

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

  
УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Рубанов В.Г.  
«15» 05 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Системы автоматизированного проектирования**

направление подготовки (специальность):

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Техническая кибернетика


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом №206 от 12.03.2015
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители):  (Бушуев Д.А.)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Техническая кибернетика»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

« 12 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 10 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 7 \_\_\_\_\_

Председатель доц.  (Солопов Ю.И.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-2	Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> о современных тенденциях развития методов, средств и систем автоматизированного проектирования; классификацию систем автоматизированного проектирования (САПР), взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования; технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования, методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий, назначение и характеристики, используемых в процессе проектирования, современных систем инженерного анализа;</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно работать с учебной и научной литературой и электронными источниками с целью самообразования; разрабатывать виртуальные прототипы механических систем и проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР;</p> <p><b>Владеть:</b> методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием компьютерных средств инженерного анализа, практическими навыками работы с САПР для решения задач проектирования технических и технологических систем в целом или отдельных узлов и агрегатов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Машинная графика и черчение
2	Материаловедение
3	Моделирование систем

### 3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	93	93
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	20	20
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	20	20
Самостоятельная работа при подготовке к лекциям	17	17
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 4 Семестр 7**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основы систем автоматизированного проектирования</b>					
	Основные понятия процесса проектирования. Специфика проектирования робототехнических систем и комплексов. Этапы проектирования, этап эскизного проектирования. Общие вопросы разработки ТЗ на проектирование робототехнических систем (РТС) и робототехнических комплексов (РТК). Примерная схема состава ТЗ на проектирование РТС и РТК. Общий алгоритм проектирования РТК. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования. Методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий.	5	2		23
<b>2. Современное программное обеспечение САПР</b>					
	Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР. CAD/CAE/CAM системы. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования. Технологии интеграции CAD и CAE. Математические основы. Основы проектирования РТС и РТК с использованием САПР	8			10
<b>3. Методы кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования</b>					
	Разработка модели манипулятора в САПР. Подготовка 3D модели в CAD системе и определение характеристик звеньев. Импорт модели в среду для кинематического и динамического анализа на основе CAE системы. Устранение избыточности, задание зависимостей и ограничений. Решение прямой задачи о положении. Определение динамических характеристик. Создание приводов и анализ линейной динамики. Добавление нелинейных эффектов в механических звеньях и сравнение результатов с линейными моделями. Совместное моделирование механических объектов с системами управления.	2	12	14	56
<b>4. Применение САПР для проектирования мехатронных и робототехнических систем в целом</b>					
	Изучение САПР Autodesk Electrical Professional. Назначение и возможности. Создание принципиальных схем. Создание проекта, назначение каталожных	2	3	3	4

	данных. Создание кабелей и проводов, перекрестных ссылок, отчетов, собственных УГО, работа со свойствами проекта. Работа с ПЛК. Создание монтажной панели.				
	<b>ВСЕГО</b>	17	17	17	93

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 7</b>				
1	Основы систем автоматизированного проектирования	Составление технического задания на проектирование РТС	2	4
2	Методы кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования	1. Подготовка 3D модели манипулятора в САД системе. 2. Разработка модели манипулятора для анализа в САЕ системе 3. Решение прямой задачи о положении манипулятора. 4. Решение задач динамики манипуляторов заданных линейными моделями 5. Решение задач динамики манипуляторов заданных нелинейными моделями 6. Проведение совместного моделирования механики и систем управления манипулятора	15	10
		<b>ИТОГО:</b>	17	17
			<b>ВСЕГО:</b>	17

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 7</b>				
1	Методы кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования	1. Построение виртуального прототипа двигателя постоянного тока 2. Создание механической части манипулятора в САД/САЕ системах 3. Создание системы управления приводами манипулятора	12	12
2	Применение САПР для проектирования технических и технологических	4. Формирование технической документации по проекту в САПР Autodesk Electrical Professional	5	5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
	систем в целом или отдельных узлов и агрегатов			
		ИТОГО:	17	17
			ВСЕГО:	34

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)**

*(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины. Можно привести отдельный перечень для текущего и промежуточного контроля).*

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **экзамена**. Экзамен выставляется при выполнении и защиты всех лабораторных работ и сдачи экзаменационного практического задания, в котором содержится одно из заданий, приведенных ниже.

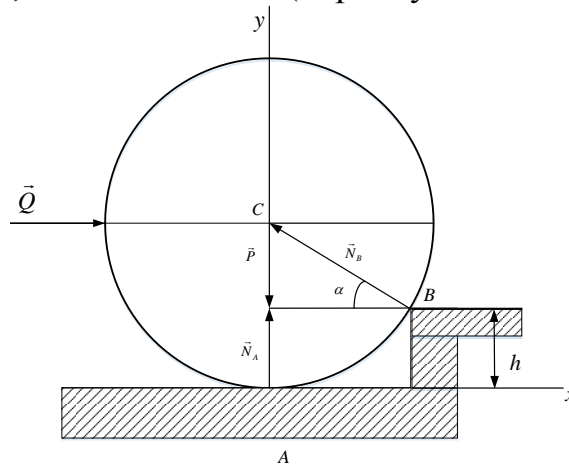
#### *Перечень заданий для проведения итоговой зачетной работы*

1. Собрать механическую модель манипулятора с тремя степенями свободы
2. Получить нагрузочные характеристики приводов механических систем
3. Построить дифференциальный механизм
4. Построить ременную передачу
5. Построить цепную передачу
6. Построить модель аксиального кривошипно-ползунного механизма
7. Построить модель механизма пантографа
8. Реализовать модель неуравновешенного ротора на упругих опорах
9. Реализовать линейный актуатор с электроприводом
10. Решить задачу статики в теоретической механике при помощи системы инженерного анализа MSC.Adams. Верифицировать ее с теоретическими расчетами
11. Решить задачу кинематики в теоретической механике при помощи системы инженерного анализа MSC.Adams. Верифицировать ее с теоретическими расчетами
12. Решить задачу динамики в теоретической механике при помощи системы инженерного анализа MSC.Adams. Верифицировать ее с теоретическими расчетами
13. Запрограммировать движение модели манипулятора в соответствии с заданным законом изменения положения рабочего органа
14. Построить принципиальную схему нереверсивного пуска 3-х фазного асинхронного двигателя
15. Построить принципиальную схему реверсивного пуска 3-х фазного асинхронного двигателя

16. Построить принципиальную схему нереверсивного дистанционного пуска 3-х фазного асинхронного двигателя
17. Построить принципиальную схему реверсивного дистанционного пуска 3-х фазного асинхронного двигателя
18. Построить монтажную схему шкафа управления
19. Составить принципиальную схему привода
20. Подключить на схемном уровне датчик к многоканальному прибору

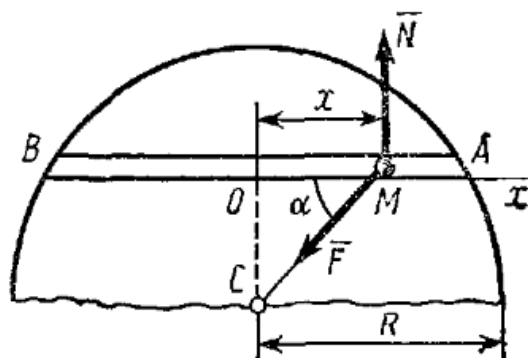
Примеры задач теоретической механики, решаемых при помощи средств инженерного анализа:

1. На цилиндр весом  $P$ , лежащий на гладкой горизонтальной плоскости, действует горизонтальная сила  $\bar{Q}$ , прижимающая его к выступу  $B$ . Определить реакции в точках  $A$  и  $B$ , если  $BD=h=R/2$  ( $R$ -радиус цилиндра).



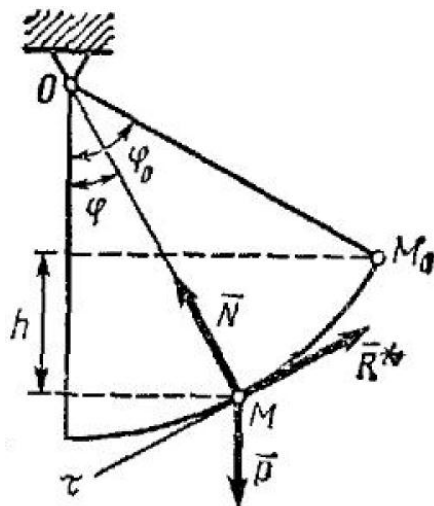
2. Доказать, что в центробежном регуляторе, равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью  $\omega$ , при одинаковом весе шаров, при увеличении скорости вращения  $\omega \rightarrow \infty$ , угол  $\alpha \rightarrow 90^\circ$

3. Пренебрегая трением и сопротивлением воздуха, определить, в течение какого промежутка времени тело пройдет по прорытому сквозь Землю вдоль хорды  $AB$  каналу от его начала  $A$  до конца  $B$ . При подсчете считать радиус Земли  $R = 6370$  км.

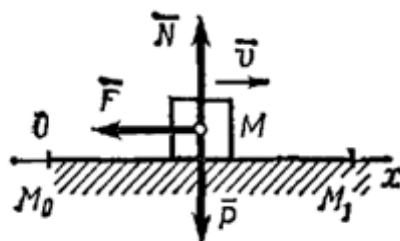


4. Груз весом  $P$  подвешен на нити длиной  $l$ . Нить вместе с грузом отклоняют от вертикали на угол  $\varphi_0$  и отпускают без начальной скорости. При движении на груз действует сила сопротивления  $\bar{R}$ , которую приближенно заменяем ее средним значением  $R=const$ . Найти скорость груза в тот момент времени, когда нить образует угол с вертикалью  $\varphi$ .





5. Грузу, имеющему массу  $m$  и лежащему на горизонтальной плоскости, сообщают (толчком) начальную скорость  $v_0$ . Последующее движение груза тормозится постоянной силой  $F$ . Определить, через сколько времени груз остановится.



**5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**  
(Не предусмотрены)

**5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**  
(Не предусмотрены)

**5.4. Перечень контрольных работ**  
(Не предусмотрены)

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

- 1) Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие / А. П. Лукинов. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 608 с.
- 2) Кудрявцев, Е. М. Основы автоматизированного проектирования : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" направления

- "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / Е. М. Кудрявцев. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 294 с.
- 3) Малюх В. Введение в современные САПР [Электронный ресурс]: курс лекций/ Малюх В.– Электрон. текстовые данные.– М.: ДМК Пресс, 2009.– 192 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7953>.– ЭБС «IPRbooks»
  - 4) Галас В.П. Автоматизация проектирования систем и средств управления [Электронный ресурс]: учебник/ Галас В.П.– Электрон. текстовые данные.– Владимир: Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2015.– 255 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57362>.– ЭБС «IPRbooks»
  - 5) Лукинов, А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств + CD. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2012. – 608 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2765> – Загл. с экрана.
  - 6) Рудинский И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рудинский И.Д.– Электрон. текстовые данные.– М.: Горячая линия - Телеком, 2011.– 304 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12057>.– ЭБС «IPRbooks»
  - 7) Жмудь В.А. Автоматизированное проектирование систем управления (АПССУ). Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Жмудь В.А.– Электрон. текстовые данные.– Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.– 72 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45352>.– ЭБС «IPRbooks»
  - 8) Золотов С.Ю. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Золотов С.Ю.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013.– 88 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13965>.– ЭБС «IPRbooks»
  - 9) Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.– Электрон. текстовые данные.– Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.– 228 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6990>.– ЭБС «IPRbooks»

## 1.2. Перечень дополнительной литературы

- 10) Система автоматизированного проектирования Autodesk Inventor: визуализация, интерфейс прикладного программирования, элементы инженерного анализа: метод. указания к выполнению лаб. работ по курсу "Системы автоматизированного проектирования" для студентов специальности 230201 / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. информ. технологий; сост. А. Ю. Стремнев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. – 74 с.
- 11) Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. - М.: МГТУ

им. Н.Э.Баумана, 2006. – 448 с.

- 12) Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии). М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
- 13) Коровин, Б. Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами : учеб. пособие для вузов / Б. Г. Коровин, Г. И. Прокофьев, Л. Н. Рассудов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 352 с.
- 14) Булгаков, С. Б. Основы систем автоматизированного проектирования : учеб. пособие / С. Б. Булгаков. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 123 с.
- 15) Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Г. Козырев. - М. : КНОРУС, 2011. - 488 с.
- 16) Родин Б.П. Механика робота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Родин Б.П.– Электрон. текстовые данные.– Саратов: Вузовское образование, 2013.– 56 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18393>.– ЭБС «IPRbooks»
- 17) Ушаков Д. Введение в математические основы САПР [Электронный ресурс]: курс лекций/ Ушаков Д.– Электрон. текстовые данные.– М.: ДМК Пресс, 2011.– 208 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7937>.– ЭБС «IPRbooks»
- 18) Латышев П.Н. Каталог САПР [Электронный ресурс]: программы и производители. 2014-2015/ Латышев П.Н.– Электрон. текстовые данные.– М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.– 694 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26920>.– ЭБС «IPRbooks»

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

<http://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека

<http://www.mssoftware.com> – Сайт производителя систем инженерного анализа MSC software

<http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России

<http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана

<http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)

<http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

<http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета

<http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова

## **7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**


Преподавание дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» осуществляется в компьютерном классе при активном использовании ИКТ, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности следующее обеспечение:


- интерактивную доску с соответствующим программным обеспечением;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- система автоматизированного проектирования AutomatiCS 2011
- система автоматизированного проектирования MechaniCS 10
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor Professional 2014;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Autocad Electrical 2014;
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software;
- среда математического моделирования MATLAB 2014/Simulink.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_   
(подпись) Рубанов В.Г.  
(ФИО)

Директор института: \_\_\_\_\_   
(подпись) Белоусов А.В.  
(ФИО)

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «1» 06 2018 г.

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
(подпись) (ФИО)

Директор института: \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
(подпись) (ФИО)

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Данный курс состоит из лекций, лабораторных работ и практических работ. Поэтому студент должен быть ознакомлен со списком необходимой учебной и нормативной литературы, а также тематикой лабораторных и практических работ. Выполнению лабораторных работ предшествует выполнение практических работ, которые выполняются в интерактивном взаимодействии с преподавателем. При выполнении каждой лабораторной работы необходимо заранее ознакомиться с ее содержанием и оформить в письменном виде основные положения и требования, предъявляемые к ней.

- Самостоятельная работа студентов предполагает активное, последовательное и подробное освоение ими соответствующих учебных материалов дисциплины по всем ее структурным разделам с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы и интернет источников. При рассмотрении всех разделов дисциплины рекомендуется постоянная работа с Интернет-ресурсами с вебинарами проводимыми на русском и английском языках. Итоговый контроль осуществляется в форме дифференцированного зачета после изучения всех частей курса.



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО