

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»  
**АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Глебов В.В.  
« 29 » 01 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.18 Имитационное моделирование производственных систем  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств \_\_\_\_\_  
(код и направление подготовки)

Направленность: Технология машиностроения \_\_\_\_\_  
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, очно-заочная \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025 \_\_\_\_\_

Объем дисциплины: 180/5 з.е. \_\_\_\_\_  
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: экзамен \_\_\_\_\_  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Шурыгин А.Ю., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 августа 2020 г. № 1045 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 25.12.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Глебов В.В.  
(подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК института  
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 15.04.05-18

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
(подпись)

## Оглавление

<u>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля) .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u> .....	4
<u>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	4
<u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам .....	6
<u>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	8
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	11
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине .....	13
<u>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	15
6.1 Основная литература .....	15
6.2 Дополнительная литература .....	15
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	15
<u>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	15
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы .....	15
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины .....	16
<u>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u> .....	16
<u>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</u> .....	16
<u>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	17
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	17
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа .....	17
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	17
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа .....	17
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	18
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	18

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## 1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является изучение методов имитационного моделирования основных и вспомогательных систем машиностроительного производства на основе программной среды Tecnomatix plant simulation.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Исследование производственных процессов изготовления деталей машиностроения с использованием имитационного моделирования и современного программного обеспечения.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Имитационное моделирование производственных систем» включена в перечень дисциплин обязательной части. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математического моделирование в машиностроении», «Компьютерные технологии в науке и производстве», «Современные тенденции машиностроительного производства», «Производственные и технологические процессы в машиностроении».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Имитационное моделирование производственных систем», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование производственных систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

# 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ОПК-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра							
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>ОПК-2</b>								
Методология научных исследований в машиностроении								
Математическое моделирование в машиностроении								
Конечно-элементное моделирование процессов и систем								
Численное моделирование процессов резания								
Теория планирования эксперимента								
Имитационное моделирование производственных систем								
Научно-исследовательская работа								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Имитационное моделирование производственных систем», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК-2.1 Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований	<b>Знать:</b> Основы имитационного моделирования элементов производственных систем	<b>Уметь:</b> Проводить исследования функционирования элементов производственных систем на основе разработанных моделей.  Оценивать и представлять результаты выполненной работы	<b>Владеть:</b> Программными средами имитационного моделирования производственных систем

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>180/180</b>	<b>180/180</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>42/24</b>	<b>42/24</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>36/18</b>	<b>36/18</b>	
занятия лекционного типа (Л)	6/2	6/2	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	30/16	30/16	
лабораторные работы (ЛР)			
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6/6</b>	<b>6/6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>138/156</b>	<b>138/156</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-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.)	102/120	102/120	
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	36/36	36/36	
Подготовка к экзамену (контроль)			

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/очно-заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
<b>3 семестр/3 семестр</b>							
<b>ОПК-2 ИОПК-2.1</b>	<b>Раздел 1. Основы работы в программной среде Tecnomatix plant simulation</b>						
	Тема 1.1. Работа с типами окон	1/1		14/20		Подготовка к лекциям [6.1.2]	
	Тема 1.2. Знакомство с классами						
	Тема 1.3. Иерархическое моделирование. Работа с фреймом						
	Тема 1.4. Инструменты анализа и статистики						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>1/1</b>		<b>14/20</b>			
	<b>Раздел 2. Основы имитационного моделирования основной системы</b>						
	Тема 2.1. Активные и пассивные объекты	3/1		22/25		Подготовка к лекциям [6.1.2]	
	Тема 2.2. Создание подвижных объектов с использованием объекта «Источник»						
	Тема 2.3. Удаление подвижных объектов с использованием объекта «Сток»						
	Тема 2.4. Перемещение подвижных объектов между объектами «Пост»						
	Тема 2.5. Переналадка объекта «Пост»						
	Тема 2.6. Задание времени операций						
	Тема 2.7. Моделирование отказов оборудования						
	Тема 2.8. Накопление деталей в пределах технологической линии						
	Тема 2.9. Моделирование рабочих						
	Тема 2.10. Моделирование рабочих смен						
	Тема 2.11. Моделирование процессов сборки						
	Практическая работа №1. Исследование работы однопредметных поточных линий на основе их имитационных моделей			8/8		Подготовка к практическим занятиям [6.3.1]	
	Практическая работа №2. Создание имитационной модели основной системы группового производства			8/8			
	Практическая работа №3. Исследование работы многопредметных поточных линий на основе их имитационных моделей			4/0			
	Практическая работа №4. Определение оптимального числа рабочих на основе имитационного моделирования			2/0			
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>3/1</b>		<b>22/16</b>		<b>44/50</b>	
	<b>Раздел 3. Основы имитационного моделирования вспомогательных систем</b>						
	Тема 3.1. Моделирование системы складирования на основе объекта «Склад»	2/0		22/25		Подготовка к лекциям [6.1.2]	
	Тема 3.2. Моделирование транспортной системы на основе конвейеров						
	Тема 3.3. Моделирование транспортной системы на основе транспортера						
	Тема 3.4. Моделирование транспортной системы на основе мостового крана						
	Тема 3.5. Распределение материалопотоков						

	Тема 3.6. Моделирование транспортной системы с использованием станции погрузки и разгрузки Тема 3.7. Моделирование перегрузки на основе манипулятора					
	Практическая работа №5. Создание имитационной модели транспортной системы Практическая работа №6. Создание имитационной модели складской системы Практическая работа №7. Определение энергетических затрат цеха на основе имитационной модели		3/0 4/0 1/0	22/25	Подготовка к практическим занятиям [6.3.1]	
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2/0</b>	<b>8/0</b>	<b>44/50</b>		

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Имитационное моделирование производственных систем» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-3 содержат по 5 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 5 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений и навыков** проводятся практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим работам.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.3).

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК-2.1 Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований	<b>Знать:</b> Основы имитационного моделирования элементов производственных систем	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины
		<b>Уметь:</b> Проводить исследования функционирования элементов производственных систем на основе разработанных моделей.  Оценивать и представлять результаты выполненной работы	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-7 (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> Программными средствами имитационного моделирования производственных систем	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-7 (см. табл. 4.2)

\*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

\*\*) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК-2.1 Разрабатывает модели объектов и систем при проведении исследований	<b>Знать:</b> Основы имитационного моделирования элементов производственных систем	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		<b>Уметь:</b> Проводить исследования функционирования элементов производственных систем на основе разработанных моделей. Оценивать и представлять результаты выполненной работы	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		<b>Владеть:</b> Программными средствами имитационного моделирования производственных систем	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0 баллов	0...2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
10 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
10 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
10 баллов	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

\*\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

## 5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

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

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

выполнение практических заданий, оформление отчетов по практическим занятиям; тестиирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

### Типовые тестовые задания для текущего контроля

#### Раздел 1. Основы работы в программной среде Tecnomatix plant simulation

В каком случае в Tecnomatix plant simulation изменения в базовой модели повлекут изменения в дочерней модели?

- A. При ее копировании
- B. При ее дублировании
- C. При ее наследовании

#### Раздел 2. Основы имитационного моделирования основной системы

Как в Tecnomatix plant simulation называются объекты материалопотока, которые принимают другие объекты, обрабатывают их в течение некоторого времени и затем пытаются автоматически переместить их на следующий объект?

- A. Активные
- B. Подвижные
- C. Пассивные

#### Раздел 3. Основы имитационного моделирования вспомогательных систем

Какой объект в Tecnomatix plant simulation позволяет выполнять операции погрузки, разгрузки, перегрузки и перемещения деталей?

- A. TransferStation
- B. PickAndPlace
- C. Converter

### Типовые задания для практических занятий

#### Раздел 2. Основы имитационного моделирования основной системы

Практическая работа №1. Исследование работы однопредметных поточных линий на основе их имитационных моделей

Задание. Определить общую доступность оборудования однопредметной поточной линии на основе ее имитационной модели с учетом отказ оборудования линии. Увеличить общую доступность оборудования линии за счет использования накопителей, определить оптимальную вместимость накопителей. Определить вместимость накопителей однопредметной поточной

линии на основе инструмента ExperimentManager. По результатам моделирования подготовить отчет.

### **Раздел 3. Основы имитационного моделирования вспомогательных систем**

Практическая работа №5. Создание имитационной модели транспортной системы.

Задание. Разработать имитационную модель транспортной системы, которая обслуживает производственную систему, состоящую из одной технологической линии, на которой обрабатываются заготовки одного наименования и заданного объема выпуска. Для перемещения груза используется одна единица транспортного средства. Транспортное средство загружает заготовки в соответствии с вместимостью кузова и перемещает их в накопитель, установленный в начале линии. После загрузки данного накопителя транспортное средство направляется для разгрузки накопителей, установленных в конце линии, и доставляет их на выход из производственной системы.

#### **5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации**

##### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Работа с типами окон
2. Знакомство с классами
3. Иерархическое моделирование. Работа с фреймом
4. Инструменты анализа и статистики
5. Активные и пассивные объекты
6. Создание подвижных объектов с использованием объекта «Источник»
7. Удаление подвижных объектов с использованием объекта «Сток»
8. Перемещение подвижных объектов между объектами «Пост»
9. Переналадка объекта «Пост»
10. Задание времени операций
11. Моделирование отказов оборудования
12. Накопление деталей в пределах технологической линии
13. Моделирование рабочих
14. Моделирование рабочих смен
15. Моделирование процессов сборки
16. Моделирование системы складирования на основе объекта «Склад»
17. Моделирование транспортной системы на основе конвейеров
18. Моделирование транспортной системы на основе транспортера
19. Распределение материалопотоков
20. Моделирование транспортной системы на основе мостового крана
21. Моделирование транспортной системы с использованием станции погрузки и разгрузки
22. Моделирование перегрузки на основе манипулятора

##### **Перечень заданий для подготовки к экзамену**

23. Постройте имитационную модель процесса обработки заготовок согласно их маршрутам в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
24. Постройте имитационную модель загрузки, разгрузки и перегрузки заготовок в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
25. Постройте имитационную модель распределения заготовок в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
26. Постройте имитационную модель производственной линии с накопителями заготовок в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
27. Постройте имитационную модель загрузки заготовок на склад и их выгрузки обратно заготовок в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
28. Постройте имитационную модель работы операторов и ремонтников в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.

29. Постройте имитационную модель работы грузчиков в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
30. Постройте имитационную модель транспортной системы с использованием конвейеров в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
31. Постройте имитационную модель транспортной системы с использованием напольных тележек в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.
32. Постройте имитационную модель с использование менеджера экспериментов в программной среде Tecnomatix Plant Simulation.

### **5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине**

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ОПК-2, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
<b>ОПК-2</b> <b>ИОПК-2.1</b>					
<b>Знать:</b> Основы имитационного моделирования элементов производственных систем	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
<b>Уметь:</b> Проводить исследования функционирования элементов производственных систем на основе разработанных моделей.  Оценивать и представлять результаты выполненной работы	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
<b>Владеть:</b> Программными средствами имитационного моделирования производственных систем	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература

6.1.1 Проектирование участков и цехов машиностроительных производств [Текст] : Учебное пособие / Схиртладзе А.Г., Вороненко В.П., Морозов В.В., Шеин И.П., Киселев Е.С. ; Под ред. В.В. Морозова. - Допущено УМО АМ. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 452 с.

6.1.2 Березовская, Е. А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е. А. Березовская. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-9275-2426-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87410.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70012.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.2.2 Ефромеева, Е. В. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic : учебное пособие / Е. В. Ефромеева, Н. М. Ефромеев. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 120 с. — ISBN 978-5-4487-0586-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86701.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2.3 Лимановская, О. В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 частях. Ч.1 : учебное пособие / О. В. Лимановская ; под редакцией И. Н. Обабкова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-7996-2029-5 (ч.1), 978-5-7996-1995-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106371.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

6.3.1 Методические рекомендации для практических работ по освоению дисциплины «Имитационное моделирование производственных систем». Рекомендованы заседанием кафедры «Технология машиностроения» АПИ НГТУ, протокол № 5 от 20.04.2021г.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](https://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Сайт компании « Siemens PLM Software». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.plm.automation.siemens.com/tu\\_ru/](http://www.plm.automation.siemens.com/tu_ru/)

7.1.4 Сайт примеров имитационных моделей Tecnomatix Plant Simulation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.bangsow.de/suche\\_kategorie\\_en.php](http://www.bangsow.de/suche_kategorie_en.php)

## **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины**

7.2.1 Siemens Tecnomatix Plant Simulation v.11.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – 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
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

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

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
<b>110</b> - Лаборатория моделирования процессов и объектов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	10 компьютеров с установленным программным обеспечением мультимедийный проектор экран для проектора
<b>316</b> - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

## **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 проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

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

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии 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 практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

### **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. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Лабораторные работы не предусмотрены.

### **10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные

разделы. Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков в рамках материала дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению работ, требования к их оформлению, порядок сдачи.

## **10.5 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 и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса**

1. 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).

2. 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).

3. 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-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf).

4. 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).