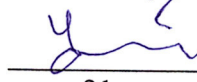


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:  
Зав. кафедрой компьютерных  
интеллектуальных технологий  
проектирования

 М.И. Чижов  
«21» декабря 2021 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Проектирование автоматизированных цифровых производств»**

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Искусственный интеллект

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 5 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2022

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Чижов Михаил Иванович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой компьютерных  
интеллектуальных технологий проектирования ВГТУ  
Гусев Павел Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий  
проектирования ВГТУ  
Ершов Евгений Валентинович, д.т.н., профессор, директор института информационных  
технологий, зав. кафедрой МПО ЭВМ ЧГУ

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

1 Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. А. Березовская ; Е. А. Березовская. - Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 76 с. - ISBN 978-5-9275-2426-6.

2 Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков ; М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. - 128 с. - ISBN 978-5-7638-3648-6.

3 Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. В. Ефромеева, Н. М. Ефромеев ; Е. В. Ефромеева, Н. М. Ефромеев. - Саратов : Вузовское образование, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-4487-0586-1.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.edu.ru/>

- Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru>

- <https://wiki.cchgeu.ru/>

**Учебно-методические указания и рекомендации к изучению тем лекционных и практических занятий, самостоятельной работе студентов**

### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в предмет.	Введение в предмет. Понятие автоматизированного цифрового производства	4	4	22	30
2	Современные информационные технологии	Современные информационные технологии, применяемые для проектирования производственных систем	4	4	22	30
3	Имитационное моделирование цифрового производства	Имитационное моделирование цифрового производства Понятия имитационного моделирования Имитационное моделирование в проектировании и оптимизации цифрового производства	4	4	22	30
4	Оптимизация цифрового производства.	Оптимизация цифрового производства. Понятия оптимизации. Критерии оптимального производства.	2	4	22	30
5	Алгоритмы оптимизации	Оптимизационные алгоритмы, применяемые при проектировании цифрового производства.	2	4	22	22
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>20</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в предмет.	Введение в предмет. Понятие автоматизированного цифрового производства	2	2	25	30
2	Современные информационные технологии	Современные информационные технологии, применяемые для проектирования производственных систем	2	2	25	30
3	Имитационное моделирование цифрового производства	Имитационное моделирование цифрового производства Понятия имитационного моделирования Имитационное моделирование в проектировании и оптимизации цифрового производства	-	2	25	30
4	Оптимизация цифрового производства.	Оптимизация цифрового производства. Понятия оптимизации. Критерии оптимального производства.	-	3	25	30
5	Алгоритмы оптимизации	Оптимизационные алгоритмы, применяемые при проектировании цифрового производства.	-	3	24	20
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>12</b>	<b>124</b>	<b>140</b>

### Темы лабораторных работ

**Лабораторная работа № 1.** Работа с исходными данными для проектирования автоматизированного цифрового производства. Расчет показателей производственной системы.

Задание: по полученным исходным данным требуется рассчитать параметры производственной системы. По рассчитанным значениям выбрать оптимальный вариант планировки производственной системы. Определить точки контроля параметров производственной системы.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие форматы исходных данных применяются при моделировании?
- 2) Какие методы расчета параметров производственных систем существуют?
- 3) Какие типы планировок производственных систем существуют?
- 4) Как можно проводить контроль за работой производственной системы?

## **Лабораторная работа № 2. Программные комплексы автоматизированного проектирования цифровых производств**

Задание 1: разработать имитационную модель производственной системы в 2х разных программных комплексах. При этом оценить преимущества и недостатки каждого из комплексов.

Задание 2: по исходным данным разработать имитационную модель технологического процесса. Провести анализ результатов моделирования.

Задание 3: провести моделирование сборочных операций в имитационной модели. Осуществить моделирование сборочной операции по конструкторскому дереву изделия.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие объекты в имитационной модели бывают?
- 2) Какие виды имитационного моделирования бывают?
- 3) Какие задачи решаются в процессе разработки имитационной модели?
- 4) Какие результаты моделирования могут быть использованы?
- 5) Последовательность действий при разработке имитационной модели.
- 6) Как программные методы влияют на точность модели?
- 7) Какие объекты модели требуют дополнительной доработки?
- 8) В каком виде наиболее удобно проводить экспорт результатов моделирования?
- 9) В чем особенность моделирования сборочных операций?
- 10) Какие стандартные объекты позволяют моделировать сборочные операции?
- 11) Как можно осуществить моделирование сборочной операции по конструкторскому дереву изделия?
- 12) Как осуществить синхронизация запуска деталей в модели производственного процесса?

## **Лабораторная работа № 3. Проектирование цифрового производства в программном комплексе автоматизированного проектирования**

Задание: разработать проект автоматизированного цифрового производства, при этом учесть необходимые точки связи между реальным производством и его моделью.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое автоматизированное цифровое производство?
- 2) Какие методы интеграции имитационной модели и производства существуют?
- 3) Как повысить уровень автоматизации производства?
- 4) Как оценить готовность цифрового производства?

## **Лабораторная работа № 4. Оптимизация автоматизированного цифрового производства**

Задание: в имитационной модели провести эксперимент по определению возможности выполнения производственного плана при заданных параметрах. Провести сбор результатов моделирования и разработать модель машинного

обучения, которая может определять возможность выполнения производственного плана.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие методы машинного обучения применимы в цифровом производстве?
- 2) Какие данные необходимы для построения модели машинного обучения?
- 3) Какие параметры производственной системы могут варьироваться?
- 4) Цель применения искусственного интеллекта в производственных системах.

### **Средства контроля качества обучения**

Вопросы к зачету

- 1 Выбор варианта расположения оборудования на участках механической обработки.
- 2 Фонды времени производственных подразделений.
- 3 Программа для проектирования цехов и участков массового и крупносерийного производства.
- 4 Станкоемкость, расчет.
- 5 Гибкие производственные системы.
- 6 Программные комплексы имитационного моделирования.
- 7 Алгоритм разработки цифрового производства на основе существующего.
- 8 Современные программные средства проектирования производственных систем.
- 9 Современные программные средства имитационного моделирования.
- 10 Оптимизация компоновочного плана