Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.23 Сопротивление материалов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
24.03.04 Авиастроение
(код и наименование направления подготовки)

Самолето- и вертолетостроение
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

2032935

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.23 Сопротивление материалов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра механики материалов, конструкций и машин
наименование кафедры

протокол № 7 от "17" 02 2023г.

Заведующий кафедрой
Кафедра механики материалов, конструкций и машин Е.В. Пояркова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры механики материалов, конструкций и машин О.А. Фролова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий кафедрой механики материалов, конструкций и машин Е.В. Пояркова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
24.03.04 Авиастроение А.Д. Припадчев
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Фролова О.А.,
Пояркова Е.В., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: подготовка бакалавра к деятельности, требующей фундаментальных, профессиональных знаний и умений, используемых при решении прочностных задач расчета и проектирования элементов авиационных конструкций.

Задачи:

− сформировать представление о месте и роли дисциплины «Сопротивление материалов» в будущей практической деятельности и о взаимосвязи ее с другими дисциплинами;

− сформировать фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии элементов конструкций под действием различных нагрузок;

− получить представление об основных методах решения задач по расчету типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.22 Детали машин, Б1.Д.Б.28 Строительная механика, Б1.Д.Б.33 Прочность летательных аппаратов*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2-В-1 Знать современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности ОПК-2-В-2 Уметь применять современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности ОПК-2-В-3 Иметь навыки использования информационных технологий для решения типовых задач профессиональных деятельности	**Знать:** - основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов; - предпосылки выбора расчетной схемы конструкции; – основы теории и методы расчета элементов конструкций при различных силовых воздействиях. **Уметь:** - составлять расчетные схемы конструкций; - определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в типовых элементах конструкций; - проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций при простых и сложных видах нагружения с использованием современных информационных технологий для решения типовых задач профессиональной деятельности; - применять справочный аппарат по выбору материалов и нормативов,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		обеспечивающих работоспособность, надежность и долговечность элементов конструкций. **Владеть:** - четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов конструкций, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности; - навыками применения современных информационных технологий в расчетах на прочность и жесткость при решении типовых задач.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**50,25**	**47,25**	**97,5**
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)	16	30	46
Лабораторные работы (ЛР)	16		16
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к текущему, рубежному и итоговому контролям)*	**57,75**	**60,75**	**118,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и задачи курса	16	4	2	-	10
2	Геометрические характеристики плоских сечений	14	4	2	-	8

3	Центральное растяжение-сжатие стержня	18	2	2	6	8
4	Сдвиг, срез и смятие	14	2	2	2	8
5	Кручение стержня	14	2	2	2	8
6	Прямой поперечный изгиб	18	2	4	4	8
7	Устойчивость сжатых стержней	14	2	2	2	8
	Итого:	108	18	16	16	58

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
8	Энергетические методы вычисления перемещений	16	2	6	-	8
9	Статически неопределимые системы	14	2	4	-	8
10	Плоские криволинейные стержни	14	2	4	-	8
11	Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности	12	2	2	-	8
12	Сложное сопротивление	14	2	4	-	8
13	Динамические нагрузки	14	2	4	-	8
14	Усталость материалов	10	2	2	-	6
15	Тонкостенные оболочки	14	2	4	-	8
	Итого:	108	16	30		62
	Всего:	216	34	46	16	120

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и задачи курса

Определение дисциплины и ее связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Основные гипотезы, принимаемые в курсе сопротивления материалов. Понятие о расчетных схемах. Классификация нагрузок. Понятие о напряжениях и деформациях. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Виды деформаций элементов конструкций. Типы опор. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.

Раздел 2 Геометрические характеристики плоских сечений

Статический момент площади сечения. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции. Моменты инерции сложных сечений. Моменты инерции при параллельном переносе осей. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Главные оси. Главные моменты инерции. Эллипс инерции.

Раздел 3 Центральное растяжение-сжатие стержня

Понятие о деформации растяжение-сжатие. Продольная сила. Абсолютная и относительная деформации. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Напряжения и деформации в поперечных сечениях стержня. Условия прочности и жесткости. Виды расчетов на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня. Расчет стержней на прочность и жесткость с учетом собственного веса. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Механические характеристики прочности и пластичности материалов. Испытания материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения и сжатия. Работа и потенциальная энергия при растяжении и сжатии.

Раздел 4 Сдвиг, срез и смятие

Понятие о деформации сдвига. Закон Гука при сдвиге. Деформация среза и смятия. Расчет элементов на срез и смятие.

Раздел 5 Кручение стержня

Понятие о кручении. Крутящий момент. Основные допущения. Напряжения и деформации при кручении прямого стержня круглого поперечного сечения. Кручение стержней некруглого

поперечного сечения. Кручения тонкостенных стержней. Виды расчетов на прочность и жесткость при кручении стержня. Рациональные формы сечений

Раздел 6 Прямой поперечный изгиб

Понятие и деформации изгиба. Поперечная сила и изгибающий момент. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Закон Гука при изгибе. Нейтральная линия. Нормальные напряжения при прямом поперечном изгибе. Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского. Рациональные формы сечений. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Метод начальных параметров. Определение перемещений при изгибе энергетическими методами. Теорема Кастильяно. Интеграл Максвелла-Мора. Правило Верещагина. Условие прочности и жесткости. Виды расчетов на прочность и жесткость при изгибе.

Раздел 7 – Устойчивость сжатых стержней

Основные понятия об устойчивости. Формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Критическое напряжение. Геометрическая гибкость сжатого стержня. Предельная гибкость. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Коэффициент запаса устойчивости. Коэфицент продольного изгиба. Расчет продольно сжатых стерней.

Раздел 8 Энергетические методы вычисления перемещений

Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении. Обобщённая сила и обобщённое перемещение. Теорема Кастильяно. Интеграл Максвелла-Мора и его применение к вычислению перемещений. Правило Верещагина и формула Симпсона для определения перемещений при изгибе.

Раздел 9 Статически неопределимые системы

Степень статической неопределимости. Выбор основной системы. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости.

Раздел 10 Плоские криволинейные стержни

Построение эпюр для криволинейных стержней. Определение напряжений и перемещений в криволинейных стержнях при изгибе. Расчет кривого стержня на прочность при одновременном действии продольной силы и изгибающего момента.

Раздел 11 Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности

Напряженное состояние в точке тела. Определение главных напряжений и положения главных площадок по заданным напряжениям в двух взаимно-перпендикулярных площадках. Составляющие деформаций. Обобщенный закон Гука. Теории прочности (теории предельных состояний). Основные понятия. Классические теории прочности.

Раздел 12 Сложное сопротивление

Понятие о сложном сопротивлении. Виды сложного сопротивления. Определение напряжений и положения нейтральной линии в общем случае сложного сопротивления. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Изгиб с кручением. Приведенный момент. Расчет вала.

Раздел 13 Динамические нагрузки

Задачи динамики. Общая характеристика. Понятие о динамическом коэффициенте. Продольный, поперечный и скручивающий удары. Условия прочности и жесткости при ударе. Коэффициент динамичности. Понятие о колебаниях. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Определение частот свободных и вынужденных колебаний упругой системы (балки) с одной степенью свободы.

Раздел 15 Усталость материалов

Переменные напряжения. Понятие об усталости и выносливости материалов. Механизм усталостного разрушения. Характеристики цикла нагружения. Кривая усталости Веллера. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

Раздел 15 Тонкостенные оболочки

Основные понятия теории расчета оболочек. Расчет оболочек вращения по безмоментной теории. Уравнение Лапласа и уравнение равновесия. Устойчивость оболочек.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Определение механических характеристик материалов при испытаниях на растяжение	2
2		Испытание материалов на сжатие	2
3		Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона	2
4	4	Оценка прочности стержневых соединений на срезе и смятии	2
5	5	Определение модуля сдвига при кручении стержня круглого сечения	2
6	6	Определение напряжений и перемещений при прямом изгибе балки	4
7	7	Устойчивость сжатых стержней	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Построение эпюр внутренних силовых факторов в стержневых элементах	2
2	2	Вычисление геометрических характеристик плоских сечений	2
3	3	Расчет на прочность и жесткость стержневых элементов при центральном растяжении и сжатии	2
4	4	Расчет на прочность стержневых элементов при их работе на срез и смятие	2
5	5	Расчет на прочность и жесткость стержневых элементов при кручении	2
6, 7	6	Расчет на прочность и жесткость стержневых элементов при изгибе	4
8	7	Расчет продольно сжатых стержневых элементов	2
9-11	8	Энергетические методы вычисления перемещений	6
12, 13	9	Статически неопределимые системы	4
14, 15	10	Расчет плоских криволинейных стержней	4
16	11	Определение напряженно-деформированного состояния в точке тела	2
17, 18	12	Расчет на прочность при сложном сопротивлении	4
19, 20	13	Расчет конструкций на ударное действие нагрузок	4
21	14	Расчет при действии циклических нагрузок	2
22, 23	15	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории	4
		Итого:	46

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебник / В.И. Феодосьев. − 14-е изд., испр. − М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. − 592 с. − (Механика в техническом университете; т. 2). − Предм. указ.: с. 577-584. − ISBN 978-5-7038-3024-6.

5.1.2 Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / под ред. В. К. Качурина. − 2-е изд., испр., стер. − Москва: Альянс, 2014. − 432 с.: ил. − Прил.: с. 418-429. − ISBN 978-5-903034-39-1.

5.1.3 Лабораторный практикум по сопротивлению материалов: учебное пособие / П.Н. Ельчанинов, В.С. Гарипов, С.Н. Горелов и др.- ИПК ГОУ ОГУ, 2009. − 122 с. − ISBN 978-5-7410-0949-9.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко [и др.]. – Киев: Вища школа, 1979. – 696 с.

5.2.2 Сопротивление материалов : учебное пособие / Н.А. Костенко, С.В. Балясникова, Ю.Э. Волошановская и др. ; ред. Н.А. Костенко. − Москва :Директ-Медиа, 2004. − 430 с. : рис., табл. − Библиогр. в кн. − ISBN 5-06-003693-6.

5.2.3 Фролова, О.А. Центральное растяжение и сжатие стержня: методические указания к выполнению расчетно-проектировочной работы / О.А. Фролова, В.С. Гарипов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 26 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1862_20110826.pdf.

5.2.4 Фролова, О.А. Кручение стержня: методические указания к выполнению расчетно-проектировочной работы / О.А. Фролова, В.С. Гарипов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 50 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1863_20110826.pdf.

5.2.5 Фролова, О.А. Изгиб с кручением: методические указания к выполнению расчетно-проектировочной работы / О.А. Фролова, В.С. Гарипов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 63 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1864_20110826.pdf.

5.2.6 Фролова О.А. Расчет на прочность стержней при срезе и смятии: методические указания [Электронный ресурс] / О.А. Фролова, Е.В Пояркова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 23 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/86986_20181228.pdf.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

5.3.2 Приборы и техника эксперимента : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2023.

5.5.3 Справочник. Инженерный журнал : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 http://www.mysopromat.ru/ – сайт про «Сопротивление материалов» и науках о прочности.

5.4.2 http://www.isopromat.ru/ − сайт, содержащий сведения по дисциплине сопротивления и механики материалов, содержащий лекционный материал, описание решений типовых задач, учебники и пособия.

5.4.3 http://sopromat.org/ − сайт с программным обеспечением для расчета балок, плоских ферм, геометрических характеристик плоских сечений.

5.4.4 http://window.edu.ru/ − информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

5.4.5 www.vuz.exponenta.ru – сайт с имеющимися наборами задач по различным разделам курса механики материалов, множеством полезных компьютерных программ и анимационных иллюстраций.

5.4.6 http://www.ptechnology.ru − комплексный информационный проект «Передовые технологии России».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений LibreOffice.

5.5.3 Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru.

5.5.4 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe

5.5.5 КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

5.5.6 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.

5.5.7 Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: электронный курс в системе Moodle / О.А. Фролова, Оренб. гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, [2020-2023]. – Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle. – https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=8713.

5.5.8 «Сопротивление материалов» [Электронный ресурс]: онлайн-курс на платформе https://openedu.ru/ - «Открытое образование» / Разработчик курса: НИТУ «МИСиС», режим доступа: https://openedu.ru/course/misis/MATSTR/.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком, доской аудиторной, плакатами).

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «*Сопротивление материалов*», компьютерный класс, оснащенные испытательными стендами, демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), комплектом специализированной ученической мебели.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.