

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

 Матвеев П.В.

(подпись) ФИО

« 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Направление/специальность
подготовки

12.03.01 Приборостроение
27.03.01 Стандартизация и метрология

Специализация/профиль/программа
подготовки

Технология приборостроения
✓ Стандартизация, управление качеством и метрология

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Факультет

О Естественнонаучный

Выпускающая кафедра

02 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Кафедра-разработчик рабочей
программы

02 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	
4	7	3	108	51	0	51	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

**12.03.01 Приборостроение
27.03.01 Стандартизация и метрология**

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Стрельцов Вячеслав Григорьевич, ассистент



Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Марков Андрей Валентинович, д.т.н., заведующий кафедрой



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

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

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:

27.03.01 (О2)	ПСК-1.2 — способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений
12.03.01 (О2)	ПСК-2.02 — способность принимать участие в организации экспериментальных исследований с целью совершенствования технологических процессов в приборостроении, обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований, разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений с использованием информационных технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.2 (27.03.01, О2)

знания:

на уровне понимания:

- 1) Организация проектной работы работы с использованием средств цифрового производства;
- 2) Особенности применения программного обеспечения с области 3D моделирования и печати.;

умения:

Модернизировать технологический цикл производства продукта с использованием технологий цифрового производства;

навыки:

Управления техническими средствами современного цифрового производства (3D принтер, 3D сканер) программным обеспечением для 3D моделирования и 3D печати, средствами расчета экономического потенциала использования технологий цифрового производства при разработке новых продуктов.

ПСК-2.02 (12.03.01, О2)

знания:

на уровне понимания:

- 1) Знание особенностей использования технологии цифрового производства;
- 2) Особенности применения оборудования и аппаратуры в цифровом производстве;
- 3) Этапы развития аддитивного производства;
- 4) Преимущества и недостатки цифрового производства.;

умения:

Выполнять настройку и обслуживание средств цифрового производства, планировать реализацию проекта с использованием современных средств цифрового моделирования и производства; использовать программное обеспечение для 3D моделирования;

навыки:

Управления техническими средствами современного цифрового производства (3D принтер, 3D сканер) программным обеспечением для 3D моделирования и 3D печати, средствами расчета экономического потенциала использования технологий цифрового производства при разработке новых продуктов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 12.03.01 Приборостроение, 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-2.02 — Способен принимать участие в организации экспериментальных исследований с целью совершенствования технологических процессов в приборостроении, обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований, разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений с использованием информационных технологий

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	Лабораторный практикум		ПСК-1.2 (27.03.01)	ПСК-2.02 (12.03.01)
4	7	Раздел 1. Цифровые технологии на стадии прототипирования изделия. Дидактическая единица 1. Методы изготовления прототипов на производстве. Дидактическая единица 2. Cad-системы для построения 3D моделей будущего изделия Дидактическая единица 3. G-Код для программно-управляемого оборудования.	8	4	4	4	10	15
4	7	Раздел 2. Аддитивное производство. Дидактическая единица 4. Физические принципы аддитивного производства методом FDM Дидактическая единица 5. Подготовка модели к печати в программе слайсере для создания G-кода.	8	4	4	4	20	25
4	7	Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования. Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования Дидактическая единица 6. Структура программно-управляемого оборудования Дидактическая единица 7. Калибровка рабочего стола Дидактическая единица 8. Калибровка движения печатной головки Дидактическая единица 9. Тестовые детали.	8	4	4	4	30	20
4	7	Раздел 4. Адгезия детали к поверхности рабочего стола. Дидактическая единица 10. Основные способы улучшения адгезии детали Дидактическая единица 11. Редактирования G-кода для улучшения адгезии детали в настройках программы слайсера.	20	7	7	13	20	20
4	7	Раздел 5. Управление качеством 3D-печати. Дидактическая единица 12. Выбор оптимальной температуры и скорости печати детали. Дидактическая единица 13. Понятие поддержек деталей. Дидактическая единица 14. Понятие внутреннего заполнения детали Дидактическая единица 15. Понятие отката пластика Дидактическая единица 16. Типы брака.	32	16	16	16	10	15
4	7	Раздел 6. Постпечатная обработка изделий. Дидактическая единица 17. Механическая обработка. Дидактическая единица 18. Химическая обработка.	32	16	16	16	10	5
Всего за 7 семестр			108	51	51	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Цифровые технологии на стадии прототипирования изделия.	Cad-системы для проектирования изделия. Формат .stl 3D-моделей. G-код для программно-управляемого оборудования.	4
2	Раздел 2. Аддитивное производство.	Аддитивное производство. FDM метод аддитивного производства. Создание G-кода в программе слайсере Ultimaker Cura.	4
3	Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования.	Строения и возможности программно-управляемого станка Creality Ender-3 V2.	1
4		Калибровка рабочего стола	1
5		Калибровка печатной головы	1
6		Заправка филамента	1
7	Раздел 4. Адгезия детали к поверхности рабочего стола.	Адгезия детали к рабочему столу.	4
8		Редактирования G-кода для улучшения адгезии первого слоя.	3
9		Внутреннее заполнения детали	4
10		Откат пластика	4
11	Раздел 5. Управление качеством 3D-печати.	Создания поддержек детали для улучшения качества печати	4
12		Выбор температуры сопла и стола для улучшения качества печати	4
13	Раздел 6. Постпечатная	Механическая обработка детали после печати	16

обработка изделий.	
Всего за 7 семестр	
	51

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Цифровые технологии на стадии прототипирования изделия.	Изучения команд языка программирования G-кода для программно-управляемого оборудования	4
2	Раздел 2. Аддитивное производство.	Аддитивное производства методами SLS, SLA, EBM	4
3	Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования.	Изучения документации 3D принтера Creality Ender-3 V2	4
4	Раздел 4. Адгезия детали к поверхности рабочего стола.	Различные способы улучшения адгезии детали к поверхности рабочего стола.	13
5	Раздел 5. Управление качеством 3D-печати.	Изучения оптимальных температур различных видов пластиков для печати.	8
6		Изучения различных видов внутренних заполнений.	8
7	Раздел 6. Постпечатная обработка изделий.	Изучения теоретическое информации о химических способах постпечатной обработки деталей	16
Всего за 7 семестр			57

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
7		Тест			Отч. по ПЗ	ДР				ДР						ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства. М.: Техносфера, 2016, 10 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Металловедение и термическая обработка металлов;
2. Информационно-измерительные и управляющие системы.

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> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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 - 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. T-Flex.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лабораторные занятия:

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

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 **ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 12.03.01 Приборостроение, 27.03.01 Стандартизация и метрология. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.2 (27.03.01) способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений;

ПСК-2.02 (12.03.01) способность принимать участие в организации экспериментальных исследований с целью совершенствования технологических процессов в приборостроении, обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований, разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений с использованием информационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с цифровыми технология в приборостроении. Формирование у обучающихся знаний об FDM технологии аддитивного производства. Приобретение навыков калибровки и работы на программно-управляемого оборудовании. Приобретения навыков работы в программе слайсере для создания G-кода для управления программно-управляемым оборудованием. В результате изучения данного курса обучающиеся получают знания о современном программно-управляемом оборудовании и особенностях применения технологии FDM аддитивного производства, приобретут навыки и умения практического использования технологии FDM аддитивного производства.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лабораторный практикум (**51 ч**), самостоятельная работа студента (**57 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Цифровые технологии на стадии прототипирования изделия.		
Изучения команд языка программирования G-кода для программно-управляемого оборудования	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (1.3.1 1.3.2)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Аддитивное производство.		
Аддитивное производства методами SLS, SLA, EBM	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (1.3.3)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования.		
Изучения документации 3D принтера Creality Ender-3 V2	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (1.3.5)	4
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Адгезия детали к поверхности рабочего стола.		
Различные способы улучшения адгезии детали к поверхности рабочего стола.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (1)	13
Итого по разделу 4		13
Раздел 5. Управление качеством 3D-печати.		
Изучения оптимальных температур различных видов пластиков для печати.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (3)	8
Изучения различных видов внутренних заполненный.		8
Итого по разделу 5		16
Раздел 6. Постпечатная обработка изделий.		
Изучения теоретическое информации о химических способах постпечатной обработки деталей	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (14)	16
Итого по разделу 6		16

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа;
- 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.

Тест

Тест состоящий из 5 вопросов из 4 вариантов ответа. Пример теста в УМК дисциплины

Отчет по практическому заданию

Защита отчета по практическому занятию в устной форме.

Расчетно-графическая работа

Разработка 3D модели изделия в формате ".stl"

Создания G-кода в программе слайсере для печати разработанного изделия.

Описания калибровки и заправки филамента

Описания запуска детали на печать

Описания постобработки напечатанной детали.

Защита проходит в формате создания рассматриваемого изделия на 3д принтере и проверка размеров и формы готового изделия.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Для получения оценки "хорошо" необходимо ответить на один теоретический вопрос. На оценку "отлично" студенту необходимо ответить на 2 теоретических вопроса. Вопросы к диф.зачету содержатся в УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум		ПСК-1.2 (27.03.01)	ПСК-2.02 (12.03.01)	
4	7	Раздел 1. Цифровые технологии на стадии прототипирования изделия.	8	4	4	4	10	15	Тест
4	7	Раздел 2. Аддитивное производство.	8	4	4	4	20	25	Тест
4	7	Раздел 3. Калибровка программно-управляемого оборудования.	8	4	4	4	30	20	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Адгезия детали к поверхности рабочего стола.	20	7	7	13	20	20	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 5. Управление качеством 3D-печати.	32	16	16	16	10	15	Отчет по практическому заданию, Расчетно-графическая работа
4	7	Раздел 6. Постпечатная обработка изделий.	32	16	16	16	10	5	Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	51	51	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	100	