

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**Программа дисциплины**

Основы рационального проектирования Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кузнецов С.А.

**Рецензент(ы):**

Коноплев Ю.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 817219615

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (с.н.с.) Кузнецов С.А. Кафедра теоретической механики отделение механики, Sergea.Kuznetsov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является изучение методов проектирования и расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций при статических и переменных нагрузках, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю;

развитие навыков проектирования, усвоение общих принципов проектирования, закрепление знаний по фундаментальным дисциплинам;

способствовать подготовке конструкторов широкого профиля - создателей новой техники - т.е. специалистов, вносящих наибольший вклад в создание материальных ценностей;

дать представление о новых композиционных армированных материалах.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла Б.3 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю "Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры" направления 151600 Прикладная механика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Высшая математика", "Сопротивление материалов", "Аналитическая динамика и теория колебаний".

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и также программ магистерской подготовки.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
ПК-4 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний;

В результате освоения дисциплины студент:

По завершению освоения данной дисциплины студент демонстрировать способность и готовность:

проектировать рациональные конструкции;

принимать участие в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности, надежности и износостойкости узлов и деталей машин и безопасности эксплуатации;

правильно воспринимать, анализировать и обобщать исходную информацию, ставить цель и находить пути её достижения;

применять современные методы математического и компьютерного моделирования в предметной области;

понимать проблемы рисков, связанные с деятельностью человека, оценивать их и применять свои профессиональные знания для минимизации этих рисков;

обрабатывать и анализировать результаты исследований с помощью современных технологий.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие вопросы проектирования конструкций	7	1-2	2	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. Проектирование элементов конструкции	7	3-4	2	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Проектирование соединений элементов конструкции	7	5-6	2	4	0	презентация
4.	Тема 4. Проектирование стыковых узлов и кронштейнов	7	7-8	2	4	0	презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Силовая увязка конструкции и проектирование её соединительных элементов	7	9-10	2	4	0	презентация
6.	Тема 6. Применение ЭВМ при проектировании силовых элементов конструкции	7	11-12	2	4	0	презентация
7.	Тема 7. Проектирование панелей	7	13-14	2	4	0	презентация
8.	Тема 8. Проектирование конструкций крыла самолёта	7	15-16	2	4	0	презентация
9.	Тема 9. Проектирование конструкций фюзеляжа самолёта	7	17-18	2	4	0	презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			18	36	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Общие вопросы проектирования конструкций

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Характеристика условий работы конструкций и требования, предъявляемые к их проектированию. Характеристика рациональных технологических процессов изготовления конструкций. Выбор материала конструкции

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Условия работы конструкций их характеристика и требования к проектированию. Рациональная технология изготовления конструкций. Требования к материалу конструкции

### Тема 2. Проектирование элементов конструкции

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Элементы конструкции по ЕСКД. Основные принципы рационального проектирования элементов конструкции самолета. Способы обеспечения прочности при минимальной массе конструкции. Проектирование деталей, изготавливаемых разными технологическими способами.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

ЕСКД. Принципы рационального проектирования элементов самолета. Обеспечение прочности при минимальной массе. Проектирование деталей для разных технологических способов.

### Тема 3. Проектирование соединений элементов конструкции

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Типы соединений элементов конструкции. Виды соединения деталей. Проектирование и расчет проушин. Установка подшипников. Шомпольные соединения

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Проектирование и расчет соединений элементов конструкции.

**Тема 4. Проектирование стыковых узлов и кронштейнов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Проектирование кронштейнов навески управляющих поверхностей. Проектирование кронштейнов навески рулей, допускающих компенсацию в осевом направлении. Проектирование подвески рулей типа карданного шарнира. Проектирование кронштейнов и качалок системы управления. Проектирование стыковых узлов

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Проектирование кронштейнов, подвески, качалок, стыковых узлов

**Тема 5. Силовая увязка конструкции и проектирование её соединительных элементов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Создание агрегатов самолета из отдельных силовых элементов. Формирование конструкции тонкостенных контурных подкрепленных балок. Силовая увязка конструкции, проектирование распределительных элементов - фитингов, накладок и косынок

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Агрегатирование конструкции, тонкостенные балки. Проектирование фитингов, накладок, косынок

**Тема 6. Применение ЭВМ при проектировании силовых элементов конструкции**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Геометрическое представление информации. Распределение в пространстве силового материала. Учет технологических ограничений. Автоматизированный выпуск рабочих чертежей. Автоматизированное изготовление деталей

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Геометрическое твердотельное моделирование. Размещение силового материала. Технологические ограничения. Рабочие чертежи. Автоматизация изготовления деталей

**Тема 7. Проектирование панелей**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Обеспечение формы и качества внешней поверхности агрегатов самолета. Виды силовых панелей. Проектирование стыковых соединений панелей. Проектировочный расчет на прочность панелей. Проектирование панелей минимальной массы

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Формы и качество внешней поверхности агрегатов. Силовые панели, проектирование соединений панелей. Расчет панелей на прочность. Минимизация массы панелей

**Тема 8. Проектирование конструкций крыла самолёта**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ограничения, накладываемые на конструктивно-силовую схему крыла. Алгоритм проектировочного расчета крыла. Выбор конструктивно-силовых схем элементов лонжеронных крыльев. Проектирование усиленных нервюр. Связь лонжеронного крыла с фюзеляжем. Особенности проектирования моноблочных и кессонных крыльев. Особенности проектирования крыла изменяемой геометрии. Проектирование конструкции механизации крыла

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Конструктивно-силовая схема крыла. Алгоритм расчета крыла. Конструктивно-силовые схемы лонжеронных крыльев. Усиленные нервюры. Связь крыла с фюзеляжем. Особенности проектирования моноблочных и кессонных крыльев. Особенности проектирования крыла изменяемой геометрии. Конструкции механизации крыла

**Тема 9. Проектирование конструкций фюзеляжа самолёта**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Разработка конструктивно-силовой схемы. Проектировочные расчеты и определение параметров конструктивных элементов. Проектирование обшивок и продольных элементов каркаса. Проектирование шпангоутов. Особенности работы фюзеляжа в местах действия сосредоточенных сил. Проектирование конструкций в зоне вырезов. Особенности проектирования герметичных отсеков

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Расчеты и определение параметров конструктивных элементов. Обшивка, продольные элементы, шпангоуты. Работа фюзеляжа под действием локальных сил. Вырезы и зарезы. Герметичность аэтеков

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие вопросы проектирования конструкций	7	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Проектирование элементов конструкции	7	3-4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Проектирование соединений элементов конструкции	7	5-6	подготовка к презентации	6	презентация
4.	Тема 4. Проектирование стыковых узлов и кронштейнов	7	7-8	подготовка к презентации	6	презентация
5.	Тема 5. Силовая увязка конструкции и проектирование её соединительных элементов	7	9-10	подготовка к презентации	6	презентация
6.	Тема 6. Применение ЭВМ при проектировании силовых элементов конструкции	7	11-12	подготовка к презентации	8	презентация
7.	Тема 7. Проектирование панелей	7	13-14	подготовка к презентации	8	презентация
8.	Тема 8. Проектирование конструкций крыла самолёта	7	15-16	подготовка к презентации	6	презентация
9.	Тема 9. Проектирование конструкций фюзеляжа самолёта	7	17-18	подготовка к презентации	6	презентация
	Итого				54	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, работа на компьютере, зачеты и экзамены.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Общие вопросы проектирования конструкций**

устный опрос , примерные вопросы:

Характеристика условий работы конструкций и требования, предъявляемые к их проектированию. Характеристика рациональных технологических процессов изготовления конструкций. Выбор материала конструкции

### **Тема 2. Проектирование элементов конструкции**

устный опрос , примерные вопросы:

Элементы конструкции по ЕСКД. Основные принципы рационального проектирования элементов конструкции самолета. Способы обеспечения прочности при минимальной массе конструкции. Проектирование деталей, изготавливаемых разными технологическими способами.

### **Тема 3. Проектирование соединений элементов конструкции**

презентация , примерные вопросы:

Типы соединений элементов конструкции. Виды соединения деталей. Проектирование и расчет проушин. Установка подшипников. Шомпольные соединения

### **Тема 4. Проектирование стыковых узлов и кронштейнов**

презентация , примерные вопросы:

Проектирование кронштейнов навески управляющих поверхностей. Проектирование кронштейнов навески рулей, допускающих компенсацию в осевом направлении. Проектирование подвески рулей типа карданного шарнира. Проектирование кронштейнов и качалок системы управления. Проектирование стыковых узлов

### **Тема 5. Силовая увязка конструкции и проектирование её соединительных элементов**

презентация , примерные вопросы:

Создание агрегатов самолета из отдельных силовых элементов. Формирование конструкции тонкостенных контурных подкрепленных балок. Силовая увязка конструкции, проектирование распределительных элементов - фитингов, накладок и косынок

### **Тема 6. Применение ЭВМ при проектировании силовых элементов конструкции**

презентация , примерные вопросы:

Геометрическое представление информации. Распределение в пространстве силового материала. Учет технологических ограничений. Автоматизированный выпуск рабочих чертежей. Автоматизированное изготовление деталей

### **Тема 7. Проектирование панелей**

презентация , примерные вопросы:

Обеспечение формы и качества внешней поверхности агрегатов самолета. Виды силовых панелей. Проектирование стыковых соединений панелей. Проектировочный расчет на прочность панелей. Проектирование панелей минимальной массы

### **Тема 8. Проектирование конструкций крыла самолёта**

презентация , примерные вопросы:

Ограничения, накладываемые на конструктивно-силовую схему крыла. Алгоритм проектировочного расчета крыла. Выбор конструктивно-силовых схем элементов лонжеронных крыльев. Проектирование усиленных нервюр. Связь лонжеронного крыла с фюзеляжем. Особенности проектирования моноблочных и кессонных крыльев. Особенности проектирования крыла изменяемой геометрии. Проектирование конструкции механизации крыла

### **Тема 9. Проектирование конструкций фюзеляжа самолёта**

презентация , примерные вопросы:

Разработка конструктивно-силовой схемы. Проектировочные расчеты и определение параметров конструктивных элементов. Проектирование обшивок и продольных элементов каркаса. Проектирование шпангоутов. Особенности работы фюзеляжа в местах действия сосредоточенных сил. Проектирование конструкций в зоне вырезов. Особенности проектирования герметичных отсеков

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Характеристика условий работы конструкций и требования, предъявляемые к их проектированию.

Характеристика рациональных технологических процессов изготовления конструкций.

Выбор материала конструкции

Разработка конструктивно-силовой схемы.

Проектировочные расчеты и определение параметров конструктивных элементов.

Проектирование обшивок и продольных элементов каркаса.

Проектирование шпангоутов.

Особенности работы фюзеляжа в местах действия сосредоточенных сил.

Проектирование конструкций в зоне вырезов.

Особенности проектирования герметичных отсеков

### **7.1. Основная литература:**

Тетельмин, Владимир Владимирович.

Рациональное природопользование / В. В. Тетельмин, В. А. Язев .- Долгопрудный : Интеллект, 2012 .- 287 с.

Ястина, Галина Михайловна.

Проектирование предприятий общественного питания с основами AutoCAD : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 260501 "Технология продуктов общественного питания", а также направлению подготовки бакалавров и магистров 260800 "Технология продукции и организация общественного питания" / Г. М. Ястина, С. В. Несмелова .- Санкт-Петербург : Троицкий мост , 2012 .- 288 с.

Сетков В. И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник / В.И. Сетков, Е.П. Сербин. - 3-е изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 444 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=420369>

Трушкевич А. И. Организация проектирования и строительства : учебник / А.И. Трушкевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - Минск: Выш. шк., 2011. - 479 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=507742>

### **7.2. Дополнительная литература:**

Сетков В. И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник / В.И. Сетков, Е.П. Сербин. - 2-е изд., доп. и испр. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 448 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=97935>

Павлова А. И.

Сборник задач по строительным конструкциям: Учебное пособие / А.И. Павлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 143 с.: <http://znanium.com/bookread2.php?book=430334>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Siemens PLM Software - [http://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/](http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/)

Форум САПР 2000 - <http://cccp3d.ru/>

электронная библиотечная система - <http://znanium.com/>

электронная библиотечная система - <http://www.bibliorossica.com/>

электронная библиотечная система Издательства - <http://e.lanbook.com/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы рационального проектирования" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Программные комплексы ProDeskTop 2000i2, Siemens NX, Mathematica, ANSYS

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры .

Автор(ы):

Кузнецов С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.