Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций
Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет

имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта

Фонд
оценочных средств

по дисциплине «Сопротивление материалов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 15.03.03 — РФ, 650500 — КР
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация

бакалавр

2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 15.03.03 — РФ, 650500 — КР «Прикладная механика», профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», по программе бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине «Сопротивление материалов».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании
Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

протокол № 1 от «2 » сентября 2026 г.

Руководитель подразделения

_____ Алсеитов Мирлан Тилегенович
подпись *расшифровка подписи*

Исполнители:
к.ф.-м.н. _____ Комарцов Никита Михайлович
должность *подпись* *расшифровка подписи*

к.ф.-м.н. _____ Герман Константин Анатольевич
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности
Политехнического института

_____ Комарцов Никита Михайлович
личная подпись расшифровка подписи

Содержание

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

2 Технологическая карта дисциплины

3 Типовые контрольные задания и иные оценочные материалы

4 Методические материалы и процедуры оценивания

5 Методические указания для обучающегося

Приложение 1 Формы фиксации результатов

Сведения о дисциплине

Показатель	Сведения
Наименование и код	Сопротивление материалов; цикл Б1.О.3; отдельный код дисциплины в предоставленной РПД не указан
Направление	15.03.03 — РФ, 650500 — КР «Прикладная механика»
Профиль	Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
Форма и период	Очная; бакалавриат; курс2, семестры3 и4; 2027–2028 уч. год при наборе2026
Объём	7 ЗЕТ;252 ч; семестр3 —108 ч, семестр4 —144 ч
Основания	РПД утверждена03.09.2026, одобрена02.09.2026, протокол№1; учебный план от26.06.2026, протокол№11; срок действия2026–2032; Положение о ФОС КРСУ, пп.3.3–3.8

Учебная работа	Семестр3	Семестр4	Всего
Лекции	24	24	48
Практические	24	24	48
Лабораторные	—	18	18
Прочая контактная	0,1	2,1	2,2
Контактная всего	48,1	68,1	116,2
СРС	59,9	75,9	135,8
Всего	108	144	252
Аттестация	Зачёт	Зачёт с оценкой; курсовая работа	—

В каждом семестре 2 интерактивных часа входят в практические. Год набора 2026 принят только для календарной привязки курса 2; при другой группе меняется учебный год, а не часы и семестры. Постоянная часть первых двух страниц и её реквизиты сохранены из макета; это не подтверждение подписания вновь подготовленного ФОС.

Приоритет календарного содержания — раздел 4 РПД. Темы плоского напряжённого состояния и критериев прочности из банка исходных материалов перенесены к контролю семестра 4, а касательные напряжения и прогибы балки — семестра 3. Восемь лабораторных работ соответствуют пп.8.1–8.8 РПД (последняя 4 ч); девять иных лабораторных из дополнительного материала не назначаются. Темы устойчивости, тонкостенного кручения

и кривого бруса приведены в вопросах и курсовых темах раздела 5 РПД, но не выделены в её лекционном плане: задания по ним включены как расширяющие материалы СРС, а не новые обязательные лекции. Их место в календаре требует согласования.

Рейтинговая карта, сроки, округление и соответствие рейтинга недифференцированному зачёту предложены для согласования. Порог 50% и компонентные ограничения проектного базового курса не переносятся как утверждённые нормы: применяется итоговая шкала Положения. Вариант курсовой работы ниже относится к прямо названному в п.9.1 РПД расчёту при растяжении и сжатии.

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция	Результаты обучения	Средства и этапы
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знать, п.3.1.1.1: Предметное содержание всех изученных разделов дисциплины, их взаимосвязь; принципы сопротивления конструкционных материалов; принципы статической работы и основы расчета типовых элементов конструкций, основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов.	A1.1–A1.32; A2.1–A2.12; D1
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Уметь, пп.3.2.1–3.2.2: Составлять механико-математические модели типовых элементов конструкции, использовать их при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость, оценивать прочностную надежность элементов конструкций, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики, а также с помощью программных систем компьютерного инжиниринга.	B1.1–B1.12; B2.1–B2.8; B3.1–B3.8; C1–C5; D2
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Владеть, п.3.3.1: Инженерными методами расчета типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, основами проектных расчетов элементов конструкций расчетов аналитическими и вычислительными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций.	C1–C5; B3.1–B3.8; D3

Повтор номера 3.2.1 и 3.3.1 и разрыв предложения между пп.3.2.1–3.2.2 устранены без изменения смысла. Новые официальные индикаторы не вводятся. Начальный этап — текущий и письменный рубежный контроль, базовый — промежуточная аттестация каждого семестра и защита курсовой работы.

Формулировки уровня 1 таблицы ОПК-1 РПД сохранены ниже. Знать: «Способен применять стратегию работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для реализации проблем естественнонаучных и общеинженерных знаний». Уметь: «Способен применять стратегию работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для реализации методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности». Владеть: «Способен реализовать и корректировать и применять стратегию использования естественнонаучных и общеинженерных зна-

ний, учитывая методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности». Наблюдаемый результат — индивидуальное объяснение выбора и изменения модели в кейсе B2.3, обсуждении B1.5 и защитах C1–C5; групповое обсуждение не подменяет персональную оценку.

Результат	Наблюдаемое действие	Точные задания
Прочность и жёсткость	Выделяет опасное сечение, вычисляет напряжение, перемещение и запас	B1.1–B1.4; B1.6–B1.10; B2.1; C1–C5
Геометрия, изгиб и сложное состояние	Находит характеристики, эпюры и компоненты в одной точке	B1.5–B1.7; B1.10; B2.2; B2.4–B2.8
Устойчивость и проектный расчёт	Проверяет границу применимости и выбирает размер	B1.11; C4; C5 сравнение вариантов
Эксперимент и вычисления	Отделяет измерения от учебных данных, оценивает погрешность, проверяет модель	B3.1–B3.8; C3; C5 вычислительная проверка

2 Технологическая карта дисциплины

Семестр 3 — три модуля, семестр 4 — три учебных модуля и отдельный модуль курсовой работы. Организационная разбивка 7 ЗЕТ (3+3+1); Курсовая работа имеет самостоятельный рейтинг 100 и не прибавляется к 100 баллам дисциплины.

Семестр и модуль	ТК состав	ТК макс.	РК форма	РК макс.	Итого	Срок
3 М1 Растяжение и сжатие	В/СРС2; тесты1–2:2; участие1; С1 часть6	11	В1.1,20×0,30	6	17	Недели1–6
3 М2 Сдвиг, кручение, геометрия	В/СРС2; тесты3–4:2; участие1; С1 часть6	11	В1.4,20×0,30	6	17	Недели7–10
3 М3 Прямой изгиб	В/СРС2; тесты6–7:2; участие2; С2:12	18	В1.6,20×0,40	8	26	Недели11–18
3 Сумма	Текущий контроль	40	Рубежный контроль	20	60	До зачёта
3 Аттестация	Зачёт, D3	—	Билет	40	40	График
3 Итог	40+20+40	—	—	—	100	Семестр3
4 М4 Энергия и метод сил	тесты8,12:2; участие1; С3:12	15	В1.8,20×0,30	6	21	Недели1–7
4 М5 Напряжённое состояние	тест5:1; участие1; лабораторные часть3	5	В1.9,20×0,30	6	11	Недели8–13
4 М6 Сложное сопротивление	тесты9–11:3; участие2; лабораторные часть3; С4:12	20	В1.10,20×0,40	8	28	Недели14–18
4 Сумма	Текущий контроль	40	Рубежный контроль	20	60	До аттестации
4 Аттестация	Зачёт с оценкой, DO	—	Билет	40	40	График
4 Итог	40+20+40	—	—	—	100	Семестр4

Семестр и модуль	ТК состав	ТК макс.	РК форма	РК макс.	Итого	Срок
4 М7 Курсовая работа	С5 отдельно: этапы60	60	Проверка20 и защита20	40	100	Недели1–18

Все минимальные возможные результаты равны 0; это не пороги допуска. К рубежному контролю допускаются все студенты независимо от посещаемости и выполнения иных работ, п.3.3 Положения. РК — индивидуальная письменная контрольная: одна задача,40 минут; калькулятор разрешён, конспект, Интернет и готовые решения запрещены. Материал и шифр каждого РК приведены в карте. Оценка 0–20 переводится умножением на 0,30 либо 0,40; повторного учёта того же листа решения в ТК нет.

Практические/СРС семестра 3: по 2 рейтинговых балла за модуль как средняя доля первичных оценок соответствующей группы задач: М 1 В1.2,В2.1,В2.3; М 2 В1.3,В2.2; М 3 В1.7,В2.6. Каждая задача оценивается из 20, доля равна сумме полученных, делённой на 20×число задач. В семестре 4 обычные практические задачи используются для обучения и обратной связи, без дополнительных баллов сверх карты.

Каждый тест —1 балл, всего 6 в семестре. С1–С4 оцениваются из 30 и умножаются на 0,4: до 12 в рейтинг за каждую. Для С1 первая часть до 15 первичных учитывается в М 1 (до 6 рейтинговых), оставшиеся 15 — в М 2; раздел 4. Лабораторные: В3.1–В3.4 средняя доля выполнения×3 в М 5, В3.5–В3.8×3 в М 6. Назначенные сроки отчётов не меняют расписание лабораторных.

Посещение и активность: до 4 за семестр по схеме 1+1+2 для трёх модулей; половина каждого максимума — доля посещённых занятий, половина — доля занятий с зафиксированным содержательным вопросом, ответом или объяснением метода. Записи ведутся по датам; способ восполнения объяснения на консультации сообщается заранее. С5 оценивается отдельно и не является повторным начислением баллов за С1–С4.

3 Типовые контрольные задания и иные оценочные материалы

Блок А Оценочные средства для проверки знаний

А1 Контрольные вопросы

А1.1–А1.24 воспроизводят вопросы РПД; семестровая применимость задаётся тематическим планом, а не прежними номерами лекций базового курса. В семестре 3:1–8,11–14; в семестре 4:9–10,15–24. Вопросы 21–23 — расширяющая часть раздела 5 РПД. Опрос: один вопрос,3–5 минут, без источников; первичная диагностическая шкала 0–5, дополнительных рейтинговых баллов не даёт.

А1.1 Почему расчётная схема должна содержать ограничения применимости?

А1.2 Как проверить эпюру внутреннего силового фактора?

А1.3 Когда допустима формула удлинения NL/(EA)?

А1.4 Почему равновесия недостаточно для стержня между жёсткими опорами?

А1.5 Чем различаются жёсткость и прочность материала?

А1.6 Почему палец проверяют и на срез, и на смятие?

А1.7 Зачем находить главные центральные оси сечения?

А1.8 Можно ли применять формулу кручения круглого вала к швеллеру?

А1.9 Какие величины сохраняются при повороте осей плоского напряжённого состояния?

А1.10 Почему Мизес и Треска не реагируют на чистое гидростатическое напряжение?

А1.11 Где возможен экстремум изгибающего момента?

А1.12 Почему увеличение высоты прямоугольной балки эффективно при изгибе?

А1.13 Где максимальны касательные напряжения в прямоугольном сечении?

А1.14 Какие граничные условия задают для консоли?

А1.15 Как найти перемещение в направлении отсутствующей силы по Кастильяно?

А1.16 Чем отличается единичный момент от единичной силы при расчёте перемещений?

А1.17 Как проверить решение методом сил?

А1.18 Всегда ли нейтральная линия при косом изгибе перпендикулярна силе?

А1.19 Что означает попадание сжимающей силы в ядро сечения?

А1.20 Почему при изгибе с кручением нельзя просто сложить максимальные напряжения?

А1.21 Когда формула Эйлера завышает допустимую нагрузку?

А1.22 Что постоянно вдоль однозамкнутого тонкостенного контура при кручении?

А1.23 Почему нейтральная ось кривого бруса не проходит через центр тяжести?

А1.24 Доказывает ли сходимость сетки правильность физической модели?

А1.25 Как применяют обобщённый закон Гука при объёмном напряжённом состоянии?

А1.26 Как разделяются энергия изменения объёма и энергия формоизменения?

А1.27 Как применяют метод начальных параметров к прогибам балки?

А1.28 В чём состоят теоремы взаимности работ и перемещений?

А1.29 Как учитываются монтажная неточность и температурное удлинение?

А1.30 Как рассчитывают предельную нагрузку идеально упругопластической стержневой системы?

А1.31 Как оценивают погрешность лабораторного результата?

А1.32 Когда для хрупкого материала требуется учитывать разные пределы растяжения и сжатия?

А2 Тесты

Ровно один правильный ответ; запишите шифр и букву. Верный —1, неверный/пропуск/несколько —0; штрафа нет. Семестр 3: А2.1–А2.4,А2.6–А2.7; семестр 4: А2.5,А2.8–А2.12. Каждый семестровый комплект 6 вопросов —10 минут; допускаются поднаборы по модулям с временем не менее 1,5 минуты на вопрос. Источники и Интернет запрещены. А2.5 перенесён в 4-й семестр по теме критериев прочности, А2.7 — в 3-й по формуле Журавского.

А2.1 Удвоение длины призматического растянутого стержня при неизменных P, E и A изменяет удлинение

А уменьшает вдвое; Б увеличивает вдвое; В не изменяет; Г увеличивает вчетверо.

А2.2 При полностью стеснённом равномерном нагреве прямого стержня возникает

А только растяжение; Б нулевое напряжение; В сжатие; Г только кручение.

А2.3 Размерность момента инерции площади

А мм; Б $мм^2$; В $мм^3$; Г $мм^4$.

А2.4 При кручении круглого сплошного вала максимум касательного напряжения расположен

А на оси; Б на поверхности; В везде одинаков; Г только у опоры при любом нагружении.

А2.5 Начало текучести по Мизесу при чистом гидростатическом состоянии

А определяется удвоенным давлением; Б определяется средним напряжением; В не прогнозируется этим критерием; Г всегда наступает.

А2.6 Внутри гладкого участка балки условие Q=0 указывает на возможный

А экстремум M; Б разрыв прогиба; В обязательный нуль M; Г разрыв угла поворота.

А2.7 В формуле Журавского величина Q обозначает

А продольную силу; Б крутящий момент; В поперечную силу; Г осадку опоры.

А2.8 Производная энергии по вспомогательному моменту определяет

А температуру; Б угол поворота; В площадь сечения; Г модуль упругости.

А2.9 Удвоение длины идеальной шарнирной стойки при постоянном EI меняет Pcr

А увеличивает вдвое; Б уменьшает вдвое; В уменьшает вчетверо; Г не изменяет.

А2.10 При замкнутом одноконтурном кручении и переменной толщине постоянно

А касательное напряжение; Б нормальное напряжение; В касательный поток; Г толщина.

А2.11 Сравнение сеток в МКЭ непосредственно проверяет

А экспериментальную достоверность материала; Б численную сходимость выбранной модели; В вероятность отказа; Г точность всех граничных условий.

А2.12 На дополнительной неподвижной шарнирной опоре балки обязательно равен нулю

А изгибающий момент в любом сечении; Б угол поворота; В прогиб; Г поперечная сила.

Блок В Оценочные средства для проверки умений

В1 Банк расчётных заданий

Условия взяты из раздела 5.3 РПД и базового курса; номера лекций исходного документа не используются как календарный план. В1.1–В1.4,В1.6–В1.7 — семестр 3; В1.5,В1.8–В1.12 — семестр 4. Каждая задача —20 первичных баллов, обычно 25–35 минут, сложная до 40. На обычном практическом занятии допускаются конспект и калькулятор; программная проверка не заменяет собственный ход решения. В режиме РК действуют ограничения раздела 2. Все нагрузки и характеристики учебные, не являются проектным обоснованием реального сооружения.

В1.1 Центральное растяжение

Стальной стержень длиной 1000 мм и площадью 200 мм² растянут силой 40 кН. E=200000 МПа, предел текучести 300 МПа. Найдите напряжение, удлинение и запас по текучести.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

В1.2 Стеснённое температурное расширение

Прямой стержень площадью 300 мм² закреплён между абсолютно жёсткими опорами без зазора и нагрет на 40 °C. E=200000 МПа, $\alpha=12\cdot10^{-6}$ °C^{-1}. Найдите температурное напряжение и продольную силу; потерю устойчивости не учитывать.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

В1.3 Палец в двухсрезном соединении

Сила 30 кН передаётся центральной проушиной толщиной 8 мм на две наружные щеки толщиной по 6 мм. Нагрузка между щеками делится поровну. Палец диаметром 12 мм, допускаемые напряжения среза 100 МПа и смятия 200 МПа. Проверьте палец и подберите диаметр с округлением вверх до целого миллиметра; изгиб пальца не учитывать.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

В1.4 Прочность и жёсткость круглого вала

Сплошной вал длиной 1000 мм передаёт момент 1 кН·м. G=80000 МПа, допускаемое касательное напряжение 80 МПа, допустимый угол 2°. Проверьте диаметр 40 мм и найдите минимальный расчётный диаметр.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.5 Главные и эквивалентные напряжения

В точке σx=80 МПа, σy=−20 МПа, τxy=30 МПа, остальные компоненты равны нулю. Найдите три главных напряжения, эквивалентные напряжения Треска и Мизеса и запас по Мизесу при пределе текучести 240 МПа.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.6 Прочность балки при прямом изгибе

Шарнирно опёртая по концам балка пролётом 2000 мм нагружена посередине силой 10 кН. Сечение прямоугольное: ширина 40 мм, высота 80 мм. Найдите реакции, максимальный момент и максимальное нормальное напряжение.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.7 Прогиб и касательное напряжение балки

Шарнирно опёртая по концам балка: пролёт 2000 мм, сила 10000 Н посередине вниз; прямоугольное сечение b=40 мм,h=80 мм,E=200000 МПа. Найдите максимальное касательное напряжение и прогиб; проверьте допустимый прогиб L/400.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.8 Энергетический расчёт удлинения

Ступенчатый стержень состоит из двух последовательных участков длиной по 500 мм, площадями 200 и 400 мм², E=200000 МПа. На свободном конце сила 30 кН, второй конец закреплён. Определите энергию деформации и перемещение конца методом Кастильяно.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.9 Балка с одной лишней опорой

Балка длиной 2 м защемлена слева и шарнирно опёрта справа. По всему пролёту действует q=2 кН/м вниз, EI постоянно. Методом сил найдите реакции и момент заделки.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.10 Вал при изгибе и кручении

В опасном сечении круглого вала диаметром 40 мм изгибающие моменты My=0,6 кН·м и Mz=0,8 кН·м, крутящий момент 0,8 кН·м. Предел текучести 300 МПа. Найдите напряжения в наиболее нагруженной точке и запас по Мизесу без концентраторов.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.11 Эйлерова устойчивость стойки

Прямой шарнирно закреплённый по концам стержень длиной 2000 мм имеет круглое сечение диаметром 30 мм. E=200000 МПа, предел пропорциональности 200 МПа. Найдите критическую силу, проверьте применимость Эйлера и запас при силе 10 кН.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B1.12 Замкнутый тонкостенный профиль

Однозамкнутая тонкостенная труба имеет квадратный срединный контур 100×100 мм, постоянную толщину 2 мм, длину 1000 мм. Момент 1 кН·м, G=80000 МПа. Найдите касательный поток, напряжение и угол закручивания по модели Бредта.

Представьте схему, уравнения, расчёт с единицами, проверку и вывод; критерии раздела 4.

B2 Дополнительные задания по темам РПД

B2.1 Ступенчатый стержень

Левый конец заделан. Участок 1: L1=500 мм, A1=200 мм²; участок 2 справа: L2=500 мм, A2=400 мм². E=200000 МПа. В узле между участками приложена сила 10 кН вправо, к правому концу 20 кН вправо. Найдите реакцию, N и σ на участках, перемещения узла и конца.

B2.2 Составное сечение и главные оси

Тавр образован без перекрытия стенкой 10×80 мм и полкой 60×10 мм сверху. Начало координат в середине нижней грани стенки, ось y вверх, x вправо. Найдите площадь, центр тяжести, центральные Ix,Iy,Ixy, момент сопротивления для верхнего и нижнего волокон; все размеры в мм.

B2.3 Монтажная неточность и предельная нагрузка

Два одинаковых вертикальных стержня длиной L=1000 мм, A=100 мм², E=200000 МПа присоединены к направляемой жёсткой траверсе, перемещающейся только поступательно. Второй изготовлен короче проектного расстояния на 0,10 мм и при сборке растянут на эту величину, когда траверса в проектном положении. Сборочные связи после монтажа отпущены, нижняя траверса свободна по вертикали. Затем к траверсе приложена сила P=20 кН вниз. Определите напряжения, считая растяжение положительным. Для идеально упругопластического материала с σт=250 МПа найдите предельную нагрузку при допустимости перераспределения, без потери устойчивости.

B2.4 Обобщённый закон Гука и энергия

В главных осях σ1=100, σ2=50, σ3=−20 МПа. E=200000 МПа, ν=0,30. Найдите ε1,ε2,ε3, объёмную деформацию и удельную упругую энергию. Проверьте сумму деформаций независимой формулой.

B2.5 Косой изгиб и ядро сечения

Прямоугольное сечение: b=40 мм по z, h=80 мм по y. В главных осях My=0,4 кН·м, Mz=0,8 кН·м. Примите формулу σ=My·z/Iy+Mz·y/Iz, начало в центре. Найдите напряжения в четырёх углах и нейтральную линию. Отдельно: сила сжатия 40 кН приложена с эксцентриситетом ey=10 мм, ez=0. Найдите крайние напряжения и проверьте попадание в ядро.

B2.6 Интеграл Мора и начальные параметры

Консоль длиной L=1000 мм, постоянное EI, прямоугольник b=20,h=40 мм, E=200000 МПа, сила P=1000 Н на свободном конце вниз. Найдите перемещение и поворот свободного конца двумя способами: интегрирование EI v″=M(x) с граничными условиями в заделке и метод единичной нагрузки. Оси: x от заделки вправо, прогиб вниз считать положительным; согласуйте знак момента с этим выбором.

B2.7 Критерий Мора для хрупкого материала

Главные напряжения σ1=60, σ2=0, σ3=−80 МПа; временное сопротивление при растяжении 120 МПа и при сжатии 360 МПа. Для смешанных знаков используйте критерий Мора:

σ1/σвр−σ3/σвс≤1. Найдите показатель использования, запас как его обратную величину и объясните отличие от применения Мизеса без обоснования.

В2.8 Взаимность перемещений

Линейно-упругая балочная система имеет матрицу податливости δ11=0,020, δ22=0,030, δ12=δ21=0,010 мм/Н. Силы P1=10 Н,P2=20 Н. Найдите u1,u2 и энергию. Проверьте взаимность перекрёстных перемещений от единичных сил.

В3 Лабораторный практикум

Восемь работ по разделу 8 РПД: В3.1–В3.7 по 2 академических часа, В3.8 —4, итого 18. Работа проводится на оборудовании лаборатории по его действующей инструкции; нагрузку, допустимые диапазоны и порядок управления установкой задаёт преподаватель по паспорту. Параметры неизвестной установки не выдумываются. Ведение опыта и отчёт оцениваются индивидуально, даже при работе подгруппой.

Каждая карточка содержит задачу реального опыта и отдельно явно обозначенный синтетический набор для тренировки обработки. Учебный набор не выдаётся за измерения студента и не заменяет предусмотренный РПД эксперимент. При недоступности установки способ выполнения согласуется подразделением; самовольная замена физической работы расчётом не устанавливается. Калькулятор, таблицы и программа обработки разрешены; итоговая защита 3–5 минут в пределах занятия.

В3.1 Растяжение цилиндрического образца

Продолжительность 2 ч. Измерьте d0,L0; запишите F и ΔL по ступеням и при разгрузке, нагрузку текучести или условного предела, максимальную нагрузку, L после разрыва и минимальный диаметр. Постройте инженерную диаграмму σ–ε; определите модуль на линейном участке, предел текучести по принятому способу, временное сопротивление, относительное удлинение и сужение.

Учебные данные: d0=10 мм,L0=50 мм; F=0;2000;4000 Н, ΔL=0;0,00637;0,01273 мм; явно наблюдаемый предел текучести Fy=18000 Н, Fmax=25000 Н; Lпосле=62 мм,dmin=7 мм. Для этих данных допускается определять E по крайней точке линейного участка.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.2 Сжатие образца из хрупкого материала

Продолжительность 2 ч. Измерьте образец и опорные поверхности; запишите нагрузку и укорочение. Опишите форму разрушения и влияние трения торцов. Определите условное разрушающее напряжение по исходной площади и ограничения однородной модели.

Учебные данные: цилиндр d0=20 мм,h0=20 мм; F=0;10000;20000 Н; укорочение 0;0,025;0,050 мм; разрушающая нагрузка 60000 Н.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.3 Чистый изгиб

Продолжительность 2 ч. В зоне постоянного момента определите деформации по высоте образца и сравните их с линейной моделью. Покажите участок измерения между силами, где Q=0. Проверьте расположение нейтральной оси и связь σ=Eε с M/W.

Учебные данные: прямоугольник b=20,h=10 мм, E=200000 МПа; постоянный M=20000 Н·мм. На уровнях y=−5;0;+5 мм измерены ε=−0,00030;0;+0,00030. Знак момента согласуйте с данными.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.4 Определение модуля упругости

Продолжительность 2 ч. На линейном участке измерьте приращения нагрузки и продольного перемещения на базе. Найдите E по наклону σ–ε; оцените влияние податливости машины и выбранной базы.

Учебные данные: d=10 мм, база L=100 мм, F=1000;2000;3000 Н, ΔL=0,00637;0,01273;0,01910 мм. Рассчитайте E по приращению между первой и третьей точками.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.5 Определение коэффициента Пуассона

Продолжительность 2 ч. При одноосном растяжении измерьте продольную и поперечную деформации на одной ступени; найдите ν и обсудите знак, ориентацию датчиков и малость деформации.

Учебные данные: εпрод=0,00050;0,00100;0,00150; εпоп=−0,00015;−0,00030;−0,00045.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.6 Определение коэффициента ударной вязкости

Продолжительность 2 ч. По паспорту испытания установите геометрию надреза и площадь оставшегося сечения, запишите поглощённую работу с учётом поправок установки. Найдите отношение работы к площади; не подменяйте его статической прочностью.

Учебные данные: образец до надреза 10×10 мм; остаточная высота под надрезом 8 мм; скорректированная поглощённая работа 30 Дж. Тип надреза и температура в учебных данных не заданы: обозначать результат KCU или KCV без этих сведений нельзя.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.7 Определение жёсткости пружины

Продолжительность 2 ч. Измерьте приращения силы и осадки при нагружении и разгрузке; определите рабочую жёсткость k=ΔF/Δδ. Постройте график, оцените линейность и гистерезис.

Учебные данные нагружения F=10;20;30 Н, осадка 2;4;6 мм. Разгрузка при 30;20;10 Н:6;4,1;2,1 мм. Начальный отсчёт принят нулевым.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

В3.8 Сложное напряжённое состояние и кручение трубчатого образца

Продолжительность 4 ч. Измерьте наружный/внутренний диаметры и базу, момент и угол закручивания. Найдите Jp, модуль сдвига, τ на поверхности, главные напряжения и направления; сравните деформации розетки ±45°, при наличии данных.

Учебные данные: D=20,d=18 мм,L=200 мм; T=10;20;30 Н·м; φ=0.00462794;0.00925589;0.01388383 рад. При T=20 Н·м измерены ε+45=+0.00023140; ε−45=−0.00023140. Считать кручение чистым, пренебречь изгибом и концентрацией у захватов.

Отчёт: схема и данные образца/прибора; фактические отсчёты с единицами; формулы и таблица обработки; график при наличии нескольких ступеней; оценка погрешности; сравнение с моделью; вывод. До 20 первичных баллов, раздел 4. Контрольные вопросы: что измерено прямо; какая гипотеза проверяется; чем объясняется расхождение; как изменится результат при изменении геометрии?

Блок С Проверка владения методами и проектных навыков

С1–С4 — РГР по материалам РПД. Отчёт 4–7 страниц с файлами вычислительной модели при её использовании; индивидуальная защита 5–7 минут на практическом занятии. Разрешены учебники, одна доступная вычислительная среда и средство оформления. Максимум 30 первичных за РГР, перевод в 12 рейтинговых умножением на 0,4. Для самостоятельности вариант k=1–10 назначается по списку, повторяется циклически; величины ниже изменяются явно. Во всех эталонах используются те же параметры.

С1 Растяжение и кручение

Выполните В1.1,В1.2 и В1.4, изменив силу 40 кН в В1.1 на(40+k) кН, нагрев 40°С в В1.2 на(40+k)°С, момент в В1.4 на(1+0,05k) кН·м. Все прочие исходные данные неизменны. Постройте необходимые эпюры усилий, напряжений и перемещений. Проверьте вал по обоим условиям. Сравните сплошной валd=40 мм с трубчатым при той же площади материала и dвн/dнар=0,6; найдите оба диаметра трубы, Jp,τmax иφ. Вывод должен различать уменьшение угла и выполнение предела 2°. Срок: осевые части — неделя 6, кручение и защита — неделя 10 семестра 3.

С2 Прочность и жёсткость балки

Выполните В1.6 и В1.7 для P=(10+k) кН, остальных данных без изменения. Постройте эпюрыQ,M и прогибов, найдите максимальные нормальные и касательные напряжения. При b=40 мм подберите целую высоту по допускаемому нормальному напряжению 100 МПа и прогибуL/400 с E=200000 МПа; округлите вверх и укажите определяющий критерий. В отличие от прежнего РГР 2 проверка плоского напряжённого состояния отнесена к семестру 4, здесь сохранена тема раздела 3 РПД. Срок — неделя 18 семестра 3.

С3 Балочная система и вычислительная проверка

Выполните В1.7 и В1.9. Для В1.7 P=(10+k) кН; для В1.9 q=(2+0,1k) кН/м; остальные условия прежние. Найдите реакции, напряжения и перемещения. Для шарнирной балки В1.7 создайте балочную или объёмную конечноэлементную модель на трёх сгущаемых сетках; явно задайтеb=40,h=80,L=2000 мм,E=200000 МПа,ν=0,30. Сравните сумму реакций, про-

гиб посередине и номинальные напряжения вне локальной зоны приложения нагрузки. Сохраните тип элемента, сетки, нагружение и закрепления. Для объёмной модели исключите лишние связи, а при сравнении объясните поперечный сдвиг и особенности приложения силы. Не приравнивайте сингулярное узловое напряжение к номинальному. Срок — неделя 7 семестра 4; при раннем сроке файлы могут дополняться до предусмотренного расписанием занятия проверки.

С4 Сложное сопротивление и устойчивость

Выполните В1.10–В1.12, умножив все заданные моменты в В1.10 и В1.12 на s=1+0,05k, остальные данные без изменения. В В1.10 подберите целый диаметр при требуемом запасе 2,0. В В1.11 проверьте исходную стойку при 10 кН и определите наибольшую длину при запасе 2,0, проверив границу применимости Эйлера. В1.12 относится к расширяющим материалам раздела 5 РПД. По В2.5 отдельно проверьте внецентренное сжатие без изменения данных. Срок — неделя 18 семестра 4. Темы, не выделенные лекционно, предварительно рассматриваются на консультации/СРС, без добавления часов.

С5 Курсовая работа

Тема типового задания: «Расчёт статически неопределимой стержневой системы при силовом, температурном и монтажном воздействии». Соответствует теме 1 раздела 5.2 и направленности п.9.1 РПД. Контроль и оценка отдельные, максимум 100. Курсовая не заменяется набором сданных РГР. Прочие темы раздела 5.2 являются альтернативами по решению подразделения; их специальные задания настоящим типовым заданием не подменяются.

Два вертикальных стержня закреплены сверху и соединены нижними концами с направляемой абсолютно жёсткой траверсой, допускающей только общее вертикальное поступательное перемещениеu вниз; поворот исключён идеальной направляющей. Сила P=(30+k) кН приложена к траверсе вниз. Стержень 1: L1=1000 мм,A1=200 мм²,E1=200000 МПа,α1=12·10⁻⁶°C⁻¹. Стержень 2: L2=1200 мм,A2=300 мм²,E2=100000 МПа,α2=20·10⁻⁶°C⁻¹. Опоры имеют нужную разность высот, чтобы при исходном проектном положении траверсы расстояния былиL1 иL2. Оба стержня нагреваются наΔT=(20+k)°C. Второй имеет заданное начальное свободное удлинениеs2=(0,05+0,005k) мм относительно проектной длины, первыйs1=0. Считать Ni=EiAi/Li·(u−αiΔT·Li−si), растяжение положительно. Эта запись однозначно задаёт знак монтажной неточности. Собственным весом пренебречь; материалы линейно-упругие.

Ограничения учебной задачи: |σ1|≤160 МПа, |σ2|≤100 МПа, |u|≤1,00 мм. Требуется: построить схему; доказать статическую неопределимость; составить равновесие и совместность; получить символическое и численное решение дляNi,σi,u; построить эпюрыN иσ и графикu(P) при 0≤P≤50 кН с фиксированными температурой/монтажом; разложить решение на силовую, температурную и монтажную составляющие; проверить ограничения. Сравнить с вариантом A2=360 мм² при неизменных остальных данных, включая исходное свободное удлинение. Выбрать обоснованный вариант; при необходимости обосновать дальнейшее изменение сечения или нагрузки. Независимо решить матричную систему в доступной вычислительной среде и выполнить параметрическую проверку поΔT=0 иs2=0. Не приписывать исходным допускаемым напряжениям нормативный статус.

Результат — расчётно-пояснительная записка ориентировочно 15–20 страниц без кода: задание и вариант, схема, допущения, формулы, расчёт, эпюры/графики, сравнение вариантов, проверки, вывод и источники; приложения с кодом/таблицей. Сроки семестра 4: тема и модель — неделя 3 (до 15); уравнения и аналитическое решение — неделя 8 (до 20); вычисления и сравнение — неделя 14 (до 25); проверка — неделя 17 (до 20); индивидуальная защита — неделя 18 по графику (до 20). Защита до 10 минут; вопросы: почему равновесия недостаточно, как меняется распределение усилий при измене-

нииE/A/температуры, как установлена независимость проверки. Контактные 2 ч п.9.1 РПД используются для консультаций по курсовой, а не добавляются к лекциям.

Блок D Материалы промежуточной аттестации

Две формы по РПД: семестр 3 — зачёт, семестр 4 — зачёт с оценкой. Экзамен не назначается. Билет: два вопроса по 10 и одна задача 20, всего 40 первичных и рейтинговых баллов. D1 — теоретические вопросы; D2 — схема, уравнения и вычисления задачи (до 16); D3 — независимая проверка и вывод на том же материале (до 4). Проверяемые действия разделены без дополнительных баллов сверх 20 за задачу.

Порядок: случайный выбор билета,45 минут самостоятельной письменной подготовки и до 15 минут индивидуального собеседования, общий регламент до 60 минут. Это предложенный регламент из материалов, подлежащий согласованию с расписанием; 0,1 ч консультаций в РПД не объявляется временем индивидуального ответа. Разрешены калькулятор и чистый лист; конспект, Интернет и программное решение запрещены. Работа и оценочный лист сохраняются преподавателем. Числа в билетах базовые, варианты РГР не подставляются.

Зачёт Билет 3.1

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 3.

D1.3.1.1 Почему расчётная схема должна содержать ограничения применимости? До 10 баллов.

D1.3.1.2 Когда допустима формула удлинения NL/(EA)? До 10 баллов.

D2.3.1 Стальной стержень длиной 1000 мм и площадью 200 мм² растянут силой 40 кН. E=200000 МПа, предел текучести 300 МПа. Найдите напряжение, удлинение и запас по текучести. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.3.1 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт Билет 3.2

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 3.

D1.3.2.1 Почему равновесия недостаточно для стержня между жёсткими опорами? До 10 баллов.

D1.3.2.2 Чем различаются жёсткость и прочность материала? До 10 баллов.

D2.3.2 Прямой стержень площадью 300 мм² закреплён между абсолютно жёсткими опорами без зазора и нагрет на 40 °C. E=200000 МПа, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}. Найдите температурное напряжение и продольную силу; потерю устойчивости не учитывать. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.3.2 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт Билет 3.3

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 3.

D1.3.3.1 Зачем находить главные центральные оси сечения? До 10 баллов.

D1.3.3.2 Можно ли применять формулу кручения круглого вала к швеллеру? До 10 баллов.

D2.3.3 Сплошной вал длиной 1000 мм передаёт момент 1 кН·м. G=80000 МПа, допускаемое касательное напряжение 80 МПа, допустимый угол 2°. Проверьте диаметр 40 мм и найдите минимальный расчётный диаметр. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.3.3 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт Билет 3.4

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 3.

D1.3.4.1 Где возможен экстремум изгибающего момента? До 10 баллов.

D1.3.4.2 Какие граничные условия задают для консоли? До 10 баллов.

D2.3.4 Шарнирно опёртая балка: L=2000 мм,P=10000 Н вниз в середине,b=40,h=80 мм,E=200000 МПа. Найдите максимальное касательное напряжение и прогиб; проверьте допустимый прогиб L/400. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.3.4 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт с оценкой Билет 4.1

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 4.

D1.4.1.1 Как найти перемещение в направлении отсутствующей силы по Кастильяно? До 10 баллов.

D1.4.1.2 Чем отличается единичный момент от единичной силы при расчёте перемещений? До 10 баллов.

D2.4.1 Ступенчатый стержень состоит из двух последовательных участков длиной по 500 мм, площадями 200 и 400 мм², E=200000 МПа. На свободном конце сила 30 кН, второй конец закреплён. Определите энергию деформации и перемещение конца методом Кастильяно. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.4.1 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт с оценкой Билет 4.2

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 4.

D1.4.2.1 Как проверить решение методом сил? До 10 баллов.

D1.4.2.2 Доказывает ли сходимость сетки правильность физической модели? До 10 баллов.

D2.4.2 Балка длиной 2 м защемлена слева и шарнирно опёрта справа. По всему пролёту действует q=2 кН/м вниз, EI постоянно. Методом сил найдите реакции и момент заделки. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.4.2 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт с оценкой Билет 4.3

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 4.

D1.4.3.1 Какие величины сохраняются при повороте осей плоского напряжённого состояния? До 10 баллов.

D1.4.3.2 Почему Мизес и Треска не реагируют на чистое гидростатическое напряжение? До 10 баллов.

D2.4.3 В точке σx=80 МПа, σy=−20 МПа, τxy=30 МПа, остальные компоненты равны нулю. Найдите три главных напряжения, эквивалентные напряжения Треска и Мизеса и запас по Мизесу при пределе текучести 240 МПа. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.4.3 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

Зачёт с оценкой Билет 4.4

Сопротивление материалов;15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»; семестр 4.

D1.4.4.1 Всегда ли нейтральная линия при косом изгибе перпендикулярна силе? До 10 баллов.

D1.4.4.2 Почему при изгибе с кручением нельзя просто сложить максимальные напряжения? До 10 баллов.

D2.4.4 В опасном сечении круглого вала диаметром 40 мм изгибающие моменты My=0,6 кН·м и Mz=0,8 кН·м, крутящий момент 0,8 кН·м. Предел текучести 300 МПа. Найдите напряжения в наиболее нагруженной точке и запас по Мизесу без концентраторов. Схема, уравнения и вычисления — до 16.

D3.4.4 Проверьте расчёт независимым способом, укажите определяющее ограничение и физический вывод. До 4 в составе 20 за задачу.

Составители: к.ф.-м.н. Герман К. А.; к.т.н. Джаманкулов А. К.

Реквизиты отдельного утверждения билетов: № ____ от _____.

4 Методические материалы и процедуры оценивания

4 1 Процедуры и фиксация результатов

Средство	Условия	Результат
A1	1 вопрос,3–5 минут, без источников	Диагностика0–5
A2	6 вопросов/10 минут за семестр,1 верный ответ	По1, максимум6
B1,B2	25–40 минут; на занятии конспект и калькулятор разрешены	Решение0–20, доля в ТК только по карте
РК	1 задача,40 минут письменно; только калькулятор	20×0,30 или20×0,40
B3	8 опытов в18 ч; обработка и индивидуальная защита	20, средняя доля×3 по группе
C1–C4	РГР, индивидуальная защита5–7 минут	30×0,4=12
C5	Этапы и защита по графику	100 отдельно
D	2 вопроса и задача;45+15 минут	40 без пересчёта

4 2 Критерии работ

Средство	Критерии и максимумы	Итог
Устный вопрос A1	Определения1; допущения1; связи и формулы2; вывод1	5
Расчётная задача B или D	Схема4; уравнения6; вычисления и единицы6; независимая проверка и вывод4	20
РГР C1–C4	Схема и данные4; модель6; вычисления и эпюры8; проверка/анализ6; защита6	30
Лабораторная B3	Схема/условия3; фактические измерения5; обработка/погрешность5; сравнение3; защита4	20
Теоретический вопрос D1	Определения2; допущения2; объяснение связей4; инженерный вывод2	10
Курсовая C5	Модель15; уравнения20; вычисления/варианты25; проверка20; защита20	100

Общая шкала каждого критерия: полное корректное выполнение —100% его максимума; верная основа и одна исправимая неточность —75%; выполнена примерно половина требуемых действий —50%; отдельное содержательно верное действие —25%; действие отсутствует/принципиально неверно —0. Баллы допускаются дробные, суммируются без округления. Для критерия из 1 разрешены 0;0,25;0,5;0,75;1.

Расчёт: схема включает связи, силы, размеры и оси; уравнения — равновесие, физические соотношения и совместность; вычисления — прослеживаемость, единицы и результат; проверка — независимый контроль и интерпретация. Для критерия проверки 4:2 за корректный независимый способ,2 за ограниченный физический вывод. При правильной схеме отдельная арифметическая ошибка не обнуляет уравнения. Допуск 1% принимается только при совпадении модели и объяснённом округлении.

C1 этап M 1: схема 4+модель 6+осевые вычисления 5=15. Этап M 2: оставшиеся вычисления 3+проверка 6+защита 6=15. Во всех РГР исходные решения развиваются как единый продукт; этапы не оценивают одну и ту же часть повторно. C3, проверка 6: равновесие 2,

сравнение прогиба 2, сеточная сходимость с объяснением 2. Для остальных РГР проверка 6: независимый расчёт 3, анализ влияния параметра/ограничений 3.

Лаборатория: максимальные 5 за измерения требуют полного фактического журнала с обозначением образца, прибора, единиц и условий; использование только предоставленного учебного набора не подтверждает проведение опыта. Обработка 5 требует формул и оценки погрешности, сравнение 3 — содержательного объяснения расхождения; защита 4 — самостоятельного объяснения метода и результатов. Учебная тренировка оценивается диагностически, а не выдаётся за выполненный эксперимент.

Курсовая: модель 15 — правильные связи, исходные данные и знаки монтажного воздействия; уравнения 20 — равновесие, совместность, символическое решение; вычисления 25 — оба варианта сечений, графики и проверки ограничений; проверка 20 —10 за независимую вычислительную систему,10 за предельные/параметрические случаи; защита 20 —10 за объяснение закона и схемы,10 за ответ об изменении параметра и исправление замечаний. Градации 100/75/50/25/0% применяются к каждой из этих частей.

4 3 Итоговая шкала и расчёт

Рейтинг	Оценка по п.3.3 Положения
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
Менее60	Неудовлетворительно

Для каждого семестра R=ТК+РК+D, максимум 40+20+40=100. Итог курсовой RKP равен сумме её пяти этапов, максимум 100, и переводится по той же шкале отдельно. Итоги семестров и курсовой не складываются и не усредняются. Для недифференцированного зачёта предлагается R≥60 → «зачтено»,R<60 → «не зачтено»; локальный акт с утверждённым соответствием не приложен, поэтому это согласуемое решение.

Все промежуточные значения сохраняются; только итоговый рейтинг округляется до целого: дробная часть<0,5 вниз,≥0,5 вверх, затем применяется шкала. Это предложенное правило. Пороги 50% и обязательный минимум по отдельному компоненту из базового курса не вводятся как самостоятельные основания отказа в допуске или положительной оценке. Для пересдач, сроков, числа попыток и замены оценок применяется действующий локальный порядок; его реквизиты в приложениях отсутствуют. Изменение результата фиксируется с датой и основанием.

5 Методические указания для обучающегося

5 1 Самостоятельная работа

Раздел РПД	Часы	Содержание и результат	Контроль
1 Центральное растяжение/сжатие	20	B1.1–B1.2,B2.1,B2.3,C1 осевые части; подготовкаРК	Семестр3, недели1–6
2 Сдвиг, кручение, геометрия	20	B1.3–B1.4,B2.2,C1 кручение	Семестр3,7–10
3 Прямой изгиб	19,9	B1.6–B1.7,B2.6,C2, подготовка зачёта	Семестр3,11–18
Итого семестр3	59,9	—	—

Раздел РПД	Часы	Содержание и результат	Контроль
4 Энергетические методы	15	B1.8,B2.6,B2.8,C3 и курсовая	Семестр4,1–7
5 Метод сил	15	B1.9,C3, курсовая	Семестр4,1–7
6 Напряжённое состояние	26	B1.5,B2.4,B2.7; отчётыB3; курсовая	Семестр4,8–13
7 Сложное сопротивление	19,9	B1.10–B1.12,B2.5,C4; подготовка аттестации; курсовая	Семестр4,14–18
Итого семестр4	75,9	—	—
Всего	135,8	Без дополнительной нагрузки	—

Для курсовой внутри 75,9 ч СРС предлагается выделить 24 ч:6 из раздела 4,6 из раздела 5,8 из раздела 6 и 4 из раздела 7. Остаются 9+9+18+15,9=51,9 ч на остальные работы и подготовку; общая сумма 75,9 сохраняется. В эти же часы входят подготовка к лабораторным и оформление отчётов;18 контактных лабораторных часов отдельно не дублируются. Распределение внутри тем является методическим предложением. Для группы другого года сроки переводятся в её календарь без изменения недель и часов.

5 2 Указания к выполнению

Перед занятием повторите обозначения, единицы и ограничения применимости формул. Различайте свойства материалаE,G,ν и характеристики сеченияA,I,W. В решении сначала покажите схему, затем реакции и внутренние усилия, опасное сечение, физические соотношения, расчёт и проверку. Отрицательный результат интерпретируйте относительно выбранной оси; не исправляйте знак без объяснения.

Эпюры должны иметь подписанные оси, знаки, характерные числа и единицы. Для перемещений укажите граничные условия и непрерывность на стыках. В сложном сопротивлении объединяйте компоненты в одной точке; максимумы из разных точек нельзя подставлять в один критерий без обоснования. В устойчивости отдельно проверяйте границу применимости идеальной модели.

В лабораторном журнале отделяйте фактические отсчёты от вычисленных значений и учебных наборов. Записывайте размеры, цену деления/разрешение, сведения о приборе и условия опыта. Не подменяйте отсутствующие измерения расчётными. Режим установки определяется инструкцией лаборатории и преподавателем; отчёт раскрывает фактический метод, а не предполагаемую модель оборудования.

При компьютерном расчёте сохраните исходные параметры, модель, версию среды и тип элементов. Сначала проверьте равновесие и единицы, затем сравните с аналитическим решением. При сгущении сетки сравнивайте одну и ту же величину в одном месте. Сообщение решателя об успехе и сходимость сетки не доказывают соответствия физическому объекту. Использование внешних примеров и цифровой помощи раскрывайте, а собственный результат объясняйте на защите.

К зачёту семестра 3 повторите растяжение, кручение, геометрию, эпюры и перемещения при изгибе; к зачёту с оценкой добавьте энергию, метод сил, напряжённое состояние и сложное сопротивление. Используйте A1,A2 и билеты блокаD без просмотра ключей. К консультации подготовьте свою попытку и конкретный вопрос. Доступные форматы и необходимые адаптации согласуются в установленном порядке при сохранении проверяемого результата.

Литература и программное обеспечение

1. Дарков А.В. Сопротивление материалов: учебник для технических вузов. М.: Высшая школа,1989. Библиографическая запись воспроизведена в объёме РПД. 2. Горшков А.Г., Трошин В.Н., Шалашилин В.И. Сопротивление материалов: учебное пособие. М.: ФИЗМАТЛИТ,2002. 3. Кривошапко С.Н. Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчётно-графические работы: учебник для бакалавров. М.: Юрайт,2013. Используются разделы по соответствующей теме; отсутствующие номера страниц не выдумываются.

4. РПД «Сопротивление материалов», КРСУ, утверждена 03.09.2026, разделы 3–5 и 8. 5. Приложенный документ «Сопротивление материалов. Темы занятий и фонд оценочных средств. Базовый курс», разделы оценочных и методических материалов. Условия B1 и исходные вопросы/тесты заимствованы из пользовательских материалов; они не приписываются опубликованному задачнику. B2, карточки лабораторных, индивидуальные параметры РГР и типовое задание C5 разработаны для настоящего ФОС.

ПО из РПД: FreeCAD FEM с CalculiX либо доступная согласованная среда; Python cNumPy,SciPy,Matplotlib; JupyterLab;code_aster как альтернатива при подготовленной учебной среде. Для оформления допускаются средства, сохраняющие читаемую расчётную записку и таблицы. Обязательные версии и наличие установки в университете не предполагаются. Ресурсы РПД: eLIBRARY.RU,КиберЛенинка,NIST Standard Reference Data,справочная документация CalculiX иMIT OpenCourseWare. Каталог данных не заменяет паспорт конкретного материала.

Приложение 1 Формы фиксации результатов

Сопротивление материалов. ФИО_____ Группа_____ Семестр____ Дата_____

Семестр	Компонент	Макс.	Получено	Примечание
3	Практические/СРС	6		
3	Тесты	6		
3	Участие	4		
3	С1,С2	24		
3	РК	20		
3	Зачёт	40		
3	Итог	100		
4	Лабораторные	6		
4	Тесты	6		
4	Участие	4		
4	С3,С4	24		
4	РК	20		
4	Зачёт с оценкой	40		
4	Итог	100		

Лист промежуточной аттестации

ФИО_____ Группа_____ Билет_____
Форма_____ Дата_____

Компонент	Максимум	Получено	Замечания
D1 вопрос1	10		
D1 вопрос2	10		
D2 расчёт	16		
D3 проверка и вывод	4		
Аттестация	40		
ТК+РК	60		
Итог	100		

Итог до округления_____ После округления_____ Оценка/зачёт_____
Преподаватель_____ Подпись_____

Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Содержание и основание изменения	Протокол и подпись