

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:03:50  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
ВРИО проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 12 » апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ**  
**АДДИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Направление подготовки  
**27.03.03 Информационные системы и технологии**  
Направленность программы бакалавриата  
**Системный анализ в информационных технологиях**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **Информационных технологий и управления**

Кафедра **Систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург  
2021

**Б1.В.18**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		доцент В.Н. Уланов
Старший преподаватель		А.В. Козлов

Рабочая программа дисциплины «Программно-технические комплексы для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве» обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления протокол от «29» марта 2021 № 6

Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «07» апреля 2021 № 7

Председатель

В.В.Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Системный анализ и управление»		Д.А. Краснобородько
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	7
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	9
4.3.2. Лабораторные занятия.....	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	17
Приложение № 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	18

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-5</b> Способен управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления	<b>ПК-5.3</b> Разработка и применение программно-аппаратных средств для решения задач управления	<b>Знать:</b> существующие и перспективные методы управления аддитивными технологиями в цифровом производстве (ЗН-1) <b>Уметь:</b> давать количественную оценку качеству продукции, в том числе и на основе косвенных показателей (У-1) <b>Владеть:</b> навыками использования программных пакетов для ЭВМ при решении поставленных задач (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.18), и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Информатика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Программно-технические комплексы для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Инструментальные средства информационных систем», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	62
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	8
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	46
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
	1 Обзор аддитивных технологий применяемых в цифровом производстве	4	12	–	12	ПК-5	ПК-5.3
	2 Техническое обеспечение аддитивных технологий	4	6	–	12	ПК-5	ПК-5.3
	3 Программное обеспечение аддитивных технологий	6	8	–	12	ПК-5	ПК-5.3
	4 Программно-технические комплексы для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве	4	10	–	10	ПК-5	ПК-5.3

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии.</b> Краткий исторический очерк развития цифрового производства. Ключевые компоненты цифрового производства. Место аддитивных технологий в цифровом производстве.	2	Групповая дискуссия
1	<b>Аддитивные технологии.</b> Классификация аддитивных технологий. Описание основных аддитивных технологий. FDM-технология 3D-печати, ее возможности и ограничения. Технологии 3D-печати: SLA, SLM, LOM и др. Их отличия друг от друга, их возможности и ограничения. Материалы для аддитивных технологий. Структура и свойства металлических и полимерных материалов. Возможности создания композиционных материалов методами аддитивных технологий выбора. Связь аддитивных технологий с другими технологиями.	2	Л
2	<b>Оборудование аддитивных технологий.</b> Устройство 3D-принтеров для аддитивных технологий. Этапы 3D-печати. Принтеры, реализующие FDM-технология 3D-печати, их возможности и ограничения. Особенности 3D-печати как «расслаивание» и «усадка», необходимость функции «поддержки». Особенности печати лазером и электронным лучом.	4	Л
3	<b>Программы 3D моделирования.</b> Программы создания 3D-моделей: Компас-3D, ZBrush, Blender, 3D Design, LibreCAD, Design Spark Mechanical. SketchUp — программа создания 3D-модели для печати, совершенная по комбинации простоты и функциональности, с дружественным интерфейсом.	2	Л
3	<b>Программы подготовка 3D моделей к 3D печати.</b> Подготовка 3D моделей к 3D-печати. Подготовка к печати с помощью программы 3ds Max. Meshmixer — программа 3D-печати для просмотра, проверки, редактирования и ремонта STL-файлов. MeshLab — STL-редактор. 3D-Tool Free Viewer — программа позволяющая проверять структурную целостность и печатаемость STL-файла.	2	Л
3	<b>Слайсеры.</b> Слайсер Cura— это стандартная программа-слайсер для большинства 3D-принтеров (Ultimaker), Simplify3D — слайсер, проверяющий модель перед нарезкой на наличие проблем с их исправлением. Настройки слайсера для SBS. Калибровка, ориентация, упрощение сетки. Slic3r — слайсер, реализующий трехмерное сотовое заполнение с шаблоном, который может распространяться на несколько слоев, а не повторяться, как штамп, что существенно повышает прочность внутреннего заполнения модели и финальной распечатки.	2	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объём, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><b>Управление аддитивными технологиями.</b> Методы измерения эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий и напечатанных изделий. Структура, свойства и способы изменения свойства изделий полученных с помощью аддитивных технологий. Анализ и систематизация дефектов 3D-печати. Amphyon - модульное программное решение, предназначенное для препроцессинга и расширения возможностей анализа процесса послойного выращивания. Оценка вероятности и уровня коробления при печати. Оценка качества поверхности. Классификация дефектов по источнику возникновения. Автоматизация поиска решения по устранению дефектов деталей, формируемых с использованием 3D-печати. Ситуационное управление - как возможное меню поисковых предписаний параметров печати 3D-принтера. Нахождения решения проблемы на основе виртуального строкового пространства технологических данных.</p>	4	Л



### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Аддитивные технологии. Технологии 3D-печати. Метод печати: Экструзионная печать. Производство методом послойного наплавления (FDM или FFF). Описание. Используемые материалы: Термопластики, полилактид (PLA), акрилонитрилбутадиенстирол (ABS) и др.	2	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Порошковая печать. Производство методом прямого лазерного спекания металлов (DMLS). Описание. Используемые материалы: Практически любые металлические сплавы.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Порошковая печать. Производство методом электронно-лучевой плавки (EBM). Описание. Используемые материалы: Титановые сплавы.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Порошковая печать. Производство методом выборочной лазерной плавки (SLM). Описание. Используемые материалы: Титановые сплавы, кобальтохромовые сплавы, нержавеющая сталь, алюминий.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Порошковая печать. Производство методом выборочного теплового спекания (SHS). Описание. Используемые материалы: Порошковые термопластики.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Порошковая печать. Производство методом выборочного лазерного спекания (SLS). Описание. Используемые материалы: Термопластики, металлические порошки, керамические порошки.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Ламинирование. Производство методом ламинирования (LOM). Описание. Используемые материалы: Бумага, металлическая фольга, пластиковая пленка.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Полимеризация. Производство методом «стереолитография» (SLA или SL). Описание. Используемые материалы: Фотополимеры.	1	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Метод печати: Полимеризация. Производство методом «стереолитография» (SLA или SL). Описание. Используемые материалы: фотополимеры.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Проволочный. Производство электронно-лучевой плавкой (EBF). Описание. Используемые материалы: практически любые металлические сплавы.	1	Групповая дискуссия
1	Метод печати: Струйный. Производство струйная трехмерная печать (3DP). Описание. Используемые материалы: гипс, пластики, металлические порошки, песчаные смеси.	1	Групповая дискуссия
2	Классификация 3D-принтеров. Принтеры, реализующие FDM-технологию 3D-печати, их возможности и ограничения.	2	Групповая дискуссия
2	Профессиональные FDM 3D-принтеры, их возможности и ограничения. Основные характеристики и расходные материалы.	1	Групповая дискуссия
2	SLA 3D-принтеры на базе стереолитографии, их возможности и ограничения. Основные характеристики и расходные материалы.	1	Групповая дискуссия
2	Порошковые 3D-принтеры, их возможности и ограничения. Основные характеристики и расходные материалы.	2	Групповая дискуссия
3	Программы 3D-моделирования. Программы создания 3D-моделей: Компас-3D. Создание 3D-модели.	4	
3	Слайсеры. Слайсер Cura. Описание. Создание G-Code.	4	Групповая дискуссия
4	Проблемы качества 3D-печати. Определение среднего диаметра частиц порошка для аддитивных технологий. Определение пористости изделий изготовленных методами аддитивных технологий. Способы подготовки и исследования микроструктуры. Исследование макроструктуры изломов образцов.	6	Групповая дискуссия
4	Использование программы Cura для ситуационного управления 3D-печатью методом послойного наплавления (FDM или FFF).	4	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Особенности металлических порошков. Используемые полимерные материалы и материалы для армирования. Композиционные материалы, состав, структура и свойства.	12	Устный опрос
2	Назначение и область применения современных способов производства изделий методом 3Д печати. Преимущества, недостатки и особенности печати деталей лазером и электронно-лучевым способом. Печать полимерными материалами экструзией и лазерным сплавлением. Возможности	12	Устный опрос
3	Современное программное обеспечение для 3D-принтера: моделирование, слайсеры, печать. Утилиты калибровки 3D принтера – Repetier-Host. Анализ STL – Netfabb. 3D Slash – программа моделирования, в которой модели можно собирать по принципу блочного конструктора. FreeCAD – многофункциональное программное обеспечение CAD	12	Устный опрос
4	Способы изучения свойств как исходного сырья для аддитивных технологий, так и напечатанных изделий. Прочностные и пластические свойства. Методы измерения механических свойств. Структура и свойства материалов для аддитивных технологий. Особенности порошковых материалов, параметры порошков для аддитивных технологий. Металлические и неметаллические материалы для аддитивных технологий. Методы исследования структуры порошковых материалов и напечатанных изделий.	10	Устный опрос

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Билет №1**

1. Основные этапы развития аддитивного производства.
2. Технология SLA (Laser Stereo lithography)
3. Стандарты серии ИСО 9000:2000

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено».

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы : учебное пособие для вузов / И. П. Норенков. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с. – ISBN 978-5-7038-3446-6.

2. Советов, Б. Я. Представление знаний в информационных системах : учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - Москва : Академия, 2011. - 143 с. – ISBN 978-5-7685-6886-2.

3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Москва: Физматлит, 2007. – 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8.

4. Аддитивные технологии: учебное пособие / М. М. Сычев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2018. – 36 с.

### **б) электронные учебные издания:**

5. Советов, Б. Я. Информационные технологии: теоретические основы : учебное пособие / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 444 с. – ISBN 978-5-8114-1912-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

6. Копылов, Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 496 с. – ISBN 978-5-8114-3913-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины**

Рабочий учебный план подготовки бакалавров по направленности «Системный анализ в информационных технологиях» направления подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление», рабочая программа дисциплины и учебно-методические материалы по дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа по адресу: <http://media.technolog.edu.ru>.

Для подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие Интернет-ресурсы:

[innovation.gov.ru](http://innovation.gov.ru) (сайт об инновациях в России);

[inftech.webservis.ru](http://inftech.webservis.ru), [citforum.ru](http://citforum.ru) (сайты информационных технологий);

[www.novtex.ru/IT](http://www.novtex.ru/IT) (веб-страница журнала «Информационные технологии»);

[www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) (образовательный математический сайт);

[model.exponenta.ru](http://model.exponenta.ru) (сайт о моделировании и исследовании систем, объектов, технологических процессов и физических явлений);

[prodav.exponenta.ru](http://prodav.exponenta.ru), [sernam.ru](http://sernam.ru) (сайты по цифровой обработке сигналов);

[www.gosthelp.ru/text/GOSTR507794096Statistiche](http://www.gosthelp.ru/text/GOSTR507794096Statistiche),

[www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stquacon](http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stquacon) (веб-страницы, посвященные методам и средствам мониторинга и контроля качества);

[www.blackboard.com](http://www.blackboard.com), [bb.vpgroup.ru](http://bb.vpgroup.ru), [moodle.org](http://moodle.org),

[websoft.ru/db/wb/root\\_id/webtutor](http://websoft.ru/db/wb/root_id/webtutor), [websoft.ru/db/wb/root\\_id/courselab](http://websoft.ru/db/wb/root_id/courselab) (ресурсы, посвященные средам электронного обучения);

[edu.ru](http://edu.ru) (федеральный портал «Российское образование»);

[www.openet.ru](http://www.openet.ru) (российский портал открытого образования);

[elibrary.ru](http://elibrary.ru) (информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека»);

webofknowledge.com, scopus.com (международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций).

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» (режим доступа: <http://bibl.litigi.ru/service1.html>, вход по логину и паролю);

«Лань» (режим доступа: <http://e.lanbook.com/books>, свободный вход с любого зарегистрированного компьютера института).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Программно-технические комплексы для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

СТП СПбГТИ 040-02 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием доступа к сети Internet и соответствующего программного обеспечения для работы.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в компьютерном классе, а также в фундаментальной библиотеке. В фундаментальной библиотеке для студентов открыт доступ к электронно-библиотечным системам: <http://www.knigafund.ru> и «БИБЛИОТЕХ» (г. Москва) <http://bibliotech.ru>.

### **10.2. Программное обеспечение**

В учебном процессе используется лицензионное системное и прикладное программное обеспечение, приведенное в таблице 1.

Таблица 1 – Лицензионное программное обеспечение

Наименование программного продукта	Лицензия
Microsoft Windows 10	Лицензия по договору с СПбГТИ(ТУ) DreamSpark 700552810
Microsoft Visual Studio 2012	
Microsoft Excel 2016	
Microsoft Word 2016	
LibreOffice, Apache OpenOffice.org	Бесплатная лицензия

### 10.3. Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

Профессиональные базы данных, информационные справочные и поисковые системы:

1. [inftech.webservis.ru](http://inftech.webservis.ru), [citforum.ru](http://citforum.ru) (сайты информационных технологий);
  2. [www.novtex.ru/IT](http://www.novtex.ru/IT) (сайт журнала «Информационные технологии»);
  3. [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) (образовательный математический сайт);
  4. [www.msdn.microsoft.com/ru-ru](http://www.msdn.microsoft.com/ru-ru) (материалы по разработке приложений на платформе Microsoft);
  5. [edu.ru](http://edu.ru) (федеральный портал «Российское образование»);
  6. [www.openet.ru](http://www.openet.ru) (российский портал открытого образования);
  7. [elibrary.ru](http://elibrary.ru) (информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека»);
  8. [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com), [scopus.com](http://scopus.com) (международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций);
- [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [xrambler.ru](http://xrambler.ru) (информационно-поисковые системы).

## 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы

Учебные классы кафедры систем автоматизированного проектирования и управления интегрированы в локальную вычислительную сеть. Сеть объединяет 60 автоматизированных рабочих мест (АРМ) студентов в учебных классах, 6 серверов различного назначения, в том числе серверы дистанционной системы обучения и исследования, 2 контроллера домена, сервер ключей лицензионного программного обеспечения. Сеть организована по топологии «звезда» со скоростью передачи данных 100 Мбит/с для клиентских компьютеров и 1000 Мбит/с для серверов. Информационные ресурсы сети используют студенты, аспиранты, преподаватели. Каждый пользователь получает персональную регистрацию и доступ к информационным ресурсам и серверам в соответствии с принятой политикой информационной безопасности. Для хранения персональной информации используются личные каталоги пользователей, доступ к которым может быть осуществлен пользователем с любого компьютера, подключенного к локальной вычислительной сети. Доступ к сети Интернет имеется со всех 60 компьютеров, используемых в качестве АРМ студентов на учебных занятиях. Каждый студент во время самостоятельной подготовки обеспечен автоматизированным рабочим местом. Студенты из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Характеристика материально-технической базы приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика материально-технической базы

Наименование класса	Оборудование
Класс базовых информационных процессов и технологий	Персональные компьютеры (9 шт.): моноблок Lenovo C360 с 19,5-дюймовым дисплеем; процессор Intel Core i3-4130T (2,9ГГц); ОЗУ 4 Гб; НЖМД 1000 Гб; встроенные DVD-RW, видеокарта Intel HD Graphics 4400, звуковая и сетевая карты.
Класс информационных и интеллектуальных систем	Персональные компьютеры (20 шт.): четырехядерный процессор Intel Core i7-920 (2666 МГц), ОЗУ 6 Гб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DVD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce GT 220 (1024 Мб); звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату.
Лекционная аудитория	Мультимедийный проектор NEC NP41. Ноутбук Asus abj на базе процессора Intel Core Duo T2000. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.
Серверная	Сервер (6 шт.): процессор Intel Core i7 920 2.6GHz, 12Гб ОЗУ, НЖМД 230Гб, НЖМД 1Тб, НЖМД 1Тб; процессор Intel Pentium Dual Core (2,4 ГГц), ОЗУ 4 Гб, НЖМД 230 Гб, НЖМД 1Тб, НЖМД 1Тб; процессор Intel Pentium III (451 МГц), ОЗУ 512 Мб, НЖМД 20 Гб; процессор Intel Xeon E5-2407 2,2ГГц, ОЗУ 16 Гб, НЖМД 250 Гб, НЖМД 250 Гб, НЖМД 300 Гб, НЖМД 300 Гб; процессор Intel(R) Xeon(R) CPU E5345 (2.33GHz); ОЗУ 16Гб, НЖМД 300 Гб, НЖМД 300 Гб, НЖМД 250 Гб, НЖМД 250 Гб; процессор Intel Xeon E5410 @ (2,33 ГГц), ОЗУ 8 Гб, НЖМД 600 Гб



## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Программно-технические комплексы для управления аддитивными  
технологиями в цифровом производстве»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-5</b>	Способен управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.3 Разработка и применение программно-аппаратных средств для решения задач управления	Знает современные аддитивные технологии и программные и аппаратные средства, используемые для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве. (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-73 к зачету	При описании аддитивных технологий допускает неточности. Ошибается при объяснениях работы аппаратных и программных средств для управления аддитивными технологиями. Требуется подсказки преподавателя	Практически без ошибок излагает сущность основных аддитивных технологий. В основном правильно описывает аппаратные и программные средства для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве.	Правильно объясняет работу аддитивных технологий. Уверенно описывает аппаратные и программные средства для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве.
	Умеет правильно выбирать программные и аппаратные средства для эффективного управления аддитивными технологиями в цифровом производстве. (У-1).	Правильные ответы на вопросы №74-111 к зачету	Допускает ошибки при выборе программных и аппаратных средств для эффективного управления аддитивными технологиями в цифровом производстве, устраняемые при наводящей подсказке.	Практически правильно выбирает программные и аппаратные средства для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве, используя небольшие подсказки преподавателя	Способен полностью самостоятельно выбрать оптимальные программные и аппаратные средства для эффективного управления аддитивными технологиями в цифровом производстве
	Владеет навыками использования программно-аппаратных средств для управления аддитивными технологиями в цифровом производстве (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №112-144 к зачету	Требуется помощь специалиста при реализации программно-аппаратных средств для управления предлагаемой аддитивной технологии в цифровом производстве.	Испытывает трудности при реализации программно-аппаратных средств для управления предлагаемой аддитивной технологии в цифровом производстве.	Легко решает задачу использования программно-аппаратных средств для управления предлагаемой аддитивной технологии в цифровом производстве.

## 1. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

1. Метод производства: Binder jetting.
2. Метод производства: Direct energy deposition.
3. Метод производства: Direct energy deposition.
4. Метод производства: Material extrusion.
5. Метод производства: Power Bed Fusion
6. Метод производства: Sheet lamination
7. Метод производства: Sheet lamination
8. Метод производства: Vat photopolymerisation
9. Fused Filament Fabrication (FFF): производство методом наплавления нити.
10. Electron beam additive manufacturing (EBAM): электронно-лучевое аддитивное производство.
11. Electron beam freeform fabrication: производство электронно-лучевой плавкой.
12. Laminated Object Manufacturing (LOM): производство изделий методом ламинирования.
13. Lithography-Based Ceramic Manufacturing (LCM): производство керамических изделий методом фотолитографии.
14. Direct metal laser sintering (DMLS): прямое лазерное спекание металлов.
15. Direct metal printing (DMP): прямая печать металлами.
16. AMF (Additive Manufacturing File Format).
17. Electron Beam Melting (EBM): электронно-лучевая плавка.
18. High-Temperature Laser Sintering (HTLS): высокотемпературное лазерное спекание.
19. Drop on Demand (DOD): подача по требованию.
20. Film Transfer Imaging.
21. Fused Deposition Modeling моделирование методом наплавления нити.
22. Gel Dispensing 3D Printing (GDP): 3D-печать гелем.
23. Laser CUSING.
24. Laser metal deposition (LMD): осаждение металлов лазерным лучом.
25. Laser metal fusion (LMF): плавление металлов лазерным лучом.
26. Laser sintering (LS): спекание лазерным лучом.
27. Material extrusion: экструзия материала.
28. Material jetting: струйное нанесение материала.
29. MovingLight.
30. Multi Jet Fusion.
31. MultiJet Printing (MJP).
32. Photopolymer jetting: струйное нанесение фотополимеров.
33. Photopolymerisation: фотополимеризация.
34. Photo-solidification.
35. Plaster-based 3D printing: 3D-печать гипсом.
36. Rapid manufacturing: быстрое производство.
37. Reverse engineering: обратная разработка.
38. Selective Deposition Lamination: ламинирование методом выборочного осаждения.
39. Selective laser melting (SLM): выборочная лазерная плавка.
40. Selective laser sintering (SLS): выборочное лазерное спекание.
41. Selective heat sintering (SHS): выборочное тепловое спекание.
42. Sheet lamination (SL): листовое ламинирование.
43. SLM (Selective Laser Melting) – селективное (выборочное) лазерное плавление.

44. Solid ground curing.
45. Solid Ground Curing (Solid Base Curing): масочная стереолитография.
46. Stereolithography (SLA): (лазерная) стереолитография.
47. Технология улучшения разрешающей способности (Pixel Resolution Enhancement Technology).
48. Аддитивное производство методом атомной диффузии (Atomic Diffusion Additive Manufacturing).
49. УФ-отверждения – процесс АП.
50. Аддитивный процесс послойного создания модели.
51. Газопорошковая наплавка с прямым подводом энергии и материала (Direct Energy Deposition, DED).
52. Ламинирование – процесс АП.
53. Прототипирование. Этапы и применение.
54. Разновидности прототипов.
55. Сплавления материалов – процесс АП
56. Экструзия – процесс АП.
57. Электронно-лучевая плавка (*Electron Beam Melting, EBM*).
58. Электроннолучевое сплавление (*Electron Beam Melting, EBM*).
59. Технологии использующие в качестве материала металлические порошки.
60. Металлопорошковые технологии, как селективное лазерное сплавление (*Laser Beam Melting, LBM*).
61. Метод печати *Film Transfer Imaging*.
62. Основные направления развития аддитивных средств создания новых продуктов.
63. Основные технологии аддитивного производства.
64. Основные этапы развития аддитивного производства.
65. Струйное напыление – процесс АП.
66. Селективное лазерное плавление металлического порошка по математическим CAD-моделям при помощи иттербиевого лазера – *SLM/DMP (Selective Laser Melting / Direct Metal Printing)*.
67. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства.
68. Многоэтапный процесс с использованием ультрафиолетового лазера и фрезерной обработки каждого слоя *SGC (Solid Ground Curing)*.
69. Технологии, использующие в качестве материала воск.
70. Технологии, использующие в качестве материала гипсовый порошок.
71. Технологии, использующие в качестве материала жидкие фотополимеры.
72. Технологии, использующие в качестве материала полистирол.
73. Технологии, использующие в качестве материала разного рода полиамиды.
74. Настольные 3D-принтеры.
75. Принтеры, использующие нанесение связанных металлов (*Bound Metal Deposition*).
76. Принтеры, использующие прямой подвод энергии и материала (*Directed energy deposition*).
77. Принтеры, использующие струйное нанесение связующего (*Binder jetting*).
78. Принтеры, использующие технологию фотополимерной 3D-печати (*Daylight Polymer Printing*).
79. Принтеры, использующие технологию цифровой обработки света (*Digital light processing*).
80. Принтеры, использующие цветную аддитивную печать (*Color Jet Printing*).
81. 3D принтеры использующие технологию *Laminated object manufacturing (LOM)*.
82. 3D принтеры использующие технологию *PolyJet*.
83. 3D принтеры использующие технологию *Big Data*.
84. 3D принтеры использующие технологию *CJP (Color Jet printing)*.

85. 3D принтеры использующие технологию FDM (Fused deposition modeling).
86. 3D принтеры использующие технологию MJM (MultiJet Modeling).
87. 3D принтеры использующие технологию SLA (Laser Stereo lithography).
88. 3D принтеры использующие технологию SLA-DLP.
89. 3D принтеры использующие технологию SLS (Selective Laser Sintering)..
90. 3D принтеры использующие технологию UV-облучение.
91. 3D принтеры использующие технологию путем склеивания специального порошка на основе гипса CJP (Color Jet Printing).
92. Принтеры, использующие технологию Vat photo-polymerization (фотополимеризация в ванне).
93. Устройство 3D сканера, основные элементы. Параметры 3D сканирования.
94. Устройство и элементы 3D принтера.
95. Устройство и элементы лазерного резака. Параметры и настройки при лазерной резке.
96. 3D принтеры использующие технологию 3D-печати Plastic Jet Printing.
97. STL-файл.
98. G-код.
99. Многоструйное моделирование с помощью фотополимера или воска MJP (Multi Jet Printing).
100. Программное обеспечение для 3D моделирования.
101. Программное обеспечение для 3D-печати - MeshLab.
102. Программное обеспечение для 3D-печати - Meshmixer.
103. Программное обеспечение для 3D-печати - Simplify3D.
104. Программное обеспечение для 3D-печати – слайсер Slic3r.
105. Программы для обработки моделей (слайсинга).
106. Слайсер Cura
107. 3ds Max.
108. Трехмерная визуализация.
109. Blender.
110. Формат файлов DXF.
111. Виды показателей качества.
112. Измерение и оценка показателей качества.
113. Качество материально-технического снабжения.
114. Качество при разработке продукции.
115. Материалы для 3D печати, основные свойства и отличия.
116. Международная организация по стандартизации ИСО.
117. Международная электротехническая комиссия МЭК.
118. Метрологическое обеспечение качества продукции.
119. Настройки 3D печати и параметры модели.
120. Национальные стандарты, содержание, статус.
121. Номенклатура показателей качества продукции.
122. Обеспечение качества после производства продукции.
123. Обеспечение качества при производстве продукции.
124. Основные категории и понятия управления качеством.
125. Петля качества.
126. Методы измерения эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий и напечатанных изделий.
127. Структура, свойства и способы изменения свойства изделий полученных с помощью аддитивных технологий.
128. Анализ и систематизация дефектов 3d-печати.
129. Amphyon - модульное программное решение.
130. Анализ процесса послойного выращивания.

131. Оценка вероятности и уровня коробления при печати.
132. Оценка качества поверхности.
133. Классификация дефектов по источнику возникновения.
134. Автоматизация поиска решения по устранению дефектов деталей, формируемых с использованием 3D-печати.
135. Ситуационное управление - как возможное меню поисковых предписаний параметров печати 3D принтера.
136. Нахождения решения проблемы на основе виртуального строкового пространства технологических данных.
137. СІМ-модель. Обобщенная информационная модель.
138. Планирование качества.
139. Содержание работ по управлению качеством продукции.
140. Средства численного моделирования.
141. Стандарты серии ИСО 9000:2000.
142. Технические регламенты, виды.
143. Управление жизненным циклом изделия (PLM).
144. Эволюция мышления в области управления качеством.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

#### **4. Темы курсовых проектов**

Учебным планом не предусмотрены.

#### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Шкала оценивания на зачете двухбалльная («зачет», «незачет»).