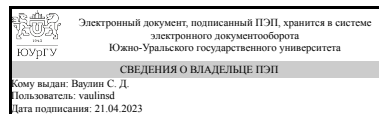


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт

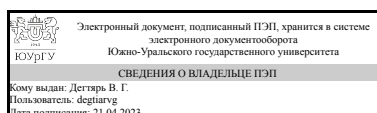


С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

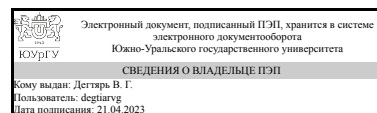
**дисциплины 2.1.11.1 Специальная дисциплина  
для научной специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство,  
испытания и эксплуатация летательных аппаратов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты**

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



В. Г. Дегтярь

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цели: 1) формирование системы профессиональных знаний и практических навыков проектирования объектов ракетных технических комплексов и космических аппаратов с целью целенаправленного перебора большого количества различных вариантов проектируемого объекта выбора наилучшего из них; 2) формирование теоретических знаний по производству, контролю и испытаниям ракетно-космической техники

Задачи: 1) изучение основных этапов и проектных процедур автоматизированного проектирования ракетных технических систем и космических аппаратов; 2) получение информации о методах оптимизации при проектировании ракетных технических систем и космических аппаратов с целью сокращения времени их проектирования; 3) сформировать у аспирантов специализированные знания по этапам проектно-конструкторской подготовки производства ракетно-космической техники, организации опытного производства; 4) изучить особенности работ, выполняемых на стадиях жизненного цикла создания изделий и конструкции ракетно-космической техники

## **Краткое содержание дисциплины**

Методы проектирования объектов ракетных технических комплексов и космических аппаратов. Параметрическая оптимизация РКТ. Разработка программного обеспечения параметрической оптимизации конструкций РКТ. Пакет прикладных программ при проектировании РКТ. Организация опытного производства ракетно-космической техники на этапе разработки эскизного и технического проектов. Принципы организации опытного производства. Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов. Технологии прямого формообразования элементов деталей летательных аппаратов. Повышение технологичности мелкосерийных изделий снижением времени на механическую обработку. Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства. Электрофизические методы обработки поверхностей. Учёт методов обработки поверхностей при проектировании конструкции деталей и узлов ракетно-космической техники. Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники. Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке. Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники. Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно-космической техники. Технологии контроля и коррекции массогеометрических характеристик изделий. Испытания изделий ракетно-космической техники.

## **2. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **Знать:**

- этапы и проектные процедуры создания промышленной продукции с целью формирования условий работоспособности; - существующие методы оптимального проектирования сложных технических систем; - алгоритмические языки высокого уровня для разработки программного обеспечения параметрической оптимизации ; - методы проектно-конструкторских и технологических решений для выбора, состава,

оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла летательных аппаратов

### Уметь:

- формулировать постановку задачи параметрической оптимизации сложного проектируемого изделия; - разрабатывать программное обеспечение параметрической оптимизации для статических и динамических систем; - определять взаимосвязь реализации технологических процессов со свойствами изделия, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства

### Владеть:

- методами отладки разрабатываемого программного обеспечения и нахождения наиболее рациональных технических решений; - навыками проектно-конструкторских и технологических работ при проектировании летательных аппаратов

## 3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к Образовательному компоненту программы аспирантуры.

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 7                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 72          | 72                                 |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 36          | 36                                 |  |
| Лекции (Л)   | 36          | 36                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                     | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 36          | 36                                 |  |
| Подготовка к экзамену  | 18          | 18                                 |  |
| Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины | 18          | 18                                 |  |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)   | -           | экзамен                            |  |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |
|-----------|---|---|---|----|
|           |   | Всего                                     | Л | ПЗ |
| 1         | Методы проектирования объектов ракетных технических комплексов и космических аппаратов. | 4   | 4 | 0  |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Параметрическая оптимизация РКТ   | 4 | 4 | 0 |
| 3 | Разработка программного обеспечения параметрической оптимизации конструкций РКТ                                     | 4 | 4 | 0 |
| 4 | Пакет прикладных программ при проектировании РКТ.   | 4 | 4 | 0 |
| 5 | Организация опытного производства ракетно-космической техники на этапе разработки эскизного и технического проектов | 4 | 4 | 0 |
| 6 | Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов                | 4 | 4 | 0 |
| 7 | Повышение технологичности мелкосерийных изделий снижением времени на механическую обработку.                        | 4 | 4 | 0 |
| 8 | Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники.                                    | 4 | 4 | 0 |
| 9 | Контроль геометрических параметров и испытания изделий ракетно-космической техники                                  | 4 | 4 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Методы проектирования объектов ракетных технических комплексов и космических аппаратов. Анализ существующих конструкций РКТ. Стационарные и нестационарные конструкции.   | 2            |
| 2        | 1         | Расчетные схемы и математические модели стационарных и нестационарных конструкций РКТ. Обоснование необходимости автоматизированного проектирования РКТ   | 2            |
| 3        | 2         | Параметрическая оптимизация РКТ   | 2            |
| 4        | 2         | Иерархические уровни описаний проектируемых объектов. Входные, выходные параметры проектируемого объекта, условия работоспособности. Этап проектирования, проектная процедура. Типичная последовательность проектных процедур   | 2            |
| 5        | 3         | Разработка программного обеспечения параметрической оптимизации конструкций РКТ. Управляемые параметры, целевая функция, условия работоспособности. Выбор целевой функции. Критерии. Математическая формулировка задач параметрической оптимизации РКТ. Связь с задачами нелинейного программирования | 2            |
| 6        | 3         | Методы поиска экстремума (минимума) целевых функций без ограничений (методы безусловной оптимизации). Структура пакета программ безусловной минимизации. Методы нелинейного программирования с ограничениями. Сведение задач условной минимизации к последовательности задач безусловной минимизации  | 2            |
| 7        | 4         | Пакет прикладных программ при проектировании РКТ. Постановка и алгоритм реализации задачи параметрической оптимизации статических конструкций РКТ   | 2            |
| 8        | 4         | Функции линейной алгебры, интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, минимизации нелинейных скалярных функций, зависящих от многих переменных   | 2            |
| 9        | 5         | Организация опытного производства ракетно-космической техники на этапе разработки эскизного и технического проектов   | 2            |
| 10       | 5         | Принципы организации опытного производства. Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных образцов летательных аппаратов.   | 2            |
| 11       | 6         | Особенности разработки технологических процессов изготовления опытных   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | образцов летательных аппаратов. Технологии прямого формообразования элементов деталей летательных аппаратов   |   |
| 12 | 6 | Технологии литейного производства. Технологии обработки давлением. Технологии последовательного лазерного спекания. Электрофизические методы обработки поверхностей   | 2 |
| 13 | 7 | Повышение технологичности мелкосерийных изделий снижением времени на механическую обработку.  | 2 |
| 14 | 7 | Компьютеризированные технологии механической обработки деталей мелкосерийного производства  | 2 |
| 15 | 8 | Технологические процессы сборки агрегатов и изделий ракетно-космической техники. Методы обеспечения собираемости при агрегатной и общей сборке. Сборка жестких элементов конструкции по базовой модели. Сборка по разметке. Сборка по сборочным отверстиям  | 2 |
| 16 | 8 | Сборка жесткого каркаса с применением сборочного приспособления. Сборка нежестких элементов конструкций. Сборка роторных систем узлов ракетно-космической техники. Сборка и балансировка жёстких роторов турбонасосных агрегатов. Сборка и балансировка гибких роторов турбонасосных агрегатов. Классы точности балансировки  | 2 |
| 16 | 9 | Технологические процессы испытаний изделий ракетно-космической техники. Испытания на герметичность. Гидравлические испытания. автоматизация обработки результатов испытаний. Обеспечение массогеометрических характеристик изделий ракетно- космической техники. Понятие массогеометрических характеристик (МГХ). Необходимость обеспечения заданных значений МГХ. Контроль МГХ изделий ракетно-космической техники. Методы и средства контроля МГХ на этапе общей сборки. Основные типы оборудования для контроля МГХ изделий ракетно-космической техники. | 2 |
| 17 | 9 | Контроль геометрических параметров изделий ракетно-космической техники. Контроль на стационарных координатно-измерительных машинах. Контроль с помощью переносных измерительных манипуляторов. Бесконтактные методы контроля – лазерные трекары, фотограмметрические методы   | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Самостоятельная работа аспиранта

Не предусмотрена

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Не предусмотрены

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий)   | №№ заданий |
|----------------------------------|---------------------------------|--|------------|
| Все разделы                      |                                 | Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины | 1-6        |
| Все разделы                      |                                 | Подготовка к экзамену  | все        |

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля   | Процедуры проведения и оценивания  | Критерии оценивания  |
|--|--|--|
| Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины | Аспиранту предлагается на выбор темы для изучения и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины. В конце семестра аспирант должен выступить с докладом по изученной теме.                    | Зачтено: Аспирант в ходе выступления с докладом по изученной теме показал глубокую проработку тематики; ответил практически безошибочно на все вопросы преподавателя<br>Не зачтено: Аспирант в ходе выступления с докладом по изученной теме показал плохую проработку тематики; отвечал на дополнительные вопросы преподавателя ошибками (более 50%)  |
| Подготовка к экзамену  | С целью контроля знаний, полученных аспирантами после изучения дисциплины проводится экзамен. Во время проведения экзамена аспирантом выбирается билет с вопросами по изученным темам. Аспирант отвечает на них письменно или устно. | Отлично: владение знаний предмета в полном объеме учебной программы; аспирант достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивал при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы<br>Хорошо: владение знаний дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); аспирант самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах<br>Удовлетворительно: владение знаний основного объема знаний по дисциплине; |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | аспирант проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов<br>Неудовлетворительно: аспирант не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора |
|--|--|--|

### 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля   | Типовые контрольные задания  |
|--|--|
| Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, научных статей по тематике дисциплины | Примерный перечень тем для самостоятельного изучения и конспектирования монографий.doc |
| Подготовка к экзамену  | Типовые вопросы к экзамену.doc   |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) Учеб. для вузов Под ред. В. П. Мишина. - М.: Машиностроение, 1985. - 360 с. ил.
2. Федоров, В. Б. Контроль и коррекция массогеометрических характеристик летательных аппаратов Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 114, [1] с.
3. Беляков, И. Т. Технология сборки и испытаний космических аппаратов Учеб. для вузов Под общ. ред. И. Т. Белякова, И. А. Зернова. - М.: Машиностроение, 1990. - 352 с. ил.
4. Справочник по балансировке [Текст] под ред. М. Е. Левита. - М.: Машиностроение, 1992. - 461 с. ил.
5. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) Учеб. пособие для вузов по специальности "Ракетостроение" направления "Ракетостроение и космонавтика" В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов; Под ред. А. М. Матвеевко, О. М. Алифанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005. - 373, [1] с. ил.
6. Основы проектирования ракетно-прямоточных двигателей для беспилотных летательных аппаратов [Текст] учеб. пособие для вузов Б. В. Орлов и др.; под ред. Б. В. Орлова. - М.: Машиностроение, 1967. - 424 с. ил.
7. Серебряков, В. Н. Основы проектирования систем жизнеобеспечения экипажа летательных аппаратов Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений по машиностроит. спец. - М.: Машиностроение, 1983. - 159 с. ил.

8. Феодосьев, В. И. Основы техники ракетного полета Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1981. - 494 с. ил.

9. Мурзин, А. М. Параметрическая оптимизация узлов автоматических установок [Текст] учеб. пособие А. М. Мурзин, М. С. Логинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автомат. установки ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 110, [1] с.

10. Норенков, И. П. Разработка систем автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по спец."Системы автоматизир. проектирования". - М.: Издательство МГТУ, 1994. - 203,[3] с. ил.

11. Автоматизация процесса контроля и сборки в машиностроении [Текст] текст лекций М. М. Тверской, М. С. Кувшинов, Д. В. Каленик и др.; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Автоматизация механо-сбороч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1985. - 51 с. электрон. версия

12. Автоматизация расчета и контроля параметров изделий в машиностроении [Текст] сб. науч. тр. редкол.: М. М. Тверской и др.; Челяб. гос. техн. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 95, [1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Проектирование и испытания баллистических ракет [Текст] М. А. Буров и др.; под ред. В. И. Варфоломеева и М. И. Копытова. - М.: Воениздат, 1970. - 391 с. черт., 3 л. номогр.

2. Основы отработки прочности ракетно-космических конструкций [Текст] А. В. Кармишин и др. - М.: Машиностроение, 2007. - 478, [1] с. ил.

3. Паничкин, И. А. Основы газовой динамики и их приложение к расчету сверхзвуковых аэродинамических труб [Текст] И. А. Паничкин, А. Б. Ляхов; под ред. И. Т. Швеца. - Киев: Издательство Киевского университета, 1965. - 152 с. ил.

4. Паничкин, Н. И. Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов Учеб. для спец. учеб. заведений по машиностроит. спец. - М.: Машиностроение, 1986. - 344 с. ил.

5. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование Пер. с англ. И. Н. Быховской, Б. Т. Вавилова; Под ред. М. Л. Быховского. - М.: Мир, 1975. - 534 с. граф.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Шефер, Л.А. Вибропрочность конструкций

2. Усолкин Ю.Ю. Проектирование головных частей баллистических ракет: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 41 с.

3. Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет Текст учеб. пособие Ю. С. Павлюк ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Летат. аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 113, [1] с. электрон. версия

4. Сидельников Р.В. Аэрогазодинамика: учебное пособие для практических занятий



из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет Текст учеб. пособие Ю. С. Павлюк ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Летат. аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 113, [1] с. электрон. версия

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|---------------------|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Андрюшкин, А.Ю. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Ю. Андрюшкин, О.О. Галинская, А.Б. Сигаев. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015.—104 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75169">http://e.lanbook.com/book/75169</a> —Загл. с экрана. |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / А.Ю. Андрюшкин, В.К. Иванов. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010.—136 с. —Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/64097">http://e.lanbook.com/book/64097</a> —Загл. с экрана          |

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|---------|--|
| Лекции      | 308 (2) | Проектор, компьютер  |