

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**

---

**Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)**

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор института:**

\_\_\_\_\_ Панов А.Ю.  
подпись ФИО

«15» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.29 Цифровизация машиностроения**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик Желонкин М.В., ст. преподаватель

**Нижний Новгород, 2021**

Рецензент: Стручков А.В., к.т.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«20» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17.08.20 № 1044, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ, протокол от 15.06.21 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы, протокол от 01.06.21 № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Лаптев И.Л. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института промышленных технологий машиностроения, протокол от 09.06.21 № 10

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.03.05 – Т - 26

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

# 1. Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	8
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>12</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	12
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	14
6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	15
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>15</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" .....	15
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>16</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>16</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	17
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА <sup>16</sup> .....	18
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	18
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	18
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	18
11.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета .....	18
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета .....	19

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение информационных технологий и современных цифровых продуктов в машиностроительном производстве на всех этапах жизненного цикла продукции.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение модели цифрового предприятия;
- ознакомление с основными принципами цифровизации машиностроительного производства;
- изучение основных инструментов цифровизации производства;
- приобретение практических навыков использования инструментов цифровизации;

# 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Цифровизация машиностроения» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.29), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах:

Автоматизированное решение инженерных задач

Структура машиностроительного производства

Технологические процессы в машиностроении

Управление системами и процессами

Оборудование машиностроительных производств

Дисциплина «Цифровизация машиностроения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Основы автоматизированного проектирования, Автоматизация производственных процессов в машиностроении, Технологическая подготовка производства, Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

# 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Для изучения дисциплины «Цифровизация машиностроения» студент должен

**знать:**

- основные понятия моделирования;
- жизненный цикл машиностроительного изделия
- типы машиностроительных производства и методы их работы
- основные способы компьютерной обработки данных, методы моделирования в профессиональной деятельности.
- основы имитационного моделирования, необходимые для создания прикладных программ.

**уметь:**

- осуществлять моделирование и использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для составления имитационных моделей.
- применять имитационный подход при составлении моделей в сфере профессиональной деятельности.

**владеть:**

- основными понятиями, методами и способами проектирования автоматизированных систем.
- навыками анализа и систематизации информации по теме исследования применительно к поставленной задаче с помощью имитационных моделей.
- соответствующим математическим аппаратом и инструментальными средствами для решения стандартных задач профессиональной деятельности.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Цифровизация машиностроения ОПК-10								
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы ОПК-10								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-10. Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств.	ИОПК-10.1. Разрабатывает современные цифровые продукты проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства. ИОПК-10.2. Применяет современные цифровые программные продукты для анализа и проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства	Знать: методику разработки математических моделей технологических процессов проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства.	Уметь: -проводить исследования электронных схем с использованием средств схемотехнического моделирования; обосновывать технические требования к электронным устройствам на базе общего технического задания; -использовать основные методы построения математических моделей процессов, проводить их исследования с помощью математического моделирования, с применением как специальных, так и универсальных программных средств; - применять методы синтеза цифровых устройств, разрабатывать функциональные схемы.	Владеть: -навыками проектирования систем автоматизации и управления с применением программно-технических средств для проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства; –инструментальными программными средствами интерактивных проектирующих систем, актуальных для современного производства; -навыками проектирования простых программных алгоритмов и компьютерных программ проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства.	Тестирование в системе e-Learning (тесты по 3 темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	25	25
Подготовка к экзамену (контроль)		
Подготовка к зачёту(контроль)	9	9

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 3.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)					
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практичес- кие занятия						
5 семестр										
ОПК-10 ИОПК-10.1 ИОПК-10.2	Раздел 1. Основы цифрового моделирования									
	Тема 1.1. Методы цифрового моделирования. Моделирование как метод познания, виды моделирования, цели и задачи	1,0		1,0	1,0	подготовка к лекциям 6.1.1;6.1.2;6.1.3	Презентация в PowerPoint			
	Тема 1.2. Этапы моделирования Классический и системный подход, типы моделей	1,0		1,0	2,0	подготовка к лекциям 6.1.1;6.1.2;6.1.3	Презентация в PowerPoint			
	Работа по освоению 1 раздела:	2,0		2,0	3,0					
	реферат, эссе (тема)									
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа				1,0	подготовка к КР 6.1.1;6.1.2;6.1.3	Интерактивное тестирование			
	Итого по 1 разделу	2,0		2,0	4,0					
	Раздел 2. Введение в цифровизацию машиностроения									
	Тема 2.1 Введение История создания, применение	1,0			2,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.5;6.1.7; 6.1.8	Презентация в PowerPoint			
	Тема 2.2 Современные	1,0		2,0	2,0	подготовка к	Презентация в			



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	цифровые подходы в машиностроении Цифровое производство, цифровые двойники, перспективы развития					лекциям 6.1.4;6.1.5;6.1.7; 6.1.8	PowerPoint		
	Работа по освоению 2 раздела:	2,0		2,0	4,0				
	реферат, эссе (тема)				1,0	самостоятельная работа с литературой 6.1.4;6.1.5;6.1.7; 6.1.8	Презентация в PowerPoint		
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	2,0		2,0	5,0				
	Раздел 3. Основные технологии цифровизации машиностроения.								
	Тема 3.1. Современные технологии в машиностроении Межмашинное взаимодействие, Машинное обучение, Автономные роботы, Аддитивные технологии, Дополненная реальность, Кибербезопасность,	4,0		3,0	7,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.6; 6.1.7, 6.1.9	Презентация в PowerPoint		
	Тема 3.2. Технологии работы с данными Большие данные, Интернет вещей, Облачные вычисления, Блокчейн	2,0		2,0	4,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.6; 6.1.7, 6.1.9	Презентация в PowerPoint		
	Тема 3.3 Оборудование и рабочие места в цифровом производстве	2,0		3,0	6,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.6; 6.1.7,	Презентация в PowerPoint		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Требования к предъявляемые к оборудованию, основное оборудование, организация рабочих мест.					6.1.9			
	Работа по освоению 3 раздела:	8,0		8,0	18,0				
	реферат, эссе (тема)				1,0	самостоятельная работа с литературой 6.1.4;6.1.6; 6.1.7, 6.1.9	Презентация в PowerPoint		
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу	8,0		8,0	19,0				
	Раздел 4. Системы подготовки и управления цифровым производством.					подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.9; 6.1.11, 6.1.12	Презентация в PowerPoint		
	Тема 4.1 Производственные системы подготовки и управления производством	2,0		2,0	4,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.9; 6.1.11, 6.1.12	Презентация в PowerPoint		
	Тема 4.2 Системы мониторинга работы промышленного оборудования	1,0		1,0	2,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.9; 6.1.11, 6.1.12	Презентация в PowerPoint		
	Тема 4.3 Современные подходы технического обслуживания и ремонта	1,0		1,0	1,0	подготовка к лекциям 6.1.4;6.1.9; 6.1.11, 6.1.12	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 4 раздела:	4,0		4,0	8,0				
	реферат, эссе (тема)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практичес- кие занятия					
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0	подготовка к КР 6.1.4;6.1.9; 6.1.11, 6.1.12	Интерактивное тестирование		
	Итого по 4 разделу	4,0		4,0	9,0				
	Раздел 5. Разработка и внедрение цифровых двойников в системе машиностроительного предприятия					подготовка к лекциям 6.1.4	Презентация в PowerPoint		
	Тема 5.1. Примеры применения цифровых двойников предприятий	1,0		1,0	1,0	подготовка к лекциям 6.1.4	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 5 раздела:	1,0			1,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0	подготовка к КР 6.1.4	Интерактивное тестирование		
	Итого по 5 разделу	1,0		1,0	2,0				
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17,0		17,0	34				
	ИТОГО ЗА КУРС	17,0		17,0	34				

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе *e-Learning* и находятся в свободном доступе.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета сформированы в системе *e-Learning* и находятся в свободном доступе.

Таблица 5 – При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Зачет
$40 < R \leq 50$	зачет
$30 < R \leq 40$	
$20 < R \leq 30$	
$0 < R \leq 20$	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-10. Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машино-строительных производств.	ИОПК-10.1. Разрабатывает современные цифровые программные продукты проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства. ИОПК-10.2. Применяет современные цифровые программные продукты для анализа и проектирования оснастки и технологических процессов машиностроительного производства	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) «зачтено»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) «зачтено»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) «зачтено»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) «не зачтено»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

- 6.1.1 Эльберг М.С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Эльберг М.С., Цыганков Н.С.— Электрон. текстовые данные.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84350.html>.
- 6.1.2 Вьюненко, Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450145>
- 6.1.3 Сафонов В.И. Компьютерное моделирование; учебное пособие. Саранск: Мордовский гос.пед.ин-т, 2009. – 92 с
- 6.1.4 Прохоров А., Лysачев М., Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 стр., ил.
- 6.1.5 Меженин А.В. Технологии 3d моделирования для создания образовательных ресурсов: учебное пособие. Спб., 2008.112 с.
- 6.1.6 Осипов М.П. Системы виртуальной реальности. Н.Новгород: ННГУ, 2012. 48 с.
- 6.1.7 Поляков К.Ю. Основы теории цифровых систем управления: учебное пособие. СПб.: СПбГМТУ, 2006. 161 с.
- 6.1.8 Карпычев В.Ю. Современные методологии и инструментальные средства проектирования информационных систем: учебное пособие / В.Ю. Карпычев; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева - Н.Новгород, 2014 – 98 с. [http://cdotnntu.ru/basebook/sovremen\\_motod\\_i\\_instr\\_sr/#I](http://cdotnntu.ru/basebook/sovremen_motod_i_instr_sr/#I)

- 6.1.9 Рассел, Стюарт, Норвиг, Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. : Пер. с англ. — М. : 000 “И.Д. Вильямс”, 2016. – 1408 с. : ил.
- 6.1.10 Таев В.А. Контроль, оцифровка и обработка изображений сложных пространственных деталей в машиностроении. Владимир: ВлГУ им. Столетовых, 2015. 59 с.
- 6.1.11 Евгеньев, Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования / Г.Б. Евгеньев – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 410 с. - ISBN 978-5-7038-3594-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835944.html>
- 6.1.12 Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник /А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. – М.: Абрис, 2012. - 565 с. - ISBN 978-5-4372-0073-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200735.html>

## 1.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические рекомендации, разработанные преподавателем по дисциплине «Цифровизация машиностроения».
2. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF).
3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).
4. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).
5. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИЯЭиТФ:

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy#collapse2411>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/library/resurvsy/ref\\_gyrnal\\_16.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf)

## 7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.



Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Цифровизация машиностроения	1) Ауд. 4209 Информационно-образовательный центр ИПТМ, г. Нижний Новгород, ул. Минина 28В  2) Ауд. 2307 Учебный класс, г. Нижний Новгород, ул. Минина 28В	1) Персональные компьютеры (20 шт.) с возможностью выхода в Internet (для работы в электронной образовательной среде, тестирования, выполнения курсовых работ и т.п.).  2) Столы, стулья на 25 чел, аудиторная доска для мела.

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ по освоению дисциплины

### 10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Цифровизация машиностроения», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме, зачета с учетом текущей успеваемости.

## 10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## 10.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## 10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий, отчетов по практическим работам и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

# 11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- проведение контрольных работ;
- проверку рефератов;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;

– зачет;

#### 11.1.1 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

##### **Вопросы к зачету, проводимому в пятом семестре**

1. Понятие модели.
2. Виды моделей.
3. Цели моделирования.
4. Границы возможностей классических математических методов в экономике.
5. Математические предпосылки создания имитационной модели.
6. Примеры задач, решаемых с помощью имитационного моделирования.
7. Этапы имитационного моделирования.
8. Цифровой двойник в машиностроительном производстве
9. Большие данные
10. Интернет вещей
11. Машинное обучение
12. Кибербезопасность
13. Облачные вычисления
14. Межмашинное взаимодействие
15. Автономные роботы
16. Аддитивные технологии
17. Дополненная реальность
18. Блокчейн
19. Примеры использования ЦД в разных отраслях
20. Типы ЦД и их классификация
21. ЦД как интеграция этапов жизненного цикла изделия
22. Схема ЦД и роль составляющих технологий
23. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД

#### 11.1.2 Типовые тестовые задания для текущего контроля

Задача 1. Обосновать в произвольной форме выбор одной или нескольких технологий и организационных мероприятий для первого этапа трансформации рассматриваемого предприятия. Формат решения: технология из списка // обоснование.

Задача 2. Разработать последовательность мероприятий и более подробные рекомендации по внедрению выбранных технологий. Проработать любые три из выбранных вами решений.

##### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	30	30

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО e-Learning.

В ходе подготовки к текущему контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО *e-Learning* НГТУ в свободном для студентов доступе.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИПТМ

Панов А.Ю  
“15” июня 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Б1.Б.29 Цифровизация машиностроения»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: {шифр – название} 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения очная

Курс 3

Семестр 5

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....

Разработчик (и): Желонкин М.В., к.т.н  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиОМ  
\_\_\_\_\_ протокол № 6 от «01» июня 2021г.

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент, Лаптев И.Л

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой МТО: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

\_\_\_\_\_