

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машиноведения

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.В.ДВ.8.1 Прочность конструкций»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.04 Авиационное

(код и наименование направления подготовки)

Самолето- и вертолестроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2016

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машиноведения

наименование кафедры

протокол № 7 от "12" 02 2016 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машиноведения

наименование кафедры

подпись

А.В. Колотвин

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

должность

подпись

О.А. Фролова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.04 Авиационное

код наименование

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Фролова О.А., 2016  
© ОГУ, 2016

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: подготовка бакалавра к деятельности, требующей углубленных фундаментальных и профессиональных знаний и умений, применительно к расчетам на прочность элементов авиационных конструкций.

### Задачи:

- освоить методы расчета на прочность элементов авиационных конструкций;
- овладеть практическими навыками решения задач прочности элементов авиационных конструкций с использованием современных аналитических методов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.4 Строительная механика машин*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Формируемые компетенции                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать:</b><br>- основы прочностных расчетов ракетных конструкций.<br><b>Уметь:</b><br>- выполнять прочностные расчеты элементов конструкций с применением компьютерных программ.<br><b>Владеть:</b><br>- навыками работы с компьютером как средством управления информацией.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ОК-8 способностью осознать сущность и значение информации в развитии современного общества и владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации                    |
| <b>Знать:</b><br>- свойства авиационных материалов и методы их испытания;<br>- критерии оценки прочности элементов авиационных конструкций летательных аппаратов, методы определения внешних, внутренних усилий и напряжений.<br><b>Уметь:</b><br>- выполнять схематизацию реальных авиационных конструкций с учетом всех конструктивных факторов в соответствии с техническим заданием.<br><b>Владеть:</b><br>- четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности. | ОПК-2 способностью разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций |
| <b>Знать:</b><br>- профессиональную терминологию.<br><b>Уметь:</b><br>- навыками работы с персональным компьютером и использования пакетов прикладных программ для расчета и анализа конструкций;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-4 способностью создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла                                                                                                |

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Формируемые компетенции                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - навыками использования нормативной и справочной литературы.<br><b>Владеть:</b><br>- навыками в выборе расчетной схемы элементов авиационных конструкций с учетом всех конструктивных факторов в соответствии с техническим заданием.                                                                                                                                                                               | разрабатываемой конструкции                                                                                           |
| <b>Знать:</b><br>- критерии оценки прочности элементов конструкций ракетной техники.<br><b>Уметь:</b><br>- выполнять расчет на прочность элементов авиационных конструкций, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости.<br><b>Владеть:</b><br>- навыками применения компьютерных технологий в инженерных расчетах при проектировании авиационных конструкций. | ПК-5 способностью к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                     | Трудоемкость, академических часов |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>108</b>                        | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>35,25</b>                      | <b>35,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 18                                | 18           |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                                                                                      | 16                                | 16           |
| Консультации                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1                                 | 1            |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                      | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);<br>- подготовка к практическим занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю) | <b>72,75</b>                      | <b>72,75</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>экзамен</b>                    |              |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов                             | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|---------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                                   | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                                   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Общие сведения теории прочности.                  | 18               | 2                 | 2  |    | 14             |
| 2         | Нагрузки, действующие на авиационные конструкции. | 21               | 4                 | 2  |    | 15             |

| №<br>раздела | Наименование разделов            | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|----------------------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |                                  | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |                                  |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 3            | Расчет тонкостенных конструкций. | 23               | 4                    | 4  |    | 15                |
| 4            | Расчет элементов крыла.          | 23               | 4                    | 4  |    | 15                |
| 5            | Расчет элементов фюзеляжа.       | 23               | 4                    | 4  |    | 15                |
|              | Итого:                           | 108              | 18                   | 16 |    | 74                |
|              | Всего:                           | 108              | 18                   | 16 |    | 74                |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 – Общие сведения теории прочности

Основные понятия прочности, надежности, живучести, безотказности. Основные конструкционные материалы, применяемые в авиастроении. Усталостная долговечность. Требования, предъявляемые к конструкции самолета. Масса как критерий выбора проектного решения. Уравнение существования самолета. Нормы прочности и жесткости. Запас прочности и прочностная надежность конструкции. Критерии прочности. Коэффициент безопасности. Обеспечение прочности конструкций. Разрушающие напряжения элементов конструкций. Разрушение металлических материалов.

### Раздел 2 – Нагрузки, действующие на авиационные конструкции

Силы, действующие на самолет в полете. Нагружение агрегатов самолета и их деформация под нагрузкой. Расчетные и эксплуатационные нагрузки. Перегрузки. Коэффициент перегрузки. Криволинейный полет в вертикальной и горизонтальной плоскостях, в неспокойном воздухе (болтанка). Статическое и динамическое нагружение частей летательных аппаратов. Аэроупругость. Дивергенция несущих поверхностей, реверс руля. Явление шимми. Основные расчетные случаи нагружения. Акустические нагрузки. Повторные нагрузки.

### Раздел 3 – Расчет тонкостенных конструкций

Пластины и оболочки (общие сведения). Перемещения, деформации, напряжения и усилия в пластинке. Дифференциальные уравнения изогнутой срединной поверхности пластинки. Условия на контуре пластинки. Устойчивость прямоугольной пластины при сжатии в одном направлении.

Уравнения равновесия оболочки вращения. Модель безмоментной оболочки. Условия существования безмоментного напряженного состояния в оболочке. Особенности расчета тонкостенных конструкций. Устойчивость гладких и подкрепленных оболочек. Расчет емкостей давления. Метод конечных элементов.

### Раздел 4 – Расчет элементов крыла

Силовые элементы и конструктивные схемы крыльев. Обшивка и ее несущая способность. Стрингеры, монолитные панели, лонжероны, нервюры. Нагрузки, действующие на крыло. Эпюры внутренних усилий. Нормальные и касательные напряжения. Деформации крыла. Проектировочный и проверочный расчеты поперечного сечения прямого и стреловидного крыла. Нагружение и расчет лонжеронов и нервюры.

### Раздел 5 – Расчет элементов фюзеляжа

Силовая схема и конструкция элементов фюзеляжа. Обшивка, стрингеры, шпангоуты. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Расчетные случаи нагружения. Эпюры внутренних усилий. Нормальные и касательные напряжения. Расчет поперечных сечений фюзеляжа. Расчет поперечного шпангоута. Деформации фюзеляжа.

### 4.3 Практические занятия

| № занятия | № раздела | Тема                                                      | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Прочность и разрушение металлических материалов.          | 2            |
| 2         | 2         | Нагрузки, действующие на самолет.                         | 2            |
| 3, 4      | 3         | Расчет тонкостенных конструкций. Расчет емкости давления. | 4            |
| 5         | 4         | Расчет прямого и стреловидного крыла.                     | 2            |
| 6         |           | Расчет лонжерона. Расчет нервюр.                          | 2            |
| 7, 8      | 5         | Расчет шпангоутов.                                        | 4            |
|           |           | Итого:                                                    | 16           |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

5.1.1 Тарасов, Ю.Л. Расчет на прочность элементов конструкции самолета: учебное пособие. – Ю.Л. Тарасов. – Самара, 2000. – 112 с.

5.1.2 Лизин В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. – М.: Машиностроение, 2003. – 408 с.

### 5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов: репр. воспр. изд. 1983 / под. ред С.М. Егера. – 4-е изд. – М.: Логос, 2005. – 648 с.

5.2.2 Кан С.Н. Расчет самолета на прочность /С.Н. Кан, И. А. Свердлов.-М: Машиностроение, 1966. – 520 с.

5.2.3 Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е. – Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 116 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5.2.4 Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е., Степанов В.М. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 104 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

### 5.3 Периодические издания

5.3.1 Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.2 Известия высших учебных заведений. Машиностроение : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.3 Измерительная техника : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.4 Информационные технологии : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.5 Машиностроитель : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.6 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

## 5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://library.voenmeh.ru/> - фундаментальная библиотека БГТУ «Военмех».

5.4.2 <http://library.bmstu.ru/> - библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана.

5.4.3 <https://viam.ru/> – сайт Всероссийского института авиационных материалов.

5.4.4 <http://www.lib.csu.ru/> - научная библиотека Челябинского государственного технического университета.

5.4.5 <http://sopromat.org/> – сайт с программным обеспечением для расчета балок, плоских ферм, геометрических характеристик плоских сечений.

5.4.6 [www.vuz.exponenta.ru](http://www.vuz.exponenta.ru) – сайт с имеющимися наборами задач по различным разделам курса механики материалов, множеством полезных компьютерных программ и анимационных иллюстраций.

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office/Libre Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

5.5.4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

5.5.5 Система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства APM WinMachine 2010. Сетевая версия. / Разработчик ООО Научно-технический центр "АПМ", Гос. контракт № 281/52 от 12.12.2011.

5.5.6 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2016]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe>.

5.5.7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оснащенные демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), комплектом специализированной мебели, доской аудиторной, плакатами.

Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

### *К рабочей программе прилагаются:*

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Б.1.В.ДВ.8.1 Прочность конструкций»

Направление подготовки: 24.03.04 Авиационное  
строительство

Профиль: Самолето- и вертолетостроение

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2016

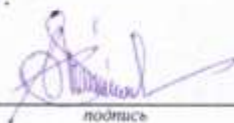
Дополнения и изменения к рабочей программе на 2018/2019 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

Кафедра машиноведения  
наименование кафедры

протокол № 16 от "28" 05 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машиноведения  
наименование кафедры

  
подпись

Е.В. Пояркова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

  
личная подпись

Н.Н. Грицай  
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

  
личная подпись

А.М. Черноусова  
расшифровка подписи

дата

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:  
Раздел 5 изложить в следующей редакции:

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

5.1.1 Тарасов, Ю.Л. Расчет на прочность элементов конструкции самолета: учебное пособие. – Ю.Л. Тарасов. – Самара, 2000. – 112 с.

5.1.2 Лизин В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. – М.: Машиностроение, 2003. – 408 с.

#### 5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов: репр. воспр. изд. 1983 / под. ред С.М. Егера. – 4-е изд. – М.: Логос, 2005. – 648 с.

5.2.2 Кан С.Н. Расчет самолета на прочность / С.Н. Кан, И. А. Свердлов. – М: Машиностроение, 1966. – 520 с.

5.2.3 Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е. – Электрон. тексто-



вые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 116 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5.2.4 Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е., Степанов В.М.– Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 104 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5.2.5 Фролова, О.А. Механизмы и характер разрушения металлических материалов при многократных видах нагружения: методические указания / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 29 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/67184\\_20180605.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/67184_20180605.pdf).

### 5.3 Периодические издания

5.3.1 Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.2 Известия высших учебных заведений. Машиностроение : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.3 Измерительная техника : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.4 Информационные технологии : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.5 Машиностроитель : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.3.6 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

5.3.7 Вестник машиностроения : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2017.

5.3.8 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017.

5.3.9 Справочник. Инженерный журнал : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2017.

5.3.10 Вестник машиностроения : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2018.

5.3.11 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018.

5.3.12 Справочник. Инженерный журнал : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2018.

### 5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://library.voenmeh.ru/> - фундаментальная библиотека БГТУ «Военмех».

5.4.2 <http://library.bmstu.ru/> - библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана.

5.4.3 <https://viam.ru/> – сайт Всероссийского института авиационных материалов.

5.4.4 <http://www.lib.csu.ru/> - научная библиотека Челябинского государственного технического университета.

5.4.5 <http://sopromat.org/> – сайт с программным обеспечением для расчета балок, плоских ферм, геометрических характеристик плоских сечений.

5.4.6 [www.vuz.exponenta.ru](http://www.vuz.exponenta.ru) – сайт с имеющимися наборами задач по различным разделам курса механики материалов, множеством полезных компьютерных программ и анимационных иллюстраций.

5.4.7 <http://www.cadfem-cis.ru/> – образовательный портал о системах инженерного анализа.

5.4.8 <https://openedu.ru/course/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Самолет: от пассажира к инженеру».

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office/Libre Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

5.5.4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

5.5.5 Система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства APM WinMachine 2010. Сетевая версия. / Разработчик ООО Научно-технический центр "АПМ", Гос. контракт № 281/52 от 12.12.2011.

5.5.6 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2018]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe>.

5.5.7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2018]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>.