

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

Г.Н. Нариманова,  
Р.К. Нариманов

## **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов,  
обучающихся по направлению подготовки «Инноватика»

Томск  
2021

УДК 621.01  
ББК 334  
Н 287

**Рецензент:**

**Антипин М. А.**, доцент каф. управления инновациями ТУСУР, канд. физ.-мат. наук

**Нариманова, Гуфана Нурлабековна, Нариманов, Ринат Казбекович**

Аддитивные технологии: методические указания по организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки «Инноватика» / Г.Н. Нариманова, Р. К. Нариманов.– Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2021. – 9 с.

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Аддитивные технологии» разработаны для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика».

Одобрено на заседании научно-методической комиссии ФИТ, протокол № 5 от 13.02.2020

УДК 621.01  
ББК 334

© Нариманова Г.Н., Нариманов Р.К. 2021  
© Томск.гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2021

## Оглавление

Введение .....	4
1 Общие требования .....	5
2 Виды самостоятельной работы студентов .....	5
3 Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.....	6
4 Тестовые задания .....	8
5 Вопросы к зачету .....	9
Заключение .....	10
Список рекомендуемой литературы .....	11

## Введение

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемым элементом изучения дисциплины «Аддитивные технологии».

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение теоретического материала по актуальным вопросам дисциплины и подготовку документации по выполненным работам в процессе прохождения практических и лабораторных занятий. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Самостоятельно изученные теоретические материалы обсуждаются на практических занятиях и входят в вопросы к зачету.

В процессе самостоятельной работы студенты:

- осваивают материал, предложенный им на практических занятиях с привлечением указанной преподавателем литературы,
- готовятся к практическим занятиям в соответствии с индивидуальными и/или групповыми заданиями,
- готовят отчеты по результатам выполненных лабораторных работ,
- ведут подготовку к текущей аттестации и зачету по данному курсу.

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- формирование навыков самостоятельной образовательной деятельности;
- выявления и устранения студентами пробелов в знаниях, необходимых для изучения данного курса;
- осознания роли и места изучаемой дисциплины в образовательной программе, по которой обучаются студенты.

## 1 Общие требования

Самостоятельная работа студентов должна быть обеспечена необходимыми учебными и методическими материалами:

- основной и дополнительной литературой;
- демонстрационными материалами, представленными во время лекционных и практических занятий, лабораторных работ;
- методическими указаниями по проведению практических занятий;
- методическими указаниями по проведению лабораторных работ;
- перечнем вопросов, выносимых на зачет.

## 2 Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении данной дисциплины предполагает следующие виды работ, их трудоемкость в часах, формируемые компетенции и формы контроля, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции, и формы контроля

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>7 семестр</b>				
1 Понятие аддитивных технологий. Ресурсоемкость и экологичность аддитивных технологий	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4	Тест
	Итого	4		
2 Виды аддитивных технологий. Перспективы дальнейшего развития аддитивных технологий.	Проработка лекционного материала	6	ОПК-4	Тест
	Итого	6		
3 Методы построения твердотельных моделей деталей в САПР Компас – 3D	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	ОПК-4	Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	28		
4 Создание 3D модели технологического устройства.	Оформление отчетов по лабораторным работам	14	ОПК-4	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	14		
Итого за семестр		52		
Итого		52		

### 3 Подготовка к практическим и лабораторным занятиям

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям необходимо пользоваться методическими указаниями по их проведению по данной дисциплине.

В ходе подготовки необходимо:

1. Познакомиться с темой следующего практического или лабораторного занятия.
2. Изучить материалы, представленные в электронном курсе «Аддитивные технологии» на платформе Moodle, и прочитать рекомендованные разделы учебного пособия.
3. Изучить требования к предоставлению отчетов по лабораторным работам и оформить согласно представленным требованиям.

#### Темы практических занятий:

**Тема 1:** Конструирование 3D-моделей изделий в системе КОМПАС-3D

Практическое занятие 1. Знакомство с конструированием 3D-моделей изделий в системе КОМПАС-3D и применением основных приемов построения деталей в пакете КОМПАС-3D.

**Тема 2:** Операции выдавливания и вращения.

Практическое занятие 2. Построение деталей с помощью операций выдавливания и вращения.

**Тема 3:** Операции по траекториям и по сечениям.

Практическое занятие 3. Построение деталей с применением операций по траекториям и по сечениям.

**Тема 4:** Построение деталей болт и отверстие.

Практическое занятие 4. Построение деталей болт и плита(отверстие) с применением библиотеки стандартных деталей и без нее.

**Тема 5:** Изучение операции "Сборка детали".

Практическое занятие 5. Изучение операции "Сборка детали" и применение ее с использованием ранее созданных деталей для сборки технологического узла.

**Тема 6:** – Операции «Работа с массивами».

Практическое занятие 6. Изучение применения операций «Работа с массивами».

**Тема 7:** Создание и редактирование чертежа детали из 3D модели.

Практическое занятие 7. Изучение построения чертежа детали из созданной 3D модели.

#### Темы лабораторных занятий:

**Тема занятия 1:** Знакомство с элементом робототехнической системы - рукой робота. Знакомство с конструированием 3D-моделей изделий в системе КОМПАС-3D на примере построения кожуха руки робота.

Лабораторное занятие 1. Знакомство с САПР КОМПАС-3D и основными методами построения твердотельных моделей в этой среде проектирования.

**Тема занятия 2:** Построение детали подвижного узла - "Ось".

Лабораторное занятие 2. Получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Ось".

**Тема занятия 3:** Построение детали подвижного узла – «Платформа».

Лабораторное занятие 3. Получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Платформа"

**Тема занятия 4:** Построение детали подвижного узла – «Тяга».

Лабораторное занятие 4. Получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Тяга".

**Тема занятия 5:** Построение детали подвижного узла - "Опора".

Лабораторное занятие 5. Получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Опора".

**Тема занятия 6:** Изучение операции «Сборка подвижного узла - Рука работа».

Лабораторное занятие 6. Получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего создания их методами аддитивных технологий на примере сборки подвижного узла - "Рука работа".

#### 4 Тестовые задания

Данный раздел содержит примерные тестовые задания, которые предлагаются обучающимся в рамках электронного курса «Аддитивные технологии», реализованного на платформе Moodle, для контроля усвоения теоретического материала по темам курса.

##### Тестовое задание 1 (пример):

1. Для SLA печати используется
  - а) жидкий фотополимер
  - б) песок
  - в) проволока
2. Воздействие на материал в DLP методе производится
  - а) Светодиодами
  - б) Лазерным излучением
  - в) пучком частиц из электромагнитной пушки
3. Термин RM относится к
  - а) быстрому производству готовых изделий
  - б) быстрому производству макетов деталей
  - в) переносу данных в аддитивном производстве
4. Сколько этапов насчитывает аддитивное производство
  - а) 5
  - б) 8
  - в) 13

##### Тестовое задание 2 (пример):

1. Соотнесите название технологии и материала используемого в ней:

	Название теории		Автор теории
1	SLA	а	Полимерная нить
2	FDM	б	Жидкий фотополимер
3	SLS	в	Полимерные гранулы

2. Соотнесите название технологии и способа воздействия на материал, используемый в ней:

	Название категории		Описание категории
1	SLA	а	Нагрев сопла эжектора
2	INK-JET	б	Лазерный луч
3	FDM	в	Связующий состав

3. Соотнесите категорию классификации технологии по ее выполнению:

	Название категории		Содержание категории
1	SLA	а	«выдавливание материала» или послойное нанесение расплавленного строительного материала через экструдер;
2	FDM	б	«разбрызгивание связующего» или послойное струйное нанесение связующего материала;
3	INK-JET	в	«фотополимеризация в ванне» или послойное отверждение фотополимерных смол;



## 5 Вопросы к дифференцированному зачету

1. Способы классификации аддитивных технологий
2. Основные типы АТ
3. Источники стандартизации АТ
4. Сравнение типов Bed Deposition и Direct Deposition
5. Виды АТ типа SLA
6. Виды АТ типа FDM
7. Особенности технологий типа FDM
8. Особенности технологий типа SLA
9. Особенности технологий типа SLS
10. Особенности технологий типа LOM
11. Особенность АТ как энерго- и ресурсосберегающих технологий
10. Особенности технологий типа EBM
11. Основы ресурсосберегающих принципов АТ
12. Принципы выбора АТ для предприятия
13. Принципы обоснования принятия технического решения при разработке проекта с применением аддитивных технологий
14. Принципы выбора технических средств и аддитивных технологий с учетом экологических последствий их применения
15. Экологические последствия применения аддитивных технологий
16. Методы создания и корректировки компьютерных моделей
17. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза
18. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий
19. Эксплуатация аддитивных установок
20. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий.

## **Заключение**

Выполнение методических указаний по организации самостоятельной работы по дисциплине «Аддитивные технологии» способствует успешному ее освоению и развитию у обучающихся готовности к инновационной деятельности в области инноватики в рамках развития компетенции ОПК-4.

В целом дисциплина «Аддитивные технологии» направлена на овладение обучающимися навыками создания и корректировки 3D-модели деталей и 3D-сборок средствами компьютерного проектирования САД-модели изделий, развитие умений использовать современные технологии проектирования изделий в цифровом производстве с учетом требований экологической безопасности и обеспечением их знаниями позволяющими уверенно ориентироваться в вопросах аддитивных технологий, их классификации, принципах действия и особенности эксплуатации современного научного и технологического оборудования аддитивного производства.

Успешное освоение дисциплины «Аддитивные технологии» и сформированные компетенции находятся в тесной взаимосвязи с дисциплинами «Основы организации производства», «Промышленные технологии и инновации», «Управление инновационными проектами» в рамках реализуемой ООП по направлениям подготовки бакалавриата 27.03.05 «Инноватика».

### Список рекомендуемой литературы

1. Гутгарц, Р. Д. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Р. Д. Гутгарц. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 304 с. . — ISBN 978-5-534-07961-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт] — Режим доступа: <http://biblio-online.ru/bcode/455707>
2. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/144008>.
3. Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки [Электронный ресурс]: руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112931>