

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»  
Проректор по УМР  
Л.О. Штриплинг  
03 2014 год

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине  
«Технология сборки ракетных двигателей»

Специальность  
24.05.02 – Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Разработана в соответствии с ФГОС ВО, ООП по направлению подготовки специалистов 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация – проектирование жидкостных ракетных двигателей.

Программу составили:

ст.преподаватель  
кафедры «Авиа- и ракетостроение»


 И.А. Кузьменко

ассистент  
кафедры «Авиа- и ракетостроение»

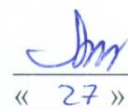
 М.Ю.Агарин

Обсуждена на заседании кафедры «Авиа- и ракетостроение» от 27.03.17г (протокол № 8)

Зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»  
к.т.н., доцент

 А.Б.Яковлев  
« 27 » 03 2017 г.

Руководитель ООП  
к.т.н., доцент

 А.Б.Яковлев  
« 27 » 03 2017 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Задачи дисциплины - ознакомление с основными методами проектирования технологических процессов сборки ракетных двигателей; ознакомление с методами снижения стоимости и повышения качества выпускаемой продукции.

Цель дисциплины – вооружить будущего инженера знаниями о современных технологических процессах сборки ракетных двигателей, современными тенденциями развития и совершенствования технологического оборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Технология сборки ракетных двигателей» является курсом по выбору студентов вариативной части цикла в системе подготовки специалиста по направлению 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация – проектирование жидкостных ракетных двигателей.

Предшествующие дисциплины: «Основы автоматизированного проектирования», «Технология производства ракетных двигателей», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов ракетно-космической технике», «Производственная практика – технологическая».

Дисциплины, изучаемы одновременно: «Основы теории жидкостных ракетных двигателей».

Последующие дисциплины: «Проектирование сборочных приспособлений (стапелей)», «Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате освоения дисциплины «Технология сборки ракетных двигателей» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция ((шифр) – формулировка)
24.05.02	(ПК-8) – способностью разрабатывать маршрутные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов двигателей и энергоустановок ЛА;
	(ПК-12) – способностью выбирать способы реализации основных технологических процессов при изготовлении авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА;

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

### Знать:

- 3.1. Правила оформления технологической документации;
- 3.2. Основные технологические процессы сборки ракетных двигателей;
- 3.3. Методы обеспечения технологичности изделий;
- 3.4. Методы обеспечения качества изделий;

### Уметь:

- У.1. Разрабатывать технологическую документацию;

- У.2. Проектировать технологические процессы сборки ракетных двигателей;
- У.3. Обеспечивать технологичность проектируемых изделий;
- У.4. Обеспечивать качество проектируемых изделий;

**Владеть:**

- В.1. Навыками разработки технологических процессов сборки ракетных двигателей;
- В.2. Навыками ведения технологической документации;
- В.3. Методами обеспечения качества изделий.

### 3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций.

#### *Компетентностная модель дисциплины*

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Технология сборки ракетных двигателей» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
ПК-8	3.1	У.1	В.2	отчеты по	6.1.1-6.1.3
ПК-12	3.2-3.4	У.2-У.4	В.1,В.3	практическим и лабораторным работам, защита РГР, экзамен	6.1.1-6.1.3

\*Примечание: образовательные технологии формирования компетенции (см. п.6)

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

### Очная форма обучения

Вид занятий	Всего (час./зач.ед. )	Семестр
		6
<b>Всего аудиторных занятий:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Лекции	36	36
Лабораторные работы	18	18
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Самостоятельное изучение материала дисциплины, подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	52	52
Расчетно-графическая работа	20	20
Подготовка к экзамену	36	36
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>180/5</b>	<b>180/5</b>
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)		экзамен

## 5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

### 5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Основы сборочного производства ракетных двигателей.
2. Общая сборка ракетных двигателей.

	Содержание модулей	Форма обучения очная
		Кол-во часов (Лекции/СРС)
1	<b>Модуль 1. Основы сборочного производства ракетных двигателей</b>	<b>22/28</b>
	<b>Особенности сборки маложестких крупногабаритных изделий.</b> Основы сборки ракетных двигателей. Классификация деталей и узлов двигателя. Размещение сборочных работ в общем технологическом процессе. Технологический процесс сборки и его элементы.	6/8
	<b>Точность и технико-экономические показатели различных методов сборки. Организационные формы сборки.</b> Классификация сборочных работ по принципу взаимозаменяемости деталей. Методы сборки. Дифференцированная сборка. Общая схема движения узлов в сборочном цехе.	4/6
	<b>Инструмент, приспособления и оборудование, применяемое при сборке ракетных двигателей.</b> Рабочий инструмент. Измерительный инструмент и технические средства контроля. Основные виды сборочных приспособлений и предъявляемые к ним требования. Элементы и детали сборочных приспособлений.	6/8
	<b>Методы и средства соединений узлов при сборке ракетных двигателей.</b> Операции сборки. Сборка неподвижных неразъемных соединений. Сборка неразъемных резьбовых соединений. Сборка разъемных резьбовых соединений. Сборка фланцевых соединений. Сборка соединений на конусах. Сборка шлицевых соединений. Способы образования и обработки отверстий под болты и заклепки. Герметизация соединений.	6/6
2	<b>Модуль 2. Общая сборка ракетных двигателей</b>	<b>14/24</b>
	<b>Общая сборка жидкостных ракетных двигателей.</b> Характеристика технологического процесса общей сборки ЖРД. Технологический процесс общей сборки ЖРД и необходимые средства технологического оснащения.	8/6
	<b>Требования к условиям проведения операций общей сборки жидкостных ракетных двигателей.</b> Требования к комплектующим элементам и технологическим условиям сборочных помещений. Требования по технике безопасности при вращении блока вокруг оси на стапеле. Требования к монтажу трубопроводов. Общие требования при работе с технологической средой хладон-113 перед сборкой АД. Общие требования к операциям технологии сборки-сварки.	4/8
	<b>Производственная система обеспечения качества сборки ракетных двигателей.</b> Основные показатели качества. Надежность производства ЖРД. Основные направления организационного обеспечения высокого качества	2/10

	ЖРД. Оперативное управление производством. Нормативный метод планирования производства.	
	<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>	<b>36/52</b>

### 5.2. Содержание лабораторных работ

Цель лабораторного практикума – познакомить студентов с технологическими процессами сборки ракетных двигателей; помочь им в усвоении отдельных теоретических разделов курса.

Лабораторный практикум выполняется бригадами из 2-3 студентов. За период обучения каждый студент выполняет 6 лабораторных работ.

Содержание лабораторного практикума	Форма обучения
	О
<b>Модуль 1. Основы сборочного производства ракетных двигателей</b>	<b>6</b>
Лабораторная работа 1. Размерно-точный анализ сборочной единицы.	2
Лабораторная работа 2. Анализ схем и методов сборки ЖРД.	2
Лабораторная работа 3. Выбор метода обеспечения точности замыкающего звена.	2
<b>Модуль 2. Общая сборка ракетных двигателей</b>	<b>6</b>
Лабораторная работа 4. Изучение технических условий на общую ЖРД .	2
Лабораторная работа 5. Изучение технологической оснастки и приспособлений для сборки ЖРД..	2
Лабораторная работа 6. Составление циклового графика сборки ЖРД.	2
<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>	<b>18</b>

### 5.3. Содержание практических занятий

Целью практических занятий является практическое освоение основных этапов технологического проектирования, связанного со сборкой ракетных двигателей.

Содержание практических занятий	Форма обучения
	О
<b>Модуль 1. Основы сборочного производства ракетных двигателей</b>	<b>18</b>
Практическая работа 1. Составление схемы членения изделия на сборочные единицы.	4
Практическая работа 2. Определение схемы и последовательности сборки изделия, методов базирования сборочных единиц.	4
Практическая работа 3. Разработка схем и технических требований на проектирование сборочной оснастки.	4
Практическая работа 4. Оформление технической документации: маршрутная карта сборки.	2
Практическая работа 5. Определение норм времени и режимов сборки изделия.	4
<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>	<b>18</b>

## 6. Образовательные технологии.

6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Технология сборки ракетных двигателей» используются следующие образовательные технологии:

6.1.1. Информационно-развивающие технологии.

6.1.2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.

6.1.3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Лабораторные работы	Практические и лабораторные работы	СРС
Метод ИТ	+	+		+
Работа в команде		+	+	+
Case-study		+		
Проблемное обучение	+			
Контекстное обучение	+	+		+
Индивидуальное обучение			+	+
Междисциплинарное обучение	+	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа		+		+

\*Примечание:

**1. Информационно-развивающие технологии.** Цель – подготовка специалиста, владеющего стройной системой знаний, обладающего большим запасом информации.

**2. Деятельностные практико-ориентированные технологии.** Цель – подготовка специалиста, способного квалифицированно решать профессиональные задачи.

**3. Личностно-ориентированные технологии.** Цель – формирование в процессе обучения активной личности, способной самостоятельно корректировать свою учебно-познавательную деятельность.

**6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»).**

№	Семестр, модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Модуль 1, Семестр 6	Лекции. Метод ИТ. Контекстное обучение.	2
2	Модуль 1, Семестр 6	Лабораторный практикум. Работа в команде. Case – Study.	2
3	Модуль 1, Семестр 6	Практические занятия. Опережающая самостоятельная работа	2
4	Модуль 2, Семестр 6	Лекции. Метод ИТ. Контекстное обучение.	4
5	Модуль 1,2	Лабораторные работы.	4

	Семестр 6	Опережающая самостоятельная работа.	
5	Модуль 1, Семестр 6	СРС. Выполнение РГР. Опережающая самостоятельная работа.	4
ИТОГО ЧАСОВ			18

## 7. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

### 7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах

Вид СРС	Количество часов
	Семестр 6
1. Самостоятельное изучение материала дисциплины, подготовка к лабораторным и практическим работам	52
2. Выполнение расчетно-графической работы	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>72</b>

\***Примечание:** Объем часов занятий в интерактивной форме обучения (согласно П ОмГТУ 75.03-2012) должно составлять (20 – 40) % от объема часов аудиторных занятий.

### 7.2. Расчетно-графическая работа.

Цель расчетно-графической работы – закрепление знаний, формирование умений и навыков.

Тема расчетно-графической работы «Размерно-точностный анализ сборочной единицы» (по вариантам).

## 8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Технология сборки ракетных двигателей» могут привлекаться в качестве внешних экспертов: представители работодателей.

### 8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Технология сборки ракетных двигателей» включает:

- экзаменационные вопросы;
- варианты расчетно-графической работы;
- вопросы для допуска к выполнению лабораторных и практических работ;
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Технология сборки ракетных двигателей» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

## **8.2. Контрольные вопросы по дисциплине**

### **Модуль 1.**

1. Классификация деталей и узлов двигателя.
2. Размещение сборочных работ в общем технологическом процессе.
3. Технологический процесс сборки и его элементы.
4. Классификация сборочных работ по принципу взаимозаменяемости деталей.
5. Методы сборки.
6. Дифференцированная сборка.
7. Общая схема движения узлов в сборочном цехе.
8. Рабочий инструмент.
9. Измерительный инструмент и технические средства контроля.
10. Основные виды сборочных приспособлений и предъявляемые к ним требования.
11. Элементы и детали сборочных приспособлений.
12. Сборка неподвижных неразъемных соединений.
13. Сборка неразъемных резьбовых соединений.
14. Сборка разъемных резьбовых соединений.
15. Сборка фланцевых соединений.
16. Сборка соединений на конусах.
17. Сборка шлицевых соединений.
18. Способы образования и обработки отверстий под болты и заклепки.
19. Герметизация соединений.

### **20. Модуль 2.**

1. Характеристика технологического процесса общей сборки ЖРД.
2. Технологический процесс общей сборки ЖРД и необходимые средства технологического оснащения.
3. Требования к комплектующим элементам и технологическим условиям сборочных помещений.
4. Требования по технике безопасности при вращении блока вокруг оси на стапеле.
5. Требования к монтажу трубопроводов.
6. Общие требования при работе с технологической средой хладон-113 перед сборкой ЖРД.
7. Общие требования к операциям технологии сборки-сварки.
8. Основные показатели качества.
9. Надежность производства ЖРД.
10. Основные направления организационного обеспечения высокого качества ЖРД.
11. Оперативное управление производством.
12. Нормативный метод планирования производства.

## **9. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **9.1.1. Специализированные аудитории и лаборатории кафедры «АВиРС»**

- 1) Ауд. 3-106. Демонстрационный зал (наглядные пособия: изделие 8К51, изделие РН2).
- 2) Ауд. 3-201. Лекционная аудитория. Мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран.
- 4) Ауд. 3-205. Лекционная аудитория. Мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран.
- 5) Ауд. 3-206. Мультимедийная лаборатория «Пневмогидросистемы» (макеты узлов и агрегатов автоматики ПГС ЛА, мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран).
- 6) Ауд. 3-101. Интерактивный лекционный зал для проведения телеконференций и дистанционного обучения.
- 7) Ауд. 3-101а. Аудитория цифрового моделирования и проведения научных работ.
- 8) Ауд. 3-215. Мультимедийная лаборатория «Ракеты и ракетные двигатели». Макеты изделий 8К64, 8К84. Наглядные пособия: двигатели 3 шт., РД8, Д419, турбонасосный агрегат, экспериментальный двигатель ЖРД, элементы автоматики подачи топлива, мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран.
- 9) Ауд. 3-307. Вычислительный класс, 10 ПК.

### **9.1.2. Центр подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для производства ракет-носителей семейства «Ангара» (ОмГТУ)**

- 1) **Лаборатория цифрового моделирования «Проектирование деталей, узлов и спецоснастки» (Teamcenter).**  
10 ПЭВМ с пакетом модулей NX Academic Perpetual License Core CAD/CAM/CAE.  
10 ПЭВМ с пакетом модулей Teamcenter Unifird Academic Perpetual License.  
Комплект SMART SB480iV3 (интерактивная доска).
- 2) **Учебно-производственная лаборатория «Механическая обработка деталей».**  
3х-координатный дорновый трубогибочный автомат СЕ-51 3Х серии Master.
- 3) **Учебно-производственная лаборатория «Сборочное производство».**  
Учебный комплекс «Электроавтоматика работа манипулятора системы ЧПУ» класса PCNC PASKAL ЭА1-D.
- 4) **Учебно-производственная лаборатория «Методы и средства измерения и контроля».**  
Типовой комплект учебного оборудования «Измерительные приборы давления, расхода, температуры» ИПРДТ.

### **9.1.3. Технические средства обучения и контроля**

1. Использование учебных плакатов по разделам дисциплины.
3. Применение раздаточного материала в виде ксерокопий по разделам дисциплины.
4. Демонстрация учебных слайдов по разделам дисциплины.
5. Мультимедийные аудитории.

### **9.1.4. Вычислительная техника**

ЭВМ используется на всех этапах учебного процесса:

1. Работа студентов с типовыми программами по решению отдельных задач с выбором оптимального варианта решения.
2. Выполнение отдельных видов расчетов РГР с применением возможностей расчетных и графических редакторов.
3. Моделирование технологических процессов сборки в среде NX.

## 9.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 9.2.1. Основная литература

- ✓ 1. Калининчев, В.А. Технология производства ракетных двигателей твердого топлива: учебное пособие для вузов / В.А. Калининчев, Д.А. Ягодников. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 687 с.

### 9.2.2. Дополнительная литература

- ✓ 1. Кушнер, В.С. Технологические процессы в машиностроении: учеб. для вузов по направлению “Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств”/В.С. Кушнер, А.С. Верещака, А.Г. Схиртладзе. – М.: Академия, 2011 – 413с.
- ✓ 2. Моисеев, В.А. Технология производства жидкостных ракетных двигателей: учебник/В.А. Моисеев [и др.]; Под ред. В.А. Моисеева и В.А. Тарасова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008 – 381 с.:ил.
- ✓ 3. Технология производства трубопроводов ракетных двигателей [Электронный ресурс] : учеб. текстовое электрон. изд. локального распространения: метод указания / ОмГТУ; сост.: В.В. Макаров, И.А. Кузьменко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM): цв.
- ✓ 4. Технология производства турбонасосных агрегатов [Текст] : метод. указания / сост.: В.В. Макаров, И.А. Кузьменко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. – 98 с

### 9.2.3. Периодические издания

- ✓ 1. Машиностроитель. 1975-2017.
- ✓ 2. Технология машиностроения. 2001-2017.
- ✓ 3. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 1996 – 2017.
- ✓ 4. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2007 – 2011.
- ✓ 5. Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2017.

### 9.2.4. Информационные ресурсы

1. ЭБС «АРБУЗ»
2. Научная электронная библиотека [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
3. Интегрум
4. Стандарты СНГ и России

**К.О.**

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

*Ирина / Труфанова*

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)