


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

Кафедра **A1 «Ракетостроение»**

(наименование)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР и ИР  
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова  
С.А. Матвеев  
2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Компьютерные системы инженерного проектирования и технологической подготовки  
производства: введение в CALS технологии**

Специальность: 2.5.13. Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Санкт-Петербург  
2022 г.

## **1. Цель изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является освоение базовых принципов и особенностей построения, создания, поддержки и управления сложными организационно-техническими системами на всех этапах жизненного цикла на основе CALS технологий

## **2. Задачи дисциплины**

Задачи освоения дисциплины:

- овладеть системой знаний в области CALS технологий;
- овладеть базовых принципов и особенностей построения, создания, поддержки и управления сложными организационно-техническими системами на всех этапах жизненного цикла на основе CALS технологий;
- на основании теоретической и практической подготовки аспирантов сформировать навыки к самостоятельной научной и педагогической деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы аспирантуры**

Дисциплина Теоретическая акустика относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по специальности 1.3.7 Акустика.

## **4. Требования к результатам освоения дисциплины**

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций, определяемых направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки:

- способностью и готовностью с помощью компьютерной техники планировать и проводить научные эксперименты, обрабатывать, анализировать и оценивать результаты исследований, способностью с помощью компьютерной техники обрабатывать, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию

В результате изучения дисциплины Теоретическая акустика аспирант должен:

### **знать:**

возможности компьютерных технологий и особенности их применения на предприятиях авиационной и ракетно-космической техники с высоким уровнем применения CALS-технологий;

содержание этапов и методы построения моделей жизненного цикла сложной организационно технической системы в среде компьютерных систем управления данными об изделии;

основные программные средства, применяемые для управления и практической реализации этапов жизненного цикла изделий;

технологические особенности и средства автоматизированного проектирования технологических процессов и управления ими.

### **уметь:**

построить модель жизненного цикла, процесса или конструкции ЛА в программной среде системы управления ЖЦ;

выбирать стандарты для представления данных и информации об изделии;

проектировать изделия в среде CAD системы;

создавать технологические процессы в автоматизированной среде CAM системы;

### **владеть:**

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач;

методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники;

культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

**приобретут опыт деятельности:**

в области проектирования и осуществления комплексных междисциплинарных исследований;

в области разработки новых методов компьютерного моделирования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;

в части преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования, связанным с автоматизированным проектированием изделий и применением CALS технологий.

## 5. Объем и вид учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	54		
В том числе:			
Лекции	36		
Практические занятия	9		
Самостоятельная работа (всего)	54		
Контроль	9		
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	зачет		
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ	5
	108	3	

## 6. Содержание дисциплины

### 6.1. Содержание раздела дисциплины

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела
<b>Введение</b>	1.1. Предмет и задачи курса. 1.2. Обзор содержания дисциплины и рекомендуемая литература.
<b>Жизненный организационно-технической системы. цикл</b>	2.1. Этапы жизненного цикла. 2.2. Процессы жизненного цикла. 2.3. Структура жизненного цикла и международные стандарты. 2.4. Модели жизненного цикла
<b>Информационная поддержка жизненного цикла</b>	3.1. Концептуальная модель CALS (ИПИ) технологий. 3.2. Комплексное применение CALS (ИПИ) технологий. 3.3. Реинжиниринг бизнес-процессов.



	3.4. Управление ресурсами и качеством. 3.5. Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП). 3.6. Стандартизированные технологии представления данных и информационной модели. 3.7. Электронные технические руководства. 3.8. Информационная безопасность в CALS системах. Виртуальное предприятие и виртуальная корпорация.
<b>Системы управления жизненным циклом и данными об изделии.</b>	4.1. Программы обеспечения электронного документооборота (PDM). 4.2. Ведение электронного архива. 4.3. Сопровождение изделия на всех этапах его жизненного цикла. 4.4. Программы обеспечения поддержки жизненного цикла изделия (PLM). 4.5. Системы поддержки производственной деятельности предприятия- ERP системы.
<b>Программы автоматизации графических работ.</b>	5.1. Создание чертежей и моделей в CAD системах. 5.2. Общие принципы построения моделей. 5.3. Параметрическое моделирование. 5.4. Ассоциированные чертежи, модели и сборки. 5.5. Передача файлов между CAD, PDM и PLM системами.
<b>Программы автоматизации технологической подготовки производства.</b>	6.1. Задачи, решаемые CAM системами. 6.2. Моделирование процессов механообработки, литья и т.д. 6.3. Передача файлов между CAM, PDM и PLM системами.

возможности компьютерных технологий и особенности их применения на предприятиях авиационной и ракетно-космической техники с высоким уровнем применения CALS-технологий;

содержание этапов и методы построения моделей жизненного цикла сложной организационно технической системы в среде компьютерных систем управления данными об изделии;

основные программные средства, применяемые для управления и практической реализации этапов жизненного цикла изделий;

технологические особенности и средства автоматизированного проектирования технологических процессов и управления ими.

**уметь:**

построить модель жизненного цикла, процесса или конструкции ЛА в программной среде системы управления ЖЦ;

выбирать стандарты для представления данных и информации об изделии;

проектировать изделия в среде CAD системы;

создавать технологические процессы в автоматизированной среде CAM системы;

**владеть:**

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач;

методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники;

культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

## 6.2. Контролируемые учебные элементы

Разделы дисциплины	Знать	Уметь	Владеть
Введение	современное состояние дел в области CALS технологий ЖЦ ОТС	Производить поиск информации о современном состоянии дел в области CALS технологий ЖЦ ОТС	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач
Жизненный цикл организационно-технической системы.	Содержание этапов и методы построения моделей жизненного цикла сложной организационно-технической системы в среде компьютерных систем управления данными об изделии;	строить модели жизненного цикла, процесса или конструкции ЛА в программной среде системы управления ЖЦ	Навыками построения моделей жизненного цикла, процесса или конструкции ЛА в программной среде системы управления ЖЦ
Информационная поддержка жизненного цикла	основные программные средства, применяемые для информационной поддержки жизненного цикла;	Работать в программных средствах, применяемых для информационной поддержки жизненного цикла	Навыками работы в программных средствах, применяемых для информационной поддержки жизненного цикла
Системы управления жизненным циклом и данными об изделии.	основные программные средства, применяемые для управления жизненного цикла изделий	Работать в программных средствах, применяемых для управления жизненного цикла изделий	Навыками работы в программных средствах, применяемых для управления жизненного цикла изделий
Программы автоматизации графических работ.	средства автоматизированного проектирования и выполнения графических работ	Работать в программных средствах автоматизированного проектирования и выполнения графических работ	Навыками работы в программных средствах автоматизированного проектирования и выполнения графических работ
Программы автоматизации технологической подготовки	средства автоматизированного проектирования технологических	Работать в программных средствах автоматизированного	Навыками работы в программных средствах автоматизированного проектирования



производства.	процессов и управления ими.	проектирования технологических процессов и управления ими	технологических процессов и управления ими
---------------	-----------------------------	---	--

### 6.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ дисциплинарного модуля/раздела	Часы по видам занятий			Всего:
	Лекции	Практич. занятия и контроль	Сам. работа	
Предмет и задачи дисциплины	2	1	-	2
Жизненный цикл организационно-технической системы	8	1	18	26
Информационная поддержка жизненного цикла	10	4	10	22
Системы управления жизненным циклом и данными об изделии	8	4	8	18
Программы автоматизации графических работ	10	4	10	22
Программы автоматизации технологической подготовки производства	7	4	8	16
<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 7. Ресурсное обеспечение

Кафедра А1 располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по научной специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов с ФГТ.

### 7.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Потоково-групповые лекции и лекции-консультации** с широким использованием информационно-телекоммуникационных технологий.

**Метод учебного проектирования и работа в команде** при выполнении заданий на научно-практических занятиях.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих интерактивных форм проведения занятий:

- компьютерные симуляции анализа процессов в режиме реального времени;
- разбор конкретных примеров;
- использование мультимедийных средств обучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет более 90% аудиторных занятий.

Используются следующие виды организации учебного процесса для достижения знаний, умений, навыков и компетенций, предусмотренных образовательным процессом по дисциплине:

**Научно-практическое занятие** – практическая работа студентов под руководством преподавателя, связанная с использованием персонального компьютера для имитационного моделирования и анализа механических конструкций, направленных на приобретение новых фактических знаний и теоретических умений.

**Самостоятельная работа** – изучение студентами теоретического материала, подготовка к научно-практическим занятиям, оформление конспектов практических занятий, написание отчетов по комплексным расчетно-исследовательским работам; выполнение отдельных исследовательских заданий; подготовка рефератов.

Работа в электронной образовательной среде для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

**Консультация, тьюторство** – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления теоретических и фактических знаний, приобретенных студентом на практических занятиях и в результате самостоятельной работы.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

1. Облачные хранилища данных.
2. Локальная сеть университета.
3. Глобальная сеть Интернет.

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия очной формы аспирантуры по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в таблице

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1	ЛЗ- Предмет и задачи дисциплины	1
2	ЛЗ- Жизненный цикл организационно технической системы	1
3	ЛЗ- Информационная поддержка жизненного цикла	1
4	ЛЗ- Системы управления жизненным циклом и данными об изделии	1
5	ЛЗ- Программы автоматизации графических работ	1
6	ЛЗ- Программы автоматизации технологической подготовки производства	1
4	НПЗ- Программы обеспечения поддержки жизненного цикла изделия (PLM)	2
	НПЗ- Системы поддержки производственной деятельности предприятия- ERP системы	2
5	НПЗ- Параметрическое моделирование	2
	НПЗ- Ассоциированные чертежи, модели и сборки	2
	НПЗ- Передача файлов между CAD, PDM и PLM системами	2
6	НПЗ- Моделирование процессов механообработки	2
	НПЗ- Передача файлов между CAM, PDM и PLM системами	2
2	С- Процессы жизненного цикла	1
3	С- Виртуальное предприятие и виртуальная корпорация	1
Итого:		18

#### . Перечень заданий для самостоятельной работы\*

Таблица 7

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
---------	------------------------	-----------------------	-------------------------------------



Выполнение комплексной расчетно-исследовательской работы (РИР)	1	3	2.3
Подготовка реферата (Р)	1	3	2.4
Выполнение комплексной расчетно-исследовательской работы (РИР)	2	4	3.5
Подготовка реферата (Р)	2	4	3.3
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	4	8	4.5
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	8	14	5.5
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	14	16	6.3

## **7.2. Материально-техническое оснащение.**

**Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды).**

1. Лекционные занятия:
  - 1) комплект электронных презентаций/слайдов;
  - 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук.
2. Научно-практические работы:
  - 1) компьютерный класс;
  - 2) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук;
  - 3) пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы);
  - 4) специализированное ПО.
3. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

## **Средства обеспечения освоения дисциплины**

1. Для проведения лекций и научно-практических занятий необходимы программы Microsoft Office.
2. Для выполнения научно-практических работ и самостоятельной работы необходимы следующие программные системы, установленные на персональных компьютерах :
  - система автоматизированного проектирования-CAD система;
  - система технологической подготовки производства- CAM система;
  - система управления данными об изделиях-PDM –система.

## **7.3. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

- Программный комплекс «БГТУ САПР РБ»;

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

1. Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения [Текст] / А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 423 с.



2. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] : учебное пособие для вузов / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко ; ред. А. П. Пятибратов. - М. : КноРус, 2017. - 372 с.
3. Информационная поддержка наукоёмких изделий. CALS-технологии [Текст] / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 320 с.
4. Компас-3D V10 [Текст] / М. И. Кидрук. - СПб. : Питер, 2009. - 554 с.
5. Система и её жизненный цикл: введение в CALS-технологии [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Погорелов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 182 с.
6. Системы автоматизированного проектирования электронных устройств и систем (Е-CAD/EDA-системы) [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Ю. В. Петров [и др.] ; ред. Ю. В. Петров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2015. - 63 с.

## 8.2. Дополнительная литература

1. Информационная поддержка наукоёмких изделий. CALS-технологии [Текст] / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 320 с.
2. Вычислительная техника. Обработка изображений [Электронный ресурс] : [тематическая коллекция : 87 книг в формате PDF и DJVU]. Ч. 1. А - С / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013.
3. Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Побелянский, А. А. Левихин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2019. - 62 с.
4. Основы создания деталей в САПР CATIA V5 [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. В. Ходосов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2019. - 66 с.
5. Проектирование сложных технических устройств с использованием Компас-3D [Текст] : практическое пособие [для вузов] / С. А. Лукянчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2005. - 83 с.
6. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели [Текст] / Е. В. Судов; Науч. ред. А. И. Левин. - М. : МВМ, 2003. - 264 с.

## 8.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. Электронная библиотека БГТУ (адрес доступа: [www.voenmeh.ru/library](http://www.voenmeh.ru/library)).
2. Информационно справочная система БГТУ.
3. Облачные хранилища данных, создаваемые преподавателем в Интернет.
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>

5. Электронно-библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

## 9. Аттестация по дисциплине.

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Собеседование	Информационная поддержка жизненного цикла	7	2.1-2.3; 3.1- 3.9
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Системы поддержки производственной деятельности предприятия- ERP системы	8	4.5
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Передача файлов между CAD, PDM и PLM системами.	14	5.5.
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Задачи, решаемые CAM системами	16	6.1.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств.



## ПРИЛОЖЕНИЕ

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
Компьютерные системы инженерного проектирования и технологической подготовки  
производства: введение в CALS технологии**

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Собеседование	Информационная поддержка жизненного цикла	7	2.1-2.3; 3.1- 3.9
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Системы поддержки производственной деятельности предприятия- ERP системы	8	4.5
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Передача файлов между CAD, PDM и PLM системами.	14	5.5.
Защита отчета по исследовательскому заданию (ИЗ)	Задачи, решаемые CAM системами	16	6.1.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если ответил правильно на 60% и более вопросов теста
- оценка «не зачтено» - если правильных ответов менее 60%

**Показатели и критерии оценки уровней сформированности компетенций и шкалы оценивания в соответствии с задачами контроля**

Компетенция или ее компонент	Вид контроля	Критерии оценивания	Показатели уровня сформированности компетенций (знания, практические умения, опыт деятельности, которые должен получить и уметь продемонстрировать обучающийся после освоения образовательной программы)			Методики, определяющие уровень сформированности и компетенции или ее компонента (средства оценки)
			Минимальный уровень	Базовый уровень	Высокий уровень	
1	2	3	4	5	6	7
Владение современными теоретическими знаниями в области акустики	Текущий контроль, промежуточный контроль	Когнитивный	Неполные знания в области компьютерных систем инженерного проектирования и технологической подготовки производства	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области компьютерных систем инженерного проектирования и технологической подготовки производства	Сформированные систематические знания в области компьютерных систем инженерного проектирования и технологической подготовки производства	тест
		Деятельностный	В целом успешное, но не систематическое использование приобретенных знаний для решения конкретных задач в области информационной поддержки жизненного цикла	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование приобретенных знаний для решения конкретных исследовательских задач в области информационной поддержки жизненного цикла	Успешное и систематическое применение приобретенных знаний для решения конкретных исследовательских задач в области информационной поддержки жизненного цикла	тест
		Мотивационный	В целом успешное, но не систематическое знание систем управления жизненным циклом и данными об изделии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в знании систем управления жизненным циклом и данными об изделии.	Сформированное умение использовать в знаниях систем управления жизненным циклом и данными об изделии.	тест



1	2	3	4	5	6	7
Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области акустики	Текущий контроль, промежуточный контроль	Когнитивный	Неполные знания области жизненного цикла организационно-технической системы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания жизненного цикла организационно-технической системы	Сформированные систематические знания жизненного цикла организационно-технической системы	тест
		Деятельностный	В целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний в области программ автоматизации графических работ	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение полученных знаний в области программ автоматизации графических работ	Успешное и систематическое применение полученных знаний в области программ автоматизации графических работ	тест
		Мотивационный	В целом успешное, но не систематическое использование знаний программ автоматизации технологической подготовки производства	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование знаний программ автоматизации технологической подготовки производства	Сформированные навыки использования знаний программ автоматизации технологической подготовки производства	тест