналоговыми системами.*
2. Математическое описание дискретных систем  
*Дискретные функции времени. Дискретные звенья. Разностные уравнения. Z-преобразование и его свойства. Таблица z-преобразования. Связь между преобразованием Лапласа непрерывных функций и z-преобразованием дискретных функций. Дискретная передаточная функция (ДПФ). Переход от ДПФ звена (системы) к его уравнению во временной области. Способы приближенного дискретного интегрирования: метод прямоугольников (с запаздыванием, с опережением), метод трапеций. Аппроксимация непрерывной передаточной функции дискретной передаточной функцией. Восстановление непрерывной передаточной функции по известной дискретной передаточной функции. Линейные дискретные модели СУ.*
3. Анализ и синтез дискретных систем

*Исследование устойчивости, точности и качества переходных процессов дискретных СУ. Выбор периода дискретности СУ. Нахождение алгоритма функционирования цифрового регулятора по известной передаточной функции аналогового регулятора.*

**Темы практических занятий:**

1. Уравнения и передаточные функции дискретных звеньев
2. Синтез алгоритма цифрового регулятора

<b>Раздел 6. Задачи и методы синтеза линейных непрерывных систем автоматического управления</b>
---

**Темы лекций:**

1. Классификация и особенности нелинейных звеньев  
*Определение нелинейной системы. Естественные и искусственно введенные нелинейности СУ. Статические и динамические нелинейности. Одномерные и многомерные нелинейности. Слабые и существенные нелинейности. Однозначные и неоднозначные нелинейности. Типовые нелинейности СУ: насыщение; зона нечувствительности; люфт; релейные характеристики. Нелинейные модели СУ. Невыполнение принципа суперпозиции для нелинейных звеньев. Неприменимость математического аппарата теории линейных систем для описания нелинейных звеньев и систем. Методы линеаризации нелинейных моделей. Понятие о технической и математической линеаризации нелинейностей.*
2. Исследование устойчивости нелинейных систем  
*Особенности анализа равновесных режимов нелинейных СУ. Устойчивость положений равновесия СУ. Понятие об устойчивости «в малом», «в большом» и «в целом». Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Постановка задачи исследования устойчивости состояния равновесия «в малом». Первый и второй методы Ляпунова. Линеаризация нелинейности путем ее разложения в ряд Тейлора; линеаризация одномерных и многомерных нелинейностей. Понятие абсолютной устойчивости. Отнесение нелинейности к определенному классу. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости Попова. Графическое представление критерия абсолютной устойчивости.*
3. Исследование периодических режимов нелинейных систем методом гармонического баланса  
*Режим автоколебаний в нелинейной системе. Природа возникновения автоколебаний. Симметричные и несимметричные автоколебания. Мягкий и жесткий режим возбуждения автоколебаний. Устойчивые и неустойчивые автоколебания. Гипотеза фильтра для линейной части системы. Сущность метода гармонической линеаризации (гармонического баланса). Передаточная функция гармонически линеаризованного звена. Определение коэффициентов гармонической линеаризации для случаев симметричных и несимметричных автоколебаний. Алгебраический метод определения параметров (амплитуды и частоты) симметричных автоколебаний. Частотный критерий устойчивости автоколебаний.*
4. Техническая линеаризация нелинейностей  
*Метод вибрационной линеаризации на примере нелинейности релейного типа. Метод компенсации нелинейностей объекта управления с помощью нелинейных корректирующих устройств.*
5. Синтез нелинейного регулятора положения  
*Понятие о позиционной электромеханической системе, ее функциональная схема.*

*Линейный подход к синтезу регуляторов позиционной системы, его недостатки. Необходимость ограничения управляемых величин позиционной системы. Оптимальный по быстрдействию процесс перемещения в заданное положение. Методика синтеза нелинейного регулятора положения позиционной системы.*

#### **Темы практических занятий:**

1. Линеаризация нелинейностей
2. Исследование абсолютной устойчивости нелинейной системы
3. Определение параметров автоколебаний в нелинейной системе
4. Синтез нелинейного регулятора положения позиционной системы

### **Раздел 7. Основы теории оптимального управления**

*Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование. СУ оптимальные по быстрдействию, оптимальные по расходу ресурсов и расходу энергии. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.*

#### **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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям.

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

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

###### **Основная литература**

1. Теория автоматического управления: учебник для вузов / С.Е. Душин [и др.]; под ред. В. Б. Яковлева. – 3-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2009. – 567 с.: ил. – Для высших учебных заведений. – Библиогр.: с. 563-567. – ISBN 978-5-06-006126-0. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU\TPU\book\164171>. – Загл. с экрана.
2. Теория автоматического управления. Дискретные и нелинейные системы автоматического управления: учебное пособие / Г.А. Белов; Чувашский государственный университет (ЧГУ). – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2009. – 448 с.: ил. – Библиогр.: с. 441-442. – ISBN 978-5-7677-1315-8. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU\TPU\book\202805>. – Загл. с экрана.
3. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2011. – 464 с.: ил. – Учебники для вузов. Специальная литература. – Библиогр.: с. 459. – Тематический указатель: с. 460-463. – ISBN 978-5-8114-1255-6. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU\TPU\book\216826>. – Загл. с экрана.

### Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.П. Зайцев, А.Д. Митаенко, К.В. Образцов; Томский политехнический университет; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Ч. 1. – 1 компьютерный файл (pdf; 4.2 МВ). – 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m306.pdf>
2. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.П. Зайцев, А.Д. Митаенко, К.В. Образцов; Томский политехнический университет; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Ч. 2. – 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). – 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m307.pdf>
3. Основы автоматического управления: учебное пособие / Г.Г. Сазонов. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 236 с.: ил. – Библиогр.: с. 234-235. – ISBN 978-5-94178-387-8. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU\TPU\book\263351>. – Загл. с экрана.

### 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Проектирование>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Философия\\_техники](https://ru.wikipedia.org/wiki/Философия_техники)

Информационно-справочные системы:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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

1. LabView

### 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 (учебная лаборатория)	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.

1. Solid Works Education Edition 100 CAMPUS (лицензия на 100 учебных мест, сетевой доступ).
2. Siemens ACAD NX Academic Perpetual License Core+CAD NX Academic Perpetual License CAE+CAM

### 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 (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 101Б	Интерактивный учебный класс - 1 шт.; Учебный комплекс системы числового программного управления (ЧПУ) Heidenhain TN - 1 шт.; Фрезерно-гравировальный миницентр - 1 шт.; Гравировально-фрезерная машина Roland JWX-10 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Компьютер - 25 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, 12 210/6	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 304	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль «Машиностроение», специализация «Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном машиностроительном производстве» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
доцент	В.П. Должиков

Программа одобрена на заседании ОМ ИШНПТ (протокол № 36/1 от 01.09.2020г.)

Руководитель выпускающего отделения,  
д.т.н, профессор

 /В.А. Клименов/