

**Компонент ОПОП 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
Проектирование и эксплуатация систем автоматизации производственных процессов,
наименование ОПОП**

Б1.О.20
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Цифровое проектирование и моделирование

Разработчик (и):

Кайченев А.В.

ФИО

Заведующий кафедрой АиВТ

должность

канд.техн.наук, доцент

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

Автоматики и вычислительной техники
наименование кафедры

протокол №5 от 18.03.2022 г

Заведующий кафедрой



_____ А.В. Кайченев

**Мурманск
2022**

Пояснительная записка

Объем дисциплины 15 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ИД-1ОПК-1 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности ИД-2ОПК-1 Применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знать: основные понятия и определения в области трехмерного моделирования; способы построения и редактирования твердотельных моделей; структуру файла формата STL; принципы работы 3D-принтеров FDM/FFF. классификацию моделей; задачи моделирования, этапы моделирования, виды и средства моделирования; принципы и особенности математического моделирования объектов технологических процессов и средств автоматизации; источники погрешностей при моделировании. принципы постановки целей и задач проекта по автоматизации технологического процесса при заданных критериях, целевых функциях и ограничениях; основные компоненты SCADA-систем; языки программирования стандарта МЭК 61131-3.
ОПК-5. Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием стандартов, норм и правил;	ИД-1ОПК-5 Работает с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием стандартов ИД-2ОПК-5 Работает с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием норм ИД-3ОПК-5 Работает с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием правил	основные положения действующих стандартов единой системы конструкторской документации и других нормативных документов, устанавливающих требования к разработке проектной и рабочей технической документации. Уметь: осуществлять построение трехмерных твердотельных моделей в соответствии с техническим заданием в средствах трехмерного твердотельного и параметрического моделирования; редактировать трехмерную модель; осуществлять подготовку трехмерных моделей для производства отдельных элементов систем автоматизации на устройствах FDM/FFF. реализовывать алгоритмы имитационного моделирования; подготавливать графический материал по результатам эксперимента. анализировать, разрабатывать и грамотно оформлять проектную и рабочую техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств и осуществлять контроль соответствия документации действующим стандартам.
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;	ИД-1ОПК-13 Применяет стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов ИД-2ОПК-13 Применяет стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации производств	разрабатывать проекты (программное обеспечение) автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования. Владеть: навыками работы в специализированных программных средствах трехмерного твердотельного и параметрического моделирования (OpenSCAD, MeshMixer, TFlex CAD), навыками работы со слайсерами (Polygon). навыками работы в технических и программных средствах моделирования; навыками обработки результатов эксперимента. навыками использования интегрированных систем проектирования и управления (SCADA-систем) при разработке проектов. навыками проектирования изделий; навыками работы с конструкторской документацией; навыками использования прикладных программных средств для разработки конструкторской документации

2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1 3D моделирование

Тема 1. Основные понятия и определения в области 3D моделирования. Способы построения 3D моделей.

Тема 2. Построение 3D-моделей в OpenSCAD.

Тема 3. История возникновения, конструкция и принципы работы FDM/FFF 3D-принтеров.

Тема 4. Подготовка 3D-модели к печати. Структура файла STL. Поддержки. Слайсеры.

Тема 5. Редактирование 3D-модели. MeshMixer.

Тема 6. Построение 3D-моделей в TFlex CAD. Оформление чертежей изделия.

Тема 7. Проблемы, влияющие на качество продукции при 3D-печати. Постобработка моделей.

Раздел 2 Моделирование процессов и систем

Тема 1. Основные понятия и определения моделирования. Классификация.

Тема 2. Технические и программные средства моделирования.

Тема 3. Matlab. Simulink. Интерфейс, приемы работы.

Тема 4. Библиотеки Simulink и SimPowerSystems. Построение моделей объектов технологических процессов и средств автоматизации

Тема 5. Обработка результатов эксперимента. Источники погрешностей при моделировании.

Тема 6. Аппроксимация статических характеристик объекта.

Тема 7. Идентификация динамических характеристик объекта.

Раздел 3 Электротехническое черчение

Тема 1. Единая система конструкторской документации. Основные понятия и определения.

Тема 2. Общие правила выполнения схем. Схемы электрические. Условные графические обозначения.

Тема 3. Правила выполнения чертежа печатной платы электротехнического изделия.

Тема 4. Правила выполнения сборочного чертежа электротехнического изделия.

Тема 5. Правила оформления пояснительной записки.

Раздел 4 Интегрированные системы проектирования и управления

Тема 1. Понятие интегрированной системы проектирования и управления. Общий обзор: назначение, состав, функции, области применения.

Тема 2. Структура и элементы проекта в среде разработки.

Тема 3. Представление данных. Назначение, применение, настройка элементов графического интерфейса пользователя.

Тема 4. Разработка интерфейса оператора.

Тема 5. Языки программирования стандарта МЭК 61131-3.

Тема 6. Разработка процедур обработки и управления на языке Function Block Diagram (FBD).

Тема 7. Разработка процедур обработки и управления на языке Structured Text (ST).

Тема 8. Подключение и конфигурирование устройств связи с объектом для ввода и вывода сигналов.

Тема 9. Организация сетевого обмена данными.

Тема 10. Разработка проекта автоматизированной системы управления с двухпозиционным алгоритмом управления.

Тема 11. Разработка проекта автоматизированной системы управления с пропорционально-интегрально-дифференцирующим алгоритмом управления.

Раздел 5 CAD CAM – системы

Тема 1. Понятие проектирования

- Тема 2. Жизненный цикл изделия
Тема 3. CAD CAM – системы
Тема 4. Виды обеспечения САПР.
Тема 5. Практическая реализация САПР.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература по разделу 3D моделирование

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.]; под ред. А. Л. Хейфеца ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Юж.-Урал. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 464 с. : ил. - (Бакалавр) (Бакалавр. Прикладной курс). - Библиогр.: с. 463-464. - ISBN 978-5-9916-3694-0 : 768-90 (20 шт. на абонементе)
2. Компьютерная графика : учебное пособие / сост. И.П. Хвостова, О.Л. Серветник, О.В. Вельц ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 200 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457391>
3. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С.В. Каменев, К.С. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. - 145 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1696-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769>

Дополнительная литература по разделу 3D моделирование

4. Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики : учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-2838-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364588>
5. Основы быстрого прототипирования : учебное пособие / А.Н. Поляков, А.И. Сердюк, К. Романенко, И.П. Никитина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург :

ОГУ, 2014. - 128 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259324>

Основная литература по разделу Моделирование процессов и систем

Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учеб. пособие [Электронный ресурс] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 3-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2016. – 271 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=93344

2. Решмин, И. Б. Имитационное моделирование и системы управления : учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / И. Б. Решмин. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 74 с.– Режим доступа:

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444174

Дополнительная литература по разделу Моделирование процессов и систем

3. Турчак, Л.И. Основы численных методов : учебное пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2002. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69329>

4. Костомаров, Д.П. Вводные лекции по численным методам : учебное пособие / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский. - Москва : Логос, 2006. - 184 с. - (Классический Университетский Учебник). - ISBN 5-98704-160-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89794>

5. Дмитриев, Б. Ф. Судовые полупроводниковые преобразователи : учебник по курсу «полупроводниковые преобразователи» [Электронный ресурс] / Б. Ф. Дмитриев и др. – Архангельск : САФУ им. М. В. Ломоносова, 2015. – 556 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436334

6. Рябенький, В. М. Практическая электротехника : Основы электротехники с использованием MATLAB/Simulink : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Рябенький и др. ; под ред. проф. В. М. Рябенького. – Архангельск : САФУ им. М. В. Ломоносова, 2014. – 414 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436403

7. Пименов, В.Г. Численные методы : учебное пособие : в 2 ч. / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Ю.А. Меленцова. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - Ч. 2. - 107 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1342-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819>

Основная литература по разделу Электротехнические черчение

1. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. - 3-е изд., стер. - Москва : Изд. дом МЭИ, 2007. - 300 с. : ил. - Библиогр.: с. 300. - ISBN 978-5-903072-84-2 : 706-90 (абонемент – 18 экземпляров)

2. Усатенко, С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД : Справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. - Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 325 с. : ил. – 57-60. (абонемент – 28 экземпляров)

3. Богданова, Е. А. Электрические схемы : учебное пособие / Е. А. Богданова, Н. А. Иванова, И. Б. Кордонская. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 94 с. — Текст : электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75364.html> (дата обращения: 10.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

Дополнительная литература по разделу Электротехнические черчение

4. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры : Справочник / Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов [и др.] ; под ред. Э. Т.

Романычевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Радио и связь, 1989. - 448 с. : ил. (количество – 9 экземпляров) 5. Зорин, А. Ю. Условные графические обозначения на электрических схемах / под. редакцией А. И. Питолина. – Изд-во МЭИ, 2007. – 74 с.

Основная литература по разделу Интегрированные системы проектирования и управления

1. Герасимов, А.В. Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем : учебное пособие / А.В. Герасимов, А.С. Титовцев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 128 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 96-ISBN 978-5-7882-1514-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427985>

2. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы : учебное пособие / И.А. Елизаров, А.А. Третьяков, А.Н. Пчелинцев и др. ; Министерство образования

и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 160 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1469-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444643>

3. Тугов, В.В. Проектирование автоматизированных систем управления в TRACE MODE : учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра управления и информатики в технических системах, Кафедра систем автоматизации производства. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 203 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5- 7410-1857-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485547>

Дополнительная литература по разделу Интегрированные системы проектирования и управления

4. Герасимов, А.В. SCADA система Trace Mode 6 : учебное пособие / А.В. Герасимов, А.С. Титовцев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2011. - 128 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1103-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258767>

Основная литература по разделу CAD CAM системы

1. Проектирование РЭС : CAD/CAM/CAE/PDM: лабораторный практикум / Сускин В.В., Шевченко В.Ф., Коваленко В.В. и др. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=234639

2. Проектирование РЭС: CAD/CAM/CAE/PDM / В.В. Сускин, В.Ф. Шевченко, В.В. Коваленко и др. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 436 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429876>

3. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Кудрявцев Е.М. - М. : Издательство АСВ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939293.html>

Дополнительная литература по разделу CAD CAM системы

4. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : курс / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 455 с. : ил.,табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233705>
5. Конакова, И.П. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 91 с. : схем., ил. - Библиогр.: с. 59. - ISBN 978-5-7996-1312-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275737>

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"
<http://biblioclub.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;
- лаборатории

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1.1 - Распределение трудоемкости (очная форма)

Вид учебной деятельности	Семестр						
	2	3	4	5	6	7	Всего часов
Лекции	24	24	26	18	16	16	124
Практические занятия							
Лабораторные работы	30	30	32	36	24	16	168
Самостоятельная работа	54	18	14	18	32	4	140
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36		36	108

Всего часов по дисциплине	144	72	72	108	72	72	540
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля							
Зачет		+	+		+		3
Экзамен	+			+		+	3
Количество РГР			+	+	+	+	4

Таблица 1.2 - Распределение трудоемкости (заочная форма)

Вид учебной деятельности	Семестр						
	2	3	4	5	6	7	Всего часов
Лекции	4	4	4	4	2	2	20
Практические занятия							
Лабораторные работы	6	6	6	6	4	2	30
Самостоятельная работа	125	58	58	89	62	59	451
Подготовка к промежуточной аттестации	9	4	4	9	4	9	39
Всего часов по дисциплине	144	72	72	108	72	72	540
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля							
Зачет		+	+		+		3
Экзамен	+			+		+	3
Количество РГР			+	+	+	+	4

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
	3D моделирование
1.	Построение модели в OpenSCAD из 2D-примитивов
2.	Построение модели в OpenSCAD из 3D-примитивов
3.	Использование трансформаций и циклов в OpenSCAD
4.	Изучение влияния настроек слайсера Polygon на характеристики процесса печати
5.	Построение модели в MeshMixer
6.	Создание сложных 3D-сцен в MeshMixer
7.	Построение модели в TFlex CAD с использованием 3D-примитивов

8.	Построение модели в TFlex CAD с использованием 2D-профилей
9.	Построение объекта по эскизу в TFlex CAD
10.	Оформление чертежа в TFlex
Моделирование процессов и систем	
1.	Моделирование динамических звеньев на пассивных элементах
2.	Моделирование системы автоматического управления с ПИ-регулятором
3.	Моделирование управляемого выпрямителя
4.	Обработка результатов эксперимента
Электротехническое черчение	
1.	Выполнение схемы электрической принципиальной
2.	Выполнение чертежа печатной платы
3.	Выполнение сборочного чертежа
4.	Оформление пояснительной записки
Интегрированные системы проектирования и управления	
1.	Разработка интерфейса оператора
2.	Изучения языков программирования контроллеров
3.	Разработка процедур обработки и управления
4.	Подключение и конфигурирование устройств связи с объектом
5.	Организация сетевого обмена данными
6.	Разработка проекта автоматизированной системы управления с двухпозиционным алгоритмом управления
7.	Разработка проекта автоматизированной системы управления с ПИД алгоритмом управления
CAD CAM системы	
1.	Ознакомление со средой проектирования DIPTRACE, ее структурой и возможностями.
2.	Работа в схемном редакторе
3.	Создание библиотеки корпусов.
4.	Создание библиотеки компонентов
5.	Работа в редакторе печатных плат PCB Layout.
6.	Работа в редакторе печатных плат PCB Layout. Позиционирование платы.
7.	Работа в редакторе печатных плат PCB Layout. Трассировка платы.
8.	Подготовка к изготовлению платы печатной на фрезерном станке с ЧПУ с помощью программы FLATCAM 8.
9.	Изготовление детали на фрезерном станке с ЧПУ с помощью программы T-FLEX ЧПУ