|  |  |
| --- | --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение | |
| высшего образования | |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина | |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» | |
|  | |
| Институт | Мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра | Автоматики и промышленной электроники |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  **УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** | | |
| **Моделирование мехатронных систем в среде Matlab** | | |
| Уровень образования | бакалавриат | |
| Направление подготовки | 15.03.06 | Мехатроника и робототехника |
| Профиль | Мехатронные системы и средства автоматизации | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года | |
| Форма обучения | очная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование мехатронных систем в среде Matlab» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 1 от 24.08.2021 г. | | | |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | Доцент | О.М. Власенко | |
| Заведующий кафедрой: | | Д.В. Масанов |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Моделирование мехатронных систем в среде Matlab» изучается в шестом семестре.

Курсовая работа/Курсовой проект не предусмотрен(а)

## Форма промежуточной аттестации:

зачет с оценкой

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Моделирование мехатронных систем в среде Matlab»относится к части программы*,* формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

* + - Метрология, стандартизация и сертификация;
    - Математика;
    - Теория линейных систем автоматического управления;

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

* + - Системы управления линейными объектами в пространстве состояний;
    - Проектирование мехатронных и робототехнических систем;

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы*.*

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Целями освоения дисциплины «Моделирование мехатронных систем в среде Matlab» являются:

* + - определение круга задач теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности и освоение навыка их постановки;
    - формирование навыков выбора оптимальных решений систем управления технологическими процессами и производствами с учетом экономических, экологических, социальных и других критериев и ограничений;
    - изучение современных информационных технологий, программных и аппаратных средств и применение их для моделирования систем управления;
    - применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и экспериментальных исследований при моделировании систем управления.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции(й) и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ПК-3  Способен проводить научно-исследовательские, опытно-конструкторские разработки, а также работы по обработке и анализу результатов исследований | ИД-ПК-3.1  Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний | * Применяетзнания, законы и методы в области естественных и инженерных наук для анализа задач моделирования и исследования мехатронных систем * Использует математический аппарат и цифровые информационные технологии для сбора и обработки данных необходимых для анализа и постановки задач моделирования технических систем; * Применяет информационные технологии, программные и аппаратные средства для моделирования системы, проведения экспериментальных исследований и обработки экспериментальных данных. Работает в программе Matlab. |
| ИД-ПК-3.2  Применение методов анализа научно-технической информации |
| ИД-ПК-3.4 Использование методов и средств планирования и организации исследований и разработок. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения – | **4** | **з.е.** | **144** | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Структура и объем дисциплины** | | | | | | | | | |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, час** | | |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | **курсовая работа/**  **курсовой проект** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 6 семестр | зачет с оценкой | 144 | 19 |  | 38 |  |  | 87 |  |
| Всего: |  | 144 | 19 |  | 38 |  |  | 87 |  |

## Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:**  **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;**  **форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | | | | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;**  **формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** | | | |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | **Лабораторные работы, час** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **шестойсеместр** | | | | | | |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ИД-ПК-3.4 | **Раздел I. Виды и классификация математических моделей** | **4** | х | х | х | **12** |  |
| Тема 1.1  Моделирование систем управления. Основные понятия и виды моделирования | 2 |  |  |  | 2 | Формы текущего контроля  по разделу I:  устный опрос,  дискуссия, устное собеседование |
| Тема 1.2  Классификация математических моделей и методов моделирования. Обзор современных программ для аналитического и имитационного моделирования | 2 |  |  |  | 10 |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ИД-ПК-3.4 | **Раздел II. Аналитическое моделирование систем управления** | **8** | х | **30** | х | **28** | Формы текущего контроля  по разделу II:  устный опрос,  защита лабораторных работ в виде собеседования |
| Тема 2.1  Построение математических моделей аналитическими методами | 2 |  |  |  | 2 |
| Тема 2.2  Методы синтеза рекуррентных моделирующих алгоритмов | 2 |  |  |  | 2 |
| Тема 2.3  Моделирование линейных систем в программе Matlab | 2 |  |  |  | 2 |
| Тема 2.4  Моделирование нелинейных систем | 2 |  |  |  | 2 |
| Лабораторная работа № 1  Моделирование линейных систем в Matlab Simulink, CST. |  |  | 6 |  | 4 |
| Лабораторная работа № 2  Исследование релейной системы в Matlab Simulink |  |  | 6 |  | 4 |
| Лабораторная работа № 3  Моделирование дискретной системы в Matlab |  |  | 6 |  | 4 |
| Лабораторная работа № 4  Исследование устойчивости дискретных систем |  |  | 6 |  | 4 |
| Лабораторная работа № 5  Настройка цифрового регулятора в Matlab |  |  | 6 |  | 4 |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ИД-ПК-3.4 | **Раздел III. Экспериментальные методы получения моделей систем управления** | **7** | х | **8** | х | **27** | Формы текущего контроля  по разделу III:  устный опрос, эссе  защита лабораторных работ в виде собеседования |
| Тема 3.1  Методика проведения экспериментальных исследований и первичная обработка экспериментальных данных. | 2 |  |  |  | 2 |
| Тема 3.2  Идентификация модели технологического объекта управления по экспериментальным данным. Идентификация статической модели. Идентификация динамической модели. | 3 |  |  |  | 2 |
| Тема 3.3  Параметрическая идентификация. | 2 |  |  |  | 17 |
| Лабораторная работа № 6  Параметрическая идентификация объектов в Matlab. |  |  | 8 |  | 6 |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | **20** | зачет проводится в форме письменного тестирования или компьютерного тестирования на электронно-образовательной платформе Moodle |
|  | **ИТОГО за шестойсеместр** | **19** |  | **38** |  | **87** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **19** |  | **38** |  | **87** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Виды и классификация математических моделей** | |
| Тема 1.1 | Моделирование систем управления. Основные понятия и виды моделирования | Понятие моделирования.  Физическое моделирование.  Математическое моделирование. |
| Тема 1.2 | Классификация математических моделей и методов моделирования | Классификация математических моделей. Классификация методов математического моделирования. Аналитическое моделирование. Имитационное моделирование. Комбинированное моделирование. Погрешность результатов моделирования.  Обзор современных программ для аналитического и имитационного моделирования. |
| **Раздел II** | **Аналитическое моделирование систем управления** | |
| Тема 2.1 | Построение математических моделей аналитическими методами | Закон сохранения. Уравнения баланса. Уравнения элементарных процессов. Методика аналитического моделирования. |
| Тема 2.2 | Методы синтеза рекуррентных моделирующих алгоритмов | Понятие рекуррентного алгоритма.  Рекуррентные алгоритмы для типовых звеньев АСР. |
| Тема 2.3 | Моделирование линейных систем управления в программе Matlab | Порядок моделирования СУ. Выбор закона регулирования для СУ. Аналоговое моделирование в Matlab. Параллельное программирование. Последовательное программирование. Моделирование линейных систем в Matlab Simulink. Оценка качества переходного процесса. |
| Тема 2.4 | Моделирование нелинейных систем | Моделирование нелинейных систем. Свойства и виды нелинейных систем. Классификация нелинейностей. Расчет переходных процессов в нелинейных системах с помощью рекуррентных моделирующих алгоритмов (РМА). |
| **Раздел III** | **Экспериментальные методы получения моделей систем управления** | |
| Тема 3.1 | Методика проведения экспериментальных исследований и первичная обработка экспериментальных данных | Экспериментальные методы получения моделей систем управления. Этапы проведения экспериментальных исследований. Методы первичной обработки данных. Сглаживание данных эксперимента |
| Тема 3.2 | Идентификация модели технологического объекта управления (ТОУ) по экспериментальным данным. | Определение и методика идентификации модели ТОУ по экспериментальным данным.Идентификация статической модели. Метод МНК. Оценка адекватности модели эксперименту. Расчет доверительных границ модели. Идентификация динамической модели. Графоаналитические методы оценки параметров динамической модели. Использование программы Mathcad для обработки данных. |
| Тема 3.3 | Параметрическая идентификация. | Параметрическая идентификация модели. Метод Симою.  Параметрическая идентификация модели в программе Matlab |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям, зачету;

изучение учебных пособий;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

проведение исследовательских работ;

подготовка к защите лабораторных работ;

выполнение индивидуальных заданий по теме выпускной квалификационной работы.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед зачетом с оценкой;

консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела /темы дисциплины*,* выносимые на самостоятельное изучение** | **Задания для самостоятельной работы** | **Виды и формы контрольных мероприятий**  **(учитываются при проведении текущего контроля)** | **Трудоемкость, час** |
| **Раздел I** | **Виды и классификация математических моделей** | | | |
| Тема 1.2 | Классификация математических моделей и методовмоделирования | Обзор компонентов программы Matlab для моделирования различных систем управления с использованием ресурса <https://exponenta.ru/matlab>:  Stateflow, Simulink, Simscape и др. | Устное собеседование | 8 |
| **Раздел III** | **Экспериментальные методы получения моделей систем управления** | | | |
| Тема 3.3 | Параметрическая идентификация. | Обработка экспериментальных данных для идентификации модели мехатронной системы в программе Matlab | Эссе | 15 |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Учебная деятельность частично проводится на онлайн-платформе за счет применения учебно-методических электронных образовательных ресурсов:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **использование**  **ЭО и ДОТ** | **использование ЭО и ДОТ** | **объем, час** | **включение в учебный процесс** |
| обучение  с веб-поддержкой | учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 1 категории |  | организация самостоятельной работы обучающихся |
| учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 2 категории |  | в соответствии с расписанием текущей/промежуточной аттестации |

ЭОР обеспечивают в соответствии с программой дисциплины (модуля):

* организацию самостоятельной работы обучающегося, включая контроль знаний обучающегося (самоконтроль, текущий контроль знаний и промежуточную аттестацию),
* методическое сопровождение и дополнительную информационную поддержку электронного обучения (дополнительные учебные и информационно-справочные материалы).

Текущая и промежуточная аттестации по онлайн-курсу проводятся в соответствии с графиком учебного процесса и расписанием.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов**  **в 100-балльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности**  **профессиональных компетенций** |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ИД-ПК-3.4 |
| высокий | 85 – 100 | зачтено (отлично) | Обучающийся:   * показывает исчерпывающие знания законов и методов в области естественных и инженерных наук и правильно применяет их для постановки задач исследования элементов и систем управления; * использует математический аппарат и цифровые информационные технологии для обработки данных при моделировании технических систем; * уверенно работает в программе Matlab, решая задачи моделирования систем управления, проведения вычислительных экспериментов и обработки экспериментальных данных; * применяет экономические, экологические, социальные и другие критерии и ограничения, влияющие на системы управления технологическим оборудованием и процессами и осуществляет выбор оптимальных решений систем управления; * свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные. |
| повышенный | 70 – 84 | зачтено (хорошо) | Обучающийся:   * показывает достаточные знания законов и методов в области естественных и инженерных наук при анализе, постановке и решении задач моделирования систем управления * использует на приемлемом уровне математический аппарат и цифровые информационные технологии, программу Matlab, для обработки данных при моделировании технических систем. * знает экономические, экологические, социальные и другие критерии и ограничения, влияющие на системы управления технологическим оборудованием и процессами * достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; * допускает единичные негрубые ошибки; * достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей. |
| базовый | 55– 69 | зачтено (удовлетворительно) | Обучающийся:   * демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; * демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; * ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. |
| низкий | 0 – 54 | не зачтено (неудовлетворительно) | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * не способен использовать математический аппарат и цифровые информационные технологии для обработки данных при моделировании технических систем; * выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; * ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Моделирование мехатронных систем в среде Matlab»проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Устное собеседование  по разделу I/теме 1.2«Классификация математических моделей и методовмоделирования» | Обзор компонентов программы Matlab для моделирования различных систем управления с использованием ресурса https://exponenta.ru/matlab:  Stateflow, Simulink, Simscape и др.  Примеры вопросов: Для чего предназначен графический язык программирования Stateflow.Построение диаграммы переходов состояний в программе Stateflow.Моделирование дискретной системы в программе Simulink.Настройка цифрового регулятора в Simulink.Инструмент Linear Analysis для исследования динамических характеристик системы |
| 5 | Защита лабораторной работы по разделу II«Аналитическое моделирование систем управления» | Лабораторная работа №1  Моделирование линейных систем в Matlab Simulink, CST.  Примеры вопросов:   1. Перечислите основные команды CST для работы с передаточными функциями 2. Какая команда позволяет получить передаточную функцию встречно-параллельного соединения звеньев 3. Как построить годограф Найквиста в программе Matlab. Перечислите способы. 4. Какие две формы представления ПИД-регулятора предлагаются в блоке PID Matlab Simulink 5. Каким способом можно настроить начальные условия для кривой разгона системы с ПИД-регулированием в блоке Scope.   Лабораторная работа № 2  Исследование релейной системы в Matlab Simulink.  Примеры вопросов   1. Какие блоки релейных элементов присутствуют в библиотеке Matlab Simulink. 2. Как реализовать трехпозиционное регулирование в Matlab Simulink? 3. Что настраивается в позиции Switch on point в блоке Relay? 4. На что влияет зона неоднозначности двухпозиционного реле? Как это видно на графике в Scope? 5. В чем заключается суть рекуррентного моделирующего алгоритма для системы с двухпозиционным регулятором?   Лабораторная работа № 3  Моделирование дискретной системы в Matlab.  Примеры вопросов   1. С помощью какой функции в Matlab можно определить передаточную функцию дискретного элемента по известной непрерывной. 2. Какие команды используются в командной строке Matlab для построения временных характеристик дискретной системы? 3. Как влияет интервал дискретности на вид переходной функции дискретной системы? 4. Как вывести ошибку моделирования дискретной системы с помощью рабочей области переменных Matlab? 5. В каком разделе библиотеки находятся блоки для моделирования дискретных элементов? Перечислите основные.   Лабораторная работа № 4  Исследование устойчивости дискретных систем.  Примеры вопросов   1. Сформулируйте необходимое условие устойчивой дискретной системы. 2. Опишите метод Гурвица для определения устойчивости и как его можно реализовать в Matlab. 3. В чем особенность формулировки критерия Михайлова для определения устойчивости дискретной системы по сравнению с непрерывными системами? 4. Сформулируйте критерий Найквиста для замкнутой дискретной системы, если разомкнутая система нейтральна. 5. Как в Matlab вывести карту распределения корней и полюсов?   Лабораторная работа № 5  Настройка цифрового регулятора в Matlab  Примеры вопросов   1. Как найти передаточную функцию приведенной непрерывной части в дискретной системе? 2. Как можно смоделировать цифро-аналоговый преобразователь нулевого порядка в программе Matlab? 3. Напишите передаточную функцию пропорционально-суммарного регулятора. 4. Сформулируйте условие оптимальности цифровой системы управления. 5. Каков принцип построения цифровой системы с заданным порядком астатизма? |
| 6 | Эссепо разделу III/теме 3.3«Параметрическая идентификация» | Обработка экспериментальных данных для идентификации модели мехатронной системы в программе Matlab  Примеры тем эссе:  Идентификация динамической модели объекта по экспериментальным данным в программе Matlab с помощью функции ident  Идентификация динамической модели объекта по методу Симою  Идентификация динамической модели объекта по методу Орманса  Методы обработки экспериментального массива данных.  Обработка экспериментальных данных. Фильтрация. Сглаживание |
| 7 | Защита лабораторной работы по разделу III/теме 3.3«Параметрическая идентификация» | Лабораторная работа № 6  Параметрическая идентификация объектов в Matlab.  Примеры вопросов   1. В чем заключается метод Симою? 2. Как выглядит передаточная функция первой аппроксимации? 3. Какие методы применяют для оценки точности аппроксимации экспериментальной кривой разгона? 4. Напишите формулу среднеквадратичного отклонения для оценки точности модели. 5. Каков порядок определения переходной функции по методу Симою в Matlab? |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Устное собеседование | Обучающийся в процессе собеседования продемонстрировал глубокое знание материала, были исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные; свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе | 13-15 баллов | 5 |
| Обучающийся достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит основные понятия, допускает единичные негрубые ошибки; достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; | 10-12 баллов | 4 |
| Обучающийся, слабо ориентируется в материале, в рассуждениях не демонстрирует логику ответа, плохо владеет профессиональной терминологией, не раскрывает суть проблемы и не предлагает конкретного ее решения; ответ отражает знания на базовом уровне | 7-9 балла | 3 |
| Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания материала, допускает грубые ошибки при его изложении; испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических и практических положений при решении поставленной задачи; не отвечает на поставленные вопросы. | 0-6 балла | 2 |
| Эссе | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 13-15 баллов | 5 |
| Работа выполнена полностью, но обоснование выбранных методов и алгоритмов решения приведено недостаточно полно. Допущены незначительные ошибки. | 10-12 баллов | 4 |
| Работа выполнена не полностью, обоснование выбранных методов и алгоритмов решения приведено неполно. Допущены грубые ошибки. | 7-9 балла | 3 |
| Работа выполнена не полностью, поставленная задача не решена, тема не раскрыта, обоснование выбранных методов и алгоритмов решения не приведено. Допущены грубые ошибки. | 1-6 балла | 2 |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |
| Защита лабораторной работы | Даны полные развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает. Отчет по работе грамотно и аккуратно оформлен с применением программных средств, содержит все необходимые данные, графики и расчеты, сделан правильный вывод по работе. | 4-5 баллов | 5 |
| Даны полные развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Отчет по работе грамотно и аккуратно оформлен с применением программных средств, содержит необходимые данные, графики и расчеты с небольшими неточностями, сделан вывод. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях. | 2-3 балла | 4 |
| Даны неполные ответы на поставленные вопросы, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений. Отчет содержит все необходимые сведения, но оформлен с ошибками. | 1 балл | 3 |
| Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Отчет по работе оформлен с грубыми ошибками, содержит не все необходимые данные. | 0 баллов | 2 |
| Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины, не представлен отчет | 0 баллов |
| Не сдал отчет по лабораторной работе и не явился на защиту. | 0 баллов |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет с оценкой  Письменное тестирование или Компьютерное тестирование по разделам курса с использованием электронно-образовательной платформы Moodle (при дистанционном режиме обучения) | Вариант 1 (несколько заданий из варианта)   1. Что такое модель объекта?   а) это физический или абстрактный образ объекта, который позволяет с приемлемой точностью отображать интересующие свойства и характеристики объекта  б) безразмерная величина, составленная из размерных физических параметров, определяющих рассматриваемое физическое явление  в) свойство одинаковости строения каких-либо совокупностей элементов, безразличное к природе этих элементов  г) суждение, основанное на том, что сходство рассматриваемых объектов в каком-либо отношении, позволяет сделать вывод об их сходстве и в других отношениях  2. Какой из методов не относится к методам аналитического моделирования?  а) методы теории вероятностей  б) методы оптимизации  в) метод Монте-Карло  г) методы теории массового обслуживания  3. Верно ли утверждение для уравнение энергетического баланса: разность между приходом и расходом вещества равна изменению его количества в заданном объеме?  6. В рекуррентной формуле инерционного звена выходная величина зависит от постоянной времени и интервала дискретизации. Верно ли утверждение: чем меньше шаг вычисления, тем точнее результат?  10. Интерполяция – это…  а) операция усреднения данных эксперимента, полученных со случайными погрешностями, с помощью интерполяционных полиномов для получения уточненного значения  б) поиск недостающих точек внутри отрезка  в) поиск недостающих точек вне отрезка  г) оценка адекватности модели объекту с помощью метода наименьших квадратов  Вариант 2 (несколько заданий из варианта)  2. Принцип математического подобия …  а) позволяет исследовать и описывать изучаемые процессы и системы с помощью математических зависимостей  б) заключается в проведении исследования на образцах, установках и макетах, имеющих одинаковую физическую природу с моделируемым процессом, но имеющих значительно меньшие размеры  в) заключается в проведении исследований на математической модели в процессе ее проектирования  г) позволяет описывать разные по физической и химической природе процессы и явления одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями  4. Что такое статистическое моделирование?  а) численное решение систем математических уравнений с учетом алгебраических и логических условий, которые образуют заранее построенную математическую модель исследуемой системы  б) алгоритм, который в упрощенном виде отражает структуру связей, логику и последовательность функционирования во времени моделируемой системы.  в) детальный анализ процессов, протекающих в исследуемой системе, в широком диапазоне изменения ее параметров  г) процедура построения и анализа имитационных моделей методом статистических испытаний  5. Верно ли утверждение для уравнение материального баланса: разность между приходом и расходом вещества равна изменению его количества в заданном объеме?  8. На каком этапе моделирования системы управления исследуют различные варианты структуры системы, режимы работы, разные типы регуляторов и их настроек?  а) анализ технологического процесса  б) идентификация моделей  в) исследование динамических свойств  г) техническая реализация системы управления  9. Как называется регулятор, который описывается передаточной функцией:    а) И-регулятор  б) П-регулятор  в) ПИД-регулятор  г) ПИ-регулятор  Вариант 3 (несколько заданий из варианта)  1. Что такое изоморфизм при моделировании?  а) это физический или абстрактный образ объекта, который позволяет с приемлемой точностью отображать интересующие свойства и характеристики объекта  б) безразмерная величина, составленная из размерных физических параметров, определяющих рассматриваемое физическое явление  в) свойство одинаковости строения каких-либо совокупностей элементов, безразличное к природе этих элементов  г) суждение, основанное на том, что сходство рассматриваемых объектов в каком-либо отношении, позволяет сделать вывод об их сходстве и в других отношениях  3. Верно ли утверждение: статическая модель описывает изменения характеристик объектов и системы во времени.  6. В рекуррентной формуле дифференцирующего звена выходная величина зависит от постоянной времени и интервала дискретизации. Верно ли утверждение: чем больше шаг вычисления, тем точнее результат?  8. На каком этапе моделирования системы управления проводят описание процесса, определение входных и выходных переменных, возмущающих воздействий?  а) анализ технологического процесса  б) идентификация моделей  в) исследование динамических свойств  г) выбор закона регулирования  10. Экстраполяция – это…  а) операция усреднения данных эксперимента, полученных со случайными погрешностями, с помощью интерполяционных полиномов для получения уточненного значения.  б) поиск недостающих точек внутри отрезка  в) поиск недостающих точек вне отрезка  г) оценка адекватности модели объекту  Вариант 4 (несколько заданий из варианта)  1. Что такое критерий подобия (число подобия)?  а) это физический или абстрактный образ объекта, который позволяет с приемлемой точностью отображать интересующие свойства и характеристики объекта  б) безразмерная величина, составленная из размерных физических параметров, определяющих рассматриваемое физическое явление  в) свойство одинаковости строения каких-либо совокупностей элементов, безразличное к природе этих элементов  г) суждение, основанное на том, что сходство рассматриваемых объектов в каком-либо отношении, позволяет сделать вывод об их сходстве и в других отношениях  3. Верно ли утверждение: динамическая модель описывает изменения характеристик объектов и системы во времени?  4. Имитационная модель – это  а) численное решение систем математических уравнений с учетом алгебраических и логических условий, которые образуют заранее построенную математическую модель исследуемой системы  б) алгоритм, который в упрощенном виде отражает структуру связей, логику и последовательность функционирования во времени моделируемой системы.  в) детальный анализ процессов, протекающих в исследуемой системе, в широком диапазоне изменения ее параметров  г) процедура построения и анализа имитационных моделей методом статистических испытаний  8. На каком этапе моделирования системы управления модель представляют в виде формального уравнения, связывающего входные и выходные переменные, полученные экспериментальным путем, в определенном небольшом диапазоне изменения входных переменных?  а) анализ технологического процесса  б) идентификация моделей  в) исследование динамических свойств  г) выбор закона регулирования  10. Метод наименьших квадратов применяется для …  а) определения параметров линеаризованной модели  б) расчета доверительных интервалов  в) оценки адекватности модели экспериментальному массиву  г) сглаживания экспериментальных данных  Вариант 5 (несколько заданий из варианта)  2. Математическое моделирование – это…  а) позволяет исследовать и описывать изучаемые процессы и системы с помощью математических зависимостей  б) проведение исследования на образцах, установках и макетах, имеющих одинаковую физическую природу с моделируемым процессом, но имеющих значительно меньшие размеры  в) проведение исследований на математической модели в процессе ее проектирования  г) описание разных по физической и химической природе процессов и явлений одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями  3. Верно ли утверждение: дифференциальное уравнение системы – это динамическая модель?  5. Верно ли утверждение: аналитические соотношения, основанные на экономическом балансе, описывают показатели эффективности процессов управления  6. Что такое рекуррентный моделирующий алгоритм?  а) циклический расчет выходной величины по одному и тому же алгоритму с использованием предыдущих значений искомой величины  б) расчет выходной величины путем последовательного дифференцирования уравнения состояния  в) приближённое определение значений функции в точках, лежащих вне расчетного интервала, по её значениям в точках внутри расчетного интервала.  г) способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений  8. Выберите правильную последовательность действий при моделировании системы управления:  а) анализ технологического процесса, идентификация моделей, исследование динамических свойств  б) идентификация моделей, анализ технологического процесса, исследование динамических свойств  в) исследование динамических свойств, анализ технологического процесса, идентификация моделей  г) идентификация моделей, исследование динамических свойств, анализ технологического процесса |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** | |
| Зачет с оценкой:  компьютерное тестирование | За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы.  Каждый вариант содержит 10 вопросов.  За правильный ответ к каждому заданию выставляется 4 балла, за неправильный — ноль.  Общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 40 баллов*.* | 34 – 40 баллов | 5 | 85% - 100% |
| 28 –33 балла | 4 | 70% - 84% |
| 20 – 27 баллов | 3 | 50% - 69% |
| 0 – 19 баллов | 2 | 49% и менее |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль: |  |  |
| - собеседование (темы 1.2) | 0 – 15 баллов | 2 – 5 |
| - эссе (тема 3.3) | 0 – 15 баллов | 2 – 5 |
| - защита лабораторной работы (1-6) | 0 – 5 балла | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  Зачет с оценкой | 0 – 40 баллов | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |
| **Итого за семестр**  зачёт с оценкой | 0 – 100 баллов |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** | |
| **зачет с оценкой** | **зачет** |
| 85 – 100 баллов | зачтено (отлично) | зачтено |
| 70 – 84 баллов | зачтено (хорошо) |
| 50 – 69 баллов | зачтено (удовлетворительно) |
| 0 – 49 баллов | Не зачтено (неудовлетворительно) | не зачтено |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
    - проблемная лекция;
    - проектная деятельность;
    - проведение интерактивных лекций;
    - анализ ситуаций и имитационных моделей;
    - преподавание дисциплин в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
    - поиск и обработка информации с использованием сети Интернет: работа с электронными ресурсами [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru), [www.autodesk.ru/education](http://www.autodesk.ru/education); поисковые системы [Web of Science](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php), [PatSearch](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php);
    - дистанционные образовательные технологии: платформа Moodle, сервисы Goggle-meet, Zoom;
    - применение электронного обучения, применение инструментов MS Office (Word, Excel, Power Point), Google-таблицы;
    - использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
    - самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования;

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
      2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
      3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
      4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
      5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
      6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
      7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
      2. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| **119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1** | |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели;  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории:   * ноутбук; * проектор |
| аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели;  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории:   * ноутбук, * проектор;   12 персональных компьютеров. |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| читальный зал библиотеки: | компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |
| аудитории для проведения лабораторных занятий | комплект учебной мебели;  12 персональных компьютеров. |

* + - 1. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Необходимое оборудование** | **Параметры** | **Технические требования** |
| Персональный компьютер/ ноутбук/планшет,  камера,  микрофон,  динамики,  доступ в сеть Интернет | Веб-браузер | Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3 |
| Операционная система | Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux |
| Веб-камера | 640х480, 15 кадров/с |
| Микрофон | любой |
| Динамики (колонки или наушники) | любые |
| Сеть (интернет) | Постоянная скорость не менее 192 кБит/с |

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета Moodle.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год**  **издания** | **Адрес сайта ЭБС**  **или электронного ресурса** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д. | Моделирование систем управления с применением Matlab | Учебное пособие | М.: ИНФРА-М | 2020 | https://znanium.com/catalog/document?id=359584 |  |
| 2 | Севостьянов П. А. | Математическое и компьютерное моделирование в задачах и примерах | Учебное пособие | М. : РГУ им. А. Н. Косыгина | 2020 | http://biblio.kosygin-rgu.ru | 30 |
| 3 | Румянцев Ю.Д., Виниченко С.Н. Захаркина С.В. Власенко О.М. | Основы теории нелинейных и цифровых систем управления | Учебное пособие | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина | 2019 | http://biblio.kosygin-rgu.ru | 30 |
| 4 | Бурьков Д.В., Волощенко Ю.П. | Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем | Учебное пособие | Издательство Южный федеральный университет | 2020 | https://znanium.com/catalog/document?id=374994 |  |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 2 | Трофимов В.В., Барабанова М.И., Кияев В.И., Трофимова Е.В. | Информационные системы и цифровые технологии: Часть 1. 2021 г. 253 с. | Учебное пособие | М.: Инфра-М. | 2021 | https://znanium.com/read?id=375739 |  |
| 3 | Решетникова Г.Н. | Адаптивные системы | Учебное пособие | Издательство Томск. ГУ | 2016 | https://znanium.com/catalog/document?id=377920 |  |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) | | | | | | | |
| 1 | Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д. | Моделирование систем управления в программе Matlab | Методические указания | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина | 2018 | Утверждено на заседании кафедры, протокол № 4 от 31.10.2018 г. | 30 |
| 2 | Власенко О.М. | Автоматизация технологических процессов | Методические указания | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина | 2018 | Утверждено на заседании кафедры, протокол № 3 от 19.09.2018 г. | 30 |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»  <http://znanium.com/> |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | Электронные ресурсы компании ЦИТМ Экспонента https://exponenta.ru/ |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | Энциклопедия АСУ ТП. https://www.bookasutp.ru/ |
|  | Всероссийская патентно-техническая библиотека https://www1.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/index.php |
|  | Наукометрическая база данных Scopus https://www.scopus.com/home.uri |
|  | Наукометрическая база данных [Web of Science](http://webofknowledge.com/) https://access.clarivate.com/ |
|  | Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/> |
|  | Поисковая система [PatSearch](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php#PatSearch) |
|  | [Национальная электронная библиотека (НЭБ)](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php#NEB) |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Программное обеспечение SIMATIC STEP 7 Professional v15/2017 Combo Software for Training | Договор 44/18-КС от 05.03.2018 |
|  | Программное обеспечение Autodesk Autocad 2021 | ПО свободного доступа по академической программе для студентов и преподавателей ВУЗов, срок действия – 1 год |
|  | Программное обеспечение Matlab R2019a | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Программное обеспечение Mathcad Prime 6.0 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений**  **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания**  **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |