

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Механика и сопротивление материалов»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №6 от 16 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Яценко Владимир
Петрович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил: Дмитриева Татьяна Львовна
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Сопротивление материалов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.16

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-1.16	Рассчитывает элементы авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость	Знать Знать основные положения сопротивления материалов, основные законы механики, способы и методы расчета напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, сдвиге и кручении, изгибе, сложном сопротивлении. Уметь Уметь использовать законы и методы сопротивления материалов, результаты испытаний для определения механических характеристик материала, анализировать результаты испытаний и расчетов, использовать методы математики и сопротивления материалов при решении практических задач прочности, жесткости и устойчивости для выполнения проекторочных расчетов элементов конструкций. Владеть Владеть методами определения и изучения механических свойств и характеристик материалов, методами и способами расчета внутренних усилий, напряжений и деформаций, навыками принятия рациональных инженерных решений при расчете элементов машин.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Сопротивление материалов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Начертательная геометрия», «Физика», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование самолетов», «Конструкторское и технологическое проектирование», «Основы проектной деятельности», «Проектная деятельность», «Строительная механика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Аудиторные занятия, в том числе:	112	48	64
лекции	48	16	32
лабораторные работы	16	16	0
практические/семинарские занятия	48	16	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	104	60	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Зачет	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение	1	2			1	2			Решение задач
2	Деформация растяжение и сжатие	2	6	1, 2, 3, 4, 5	10	2, 3	6	1, 3, 4, 5	24	Отчет по лаборатор ной работе
3	Геометрические характеристики сечений	3	2			4	2	5	6	Решение задач
4	Напряженное и деформированное	4	4			5	2	5	6	Решение задач

	состояние в точке тела									
5	Деформация сдвиг и кручение	5	2	6, 7, 8	6	6, 7	4	1, 2, 3, 4, 5	24	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16		16		60	

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Деформация изгиб. Расчет на прочность	1	8			1, 2	10	1	8	Решение задач
2	Деформация изгиб. Определение перемещений	2	4			3	4	1	6	Решение задач
3	Статически неопределимые системы при изгибе	3	6			4	6	1	10	Решение задач
4	Сложное сопротивление.	4	4			5	4	1	8	Решение задач
5	Устойчивость равновесия деформируемых систем	5	6			6	4	1	6	Решение задач
6	Расчет на прочность при динамических нагрузках	6	4			7, 8	4	1	6	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32				32		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение	Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов. Схематизация элементов конструкций, свойств материалов, внешних сил. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Понятие о напряжениях.
2	Деформация растяжение и сжатие	Определение напряжений и деформаций, закон Гука, условия прочности и жесткости, допускаемые напряжения; испытание материалов; статически неопределимые системы при растяжении-сжатии
3	Геометрические характеристики сечений	Геометрические характеристики поперечных сечений. Изменение осевых и центробежных

		моментов инерции при параллельном переносе. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции.
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела	Анализ напряженно – деформированного состояния в точке тела. Виды напряженного состояния. Напряжения по наклонным площадкам. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Площадки сдвига. Тензор деформаций. Главные деформации. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Потенциальная энергия. Теории прочности.
5	Деформация сдвиг и кручение	Деформация сдвиг, расчет на срез. закон Гука; определение напряжений и деформаций при кручении стержней, условия прочности и жесткости.

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Деформация изгиб. Расчет на прочность	Балки и их опоры. Усилия М и Q, правило знаков. Частные случаи построения эпюр М и Q. Дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом. Правила контроля эпюр. Нормальные напряжения. Касательные напряжения. Главные напряжения. Полная проверка прочности.
2	Деформация изгиб. Определение перемещений	Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Метод начальных параметров. Теоремы взаимности работ и перемещений. Определение перемещений методом Мора. Способ Верещагина.
3	Статически неопределимые системы при изгибе	Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Канонические уравнения метода сил. Использование симметрии системы. Расчет криволинейных рам.
4	Сложное сопротивление.	Косой изгиб. Напряжения, положение нейтральной оси, перемещения. Внецентренное сжатие-растяжение. Напряжения, положение нейтральной оси, ядро сечения. Прямой изгиб с осевым сжатием (растяжением). Кручение с изгибом бруса круглого сечения. Условия прочности. Общий случай сложного сопротивления. Проверка прочности бруса круглого поперечного сечения по теориям прочности.
5	Устойчивость равновесия деформируемых систем	Формула Эйлера для определения критической силы и пределы ее применимости. Формула Ясинского. Условия устойчивости. Практический метод расчета на устойчивость. Расчет стержней при продольно – поперечном изгибе.

6	Расчет на прочность при динамических нагрузках	Расчет на прочность при ударных нагрузках, определение коэффициента динамичности. Расчеты конструкций с учетом сил инерции. Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках, определение предела выносливости.
---	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Испытание на сжатие чугунного образца	2
2	Испытание на растяжение стального образца	2
3	Испытание на сжатие образцов из древесины	2
4	Испытание на растяжение с разгрузкой и повторным нагружением	2
5	Защита лабораторных работ	2
6	Испытание на срез и скалывание	2
7	Определение модуля сдвига	2
8	Защита лабораторных работ	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение опорных реакций	2
2	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержней	4
3	Расчет статически неопределимых стержневых систем	2
4	Определение геометрических характеристик плоских поперечных сечений	2
5	Анализ напряженного состояния в точке тела	2
6	Расчет механических соединений на срез	2
7	Расчет на прочность и жесткость при кручении	2

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Построение эпюр силовых факторов при изгибе	4
2	Расчет на прочность при изгибе	6
3	Расчет перемещений при изгибе	4
4	Расчет статически неопределимых систем методом сил	6
5	Расчет на прочность при сложном сопротивлении	4
6	Расчет стержней на устойчивость	4
7	Расчет на прочность при циклическом	2

	нагружении	
8	Расчет на прочность при ударных нагрузках	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
2	Подготовка к зачёту	4
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
5	Расчетно-графические и аналогичные работы	22

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Расчетно-графические и аналогичные работы	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Лекция с ошибками

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Яценко, В. П. Сопротивление материалов. Курсовая работа на тему «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкции летательных аппаратов»: практикум : учебное пособие / В. П. Яценко. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 146 с. — ISBN 978-5-8038-1410-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217271> (дата обращения: 16.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Мартыненко М. Г. Сопротивление материалов : лабораторный практикум / М. Г. Мартыненко, В. Б. Квактун, 2014. - 217 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Горбунов В. Ф. Сопротивление материалов. Изучай сопротивление материалов самостоятельно : учебное пособие / В. Ф. Горбунов ; Иркут. гос. техн. ун-т. - Иркутск : ИрГТУ, 2008. - 160 с. : ил. - URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2546.pdf>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Оформление отчета производится в соответствии с требованиями стандарта ИРНИТУ. Необходимые теоретические вычисления оформляют так, как это принято при выполнении расчетно-графических работ, то есть с указанием расчетной схемы, необходимых расчетных формул с подстановкой цифровых данных с учетом размерностей величин и полученного числового результата; все записи и расчеты производят в отдельной тетради для лабораторных работ.

Содержание отчета: цель работы; эскиз образца с размерами до и после испытания; диаграмма испытания образца и материала с указанием полученных числовых значений усилий, напряжений и деформаций; журнал лабораторной работы и выполненные расчеты; выводы по лабораторной работе.

Студент должен подготовиться к защите лабораторной работы. Используя лекционный материал, учебники и учебные пособия студент изучает соответствующий теоретический материал, знакомится с устройством и работой используемого оборудования и приборов, изучает методику выполнения лабораторной работы. Свою готовность студент может проверить, используя контрольные вопросы к лабораторному практикуму.

Критерии оценивания.

Защита лабораторных работ проходит в форме устной беседы с преподавателем. На защиту студент представляет отчет по лабораторной работе, оформленный соответствующим образом. Работа считается защищенной, если студент правильно отвечает на вопросы преподавателя (3-4 вопроса).

6.1.2 семестр 4 | Решение задач

Описание процедуры.

Студент получает индивидуальное задание по каждой теме.

Например: Требуется определить опорные реакции.

Отчет о выполнении задания оформляется и представляется преподавателю.

Критерии оценивания.

Зачтено/Незачтено

6.1.3 семестр 5 | Решение задач

Описание процедуры.

Студент получает индивидуальное задание по каждой теме.

Например: Требуется построить эпюры внутренних силовых факторов Q и M в балке, подобрать двутавровое сечение из условия прочности по нормальным напряжениям и произвести проверку на прочность по касательным напряжениям.

Отчет о выполнении задания оформляется и представляется преподавателю.

Критерии оценивания.

Зачтено/Незачтено

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-1.16	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	Устное собеседование, сдача-приемка лабораторных работ и практические задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет по дисциплине проводится в форме устного собеседования. Студент получает индивидуальное задание, которое включает один теоретический вопрос и задачу. На подготовку развернутых ответов и решение практической задачи студенту дается 60 минут.

Пример задания:

Примерный перечень вопросов:

1. Основные понятия сопротивления материалов, метод сечений, внутренние силовые факторы, понятие о напряжениях.
2. Деформация растяжения-сжатия, расчет напряжений и деформаций, условия прочности и жесткости.
3. Испытание материалов, диаграммы растяжения-сжатия пластичных и хрупких материалов.
4. Опасные напряжения, допускаемые напряжения.
5. Геометрические характеристики плоских сечений (статические моменты площади сечения, осевые, полярные, центробежные моменты инерции сечения, моменты сопротивления). Определение положения центра тяжести сечения, главных центральных осей сечения. Формулы перехода между параллельными и повернутыми осями сечения, расчет главных центральных моментов инерции сечения.
6. Деформация сдвиг, расчет напряжений, условие прочности, расчет соединений (болтовых, заклепочных, сварных) на срез и смятие.
7. Кручение круглых стержней. Внутренние силовые факторы и напряжения при кручении стержней. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
8. Определение деформаций при кручении круглых стержней. Условие жесткости, подбор диаметра вала по условию жесткости.

9. Определение напряжений при кручении круглых стержней. Условие прочности, подбор диаметра вала по условию прочности.
10. Основные понятия теории напряженного состояния тела.

Пример задачи: Требуется построить эпюры внутренних силовых факторов для вала, подобрать круглое сечение из условия прочности.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Полный и правильный ответ на задание (устный или письменный) или ответ с незначительными неточностями. Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Не полный или не правильный ответ на задание. Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен по дисциплине проводится в виде устного собеседования по билетам. Студент готовится к экзамену по заранее предложенным вопросам и тематике практических задач. В экзаменационный билет входят два теоретических вопроса и одна практическая задача. Время подготовки на экзамене – 90 минут.

Примерный перечень вопросов:

1. Теории прочности (I, II, III, IV, Мора). Эквивалентные напряжения, условия прочности.
2. Плоский поперечный изгиб. Построение эпюры M, Q, N при изгибе в балках и рамах. Правила контроля правильности построения эпюр, правила знаков, дифференциальные зависимости при изгибе.
3. Расчет нормальных и касательных напряжений при изгибе, положение нейтральной оси при изгибе, опасные точки и сечения, условия прочности.
4. Подбор сечений стержней по условиям прочности. Полная проверка балки на прочность, рациональные формы сечений.
5. Расчет линейных и угловых деформаций при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки, постоянные интегрирования, получение универсального уравнения упругой линии балки с помощью метода начальных параметров.
6. Расчет деформаций интегралом Мора, способом Верещагина.
7. Устойчивость сжатых стержней, критическая сила, условие устойчивости.
8. Сложные виды изгиба, определение напряжений, проверка на прочность.

Пример задания:

Экзаменационный билет № 1
по дисциплине «Сопротивление материалов»

1. Плоский поперечный изгиб. Построение эпюры M , Q , N при изгибе в балках и рамах. Правила контроля правильности построения эпюр, правила знаков, дифференциальные зависимости при изгибе.
2. Расчет нормальных и касательных напряжений при изгибе, положение нейтральной оси при изгибе, опасные точки и сечения, условия прочности.
3. Задача

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

практических задач.			
------------------------	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Сопротивление материалов : учеб. для машиностроит. специальностей вузов / Г. С. Писаренко [и др.]; под ред. Г. С. Писаренко, 1986. - 775.
2. Квактун В. Б. Сопротивление материалов : лабораторный практикум / В. Б. Квактун, М. Г. Мартыненко, 1999. - 270.
3. Яценко В. П. Сопротивление материалов. Расчет на прочность и жесткость плоских криволинейных рам на примере рамы типа шпангоута летательного аппарата : учебное пособие для специальности 160201 "Самолето- и вертолетостроение" (СМ) / В. П. Яценко, 2007. - 83.
4. Яценко В. П. Сопротивление материалов. Курсовая работа на тему "Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкции летательных аппаратов" : учебное пособие: практикум / В. П. Яценко, 2019. - 146.
5. Перелыгина А. Ю. Сопротивление материалов. Расчет на прочность и устойчивость стержневых элементов оборудования : учебное пособие / А. Ю. Перелыгина, 2017. - 139.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Феодосьев Всеволод Иванович. Сопротивление материалов : учеб. для втузов / Всеволод Иванович Феодосьев, 1999. - 590.
2. Подскребко Михаил Данилович. Сопротивление материалов : учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов / Михаил Данилович Подскребко, 1998. - 586.
3. Яценко В. П. Использование среды Mathcad для расчетов элементов инженерных конструкций : учебное пособие / В. П. Яценко, А. Ю. Перелыгина, Т. Л. Дмитриева, 2020. - 132.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])_поставка 2010

2. Microsoft Office Professional Plus 2013

3. PTC_MathCAD14

4. Siemens Femap with Nastran

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 312312 Учебно лабораторное оборудование СМУ

2. стенд базовый с наладками по сопротивлению материалов

3. 6959 Прибор КМ-50-1 испыт. на кручение

4. унив.уч.комплекс для стат.испытаний материалов КСИМ-40

5. 316420 Учебная лаборатория сопромата

6. 316419 Учебная лаборатория сопромата

7. Устройство д/изучения устойчивости сжатых стержней WP120

8. Устройство д/проведения испытаний на кручение WP500

9. Компьютер Intel i3ASRock
H55M/2Gb/HDD500Gb/GF52Mb/DVDRW/ATX450W/LCD22/ИБП1000 VA

10. Проектор Optoma DS316

11. Ноутбук Asus X550CC HDi3 3217U,4096,500,NV GT720M 2Gb,DVD-
SMulti,WiFi,BT,Cam,Win8