

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института энергетики и  
автоматизированных систем

 С.И. Лукьянов

« 28 » сентября 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование мехатронных систем

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы

Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Заочная

Институт  
Кафедра  
Курс

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированного электропривода и мехатроники  
5

Магнитогорск  
2016 г.





## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «конструирование мехатронных систем» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника». профиль подготовки «Мехатронные системы в автоматизированном производстве»

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов знаний и компетенций в области конструирования исполнительных устройств мехатронных систем, выбора основного и вспомогательного технологического оборудования и построения мехатронных систем для различных видов производства;
- овладение студентами комплексом знаний и умений в области теории, принципов построения и способов конструирования мехатронных систем;
- приобретение навыков конструирования, расчета и исследования таких систем с учетом характеристик и свойств объектов управления и особенностей применяемых технических средств, включая современные комплектные электроприводы;
- изучение методов теоретического и экспериментального исследования, расчета и конструирования систем управления;
- выработка умения применять полученные знания в будущей самостоятельной профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Конструирование мехатронных систем» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, сформированные в результате изучения основных положений следующих дисциплин:

- Теоретическая механика
- Электротехника и электроника
- Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
- Основы мехатроники и робототехники
- Моделирование мехатронных систем

Знания и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Конструирование мехатронных систем» будут необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:

В результате освоения дисциплины «Конструирование мехатронных систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-31: готовностью производить инсталляцию и настройку системного, прикладного и инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем</b>	
Знать	– методы и средства управления системными, прикладными и инструментальными САПР в конструировании мехатронных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	и робототехнических систем и их подсистем на высоком уровне
Уметь	применять средства САПР; – предварительно конструировать основные части мехатронных модулей на высоком уровне пользователя; управлять всеми параметрами системного, прикладного и инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем
Владеть	навыками работы с пакетами прикладных программ «Matlab» с использованием пакета «SimMechanics», навыкам управления и настройки в соответствии с проектами на высоком уровне пользователя
<b>ПК-32: способностью разрабатывать инструкции по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала</b>	
Знать	методику конструирования исполнительных устройств роботов; методику и специфику конструирования и управления мехатронными системами технического оборудования и программного обеспечения на высоком уровне
Уметь	чертить (и читать), конструировать и управлять проектами компоновки мехатронных модулей; разрабатывать техническую документацию; определять точность мехатронных модулей; конструировать мехатронные системы на основе мехатронных модулей. Решать все задачи кинематики и динамики роботов в соответствии с проектами;
Владеть	матричными методами решения прямой и обратной задач, методами конструирования исполнительных устройств роботов и робототехнических систем на высоком уровне

## 2. 4. Структура и содержание дисциплины «Конструирование мехатронных систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 академических часа:

- контактная работа – 21,6 академических часа;
    - аудиторная работа – 20 академических часа;
      - лекции – 10 академических часов;
      - лабораторные работы – 10/4 академических часа;
      - внеаудиторная – 1,6 академических часа;
  - самостоятельная работа – 118,5 академических часа;
  - форма контроля – зачет с оценкой-3,9 академических часа.
- Форма аттестации – **зачет с оценкой**

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.					
<b>1. Лекции</b>									
1. Введение. Современное состояние проблемы разработки и конструирования мехатронных систем. Перспективы развития методов конструирования. Цели и задачи изучения дисциплины	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК31-3у	
2. Структура и принципы интеграции мехатронных систем. Структура и задачи мехатронной системы. Информационный и энергетический потоки в системе. Интерфейсы и уровни интеграции компонентов мехатронной системы.	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК31-3	
3. Системный подход и критерии качества при конструировании мехатронной системы. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы. Качественные показатели движения. Системный подход и метод параллельного конструирования.	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК31-3	
4. Основные этапы проектирования. Исходные данные и алгоритм конструирования. Этапы конструирования мехатронной	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК31-3	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.				
системы. Содержание технического задания, технического и рабочего проектов. Алгоритм системного конструирования.								
5. Кинематические и динамические задачи при конструировании мехатронной системы Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач. Задачи динамики мехатронной системы и методы их решения.	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК32-у
6. Управляемые приводы и их настройка. Структура управляемых приводов мехатронных систем. Особенности приводов постоянного и переменного тока. Конструирование и настройка регуляторов приводов. Математическое и компьютерное моделирование исполнительных приводов. Линейные и нелинейные математические модели исполнительных приводов. Компьютерная модель привода и ее	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК32-у

Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.				
исследование с использованием пакета визуального моделирования «Simulink» пакета «MATLAB». Виды датчиков, используемых в мехатронных системах и их характеристики	с							
7. Параметры, измеряемые в мехатронных системах. Способы и датчики для их измерения. Выбор датчиков и их математические модели Встраивание датчиков в мехатронную систему. Математические модели датчиков.	5	1			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК32-зу
8. Задачи и уровни управления в мехатронных системах. Особенности и состав задач управления мехатронной системой. Управление многомерными и многосвязными системами. Пространственное и временное управление. Свободное движение и движение в условиях внешних связей.	5	2			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК32-з
9. Исполнительный, тактический и стратегический уровни управления. Системы управления исполнительного уровня. Структура систем управления на исполнительном	5	2			7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК32-зу



Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.				
уровне. Алгоритм ПИД регулирования. Адаптивное регулирование по эталонной модели. Нечеткие регуляторы исполнительного уровня. Системы управления тактического и стратегического уровней. Траекторные движения рабочего органа и способы его программирования. Планирование траекторий движения; интерполяция и аппроксимация. Модели внешней среды.								
<b>2. Лабораторные работы</b>								
Лаб.раб.1. Средство САПР в проектирование мехатронных систем	5		1/1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зв
Лаб.раб.2. Составление технического задания, технического и рабочего проектов. Алгоритм системного проектирования.	5		1/1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зув
Лаб.раб.3. Проектирование основных частей системы на основе мехатронных модулей	5		1/1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зув
Лаб.раб.4. Чертеж компоновки мехатронных модулей в системе	5		1/1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-в
Лаб.раб.5. Проектирование системы с учетом	5		1/1		7	Подготовка к лабораторной	Прием лабораторных работ	ПК32-зв

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.				
механизмов движения						работе, оформление		
Лаб.раб.6. Проектирование системы с учетом передаточных механизмов	5		1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зув
Лаб.раб.7. Проектирование системы с учетом устройств управления	5		1		7	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зув
Лаб.раб.8. Компьютерная модель мехатронной системы и ее исследование в пакете «MATLAB».	5		2		6,5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК32-зу
<b>Итого за курс</b>	5	10	10/4		118,5	144	Зачет с оценкой	
<b>Итого по дисциплине</b>	5	10	10/4		118,5	144	Зачет с оценкой	

## 5. Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Конструирование мехатронных систем» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Конструирование мехатронных систем» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки курсового проекта, при решении задач на практических занятиях.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Примерные задания для контрольной работы:

1. Современное состояние проблемы разработки и конструирования мехатронных систем. Перспективы развития методов конструирования. Цели и задачи изучения дисциплины

2. Структура и принципы интеграции мехатронных систем. Структура и задачи мехатронной системы. Информационный и энергетический потоки в системе. Интерфейсы и уровни интеграции компонентов мехатронной системы.
3. Системный подход и критерии качества при проектировании мехатронной системы. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы. Качественные показатели движения. Системный подход и метод параллельного проектирования.
4. Основные этапы конструирования. Исходные данные и алгоритм конструирования. Этапы конструирования мехатронной системы. Содержание технического задания, технического и рабочего проектов. Алгоритм системного конструирования.
5. Кинематические и динамические задачи при конструировании мехатронной системы. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач. Задачи динамики мехатронной системы и методы их решения.
6. Управляемые приводы и их настройка. Структура управляемых приводов мехатронных систем. Особенности приводов постоянного и переменного тока. Конструирование и настройка регуляторов приводов. Математическое и компьютерное моделирование исполнительных приводов. Линейные и нелинейные математические модели исполнительных приводов. Компьютерная модель привода и ее исследование с использованием пакета визуального моделирования « Simulink» пакета « MATLAB».
- Виды датчиков, используемых в мехатронных системах и их характеристики
7. Параметры, измеряемые в мехатронных системах. Способы и датчики для их измерения. Выбор датчиков и их математические модели. Встраивание датчиков в мехатронную систему. Математические модели датчиков.
8. Задачи и уровни управления в мехатронных системах. Особенности и состав задач управления мехатронной системой. Управление многомерными и многосвязными системами. Пространственное и временное управление. Свободное движение и движение в условиях внешних связей.
9. Исполнительный, тактический и стратегический уровни управления. Системы управления исполнительного уровня. Структура систем управления на исполнительном уровне. Алгоритм ПИД - регулирования. Адаптивное регулирование по эталонной модели. Нечеткие регуляторы исполнительного уровня. Системы управления тактического и стратегического уровней. Траекторные движения рабочего органа и способы его программирования. Планирование траекторий движения; интерполяция и аппроксимация. Модели внешней среды.
10. Системы управления с комбинированными обратными связями. Структура систем управления при выполнении технологических операций. Стратегическое управление мехатронными системами. Интеллектуальное управление в мехатронике. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. Структура «машинного» интеллекта и человека – машинных систем. Интеллектуальные системы управления на основе нейронных сетей. Модельное управление.
11. Построение модели мехатронной системы. Математические методы описания мехатронных систем. Технология создания модели; структура, сложность, упрощения.
12. Модели пространства состояний мехатронной системы. Методы линеаризации нелинейных характеристик компонентов мехатронных систем. Типовые нелинейные характеристики компонентов мехатронной системы. Методы линеаризации: разложение в ряды, линеаризация сплайн – функциями, гармоническая и интегральная линеаризация. Линейные модели пространства состояний. Передаточные функции и пространство состояний.
13. Управляемость и наблюдаемость системы. Компенсация нулей и полюсов и свойства системы. Синтез системы с помощью методов пространства состояний. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем.
14. Библиотеки и пакеты компьютерного моделирования для мехатроники. Построение компьютерной модели. Ошибки моделирования. Обработка результатов машинного

эксперимента. Автоматизированное конструирование при создании мехатронной системы.

## 7. Оценочные средства для проведения текущей аттестации по дисциплине:

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-31: готовностью производить инсталляцию и настройку системного, прикладного и инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем</b>		
Знать	– методы и средства управления системными, прикладными и инструментальными САПР в конструировании мехатронных и робототехнических систем и их подсистем на высоком уровне	<b>Перечень тем для подготовки к зачету:</b> 1. Постановка задачи конструирования мехатронной системы. 2. Основные этапы конструирования мехатронных систем. 3. Информационный и энергетический потоки в системе. 4. Интерфейсы и уровни интеграции компонентов мехатронной системы. 5. Системный подход и критерии качества при конструировании мехатронной системы.
Уметь	применять средства САПР; – предварительно конструировать основные части мехатронных модулей на высоком уровне пользователя; управлять всеми параметрами системного, прикладного и инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем	1. Рассчитывать коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы и. качественные показатели движения. 2. Формулировать системный подход и метод параллельного конструирования. 3. Планировать основные этапы конструирования мехатронной системы. 4. Собирать исходные данные и алгоритм конструирования. 10. Разрабатывать содержание технического задания, технического, рабочего проектов и алгоритм системного конструирования.
Владеть	– навыками работы с пакетами прикладных программ «Matlab» с использованием пакета «SimMechanics», навыкам управления и настройки в соответствии с проектами на высоком уровне пользователя	1. Навыками расчета Кинематические и динамические задачи при конструировании мехатронной системы. 2. Навыками решения прямой и обратной задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач. 3. Навыками расчета задачи динамики мехатронной системы и методы их решения. 4. Навыками расчета Структуры управляемых приводов мехатронных систем.
<b>ПК-32: способностью разрабатывать инструкции по эксплуатации используемого</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала</b>		
Знать	методику конструирования исполнительных устройств роботов; методику и специфику конструирования и управления мехатронными системами технического оборудования и программного обеспечения на высоком уровне	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие особенности присущи тиристорному преобразователю (ТП), как динамическому звену системы электропривода?</li> <li>2. Какая передаточная функция ТП принимается при исследовании динамических свойств системы электропривода?</li> <li>3. Какие параметры определяют величину постоянной времени ТП?</li> <li>4. От чего зависит величина коэффициента передачи ТП? В каком случае коэффициент остается постоянным, а в каком переменным?</li> <li>5. Как рассчитать параметры ТП?</li> <li>6. Какие допущения принимаются при выводе структурной схемы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ)?</li> <li>7. Как получить структурную схему электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения?</li> <li>8. Какие управляющие и возмущающие воздействия можно выделить для ДПТ?</li> <li>9. Какие факторы определяют быстродействие якорной цепи ДПТ?</li> <li>10. Какие факторы определяют быстродействие электромеханического преобразования в ДПТ?</li> </ol>
Уметь	чертить (и читать), проектировать и управлять проектами компоновки мехатронных модулей; разрабатывать техническую документацию; определять точность мехатронных модулей; конструировать мехатронные системы на основе мехатронных модулей. Решать все задачи кинематики и динамики роботов в соответствии с проектами;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как определить передаточную функцию ДПТ по управляющему воздействию?</li> <li>2. Как получить передаточную функцию ДПТ по возмущающему воздействию?</li> <li>3. Что влияет на коэффициент демпфирования ДПТ?</li> <li>4. В каком случае переходные процессы в ДПТ носят колебательный характер?</li> <li>5. В каком случае переходные процессы в ДПТ апериодические?</li> <li>6. Как рассчитать параметры якорной цепи ДПТ?</li> </ol>
Владеть	– матричными методами решения прямой и обратной задач, методами конструирования исполнительных	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Навыками расчета параметров электромеханического преобразователя ДПТ?</li> <li>2. Навыками определения корней характеристического уравнения ДПТ?</li> <li>3. Методами прозвонки контрольных</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	устройств роботов и робототехнических систем на высоком уровне	кабелей? 4. Навыками работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами 5. Методами установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока 6. Навыками определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором 7. Методами фазировки тиристорных преобразователей. 8. Навыками наладка контура регулирования тока и контура регулирования скорости

Защита и оформление лабораторных работ по разделам дисциплины.

#### **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Для подготовки к зачету с оценкой студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и сдать все графические листы и выполнить все лабораторные работы.

Критерии оценки:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **а) Основная литература:**

Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=482209> . – Загл. с экрана. - ISBN 978-5-369-01167-6.

#### **б) Дополнительная литература:**

Конюх В. Л. Проектирование автоматизированных систем производства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 312 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=449810>. – Загл с экрана. - ISBN 978-5-905554-53-7.

Курсовое проектирование по теории механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. В. Жога, И. А. Несмиянов, Н. С. Воробьева [и др.]. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 80 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087912> (дата обращения: 07.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

#### в) Методические указания:

Методические указания для студентов по подготовке к проектированию мехатронных модулей движения в AutodeskInventor / составители: С.В. Щербинин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2012. - 60 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathWorks MatLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Visio Prof 2013(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
---	---

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Autodesk Autocad, Autodesk Inventor, Autodesk 3DsMax; Компас-график (АСКОН). выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета