

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Матвеев П.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Направление/специальность подготовки	12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Обеспечение качества и сертификация изделий и производств
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

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	
6	11	3	108	68	0	0	68	40	0	0	40	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**12.04.01 Приборостроение**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Тимченко Виктор Владимирович, к.пед.н., доцент, заведующий  
кафедрой

\_\_\_\_\_

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Стрельцов Вячеслав Григорьевич, ассистент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

### **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-3 — Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-3**

*знания:*

Возможности применения современных программных обеспечений в решении задач автоматизации и оптимального управления в наукоемком производстве;

*умения:*

Ставить и анализировать задачи моделирования объектов и процессов;

*навыки:*

Владеть современными информационными технологиями разработки моделей с использованием цифровых инструментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-2.3 — Способен анализировать методы и средства измерений, контроля и испытаний с целью определения возможности их использования и осуществлять контроль состояния технического качества продукции на производстве

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Практические занятия		ОПК-3
6	11	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении. • Основы цифрового проектирования • Применение цифрового моделирования в приборостроении • Инструменты и технологии цифрового проектирования.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении. • Математическое моделирование приборов • Симуляция и виртуальное тестирование приборов • Анализ и оптимизация цифровых моделей.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов. • Цифровое проектирование электронных компонентов • Цифровое проектирование механических компонентов • Интеграция цифровых моделей в производственный процесс.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении. • Разработка цифровых прототипов приборов • Тестирование и верификация цифровых моделей • Проектная работа на основе цифрового проектирования.	30	20	20	10	25
Всего за 11 семестр			108	68	68	40	100
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	Расчет реечного зацепления	8
2		Компоненты и узловые нагрузки	8
3	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	Линейный прочностной расчет	16
4	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	Постпроцессор	8
5		Настройки сеточного генератора	8
6	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	Граничные условия и связи	5
7		Смещение контактной поверхности	5
8		Шарниры	5
9		Удаленные ГУ	5
Всего за 11 семестр			68

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
2	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
3	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	Подготовка отчета практического занятия	10
4	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
Всего за 11 семестр			40

#### 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
11				Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР			Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. В. Н. Емельянов, С. О. Здравенин, С. С. Краев. . ANSYS-практикум. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS. М.: ДМК Пресс, 2006, эл. рес.
4. Н. Н. Берендеев. . Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench. Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

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



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

### **6.1. Практические занятия:**

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **6.2. 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 **ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете *О Естественных наук* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с цифровым проектированием и моделированием в приборостроении включающие ускорение процесса проектирования, возможность проведения виртуальных тестов и оптимизации, уменьшение затрат на создание физических прототипов, улучшение точности и надежности конструкции приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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.
<b>Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.</b>		
Подготовка отчета практического занятия	К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК Пресс, 2006 (1 2 3)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.</b>		
Подготовка отчета практического занятия	В. Н. Емельянов, С. О. Здоровенин, С. С. Краев. . ANSYS-практикум: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1 2 3)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.</b>		
Подготовка отчета практического занятия	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1 2 3)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.</b>		
Подготовка отчета практического занятия	Н. Н. Берендеев. . Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench: Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020 (1 2 3)	10
Итого по разделу 4		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### 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.

#### Отчет по практическому заданию

На практических занятиях студенту выдаются задания с соответствующим описанием. Студенту необходимо выполнить задания в Ansys. Задание считается сданным при полном его выполнении и предоставлении задания в электронном виде.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

1. Что такое цифровое проектирование и его роль в приборостроении?
2. Определите основные этапы процесса цифрового моделирования.
3. Какие программные средства чаще всего применяются в цифровом проектировании?
4. Что такое CAD (Computer-Aided Design), и какие у него особенности?
5. Перечислите основные этапы разработки 3D-моделей в CAD-системах.
6. Чем отличается твердотельное моделирование от поверхностного моделирования?
7. Что такое виртуальный прототип, и каковы его преимущества в разработке приборов?
8. Как используется метод конечных элементов (МКЭ) при анализе механизмов и деталей?
9. Что такое инженерный анализ и как он применяется в цифровом моделировании?
10. Каковы основные подходы к структурной оптимизации изделия?
11. Как построение цифровой модели влияет на затратную часть разработки изделия?
12. Что такое система PDM (Product Data Management), и каково её значение в приборостроении?
13. Каким образом осуществляется интеграция CAD/CAE-систем при разработке приборов?
14. Объясните понятие цифрового двойника и его роль в приборостроении.
15. Чем отличается функциональное моделирование от геометрического?
16. Что такое динамическое моделирование, и для чего оно используется?
17. Какова цель выполнения термического анализа деталей приборов?
18. Какие виды анализа проводятся при разработке приборов (например, статический, динамический)?
19. Что такое обратное проектирование в контексте приборостроения?
20. Каковы ключевые особенности симуляции электрических и электронных схем?
21. Приведите примеры использования систем автоматизированного проектирования в электротехнике.
22. Каким образом автоматизация проектирования сокращает процесс вывода изделия на рынок?
23. Как осуществляется проверка прочности моделей в цифровых системах?
24. Расскажите про процесс тестирования механических нагрузок на цифровых моделях.
25. Что такое модальный анализ, и почему он важен в процессе проектирования?
26. Чем отличается статический анализ модели от динамического?
27. Какие данные необходимы для выполнения теплового анализа приборов?
28. Как проводится оценка точности расчетов в цифровом моделировании?
29. Опишите процесс оптимизации веса и прочности конструкций.
30. Что такое симуляционное моделирование и его преимущества?
31. Как учитывать производственные допуски при проектировании модели?
32. Чем отличается работа над единичным проектом от работы с серийной продукцией?
33. Что такое параметрическое моделирование, и где оно применяется?
34. Объясните принцип работы системы обратной связи при проектировании.
35. Каковы основные трудности при использовании цифровых моделей в реальном производстве?
36. Как осуществляется взаимодействие между различными модулями программного обеспечения для

проектирования?

37. Какие преимущества имеет реализация мультидисциплинарного подхода в приборостроении?

38. Назовите типы ошибок, возникающих при цифровом моделировании, и способы их устранения.

39. Что такое расчёт на устойчивость конструкции, и зачем он нужен?

40. Как развивается направление цифрового проектирования с учетом технологий искусственного интеллекта и машинного обучения?

### **Дифференцированный зачет**

зачтено-отлично обучающийся продемонстрировал глубокое и прочное усвоение изучаемого материала, уверенно владеет понятийным аппаратом дисциплины; последовательно, грамотно и логично излагает теоретический материал; продемонстрировал умение самостоятельного поиска и анализа источников в предметной области изучаемой дисциплины; выполнил все задания на практических занятиях и все задания для инвариантной и вариативной самостоятельной работы без ошибок

зачтено-хорошо обучающийся продемонстрировал достаточно глубокое и прочное усвоение изучаемого материала, достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом дисциплины; последовательно, грамотно и логично излагает теоретический материал; продемонстрировал умение самостоятельного поиска и анализа источников в предметной области изучаемой дисциплины; выполнил все задания на практических занятиях и все задания для инвариантной и вариативной самостоятельной работы без существенных ошибок

зачтено-удовлетворительно обучающийся в основном продемонстрировал усвоение изучаемого материала, частично владеет понятийным аппаратом дисциплины; изложил теоретический материал при помощи наводящих вопросов преподавателя; продемонстрировал умение поиска и анализа источников в предметной области изучаемой дисциплины только в ресурсах, указанных преподавателем; выполнил все задания на практических занятиях и все задания для инвариантной и вариативной самостоятельной работы, но допустил при этом большое количество ошибок

не зачтено (неудовлетворительно) обучающийся не продемонстрировал знание изучаемого теоретического материала по крайней мере на базовом уровне; не владеет понятийным аппаратом дисциплины; допускает грубые ошибки при изложении теоретического материала; выполнил не все задания на практических занятиях и не все задания для инвариантной и вариативной самостоятельной работы и/или допустил при этом грубые ошибки

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	Практические занятия		ОПК-3	
6	11	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	30	20	20	10	25	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 11 семестр			108	68	68	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

**ОПК-3 - Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие методы контроля и средства измерений вы бы выбрали для проверки геометрических параметров деталей из высокоточных материалов при изготовлении приборов, и почему?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите процесс выбора средств измерений для контроля качества выпускаемых деталей в соответствии с требованиями технической документации.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

**Установите соответствие между методами контроля и применяемыми средствами измерения для контроля качества продукции.** Методы контроля:

- А) Визуальный контроль
  - Б) Координатно-измерительный контроль
  - В) Ультразвуковой контроль
  - Г) Электрический контроль
- Средства измерения:

1. Координатно-измерительная машина (КИМ)
2. Осциллограф
3. Ультразвуковой дефектоскоп
4. Лупа или микроскоп
5. Мультиметр
6. Штангенциркуль
7. Термогигрометр

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

**Установите соответствие между типами продукции и рекомендациями по выбору методов контроля и средств измерения.** Типы продукции:

- А) Печатная плата
  - Б) Сварной шов
  - В) Прецизионная деталь высокой точности
  - Г) Литая заготовка
- Методы контроля:

1. Визуальный контроль с увеличением
2. Рентгенографический контроль
3. Координатно-измерительный контроль
4. Ультразвуковой контроль
5. Электрический контроль
6. Спектральный анализ
7. Дефектоскопия

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов контроля качества выпускаемой продукции при цифровом проектировании и моделировании:**

1. Сравнение результатов измерений с технической документацией.
2. Выбор метода и средств измерения.
3. Проведение измерений и фиксация данных.
4. Анализ требований технической документации.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов цифрового подбора средств контроля качества в приборостроении:**

1. Моделирование параметров продукции с учетом цифровых требований.
2. Поиск оптимальных средств измерений на основании модели.
3. Составление цифровой модели процесса контроля.

#### 4. Проверка соответствия средств измерений стандартам и ГОСТ.

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая из перечисленных методик наиболее подходит для контроля размеров сложной поверхности детали в приборостроении с высокой точностью?
- Штангенциркуль
  - Рулетка
  - Координатно-измерительная машина (КИМ)
  - Лупа
  - Микрометр
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой метод контроля чаще всего используется для оценки внутреннего качества литых деталей?
- Визуальный контроль
  - Рентгенографический контроль
  - Электромагнитный контроль
  - Ультразвуковое сканирование
  - Средства измерений линейных размеров
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Согласно требованиям технической документации, какой тип измерительного прибора должен применяться для высокоточной калибровки сложных деталей?
- Ручные измерительные инструменты
  - Оптические компараторы
  - Лазерные сканеры
  - Координатно-измерительная машина (КИМ)
  - Обычные линейки
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие из перечисленных средств измерений применяются для контроля геометрических параметров изделий в приборостроении?
- Штангенциркуль
  - Координатно-измерительная машина (КИМ)
  - Осциллограф
  - Микрометр
  - Твердомер
  - Оптический сканер
  - Манометр
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие методы наиболее подходят для выявления внутренних дефектов в материале по требованиям технической документации?
- Ультразвуковой контроль
  - Координатно-измерительная машина (КИМ)
  - Визуально-оптический контроль
  - Рентгенографический метод
  - Лазерное сканирование
  - Магнитопорошковый метод
  - Гидравлические испытания
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите цифровые инструменты проектирования, которые могут быть использованы для проверки качества выпускаемых изделий в приборостроении:
- CAD (Системы автоматизированного проектирования)
  - CAM (Системы автоматизации производства)



3. PLM (Системы управления жизненным циклом изделия)
4. Координатно-измерительная машина (КИМ)
5. 3D-сканеры
6. Токарный станок
7. Программируемый логический контроллер (ПЛК)