

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

Д.В. Куртяник
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«24» июня 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровое производство»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Компьютерные технологии, системы и сети
Форма обучения	заочная
Год приема	2022

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

«24» июня 2025 г
(подпись, дата)

Д.В. Куртяник
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

«09» июня 2025 г, протокол № 8-24/25

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

«24» июня 2025 г
(подпись, дата)

М.Б. Сергеев
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

«24» июня 2025 г
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровое производство» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Компьютерные технологии, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-11 «Способен осуществлять автоматизацию производства средств вычислительной техники с использованием технологий цифровых двойников»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами, технологиями и технологическими платформами цифровизации исследований и разработкой таких систем. Осваиваются практики и формируются профессиональные компетенции в области построения и эксплуатации цифровых двойников: объектов (продуктов) и процессов производства на базе математических моделей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области построения и эксплуатации цифровых двойников для решения практических задач, разработки компонентов информационных систем и аппаратно-программных комплексов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен осуществлять автоматизацию производства средств вычислительной техники с использованием технологий цифровых двойников	ПК-11.3.1 знать основные методы и средства автоматизации технологических процессов и производств средств вычислительной техники ПК-11.3.2 знать методы и технологии имитационного моделирования и цифровых двойников ПК-11.У.1 уметь программировать средства производства в среде динамического моделирования ПК-11.У.2 уметь анализировать средства технологического производства средств вычислительной техники ПК-11.В.1 владеть навыками обеспечения технологических процессов и производств средствами автоматизации и управления

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Основы программирования»,
- «Компьютерная графика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№10
1	2	3

Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	123	123
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. Особенности современного цифрового производства	0,5				23
Раздел 2. Программное обеспечение цифрового производства	1		2		25
Раздел 3. Цифровые двойники продукта/объекта. Цифровые двойники производства	1		2		25
Раздел 4. 3D-сканирование и координатные измерения	1		4		25
Раздел 5. Проекты в области цифрового производства	0,5				25
Итого в семестре:	4		8		123
Итого	4	0	8	0	123

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Особенности современного цифрового производства. Технические средства современного цифрового производства. Основные этапы развития цифрового производства. Особенности современного цифрового производства.

	Основные технологии цифрового производства. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства
2	Программное обеспечение цифрового производства. Программное обеспечение цифрового производства. Программное обеспечение для 3D моделирования. Программное обеспечение цифрового производства. Компьютеризированные технологии механической обработки деталей. Методы проектирования программ обработки с использованием САМ систем.
3	Цифровой двойник продукта/объекта. Цифровой двойник производства. Сложность. Примеры. Умные цифровые двойники. Цифровые тени. Умные цифровые тени. Технологии промышленного интернета и диагностики. «Цифровая нить» технология создания и применения цифрового двойника. Технологии «bestinclass». Ключевые компетенции формирования умных цифровых двойников и умных цифровых теней: кастомизация, системный инжиниринг, многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений, валидация «умных» моделей, цифровая сертификация.
4	3D-сканирование и координатные измерения. Контроль геометрических параметров изделий. Контроль на стационарных координатно-измерительных машинах. Контроль с помощью переносных измерительных манипуляторов. Бесконтактные методы контроля – лазерные трекеры, фотограмметрические методы
5	Проекты в области цифрового производства. Основные подходы к управлению проектами в сфере цифрового производства. Проекты в области цифрового производства. Использование технологий цифрового производства в промышленности.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 10				
1	Моделирование с использованием CAD/CAM/CAE систем.	2	2	2
2	Проведение обзора литературных и интернет-источников согласно техническому заданию на новое изделие. Разработка схемы деления изделия.	2	2	3
3	Проведение измерений с использованием измерительной системы	4	4	4
Всего		8		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	23	23
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	123	123

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://e.lanbook.com/book/40758	Яблочников, Е.И. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия. [Электронный ресурс] / Е.И. Яблочников, Ю.Н. Фомина, А.А. Саломатина. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010 — 188 с.	
http://e.lanbook.com/book/32328	Ромашов, А.В. Стратегии развития научно-производственных предприятий аэрокосмического комплекса: Инновационный путь. [Электронный ресурс] / А.В. Ромашов, В.В. Баранов. — Электрон. дан. — М. : Альпина Паблишер, 2009 — 215 с.	
https://e.lanbook.com/book/143241	Балла, О. М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О. М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2020 — 392 с. — ISBN 978-5-8114-4761-9	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	CALS/ИПИ-технологии, интернет и IoT.	ПК-11.3.1
2.	Киберфизические системы.	ПК-11.3.2
3.	Суперкомпьютинг	ПК-11.У.1
4.	Цифровые двойники открытых систем.	ПК-11.У.2
5.	Цифровой двойник продукта/объекта. Цифровой двойник производства.	ПК-11.В.1
6.	Умные цифровые двойники. Цифровые тени.	ПК-11.3.1
7.	Моделирование с использованием CAD/CAM/CAE систем.	ПК-11.3.2
8.	Имитационное моделирование процессов и систем.	ПК-11.У.1
9.	Дифференциальное моделирование процессов и систем	ПК-11.У.2
10.	Линейное моделирование процессов и систем.	ПК-11.В.1
11.	Основная особенность исходных данных при проектировании систем ЦП	ПК-11.3.1
12.	Основная особенность каскадной модели проектирования систем ЦП	ПК-11.3.2
13.	Особенность спиральной модели проектирования систем ЦП	ПК-11.У.1
14.	Особенность итерационной модели проектирования систем ЦП	ПК-11.У.2
15.	Особенность концепции MRP	ПК-11.В.1
16.	Особенность концепции MRPII	ПК-11.3.1
17.	Особенность концепции ERP	ПК-11.3.2
18.	Особенность концепции CIM	ПК-11.У.1

19.	Особенность концепции SOA	ПК-11.У.2
20.	Основные элементы модели прецедентов	ПК-11.В.1
21.	Основные элементы модели деятельности	ПК-11.3.1
22.	Основные элементы модели состояний	ПК-11.3.2
23.	Основные cасредства проектирования	ПК-11.У.1
24.	Дать характеристику производственным системам	ПК-11.У.2
25.	Привести классификацию систем цифрового производства	ПК-11.В.1
26.	Проблемы и особенности интеграции в информационную среду предприятия	ПК-11.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Изучение образцов деталей и разработка их 3D-моделей и рабочих чертежей.

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося.

Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчёт по лабораторной работе.

Структура и форма отчёта о лабораторной работе

Отчёт о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчёта о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчёт. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведённым на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Нормативная документация». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведёнными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Нормативная документация».

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

–
11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Методом проведения текущего контроля является сдача и защита четырёх лабораторных работ с соблюдением графика, установленного в начале семестра. График формируется через функционал личного кабинета «Запретить загружать отчёт после предельной даты».

При нарушении сроков отчётности обучающийся получает ноль баллов за сданные работы.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты ТКУ могут быть учтены при оценивании результатов освоения дисциплины, вплоть до выставления аттестационной оценкой «отлично» без получения вопроса во время экзамена. Обучающийся получает дополнительные вопросы по темам, за которые он не отчитался в рамках ТКУ.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями РДО ГУАП СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой