

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 202\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Моделирование и цифровые двойники промышленных  
предприятий»

**Направление подготовки** 09.04.03 Прикладная информатика

**Профиль** Инновационные ИТ-проекты и системный инжиниринг

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года и 3 м.

**Форма обучения** очно-заочная

**Год начала подготовки** 2024

Автор программы \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

Заведующий кафедрой

Систем управления и

информационных

технологий в строительстве \_\_\_\_\_

И.О. Фамилия

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

И.О. Фамилия

Воронеж 2024

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Освоение методов моделирования и оптимизации промышленных процессов с применением цифровых двойников и роботизированных систем для повышения эффективности и конкурентоспособности производства

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- Изучение основных принципов моделирования промышленных процессов;
- Овладение методами создания цифровых двойников производственных систем;
- Разработка навыков оптимизации производственных процессов на основе анализа данных цифровых двойников;
- Изучение принципов функционирования и программирования роботизированных систем в производстве;
- Приобретение навыков внедрения роботизированных систем для автоматизации производственных процессов;
- Формирование компетенций по анализу и управлению производственными процессами с использованием цифровых технологий.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Моделирование и цифровые двойники промышленных предприятий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Моделирование и цифровые двойники промышленных предприятий» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-3 - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-1 - Способен формировать стратегические цели, организовывать деятельность по разработке и выполнению развития инновационного ИТ

ПК-2 - Способен осуществлять руководство, мониторинг и контроль управления портфелями инновационных ИТ-проектов

ПК-3 - Владеет инструментами стратегического, компетентностного, календарно-ресурсного планирования, статистического анализа, оценок риска

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
УК-1	Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, основы теории систем и системного анализа, способы представления научной информации

	<p>Уметь соотносить разнородные явления, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, выявлять проблемные ситуации, определять этапы их разрешения, анализировать различные варианты решения, оценивать преимущества и риски, определять перспективные направления научных исследований</p>
	<p>Владеть информационными источниками, навыками научного поиска, подготовки научных текстов, представления результатов педагогического исследования в виде статьи, разработки, методической рекомендации, в том числе в различных информационных средах</p>
УК-3	<p>Знать основы управления конфликтами, основы прогнозирования социального поведения, принципы планирования командной работы</p>
	<p>Уметь использовать инструменты рационального прогнозирования, делегировать полномочия членам команды, обобщать личный и коллективный опыт</p>
	<p>Владеть навыками снижения конфликтности, культурой рациональной корректировки прогнозов, навыками организации обсуждения идей и мнений</p>
ПК-1	<p>Знать принципы формирования стратегических целей, методы организации деятельности по разработке и выполнению развития инновационного ИТ</p>
	<p>Уметь определять стратегические цели, планировать и контролировать выполнение задач по развитию инновационного ИТ, координировать работу участников проекта</p>
	<p>Владеть навыками разработки и реализации стратегий развития инновационного ИТ, управления проектами и ресурсами, принятия решений в нестандартных ситуациях</p>
ПК-2	<p>Знать методы критического анализа и оценки современных достижений науки, основные принципы критического анализа научных данных, методы представления и описания результатов проектной деятельности</p>
	<p>Уметь собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной</p>

	области, осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта
	Владеть навыками работы с современными средствами информационно-коммуникационных технологий, методами представления и описания результатов проектной деятельности
ПК-3	Знать методы принятия организационно-управленческих решений в управлении деятельностью организаций
	Уметь проектировать организационную структуру, осуществлять распределение полномочий и ответственности на основе их делегирования
	Владеть методами принятия стратегических решений в управлении деятельностью организаций

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование и цифровые двойники промышленных предприятий» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	32
<b>Самостоятельная работа</b>	60	60
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий  
**очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Пра к зан.	СРС	Всего, час
1	Концепция цифровых двойников	Определение, принципы работы и области применения	4	4	10	18
2	Линейное моделирование процессов и систем	Основы и примеры использования	4	4	10	18
3	Дифференциальное моделирование процессов и систем	Дифференциальное моделирование процессов и систем: методы и подходы	2	6	10	18
4	Моделирование с использованием технологий анализа данных и искусственного интеллекта	Моделирование с использованием технологий анализа данных и искусственного интеллекта: интеграция с цифровыми двойниками	2	6	10	18
5	Имитационное моделирование процессов и систем	Имитационное моделирование процессов и систем: проведение экспериментов и анализ результатов.	2	6	10	18
6	Моделирование с использованием CAD/CAM/CAE-систем	Интеграция с цифровыми двойниками для создания виртуальных прототипов	2	6	10	18
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, основы теории систем и системного анализа, способы представления научной информации	Активное участие в устных опросах на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь соотносить разнородные явления, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, выявлять проблемные ситуации, определять этапы их разрешения, анализировать различные варианты решения, оценивать преимущества и риски, определять перспективные направления научных исследований	Выполнение и защита практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Владеть информационными источниками, навыками научного поиска, подготовки научных текстов, представления результатов педагогического исследования в виде статьи, разработки, методической рекомендации, в том числе в различных информационных средах	Выполнение практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-3	Знать основы управления конфликтами, основы прогнозирования социального поведения, принципы планирования командной работы	Активное участие в устных опросах на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать инструменты рационального прогнозирования, делегировать полномочия членам команды, обобщать личный и коллективный опыт	Выполнение и защита практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками снижения конфликтности, культурой рациональной корректировки прогнозов, навыками организации обсуждения идей и мнений	Выполнение практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать принципы формирования стратегических целей, методы организации деятельности по разработке и выполнению развития инновационного ИТ	Активное участие в устных опросах на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь определять стратегические цели, планировать и контролировать выполнение задач по развитию инновационного ИТ, координировать работу участников проекта	Выполнение и защита практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки и реализации стратегий развития инновационного ИТ, управления проектами и ресурсами, принятия решений в нестандартных ситуациях	Выполнение практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать методы критического анализа и оценки современных достижений науки, основные принципы критического анализа научных данных, методы представления и описания результатов проектной деятельности	Активное участие в устных опросах на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области, осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта	Выполнение и защита практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы с современными средствами информационно-коммуникационных технологий, методами представления и описания результатов проектной деятельности	Выполнение практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать методы принятия организационно-управленческих решений в управлении деятельностью организаций	Активное участие в устных опросах на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проектировать организационную	Выполнение и	Выполнение	Невыполнение

	структуру, осуществлять распределение полномочий и ответственности на основе их делегирования	защита практических работ	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами принятия стратегических решений в управлении деятельностью организаций	Выполнение практических работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, основы теории систем и системного анализа, способы представления научной информации	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь соотносить разнородные явления, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, выявлять проблемные ситуации, определять этапы их разрешения, анализировать различные варианты решения, оценивать преимущества и риски, определять перспективные направления научных исследований	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть информационными источниками, навыками научного поиска, подготовки научных текстов, представления результатов педагогического исследования в виде статьи, разработки, методической рекомендации, в том числе в различных информационных средах	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-3	Знать основы управления конфликтами, основы прогнозирования социального поведения, принципы планирования командной работы	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать инструменты рационального прогнозирования, делегировать полномочия членам команды, обобщать личный и коллективный опыт	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				ответ во всех задачах		
	Владеть навыками снижения конфликтности, культурой рациональной корректировки прогнозов, навыками организации обсуждения идей и мнений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать принципы формирования стратегических целей, методы организации деятельности по разработке и выполнению развития инновационного ИТ	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять стратегические цели, планировать и контролировать выполнение задач по развитию инновационного ИТ, координировать работу участников проекта	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками разработки и реализации стратегий развития инновационного ИТ, управления проектами и ресурсами, принятия решений в нестандартных ситуациях	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать методы критического анализа и оценки современных достижений науки, основные принципы критического анализа научных данных, методы представления и описания результатов проектной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области, осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками работы с современными средствами информационно-коммуникационных технологий, методами представления и описания результатов проектной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать методы принятия организационно-управленческих	Тест	Выполнение теста на	Выполнение теста на 80-	Выполнение теста на	В тесте менее 70%

решений в управлении деятельностью организаций		90- 100%	90%	70- 80%	правильных ответов
Уметь проектировать организационную структуру, осуществлять распределение полномочий и ответственности на основе их делегирования	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть методами принятия стратегических решений в управлении деятельностью организаций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

*Что такое цифровой двойник?*

- а) Виртуальная модель объекта или системы.*
- б) Физическая копия объекта или системы.*
- в) Математическая модель объекта или системы.*

*Какие задачи решают цифровые двойники?*

- а) Тестовый запуск процессов и цепочек.*
- б) Обнаружение проблем и уязвимостей.*
- в) Повышение эффективности процессов и систем.*
- г) Снижение рисков и повышение конкурентоспособности.*

*Где применяют цифровые двойники?*

- а) Добыча и переработка полезных ископаемых.*
- б) Ретейл.*
- в) Транспорт и логистика.*
- г) Образование.*
- д) Космическая отрасль.*
- е) Медицина.*
- ж) Спорт.*
- з) Урбанистика.*

*и) Сельское хозяйство.*

*Как выглядит процесс создания цифрового двойника?*

- а) Графическая 3D-модель.*
- б) Модель на базе интернета вещей.*
- в) Интегрированные математические модели.*
- г) Различные технологии визуализации.*

*Что такое метод конечных элементов (FEA)?*

- а) Математический метод вычисления и анализа.*

*б) Технология визуализации.*

*в) Графическая 3D-модель.*

*Что такое FMEA-модели?*

*а) Анализ видов и последствий отказов.*

*б) Метод конечных элементов.*

*в) Графическая 3D-модель.*

*Что такое интернет вещей?*

*а) Технология визуализации.*

*б) Графическая 3D-модель.*

*в) Интеграция математических моделей и технологий визуализации.*

*Что такое CAE-системы?*

*а) Графическая 3D-модель.*

*б) Математический метод вычисления и анализа.*

*в) Технология визуализации.*

*Что такое голограммы?*

*а) Технология визуализации.*

*б) Графическая 3D-модель.*

*в) Математический метод вычисления и анализа.*

*Что такое AR и VR?*

*а) Технология визуализации.*

*б) Графическая 3D-модель.*

*в) Математический метод вычисления и анализа.*

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

*Изучение основных принципов моделирования промышленных процессов.*

*Овладение методами создания цифровых двойников производственных систем.*

*Разработка навыков оптимизации производственных процессов на основе анализа данных цифровых двойников.*

*Изучение принципов функционирования и программирования роботизированных систем в производстве.*

*Приобретение навыков внедрения роботизированных систем для автоматизации производственных процессов.*

*Формирование компетенций по анализу и управлению производственными процессами с использованием цифровых технологий.*

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

*Создание цифрового двойника промышленного предприятия для оптимизации производственных процессов и повышения эффективности работы.*

*Разработка цифрового двойника сборочного конвейера для улучшения качества продукции и снижения производственных затрат.*

*Создание цифрового двойника системы технического обслуживания и ремонта оборудования для оптимизации графика обслуживания и сокращения простоев производства.*

*Применение машинного обучения для прогнозирования отказов*

*оборудования и планирования профилактического обслуживания.*

*Разработка цифрового двойника процесса литья для оптимизации параметров процесса и снижения брака продукции.*

*Создание цифрового двойника системы управления складом для оптимизации размещения товаров и ускорения процессов комплектации заказов.*

*Применение технологии дополненной реальности для обучения персонала работе с новым оборудованием на основе цифрового двойника этого оборудования.*

*Разработка цифрового двойника процесса сварки для контроля качества сварных швов и предотвращения дефектов.*

*Создание цифрового двойника системы управления энергопотреблением для оптимизации потребления энергии и снижения затрат на неё.*

*Применение технологии блокчейн для обеспечения прозрачности и безопасности данных о продукции и процессах на предприятии.*

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

*Не предусмотрено учебным планом*

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

*Что такое цифровой двойник и как он используется в промышленности?*

*Какие технологии используются для создания и управления цифровыми двойниками?*

*Какие преимущества даёт использование цифровых двойников для промышленных предприятий?*

*Что такое IIoT и как он связан с цифровыми двойниками?*

*Какие существуют системы создания, развёртывания и управления цифровыми двойниками?*

*Что такое предиктивная аналитика и как она применяется в цифровых двойниках?*

*Какие задачи решает система управления процессами непрерывного производства с помощью цифрового двойника?*

*Что такое Zufr Industrial Framework и какие функции она выполняет?*

*Какие платформы для управления, оптимизации и создания автономных информационных систем существуют?*

*Что такое моделирование и подключение устройств, диагностические алгоритмы и файловый архив?*

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ. Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент*

набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Концепция цифровых двойников	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.
2	Линейное моделирование процессов и систем	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.
3	Дифференциальное моделирование процессов и систем	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.
4	Моделирование с использованием технологий анализа данных и искусственного интеллекта	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.
5	Имитационное моделирование процессов и систем	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.
6	Моделирование с использованием CAD/CAM/CAE-систем	УК-1, УК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

*Изменение бизнес-модели для организации нового поколения / М.: Альпина Паблишер, 2019. — 258 с.*

*Digital Twin of organization, DTO. — URL: <http://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 06.06.2022).*

*Стивен Вольфрам. Новый вид науки — A New Kind of Science. — URL: <https://www.wolframscience.com/nks/> (дата обращения: 06.06.2022).*

*Прохоров А., Лысачёв М. Цифровой двойник. — URL: <https://digitalatom.ru/digital-twin-book> (дата обращения: 06.06.2022).*

*AnyLogic программный продукт. — URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения: 06.06.2022).*

*Стельмашонок Е. В., Стельмашонок В. Л. Методические аспекты моделирования системы защиты информации в организации // Петербургский экономический журнал. — 2019. — № 2. — С. 64–70.*

*Ворона А. А., Кузминых Ю. В. Практика применения цифровой торговой платформы как основа развития внешнеторговой деятельности // Петербургский экономический журнал. — 2020. — № 3. — С. 48–55.*

*Афонькин А. Ю., Ноздрина Н. А. Перспективы развития технологии блокчейн в ближайшем будущем // Научные тенденции: вопросы точных и технических наук: сб. науч. тр. по материалам XVI Междунар. науч. конф. — 2018. — С. 20–21.*

*Okrepilov V., Kuzmina S., Kuznetsov S. Tools of Quality economics: sustainable development of a 'smart city' under conditions of digital transformations of the economy International Scientific Conference 'Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service' IOP Conf. — URL: <http://dnb.d-nb.de/abrufbar> (дата обращения: 06.06.2022).*

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

*Учебная аудитория, оборудованная мультимедиа проектором. Компьютер под управлением операционной системы Windows 7, 8.0, 8.1, способный воспроизводить современные форматы медиаданных (видео, аудио, графика) и имеющий установленный пакет офисных программ MS Office 2010, 2013. В частности, MS Word, MS Excel, MS Powerpoint*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Для проведения лекционных занятий требуется аудитория на курс, оборудованная интерактивной доской, мультимедийным проектором с экраном. Для проведения практических занятий требуется аудитория на*

группу студентов, оборудованная интерактивной доской, мультимедийным проектором с экраном. Для проведения практических занятий на ПЭВМ требуется компьютерный класс с установленной на ПЭВМ MS Office 2010, 2013. В частности, MS Word, MS Excel, MS Powerpoint

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Моделирование и цифровые двойники промышленных предприятий» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--