

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Матвеев П.В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	09.04.04 Программная инженерия
Специализация/профиль/программа подготовки	Процессы и методы разработки программных продуктов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Заочная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О7 Информационные системы и программная инженерия
Кафедра-разработчик рабочей программы	О7 Информационные системы и программная инженерия

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
1	2	6	216	16	8	0	8	200	0	0	200	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**09.04.04 Программная инженерия**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра О7 Информационные системы и программная инженерия  
Мажайцев Евгений Александрович, преподаватель

\_\_\_\_\_

Кафедра О7 Информационные системы и программная инженерия  
Семёнова Елена Георгиевна, д.т.н., профессор, профессор

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О7 Информационные системы и программная инженерия**

Заведующий кафедрой Семенова Е.Г., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**О7 Информационные системы и программная инженерия**

Заведующий кафедрой Семенова Е.Г., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

- методы выявления, формулирования и обоснования требований;
- методы моделирования устройства и функционирования ИТ-систем/продуктов;

*умения:*

использовать имеющуюся у исполнителя методологическую и технологическую инфраструктуру анализа больших данных для выполнения аналитических работ;

*навыки:*

навыками выявления требований заказчика к результатам анализа, определение возможностей применения анализа больших данных в предметной области и конкретных задачах заказчика..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.04.04 Программная инженерия*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ, CALS-ТЕХНОЛОГИИ СОПРОВОЖДЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ, МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-2.3 — Способен организовывать разработку программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-2 — Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1
1	2	Раздел 1. Основы технологии цифрового двойника. Определение понятия цифрового двойника История развития технологии. Принципы работы цифрового двойника.	31	1	1	0	30	25
1	2	Раздел 2. Жизненный цикл изделия. Стадии жизненного цикла изделия. Применение цифровых двойников на различных этапах жизненного цикла. Концепция PLM в управлении жизненным циклом изделия.	43	3	1	2	40	0
1	2	Раздел 3. Процесс проектирования цифрового двойника. Методы сбора данных для создания цифрового двойника Обработка и анализ данных. Моделирование и симуляция процессов. Алгоритмы и методы прогнозирования.	55	5	2	3	50	25
1	2	Раздел 4. Создание и реализация цифрового двойника. Выбор платформы и инструментов для создания. Управление данными и базами данных. Интеграция различных систем и устройств. Тестирование и отладка цифрового двойника.	45	5	2	3	40	25
1	2	Раздел 5. Применение и интеграция цифровых двойников. Медицина и здравоохранение. Производство и промышленность. Транспорт и логистика. Городская инфраструктура и умный город.	42	2	2	0	40	25
Всего за 2 семестр			216	16	8	8	200	100
Всего по дисциплине			216	16	8	8	200	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Жизненный цикл изделия.	Сбор и обработка данных для цифрового двойника	2
2	Раздел 3. Процесс проектирования цифрового двойника.	Создание и применение простого цифрового двойника для моделирования объекта	1
3		Проектирование и реализация алгоритмов моделирования объекта в цифровом двойнике	2
4	Раздел 4. Создание и реализация цифрового двойника.	Разработка и валидация модели цифрового двойника с использованием инженерных симуляций и анализа данных	1
5		Разработка интерактивной визуализации цифрового двойника для управления и мониторинга объекта	2
Всего за 2 семестр			8

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы технологии цифрового двойника.	Формирование первого раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта	30
2	Раздел 2. Жизненный цикл изделия.	Формирование второго раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта	40
3	Раздел 3. Процесс проектирования цифрового двойника.	Разработка математической модели в соответствии с тематикой выданного варианта	25
4		Формирование третьего раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта	25
5	Раздел 4. Создание и реализация цифрового	Формирование отчета для индивидуального задания в соответствии с ГОСТ 7.32-2017	40

	двойника.		
6	Раздел 5. Применение и интеграция цифровых двойников.	Презентация итоговой работы	40
<b>Всего за 2 семестр</b>			<b>200</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	Тек	К	Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	КВ	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КВ – контрольные вопросы.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- контрольные вопросы.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Информационные системы управления производственной компанией. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. А. Л. Рыжко, А. И. Рыбников, Н. А. Рыжко. . Информационные системы управления производственной компанией. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
3. В. И. Аверченков. . Автоматизация проектирования комплексных систем защиты информации. М.: Флинта, 2017, эл. рес.
4. И. Е. Колошкина. . Автоматизация проектирования технологической документации. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. П. А. Созинов, Г. И. Андреев, А. Ю. Мушков. . Цифровые двойники. М.: Радиотехника, 2022, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки;
2. Информационно-измерительные и управляющие системы;
3. Моделирование и анализ информационных систем.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://www.iprbookshop.ru/57362.html> — IPR SMART / Автоматизация проектирования систем и средств управления;
2. <https://www.iprbookshop.ru/118930.html> — IPR SMART / Математические модели цифровых двойников;
3. <https://urait.ru/bcode/470887> — Хейфец А. Л. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 — купить, читать онлайн. «Юрайт».

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Набор средств трансляции, компоновки, отладки и выполнения Python 2.7. с интегрированной средой разработки IDLE.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Компьютерный комплект;
4. Набор средств трансляции, компоновки, отладки и выполнения Python 2.7. с интегрированной средой разработки IDLE.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.04.04 Программная инженерия*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О7 Информационные системы и программная инженерия.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией цифрового двойника, что позволит им активно применять ее в своей будущей профессиональной деятельности в области информационных технологий.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных понятий и теоретических основ технологии цифрового двойника.
- проектирование архитектуры цифрового двойника на основе заданных требований и функциональности.
- создание и интеграция компонентов цифрового двойника, таких как моделирование объекта, сбор данных, обработка информации и взаимодействие с реальным объектом.
- тестирование и отладка цифрового двойника для проверки его функциональности и соответствия заданным требованиям.
- оценка преимуществ и возможных рисков применения цифрового двойника в конкретных областях.
- анализ и оценка результатов использования цифрового двойника в реальных условиях и определен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- контрольные вопросы.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**8 ч.**), практические занятия (**8 ч.**), самостоятельная работа студента (**200 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 16 ч. аудиторных занятий, и 200 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основы технологии цифрового двойника.		
Формирование первого раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта	. Информационные системы управления производственной компанией: Москва: Юрайт, 2022 (1)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Жизненный цикл изделия.		
Формирование второго раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта	В. И. Аверченков. . Автоматизация проектирования комплексных систем защиты информации: М.: Флинта, 2017 (2)	40
Итого по разделу 2		40
Раздел 3. Процесс проектирования цифрового двойника.		
Разработка математической модели в соответствии с тематикой выданного варианта	П. А. Созинов, Г. И. Андреев, А. Ю. Мушков. . Цифровые двойники: М.: Радиотехника, 2022 (2)	25
Формирование третьего раздела итогового индивидуального задания в соответствии с тематикой выданного варианта		25
Итого по разделу 3		50
Раздел 4. Создание и реализация цифрового двойника.		
Формирование отчета для индивидуального задания в соответствии с ГОСТ 7.32-2017	И. Е. Колошкина. . Автоматизация проектирования технологической документации: Москва: Юрайт, 2023 (1)	40
Итого по разделу 4		40
Раздел 5. Применение и интеграция цифровых двойников.		
Презентация итоговой работы	А. Л. Рыжко, А. И. Рыбников, Н. А. Рыжко. . Информационные системы управления производственной компанией: Москва: Юрайт, 2021 (3)	40
Итого по разделу 5		40

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Контрольные вопросы

1. Определение понятия «цифровой двойник»
2. Классификация цифровых двойников.
3. Основные преимущества применения цифровых двойников
4. Данные и параметры, представленные в цифровом двойнике
5. Этапы проектирования цифрового двойника
6. Методы проектирования цифрового двойника
7. Инструменты проектирования цифрового двойника
8. Этапы создания и реализации цифрового двойника
9. Алгоритмы разработки цифровых двойников
10. Интеграция цифрового двойника с реальной системой или объектом
11. Области применения цифровых двойников
12. Преимущества цифровых двойников
13. Цифровые двойники интеграция с системами искусственного интеллекта
14. Проблемы создания и использования цифровых двойников
15. Требования к аппаратной платформе для работы цифрового двойника
16. Передача данных между реальной системой и цифровым двойником
17. Безопасность и защита данных в цифровом двойнике
18. Методы и алгоритмы для анализа данных в цифровом двойнике
19. Цифровой двойник, симуляции и моделирования процессов
20. Масштабируемость цифрового двойника
21. Виды и форматы данных используемые в цифровом двойнике
22. Показатели и метрики могут для оценки эффективности цифрового двойника
23. Поддержка и обновление цифрового двойника в процессе его эксплуатации
24. Роль цифрового двойника в процессе принятия решений и оптимизации процессов
25. Требования к интерфейсу взаимодействия с цифровым двойником
26. Требования и стандарты разработки и использовании цифровых двойников
27. Перспективы и направления развития технологии цифрового двойника

#### Отчет по практическому заданию

Критерии оценки каждого отчета приведены в ЭИОС moodle, там же находятся шаблоны отчетов.

#### Вопросы для текущего контроля

1. Дать определение понятию «Адекватность модели».
2. Понятие «Жизненный цикл изделия».
3. Понятие «Изделие».
4. Понятие «Компьютерная модель» согласно ГОСТР 57700.37-2021.
5. Понятие «математической модели».
6. Математическое моделирование.
7. Программное обеспечение компьютерного моделирования.

8. Цифровая модель изделия согласно ГОСТР 57700.37-2021.
9. Цифровой двойник изделия.
10. Общие требования к созданию цифровых двойников согласно ГОСТР 57700.37-2021.
11. Модель жизненного цикла изделия.
12. Типовые стадии жизненного цикла изделия.
13. Процессы жизненного цикла

### **Экзамен**

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме сочетания тестирования и письменного экзамена.

Основанием для сдачи экзамена является наличие сданной индивидуальной работы.

Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо пройти итоговое тестирование с рейтингом теста не менее 70%. При успешном прохождении тестирования на оценку «удовлетворительно», оценки «хорошо» и «отлично» выставляются по результатам ответа по билету. Экзаменационный билет письменного экзамена включает в себя теоретический вопрос и ситуативную задачу. Полный и развернутый ответ на каждый пункт экзаменационного билета соответствует одному дополнительному баллу к оценке «удовлетворительно»: развернутый ответ на два теоретических вопроса соответствует оценке «отлично», оценке «хорошо» соответствует либо полный ответ на одно из заданий билета, либо ответ на оба задания с существенными замечаниями, но позволяющими оценить данное задание как выполненное.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
1	2	Раздел 1. Основы технологии цифрового двойника.	31	1	1	0	30	25	Контрольные вопросы
1	2	Раздел 2. Жизненный цикл изделия.	43	3	1	2	40	0	Отчет по практическому заданию
1	2	Раздел 3. Процесс проектирования цифрового двойника.	55	5	2	3	50	25	Отчет по практическому заданию
1	2	Раздел 4. Создание и реализация цифрового двойника.	45	5	2	3	40	25	Отчет по практическому заданию
1	2	Раздел 5. Применение и интеграция цифровых двойников.	42	2	2	0	40	25	Вопросы для текущего контроля
Всего за 2 семестр			216	16	8	8	200	100	
Всего по дисциплине			216	16	8	8	200	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**ОПК-1 - Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Цифровой двойник станка показывает повышенный уровень вибрации, хотя реальное оборудование работает нормально. Как можно объяснить эту ситуацию?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
При сравнении данных цифрового двойника промышленного оборудования с показаниями реальных датчиков обнаружено расхождение в 5%. Какие факторы могли привести к такому несоответствию?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Состав цифрового двойника:
1. Цифровая модель, программно-технологическая платформа
  2. Цифровая модель, аппаратная часть, программная платформа
  3. Цифровая модель, программная составная часть изделия
  4. Цифровая модель, программная модель
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Из чего состоит цифровая модель изделия?
1. Программно-технологическая платформа
  2. Компьютерная модель
  3. Математическая модель
  4. Электронные документы
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Из каких компонент состоит программно-технологическая платформа?
1. Средство управления ПО
  2. Средство управления проектами
  3. Средство разработки
  4. Средство проектирования
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте типы алгоритмов и их назначением:

1	Алгоритм выполнения задач по назначению	Задаёт условия и режимы, порядок и последовательность работы составных частей
2	Алгоритм функционирования	Описывает этапность или циклограмму работы комплекса в целом
3	Алгоритм оператора	В Определяет внешний вид и дизайн интерфейса пользователя
4	Алгоритм ПО	Г Необходим для

выполнения  
определенных  
действий человеком  
при работе с  
изделием  
Последовательность  
арифметических и  
логических  
операций,  
Д производимых над  
информацией (с  
учетом априорной  
информации)

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте понятия с определениями:

1 Концепция

2 Разработка

3 Изготовление

4 Производство

Конструирование,  
моделирование и  
А технологическая  
обработка  
изделия  
Изготовление  
Б необходимого  
числа серийных  
экземпляров  
Разработка  
концепции  
создания изделия  
путем  
В углубленных  
исследований,  
экспериментов и  
инженерных  
расчетов  
Постройка и  
испытания  
Г опытных  
образцов, оценка  
целесообразности  
запуска  
Использование  
Д изделия по  
назначению

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Вы внедряете цифрового двойника в производственный процесс. Укажите последовательность действий:

1. Определение целей и задач использования цифрового двойника;
2. Выбор программно-аппаратной платформы;
3. Настройка автоматического обмена данными между физическим и цифровым объектом;
4. Обучение персонала работе с системой;
5. Тестирование и оптимизация работы двойника.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность  
Вы работаете с цифровым двойником промышленного оборудования. Восстановите последовательность этапов его создания:

1. Разработка математической модели;
2. Сбор и анализ данных с физического объекта;

3. Интеграция с IoT-датчиками для обмена данными;
4. Валидация и калибровка модели;
5. Визуализация и настройка интерфейса для мониторинга.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие типы цифровых двойников существуют?

1. компонентов, объектов, систем
2. компонентов, ресурсов, комплексов
3. комплексов, систем, технологий
4. компонентов, объектов, комплексов

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой ГОСТ описывает использование, определение и назначение цифрового двойника в промышленности?

1. ГОСТ Р 57700.37-2021
2. ГОСТ Р 57700.37-2020
3. ГОСТ Р 50770.37-2021
4. ГОСТ Р 5700.37-2021

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что включают в себя комплексные алгоритмы?

1. Алгоритмы функционирования
2. Информационная модель
3. Алгоритмы встроенного ПО
4. Алгоритмы вычислительных средств