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 «Строительная механика машин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 15.03.03 — РФ, 650500 — КР
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация

бакалавр

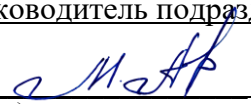
2026 г.

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 «Строительная механика машин».

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

протокол № 1 от «2 » сентября 2026 г.

Руководитель подразделения

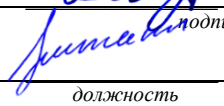


Алсеитов Мирлан Тилегенович
подпись *расшифровка подписи*

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



личная подпись — Комарцов Никита Михайлович
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
Дисциплина	Строительная механика машин; цикл Б1.О.3. Отдельный код дисциплины в данной РПД не указан
Направление	15.03.03 — РФ,650500 — КР «Прикладная механика»
Профиль	Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
Форма и курс	Бакалавриат; очная; семестр 6 — курс 3, семестр 7 — курс 4. Календарные учебные годы уточняются по группе
Объём	9 ЗЕТ;324 ч; семестр 6 —144 ч, семестр 7 —180 ч
Промежуточная аттестация	Зачёт и курсовая работа в семестре 6; экзамен в семестре 7
Основания	РПД утверждена 03.09.2026, одобрена 02.09.2026, протокол№1; учебный план 26.06.2026, протокол№11; срок действия 2026–2032. Положение о ФОС КРСУ, пп.3.3–3.8

Вид работы	Семестр 6	Семестр 7	Всего
Лекции	36	34	70
Практические	36	34	70
Прочая контактная	0,1	0,3	0,4
Контактная всего	72,1	68,3	140,4
СРС	71,9	80	151,9
Часы на контроль	—	31,7	31,7
Всего	144	180	324
Недель	16	18	—

Лабораторные работы не предусмотрены; интерактивные 2 ч в каждом семестре входят в практические. Указанные 36 ч лекций семестра 6 реализуются как 18 двухчасовых лекций за 16 недель; число лекций не приравнивается числу недель. В семестре 7 —17 двухчасовых лекций. Конкретные даты задаёт расписание.

Основа структуры и постоянной части первых двух страниц — предоставленный макет. Реквизиты макета сохранены, но они не свидетельствуют о подписании настоящего файла.

В приложенном ФОС отсутствовало типовое задание курсовой; оно разработано по теме 4 раздела 5.2 РПД. Наименование вида работы взято с титульной страницы РПД: «курсовая работа», несмотря на слово«проект» в перечне тем.

Рейтинговые веса 10+20+30+40 взяты из предложенной карты приложенного ФОС; утверждённая технологическая карта не приложена, поэтому веса и сроки требуют согласования. Предложенный исходником порог 55 и компонентные ограничения не считаются установленными правилами; итоговая шкала приведена к Положению с порогом 60. По теме контакта Герца, прямо указанной вп.5.7 РПД, добавлено В2.7.

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

Компетенция	Результаты по РПД	Этап и средства
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знать: 3.1.1 Изучение основных понятий и методов строительной механики;3.1.2 Овладение методами расчета стержневых и рамных систем;3.1.3 Применение принципов статической и кинематической определимости;3.1.4 Расчет перемещений и внутренних усилий;3.1.5 Использование принципа возможных перемещений и метода сил.	Начальный: А1.1–А1.33, А2.1–А2.20; базовый: D1.1–D1.22
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Уметь: 3.2.1 Умение выполнять расчеты конструкций сооружений методами строительной механики, применять нормативные документы.	Начальный: В1.1–В1.12, В2.1–В2.9, С1–С5; базовый: D2
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Владеть: 3.3.1 Иметь навыки расчетов конструкций сооружений методами строительной механики.	Начальный: С1–С5; базовый: D3 и защита С5

Названия результатов в РПД имеют форму учебных действий и сохранены без переименования в новые компетенции. Официальные индикаторы не приведены, новые шифры индикаторов не вводятся. Начальный этап — текущий и письменный рубежный контроль; базовый — зачёт, экзамен и защита курсовой работы.

Уровень 1 таблицы ОПК-1 РПД: 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 знаний, учитывая методы матема-

тического анализа и моделирования в профессиональной деятельности». Индивидуальное объяснение и корректировка метода фиксируются при обсуждении B2 и защите C1–C5.

Результат	Наблюдаемое действие	Точные шифры
3.1.1,3.1.3	Обосновывает идеализацию и независимость связей	A1.1–A1.4; B2.1; C5
3.1.2,3.1.4	Вычисляет усилия и перемещения балки, рамы, фермы	B1.1–B1.7; B2.2–B2.5; C1–C3
3.1.5	Выбирает единичное состояние, составляет совместность	B1.3–B1.5; B2.9; C1–C2
3.2.1 расчёты	Верифицирует модель, частоты и устойчивость	B1.7–B1.12; B2.6–B2.7; C3–C5
3.2.1 документы	Идентифицирует применимый документ, пункт и показывает применение	B2.8; C5 нормативная карта
3.3.1	Сопоставляет методы и варианты, проверяет результат и защищает вывод	C1–C5; D3

2 Технологическая карта дисциплины

Максимум 100 отдельно за каждый семестр; курсовая оценивается отдельно из 100. Предложено 9 модулей: семестр 6 — три учебных и один курсовой; семестр 7 — пять учебных. Модули являются организационной группировкой тем, не добавляют часы и не меняют разделы РПД. В лабораторные формы задания не переводятся.

Семестр и модуль	Темы РПД	Текущий контроль	Рубежный контроль	Макс.
6 M1	Разделы 1–2	A2.1–A2.4:4	—	4
6 M2	Раздел 3	A2.5–A2.6:2; C1:15	КР1:10	27
6 M3	Раздел 4	A2.7–A2.10:4; C2:15	КР2:10	29
6 До зачёта	—	40	20	60
6 Зачёт	D 3	—	Билет:40	40
6 Итог	—	10+30	20+40	100
6 M4 курсовая	C5 отдельно	Этапы 60	Проверка 20, защита 20	100 отдельно
7 M5	Раздел 5	A2.11–A2.12:2	—	2
7 M6	Раздел 6, матричный расчёт	A2.13–A2.14:2; этап C3:7,5	КР3:10	19,5
7 M7	Раздел 6, верификация	A2.15:1; завершение C3:7,5	—	8,5
7 M8	Раздел 7	A2.16–A2.17:2; этап C4:7,5	—	9,5
7 M9	Раздел 8	A2.18–A2.20:3; завершение C4:7,5	КР4:10	20,5
7 До экзамена	—	40	20	60

Семестр и модуль	Темы РПД	Текущий контроль	Рубежный контроль	Макс.
7 Экзамен	D Э	—	Билет:40	40
7 Итог	—	10+30	20+40	100

Все минимальные возможные результаты равны 0, это не пороги допуска. КР выполняются письменно; к ним допускаются все обучающиеся независимо от посещаемости и выполнения других работ, п.3.3 Положения. Посещение и содержательное участие фиксируются в журнале для обратной связи; отдельные бонусные баллы сверх карты не начисляются. Опрос и обычное решение В не дают дополнительных баллов, кроме прямо названных контрольных мероприятий.

С1, С2, С3, С4:100 первичных×0,15=15 семестровых за каждую; КР1–КР4:20×0,5=10; тест:10×1=10; аттестация:30×40/30=40. ВС3 первые 50 первичных — модель и уравнения плюс 10 за результаты; последние 50 — остальные результаты 15, верификация 20, оформление/защита 15. ВС4 первые 50 относятся к устойчивости: схема 10, метод 10, результаты 15, проверка 10, оформление 5; оставшиеся 50 — к динамике, по остальным частям тех же критериев. Повторного начисления за одну часть работы нет.

Контроль	Состав	Время	Срок
КР1	В1.2 и В1.5	60 минут	Семестр 6, после лекции 12, примерно неделя 11
КР2	В1.3 и В1.4	60 минут	Семестр 6, после лекции 18, неделя 16
КР3	В1.7 и В1.11	60 минут	Семестр 7, после лекции 27, примерно неделя 10
КР4	В1.8 и В1.9	60 минут	Семестр 7, после лекции 34, примерно неделя 17
С1, С2	Две РГР	Защита 5–7 минут	Семестр 6, недели 11 и 16
С3, С4	Две РГР	Защита 5–7 минут	Семестр 7, недели 12 и 18
С5	Курсовая	Поэтапно, защита до 10 минут	Семестр 6, недели 3,7,12,15,16

Сроки указаны для организации контроля и уточняются расписанием. Номера лекций 1–18 относятся к семестру 6,19–35 — к семестру 7. СРС, КР и защиты выполняются в пределах нагрузки РПД;0,1 и 0,3 ч, названные консультациями и приёмом аттестации, не перераспределяются. Регламент индивидуального ответа и его учёт подразделением требуют согласования.

3 Типовые контрольные задания и иные оценочные материалы

Блок А Оценочные средства для проверки знаний

А1 Вопросы текущего контроля

Вопросы 1–16 — семестр 6,17–32 — семестр 7; вопрос 33 добавлен по теме Герца. Опрос индивидуальный, один вопрос 3–5 минут, без источников; диагностический статус«полно/частично/повторить» без дополнительного рейтинга.

А1.1 Какие элементы реальной портальной станины следует включить в расчётную схему и какие воздействия передают её опоры?

А1.2 Почему равенства числа связей числу степеней свободы недостаточно для доказательства неизменяемости? Приведите пример неверного расположения опор.

А1.3 Чем отличаются внешняя статическая неопределимость, общая статическая неопределимость и кинематическая неопределимость?

А1.4 Когда плоская стержневая модель перестаёт описывать работу несущей системы машины?

А1.5 Как разделить многопролётную шарнирную балку на основные и подвесные части и выбрать порядок расчёта?

А1.6 Как согласовать знаки N, Q и M в локальных осях стержней рамы и проверить жёсткий узел?

А1.7 Когда в ферме возникают нулевые стержни и почему их нельзя произвольно удалять при другой нагрузке?

А1.8 Как по линии влияния определить неблагоприятное положение группы сил на балке?

А1.9 Из каких составляющих складывается энергия деформации стержневой системы и когда допустимо оставить только изгиб?

А1.10 Почему единичная сила должна быть приложена в направлении искомого перемещения? Как задаётся состояние для угла поворота?

А1.11 При каких условиях применимо правило Верещагина и что изменится при переменной EI?

А1.12 Какие предпосылки нужны для теоремы взаимности перемещений и как использовать её для проверки расчёта?

А1.13 Какие требования предъявляются к основной системе метода сил и что означают лишние неизвестные?

А1.14 Каков физический смысл коэффициента податливости и почему матрица коэффициентов симметрична?

А1.15 Как изменяются уравнения метода сил при заданном смещении опоры или температурной деформации?

А1.16 Какие проверки необходимы после восстановления эпюр неопределимой рамы?

А1.17 Как выбрать независимые повороты и линейные смещения в методе перемещений?

А1.18 Как влияет шарнир на одном конце стержня на связь концевых усилий и перемещений?

А1.19 Как формируется уравнение равновесия рамы по направлению бокового смещения?

А1.20 Почему методы сил и перемещений при одинаковых предпосылках должны давать одинаковые реакции и перемещения?

А1.21 Как собрать глобальную матрицу жёсткости из локальных матриц и матриц преобразования?

А1.22 Почему матрица элемента до закрепления может быть вырожденной и когда вырожденность всей системы указывает на механизм?

А1.23 Как учитывать заданное ненулевое перемещение и получать реакцию в соответствующей связи?

А1.24 Чем верификация численного решения отличается от проверки пригодности физической модели?

А1.25 Какие условия закрепления определяют расчётную длину сжатой стойки и в какой плоскости следует проверять устойчивость?

А1.26 Чем линейный критический множитель отличается от результата расчёта конструкции с начальным несовершенством?

А1.27 Почему увеличение прочности материала не всегда существенно повышает упругую критическую силу?

А1.28 Какие признаки указывают на общую потерю устойчивости рамы, а не отдельной стойки?

А1.29 Как перейти от конструкции к одномассовой модели и какие свойства такая модель не воспроизводит?

А1.30 Чем отличаются круговая частота, частота в герцах и частота возбуждения?

А1.31 Почему близость собственной частоты к возбуждению ещё не определяет амплитуду без сведений о нагрузке и демпфировании?

А1.32 Как изменение массы и жёсткости влияет на собственные частоты и какие проверки нужны при сравнении вариантов?

А1.33 Как определяются приведённые модуль и радиус в задаче Герца? Чем геометрическая малость площадки отличается от проверки упругости материала?

А2 Тестовые задания

Семестр 6 —А2.1–А2.10; семестр 7 —А2.11–А2.20. В каждом вопросе один правильный ответ; запишите номер и букву. Верный 1, неверный/пропуск/несколько 0. Полный семестровый тест 20 минут, без учебников и Интернета. При тематических поднаборах —2 минуты на вопрос, баллы учитываются только один раз. Максимум 10 за семестр.

А2.1 Для плоской фермы с j узлами, m стержнями и r опорными связями равенство m+r=2j само по себе:

А) всегда доказывает неизменяемость; Б) является только счётной проверкой; В) доказывает отсутствие напряжений; Г) определяет перемещения.

А2.2 Идеальный внутренний шарнир плоской балки при отсутствии приложенной к нему пары сил передаёт:

А) изгибающий момент; Б) только момент; В) силы, но не изгибающий момент; Г) только осевую силу.

А2.3 Стандартная ферменная модель прямого стержня с шарнирами и узловыми нагрузками учитывает:

А) продольное усилие; Б) только кручение; В) только поперечную силу; Г) все шесть компонентов усилий.

А2.4 Размерность линии влияния изгибающего момента, умножаемой на сосредоточенную силу:

А) сила; Б) длина; В) сила на длину; Г) безразмерная величина.

А2.5 Угол поворота в интеграле Мора определяют, задавая в единичной системе:

А) единичную массу; Б) единичное изменение температуры; В) единичный момент; Г) нулевую нагрузку.

А2.6 При удвоении EI по всей балке и неизменной нагрузке её изгибное перемещение в линейной модели:

А) удваивается; Б) не меняется; В) уменьшается вдвое; Г) обращается в нуль.

А2.7 Основные неизвестные метода сил:

А) лишние усилия в удалённых связях; Б) все узловые повороты; В) только напряжения; Г) собственные частоты.

А2.8 Диагональный коэффициент податливости устойчивой линейной упругой системы для независимой обобщённой силы:

А) всегда отрицателен; Б) положителен; В) всегда нулевой; Г) равен модулю упругости.

А2.9 Равномерный нагрев свободного однородного стержня при отсутствии иных ограничений вызывает:

А) обязательное сжатие; Б) обязательный изгиб; В) свободное удлинение без осевого усилия; Г) потерю массы.

А2.10 Деформационная проверка метода сил непосредственно проверяет:

А) только сумму внешних сил; Б) только размерность длины; В) совместность перемещений в удалённых связях; Г) частоту колебаний.

А2.11 Основными неизвестными метода перемещений являются:

А) перемещения и повороты выбранных узлов; Б) только опорные реакции; В) только лишние силы; Г) критические нагрузки.

А2.12 Плоский рамный элемент обычно имеет на каждом узле:

А) одно перемещение; Б) два перемещения и один поворот; В) три перемещения и три поворота; Г) только два поворота.

А2.13 Вырожденность матрицы жёсткости всей системы после введения опор может быть вызвана:

А) переводом метров в миллиметры при полном согласовании единиц; Б) механизмом из-за недостающей связи; В) выводом эпюры; Г) наличием плотности.

А2.14 Для упругой консервативной модели правильно собранная матрица жёсткости:

А) симметрична; Б) обязательно диагональна; В) обязательно единична; Г) всегда антисимметрична.

А2.15 Сгущение сетки при ошибочной расчётной схеме:

А) гарантирует физически верный результат; Б) заменяет проверку опор; В) может дать сходящееся, но физически неверное решение; Г) устраняет неверные единицы.

А2.16 Удвоение длины шарнирно опёртого по концам стержня при неизменных E и I изменяет силу Эйлера:

А) увеличивает вдвое; Б) уменьшает вдвое; В) уменьшает в четыре раза; Г) не изменяет.

А2.17 Критический множитель линейной задачи устойчивости относится:

А) к произвольно выбранной массе; Б) к заданному базовому вектору нагрузки; В) к пределу текучести без расчёта; Г) только к частоте.

А2.18 Собственная круговая частота одномассовой системы без демпфирования равна:

А) sqrt(k/m); Б) k/m; В) 2πsqrt(m/k); Г) km.

А2.19 Собственные значения в задаче $K\varphi=\lambda M\varphi$ равны:

А) частотам в Гц; Б) квадратам круговых частот; В) амплитудам; Г) статическим реакциям.

А2.20 Резонансная амплитуда линейной системы при конечном вязком демпфировании зависит:

А) только от площади сечения; Б) только от знака перемещения; В) от амплитуды нагрузки и демпфирования, а также параметров системы; Г) только от числа узлов.

Блок В Оценочные средства для проверки умений

Банк В1 соответствует З1–З12 приложенного ФОС; В1.1–В1.6 —семестр 6, В1.7–В1.12 — семестр 7. Модели линейные упругие, если не оговорено иное; балки Эйлера–Бернулли учитывают изгиб, вес включён только при прямом задании. Локальные оси и знаки должны быть показаны. Результат —расчётная записка 1–3 страницы со схемой, уравнениями, единицами, проверкой и выводом. На обычном занятии 25–40 минут, конспект и кальку-

лятор разрешены; программа используется для проверки. ВКР действует режим ниже. Каждая задача —10 первичных баллов.

B1.1 Консольная балка

Горизонтальная консоль длиной L=2 м защемлена слева. На свободном конце действует вертикальная сила P=5 к Н вниз. E=200 ГПа, I=$8\cdot10^{-6}$ м⁴. Определите реакции, эпюры Q и M, прогиб свободного конца.

B1.2 Треугольная ферма

Узлы A(0;0), B(4;0), C(2;1,5), координаты в метрах. Стержни AB, AC, BC. В A неподвижный шарнир, в B шарнирно-подвижная опора с вертикальной реакцией. В C действует 20 к Н вниз. Найдите реакции и продольные усилия.

B1.3 Балка с защемлением и подпоркой

Балка L=4 м защемлена слева в A, справа в B имеет вертикальную шарнирно-подвижную опору. По всей длине q=10 к Н/м вниз. E=200 ГПа, I=$8\cdot10^{-5}$ м⁴. Методом сил найдите реакции и концевой момент.

B1.4 Нагрев закреплённого стержня

Прямой стержень длиной 2 м и площадью A=600 мм² неподвижно закреплён по оси с обоих концов. E=200 ГПа, α=$12\cdot10^{-6}$ 1/К, равномерный нагрев ΔT=40 К. Боковая потеря устойчивости исключена направляющими. Найдите N и σ.

B1.5 Прогиб двухопорной балки

Балка L=3 м на шарнирно-неподвижной левой и вертикальной подвижной правой опорах нагружена силой P=12 к Н вниз в середине. E=200 ГПа, I=$1{,}5\cdot10^{-5}$ м⁴. Определите реакции, Mmax и прогиб середины через единичное состояние.

B1.6 Линия влияния момента

Двухопорная балка длиной 6 м. Нужен момент в сечении x=2 м от левой опоры. Сила P=10 к Н направлена вниз и находится на расстоянии z=4 м от левой опоры. Постройте линию влияния момента, найдите момент и максимальный момент в этом сечении при движении одной силы.

B1.7 Двухузловая система жёсткостей

Два узла перемещаются по одной горизонтальной оси. Узел 1 связан с основанием пружиной 100 к Н/м, узлы 1 и 2 соединены пружиной 100 к Н/м. Вектор нагрузок f=(10;0) к Н. Составьте K, найдите u, силы в пружинах и энергию.

B1.8 Критическая сила стойки

Прямой стержень L=2 м, E=200 ГПа, минимальный I=$4\cdot10^{-8}$ м⁴; упругая модель Эйлера применима. Сравните критические силы при шарнирах на обоих концах и при защемлении одного и свободном другом конце.

B1.9 Одномассовый гармонический отклик

m=100 кг, k=40 000 Н/м, доля критического демпфирования ζ=0,05. Сила F(t)=200sin(10t) Н. Найдите ωn, fn, коэффициент вязкого сопротивления c и установившуюся амплитуду смещения.

B1.10 Собственные колебания двух масс

Две массы m1=m2=100 кг перемещаются горизонтально. Первая связана с основанием пружиной k=10 000 Н/м, вторая соединена с первой такой же пружиной; иной связи второй с основанием нет. Демпфирования нет. Найдите K, M, частоты и отношения компонент форм.

B1.11 Согласованные нагрузки балочного элемента

Один балочный элемент длиной L=2 м нагружен постоянной нагрузкой q=3 к Н/м вниз. Локальная ось x направлена слева направо, перемещение v положительно вверх, угол θ положителен против часовой стрелки. Для порядка (v1,θ1, v2,θ2) определите согласованный вектор нагрузок и проверьте равновесие.

B1.12 Проверка сходимости прогиба

Для двухопорной балки L=3 м с силой 12 к Н вниз посередине, E=200 ГПа, I=1,5·10⁻⁵ м⁴ расчёт с 2, 4 и 8 элементами дал прогибы середины 2,20; 2,24; 2,249 мм. Найдите относительное отличие последнего результата от аналитического значения и относительное изменение между двумя последними сетками. Достаточно ли этих данных для признания всей модели правильной?

B2 Дополнительные тематические задания

B2.1–B2.3, B2.9 —семестр 6; B2.4–B2.7 —семестр 7; B2.8 — семестр 6 при курсовой, с повторением в семестре 7. Общая процедура B применяется; B2.8 выполняется как самостоятельная работа с источниками и обсуждается 5 минут. Оценивание диагностическое по 10-балльной рубрике, в рейтинге C5 нормативная карта входит в критерий обоснования модели, отдельных баллов сверх 100 нет.

B2.1 Структурный анализ

Сравните две треугольные схемы с шарнирными стержнями AB, AC, BC. Схема 1: A(0;0), B(2;0), C(1;1). Схема 2: A(0;0), B(2;0), C(1;0). Координаты в метрах. В A неподвижный шарнир, в B вертикальная подвижная опора. Выполните счётную и геометрическую проверки, определите наличие механизма или мгновенной изменяемости.

B2.2 Составная шарнирная балка

Балка A–C длиной 4 м защемлена в A при x=0; в C при x=4 м расположен идеальный внутренний шарнир. К нему присоединён пролёт C–D длиной 2 м с вертикальной подвижной опорой в D при x=6 м. Сила 10 к Н вниз приложена при x=5 м. Других нагрузок нет. Определите реакции, силы взаимодействия в шарнире и эпюры.

B2.3 Статически определимая рама

Консольная Г-образная рама: A(0;0) заделан, B(0;3), C(2;3), жёсткий узел B; стержни AB и BC. BC приложены 10 к Н вниз и 5 к Н вправо. Найдите реакции, характерные N, Q, M и проверьте узел B.

B2.4 Узловой поворот методом перемещений

Узел B без линейных перемещений соединён двумя прямыми балочными стержнями с неподвижными защемлёнными дальними концами. Длины 2 и 3 м, EI=16 МН·м² каждого. BB приложена пара 10 к Н·м против часовой стрелки, других нагрузок нет. Используйте концевую вращательную жёсткость 4EI/L. НайдитеθB и доли уравновешивающих моментов.

B2.5 Заданное перемещение и реакция

Для системы B1.7 вместо отсутствия внешнего ограничения во втором узле задайте u2=0,020 м вправо. Сила в первом узле 10 к Н вправо. Жёсткости обеих пружин 100 к Н/м. Найдите u1, реакцию связи u2 и энергию.

B2.6 Начальное несовершенство

Учебная модальная аппроксимация идеальной шарнирной стойки: амплитуда полной начальной формы y=e0/(1−N/Ncr), e0=2 мм, Ncr=20 к Н. Для N=12 и 18 к Н найдите пол-

ную и дополнительную амплитуды и момент N·y. Объясните границы линейного усиления несовершенства.

B2.7 Контакт Герца

Две одинаковые упругие сферы R1=R2=20 мм, E1=E2=210 ГПа,ν1=ν2=0,30 сжаты силой 100 Н. Принять контакт без трения, полупространственную локальную модель. Дано 1/R*=1/R1+1/R2;1/E*=(1−ν1²)/E1+(1−ν2²)/E2; a=(3FR*/(4E*))^(1/3); p0=3F/(2πa²). Найдите R*, E*, радиус площадки a и p0; оцените a/R1. Сделайте вывод о геометрической локальности, отдельно указав, можно ли без предела материала судить об отсутствии пластичности.

B2.8 Нормативное обоснование

Для типового задания C5 подготовьте карту применимых нормативных документов по расчётной записке, чертежу и принятому расчётному требованию. Найдите доступный официальный текст или каталог, установите точное обозначение, название, статус, юрисдикцию и нужный пункт; приведите один пример его применения к своему документу. Если подходящий документ недоступен или расчётное требование задано только учебно, явно укажите это и не объявляйте требование нормативным. Список документов конкретного изделия и их редакции преподаватель предоставляет/согласует до выполнения.

B2.9 Принцип возможных перемещений

Жёсткий невесомый рычаг имеет шарнир O, левое плечо 0,2 м, правое 0,5 м. На левом конце 100 Н вниз, на правом неизвестная Q вниз. Положение горизонтально. Найдите Q через виртуальную работу, проверьте моментами и поясните нулевую работу идеального шарнира.

Письменные контрольные работы

Каждая КР содержит две задачи, по 10 первичных, всего 20, перевод в 10 рейтинговых делением на 2. Состав и сроки —раздел 2. Разрешён непрограммируемый калькулятор; конспект, Интернет и готовые решения запрещены. Числовой вариант v=1…6 назначается преподавателем; a=1+0,1(v−1). Все приложенные силы и q умножаются на a; в B1.4 на a умножаетсяΔT, в B1.8 на a умножается I, в B1.9 —F0. Геометрия, E, массы, жёсткость пружин неизменны. Для B1.11 масштабируется q. Условие каждого варианта полностью получается из базовой карточки и этого однозначного правила; v фиксируется в листе контроля. КР и РГР —разные представления результата, один и тот же сданный лист дважды не оценивается.

Блок C Проверка владения методами

C1–C4: четыре РГР с индивидуальными вариантами v=1…6, a=1+0,1(v−1), по две в семестре. Размеры по осевым линиям; недостающие свойства в условиях не подменяются свойствами конкретной марки материала. Каждая —100 первичных, вес 15 в рейтинге. Отчёт 5–10 страниц без кода, исходные файлы и индивидуальная защита 5–7 минут. Разрешены учебники иодна доступная вычислительная среда. При изменении числа вариантов требуются предварительно проверенные эталоны.

C1 Расчёт усилий и перемещений ферменной опоры

Семестр 6. Геометрия и опоры — как в B1.2. E=200 ГПа, A_AB=800 мм², A_AC=A_BC=600 мм². Вертикальная нагрузка в C равна 20a к H вниз. Определить реакции и усилия, построить единичное состояние и вычислить вертикальное перемещение C; сравнить с расчётом ферменной модели.

Полная схема: A(0;0), B(4;0), C(2;1,5) м; AB, AC, BC —шарнирные стержни; A закреплён по x, y, B по y. На C20a к H вниз. E=200 ГПа; площади 800 мм² пояса и 600 мм² раскосов.

Оси x вправо, y вверх. Для перемещения C задайте единичную силу вниз; сравните с матричной ферменной моделью.

C2 Расчёт балки методом сил и влияние податливости опоры

Семестр 6. Геометрия, E и I — как в B1.3; q=10a к Н/м. Сначала рассчитать жёсткую подпорку в B. Затем заменить её вертикальной пружиной k=20 МН/м без начального натяжения. Определить реакции, эпюры и перемещение B; сравнить варианты.

Полная схема: балка L4 м, E200 ГПа, I8·10⁻⁵м⁴, защемление A слева, вертикальная подпорка B справа, q10a к Н/м вниз. Вариант пружины 20 МН/м без преднатяга. Сравните с исходной жёсткой подпоркой, постройте N, Q, M и v(x), проверьте равновесие и условие пружины.

C3 Матричный расчёт и верификация портальной рамы

Семестр 7. Узлы A(0;0), B(0;3), C(4;3), D(4;0), в метрах. Элементы AB, BC, CD; A и D защемлены, B и C — жёсткие узлы. Для всех элементов E=200 ГПа, A=0,004 м², I=8·10⁻⁵ м⁴. На BC действует q=5a к Н/м вниз; в B — H=10a к Н вправо. Составить матричную модель плоской рамы с учётом осевых деформаций, определить перемещения B и C, реакции и эпюры. Повторить с 2, 4 и 8 элементами на каждом физическом стержне.

Степени свободы каждого узла: u_x, u_y,θ; положительные направления x вправо, y вверх,θпротив часовой. Нагрузку q вводите согласованным вектором балочного элемента. Учтите EA и EI; исходная модель 3 элемента, затем по 2,4,8 на каждом стержне. До рамы выполните проверочную двухопорную балку B1.5. Компьютерная часть входит в C3, отдельно не оценивается. При отличии контрольного прогиба от аналитики свыше 1% объясните причину, а не подгоняйте параметры. Допустимо отсутствие видимого изменения узлового результата при сгущении для точной линейной балочной модели.

C4 Устойчивость и частотная оценка несущей стойки

Семестр 7. Идеальная стойка L=2 м шарнирно закреплена по концам в исследуемой плоскости; E=200 ГПа, I=4·10⁻⁸a м⁴. Найти силу Эйлера. Затем для отдельной учебной динамической модели принять m=100 кг, k=40 000a Н/м, ζ=0,05 и гармоническую силу 200sin(Ωt) Н. Найти частоту, сравнить амплитуды при Ω=0,5ωn, ωn и 1,5ωn. Эти две модели не считаются одной и той же системой.

В задачах C4 модель стойки и одномассовая динамическая модель являются разными учебными системами. Не переносите геометрию стойки в массу или жёсткость динамической схемы без дополнительного обоснования. Представьте график X(r) для 0≤r≤2 идва сравнения вариантов a.

C5 Курсовая работа шестого семестра

Типовая тема 4 раздела 5.2 РПД: «Проектирование плоской ферменной опоры промышленного оборудования». Вид аттестации —курсовая работа. Предусмотрены аналитический расчёт, выбор сечения, независимая вычислительная проверка и чертёж. Курсовая имеет отдельный максимум 100 ине заменяется C1. Остальные темы РПД являются альтернативными темами; смена темы требует соответствующего отдельного задания.

Исходная схема: A(0;0), B(6;0), C(3;2) м, стержни AB, AC, BC. Узел A —неподвижный шарнир, узел B —вертикальная подвижная опора. BC действует P=(30+5v) к Н вниз, v=1…6; собственный вес в нагрузку не включать, но массу рассчитать при сравнении. Материал линейно-упругий: E200 ГПа,ρ7850 кг/м³; учебное допускаемое напряжение 160 МПа. Во всех стержнях одно одинаковое сечение выбранного семейства. Семейство 1 — сплошной круг диаметром d; семейство 2 —труба наружного диаметра D, внутреннего 0,6D. Для сжатых раскосов расчётная длина равна длине стержня, шарниры идеальны, проверка Эйлера принимается применимой. Условие запаса устойчивости≥2, вертикальное перемещение C не более 2 мм. Рассмотрите целые наружные диаметры от 20 до 200

мм с шагом 1 мм. Радиусы инерции, напряжения и критические силы определяются для выбранного сечения.

Требуется: анализ неизменяемости и определимости; реакции и усилия; единичное состояние и перемещение C; для каждого семейства —минимальный целый диаметр, удовлетворяющий прочности, жёсткости и устойчивости; масса всех трёх стержней; обоснованный выбор из двух семейств. Проверьте EA и I по выбранной геометрии, отдельно укажите применимость идеальной Эйлеровой модели. Независимо соберите ферменную матрицу жёсткости и сравните перемещение и усилия. Выполните карту нормативного обоснования по B2.8: учебные ограничения не являются нормативной цитатой. Документально непроверенные требования не называйте действующими нормами.

Выход: пояснительная записка 15–20 страниц, схема, эпюры N, таблица кандидатов, расчёт и независимая проверка; чертёж фермы с выбранными сечениями и узлами в рамках идеализации, без неподтверждённого проектирования сварки; файлы расчёта. Сроки: неделя 3 —модель и источники(15); неделя 7 —метод и уравнения(20); неделя 12 — вычисления и выбор(25); неделя 15 —проверка(20); неделя 16 —чертёж и индивидуальная защита до 10 минут(20). Всего 100 отдельно. Критерии раздела 4. Время самостоятельной подготовки входит в 71,9 ч СРС, добавочная нагрузка не назначается.

Блок D Материалы промежуточной аттестации

D1 Банк теоретических вопросов

D1.1 Построение расчётной схемы машины. Кинематический анализ, геометрическая неизменяемость и статическая неопределимость.

D1.2 Расчёт статически определимой балки и плоской рамы. Эпюры и независимые проверки равновесия.

D1.3 Шарнирные фермы. Методы узлов и сечений, область применимости ферменной идеализации.

D1.4 Линии влияния реакций и внутренних усилий. Расчёт при перемещаемой технологической нагрузке.

D1.5 Энергия упругой деформации и принцип виртуальной работы для стержневой системы.

D1.6 Интеграл Мора и правило Верещагина. Расчёт линейного перемещения и угла поворота.

D1.7 Перемещения ферм, теорема Кастильяно и взаимность перемещений.

D1.8 Метод сил. Выбор основной системы, коэффициенты податливости и канонические уравнения.

D1.9 Метод сил для рам. Использование симметрии и восстановление эпюр.

D1.10 Температурные деформации и перемещения опор в статически неопределимых системах.

D1.11 Метод перемещений. Неизвестные, основная система и уравнения равновесия.

D1.12 Концевые усилия балочного стержня и расчёт рамы без смещения узлов.

D1.13 Рамы с боковым смещением. Построение уравнений и проверка решения.

D1.14 Матричная жёсткость ферменного и плоского рамного элементов. Локальные и глобальные координаты.

D1.15 Сборка матричной системы, согласованные узловые нагрузки, граничные условия и реакции.

D1.16 Энергетическая основа МКЭ, функции формы и проверка сходимости решения.

D1.17 Упругие связи, шарнирные освобождения и выбор балочной модели; пределы стержневой идеализации.

D1.18 Устойчивость стержня и рамы. Расчётная длина, геометрическая жёсткость и критический множитель.

D1.19 Начальные несовершенства и различие линейной задачи устойчивости и нелинейного равновесия.

D1.20 Одномассовая модель. Собственная частота, вынужденные колебания и демпфирование.

D1.21 Матричный модальный анализ. Матрица масс, собственные значения и формы колебаний.

D1.22 Комплексная оценка несущей системы по усилиям, перемещениям, устойчивости и частотам.

В семестре 6 используются D1.1–D1.10, в семестре 7 —D1.11–D1.22, с опорой на ранее изученные методы. В каждом билете два вопроса по 10 и задача 10 первичных. D2 — схема, уравнения, вычисления задачи до 8; D3 —независимая проверка и интерпретация на том же материале до 2, в составе тех же 10. Сумма 30 переводится в 40 умножением на 40/30.

Порядок: случайный выбор билета; до 60 минут подготовки письменного решения и плана ответа, до 15 минут собеседования. Разрешён непрограммируемый калькулятор; общий лист формул, если выдаётся, одинаковый для всех и без ответов/подстановок. Конспекты, Интернет и готовые модели запрещены. B1.10 решается аналитически через квадратное уравнение без компьютера. Регламент предложен по исходному ФОС и требует согласования с расписанием; он не выдаётся за расшифровку 0,1/0,3 ч РПД.

Зачёт Билет 6.1

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.1.1 Построение расчётной схемы машины. Кинематический анализ, геометрическая неизменяемость и статическая неопределимость. До 10 первичных.

D1.6.1.2 Энергия упругой деформации и принцип виртуальной работы для стержневой системы. До 10 первичных.

D2.6.1 Горизонтальная консоль длиной L=2 м защемлена слева. На свободном конце действует вертикальная сила P=5 к Н вниз. E=200 ГПа, $I=8\cdot10^{-6}$ м⁴. Определите реакции, эпюры Q и M, прогиб свободного конца. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.1 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.2

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.2.1 Расчёт статически определимой балки и плоской рамы. Эпюры и независимые проверки равновесия. До 10 первичных.

D1.6.2.2 Интеграл Мора и правило Верещагина. Расчёт линейного перемещения и угла поворота. До 10 первичных.

D2.6.2 Узлы A(0;0), B(4;0), C(2;1,5), координаты в метрах. Стержни AB, AC, BC. В A неподвижный шарнир, в B шарнирно-подвижная опора с вертикальной реакцией. В C действует 20 к Н вниз. Найдите реакции и продольные усилия. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.2 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.3

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.3.1 Шарнирные фермы. Методы узлов и сечений, область применимости ферменной идеализации. До 10 первичных.

D1.6.3.2 Перемещения ферм, теорема Кастильяно и взаимность перемещений. До 10 первичных.

D2.6.3 Балка L=3 м на шарнирно-неподвижной левой и вертикальной подвижной правой опорах нагружена силой P=12 к Н вниз в середине. E=200 ГПа, $I=1{,}5\cdot10^{-5}$ м⁴. Определите реакции, Mmax и прогиб середины через единичное состояние. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.3 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.4

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.4.1 Линии влияния реакций и внутренних усилий. Расчёт при перемещаемой технологической нагрузке. До 10 первичных.

D1.6.4.2 Метод сил. Выбор основной системы, коэффициенты податливости и канонические уравнения. До 10 первичных.

D2.6.4 Двухопорная балка длиной 6 м. Нужен момент в сечении x=2 м от левой опоры. Сила P=10 к Н направлена вниз и находится на расстоянии z=4 м от левой опоры. Постройте линию влияния момента, найдите момент и максимальный момент в этом сечении при движении одной силы. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.4 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.5

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.5.1 Энергия упругой деформации и принцип виртуальной работы для стержневой системы. До 10 первичных.

D1.6.5.2 Метод сил для рам. Использование симметрии и восстановление эпюр. До 10 первичных.

D2.6.5 Балка L=4 м защемлена слева в A, справа в B имеет вертикальную шарнирно-подвижную опору. По всей длине q=10 к Н/м вниз. E=200 ГПа, $I=8\cdot10^{-5}$ м⁴. Методом сил найдите реакции и концевой момент. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.5 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.6

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.6.1 Интеграл Мора и правило Верещагина. Расчёт линейного перемещения и угла поворота. До 10 первичных.

D1.6.6.2 Температурные деформации и перемещения опор в статически неопределимых системах. До 10 первичных.

D2.6.6 Прямой стержень длиной 2 м и площадью A=600 мм² неподвижно закреплён по оси с обоих концов. E=200 ГПа, $\alpha=12\cdot10^{-6}$ 1/К, равномерный нагрев $\Delta T=40$ К. Боковая потеря устойчивости исключена направляющими. Найдите N и σ. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.6 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.7

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.7.1 Построение расчётной схемы машины. Кинематический анализ, геометрическая неизменяемость и статическая неопределимость. До 10 первичных.

D1.6.7.2 Метод сил. Выбор основной системы, коэффициенты податливости и канонические уравнения. До 10 первичных.

D2.6.7 Балка L=3 м на шарнирно-неподвижной левой и вертикальной подвижной правой опорах нагружена силой P=12 к Н вниз в середине. E=200 ГПа, $I=1{,}5\cdot10^{-5}$ м⁴. Определите реакции, Mmax и прогиб середины через единичное состояние. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.7 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.8

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.8.1 Расчёт статически определимой балки и плоской рамы. Эпюры и независимые проверки равновесия. До 10 первичных.

D1.6.8.2 Метод сил для рам. Использование симметрии и восстановление эпюр. До 10 первичных.

D2.6.8 Балка L=4 м защемлена слева в A, справа в B имеет вертикальную шарнирно-подвижную опору. По всей длине q=10 к Н/м вниз. E=200 ГПа, $I=8\cdot10^{-5}$ м⁴. Методом сил найдите реакции и концевой момент. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.8 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.9

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.9.1 Шарнирные фермы. Методы узлов и сечений, область применимости ферменной идеализации. До 10 первичных.

D1.6.9.2 Температурные деформации и перемещения опор в статически неопределимых системах. До 10 первичных.

D2.6.9 Прямой стержень длиной 2 м и площадью A=600 мм² неподвижно закреплён по оси с обоих концов. E=200 ГПа, $\alpha=12\cdot10^{-6}$ 1/К, равномерный нагрев $\Delta T=40$ К. Боковая потеря устойчивости исключена направляющими. Найдите N и σ. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.9 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Зачёт Билет 6.10

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 6.

D1.6.10.1 Линии влияния реакций и внутренних усилий. Расчёт при перемещаемой технологической нагрузке. До 10 первичных.

D1.6.10.2 Перемещения ферм, теорема Кастильяно и взаимность перемещений. До 10 первичных.

D2.6.10 Двухопорная балка длиной 6 м. Нужен момент в сечении x=2 м от левой опоры. Сила P=10 к Н направлена вниз и находится на расстоянии z=4 м от левой опоры. Постройте линию влияния момента, найдите момент и максимальный момент в этом сечении при движении одной силы. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.6.10 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.1

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.1.1 Метод перемещений. Неизвестные, основная система и уравнения равновесия. До 10 первичных.

D1.7.1.2 Устойчивость стержня и рамы. Расчётная длина, геометрическая жёсткость и критический множитель. До 10 первичных.

D2.7.1 Прямой стержень L=2 м, E=200 ГПа, минимальный $I=4\cdot10^{-8}$ м⁴; упругая модель Эйлера применима. Сравните критические силы при шарнирах на обоих концах и при защемлении одного и свободном другом конце. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.1 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.2

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.2.1 Концевые усилия балочного стержня и расчёт рамы без смещения узлов. До 10 первичных.

D1.7.2.2 Одномассовая модель. Собственная частота, вынужденные колебания и демпфирование. До 10 первичных.

D2.7.2 m=100 кг, k=40 000 Н/м, доля критического демпфирования $\zeta=0{,}05$. Сила $F(t)=200\sin(10t)$ Н. Найдите ω_n, f_n, коэффициент вязкого сопротивления c и установившуюся амплитуду смещения. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.2 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.3

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.3.1 Рамы с боковым смещением. Построение уравнений и проверка решения. До 10 первичных.

D1.7.3.2 Матричный модальный анализ. Матрица масс, собственные значения и формы колебаний. До 10 первичных.

D2.7.3 Две массы m1=m2=100 кг перемещаются горизонтально. Первая связана с основанием пружиной k=10 000 Н/м, вторая соединена с первой такой же пружиной; иной связи второй с основанием нет. Демпфирования нет. Найдите K, M, частоты и отношения компонент форм. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.3 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.4

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.4.1 Матричная жёсткость ферменного и плоского рамного элементов. Локальные и глобальные координаты. До 10 первичных.

D1.7.4.2 Комплексная оценка несущей системы по усилиям, перемещениям, устойчивости и частотам. До 10 первичных.

D2.7.4 Два узла перемещаются по одной горизонтальной оси. Узел 1 связан с основанием пружиной 100 к Н/м, узлы 1 и 2 соединены пружиной 100 к Н/м. Вектор нагрузок f=(10;0) к Н. Составьте K, найдите u, силы в пружинах и энергию. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.4 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.5

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.5.1 Сборка матричной системы, согласованные узловые нагрузки, граничные условия и реакции. До 10 первичных.

D1.7.5.2 Устойчивость стержня и рамы. Расчётная длина, геометрическая жёсткость и критический множитель. До 10 первичных.

D2.7.5 Один балочный элемент длиной L=2 м нагружен постоянной нагрузкой q=3 к Н/м вниз. Локальная ось x направлена слева направо, перемещение v положительно вверх, угол θ положителен против часовой стрелки. Для порядка (v1,θ1, v2,θ2) определите согласованный вектор нагрузок и проверьте равновесие. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.5 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.6

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.6.1 Энергетическая основа МКЭ, функции формы и проверка сходимости решения. До 10 первичных.

D1.7.6.2 Начальные несовершенства и различие линейной задачи устойчивости и нелинейного равновесия. До 10 первичных.

D2.7.6 Для балки L3 м, шарнирные опоры, нагрузка 12 к Н вниз посередине, E200 ГПа, I1,5·10⁻⁵м⁴ расчёт с 2, 4 и 8 элементами дал прогибы середины 2,20; 2,24; 2,249 мм. Найдите относительное отличие последнего результата от аналитического значения и относительное изменение между двумя последними сетками. Достаточно ли этих данных для признания всей модели правильной? Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.6 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.7

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.7.1 Упругие связи, шарнирные освобождения и выбор балочной модели; пределы стержневой идеализации. До 10 первичных.

D1.7.7.2 Одномассовая модель. Собственная частота, вынужденные колебания и демпфирование. До 10 первичных.

D2.7.7 m=100 кг, k=40 000 Н/м, доля критического демпфирования ζ=0,05. Сила F(t)=200sin(10t) Н. Найдите ωn, fn, коэффициент вязкого сопротивления c и установившуюся амплитуду смещения. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.7 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.8

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.8.1 Метод перемещений. Неизвестные, основная система и уравнения равновесия. До 10 первичных.

D1.7.8.2 Матричный модальный анализ. Матрица масс, собственные значения и формы колебаний. До 10 первичных.

D2.7.8 Две массы m1=m2=100 кг перемещаются горизонтально. Первая связана с основанием пружиной k=10 000 Н/м, вторая соединена с первой такой же пружиной; иной связи второй с основанием нет. Демпфирования нет. Найдите K, M, частоты и отношения компонент форм. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.8 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.9

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.9.1 Матричная жёсткость ферменного и плоского рамного элементов. Локальные и глобальные координаты. До 10 первичных.

D1.7.9.2 Начальные несовершенства и различие линейной задачи устойчивости и нелинейного равновесия. До 10 первичных.

D2.7.9 Прямой стержень L=2 м, E=200 ГПа, минимальный $I=4\cdot10^{-8}$ м⁴; упругая модель Эйлера применима. Сравните критические силы при шарнирах на обоих концах и при защемлении одного и свободном другом конце. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.9 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

Экзамен Билет 7.10

Строительная механика машин;15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика». Семестр 7.

D1.7.10.1 Сборка матричной системы, согласованные узловые нагрузки, граничные условия и реакции. До 10 первичных.

D1.7.10.2 Комплексная оценка несущей системы по усилиям, перемещениям, устойчивости и частотам. До 10 первичных.

D2.7.10 Два узла перемещаются по одной горизонтальной оси. Узел 1 связан с основанием пружиной 100 к Н/м, узлы 1 и 2 соединены пружиной 100 к Н/м. Вектор нагрузок f=(10;0) к Н. Составьте K, найдите u, силы в пружинах и энергию. Схема, уравнения и вычисления —до 8.

D3.7.10 Выполните независимую проверку, объясните физический смысл и ограничение результата. До 2 в составе 10 за задачу.

Составители: Комарцов Н.М.; Герман К.А.

Утверждение комплекта: протокол№____от_____.

4 Методические материалы и процедуры оценивания

4 1 Процедуры оценивания

Средство	Проведение	Фиксация
A1	Один вопрос 3–5 минут, без источников	Диагностический комментарий
A2	10 вопросов 20 минут, один ответ	0–10 без пересчёта
B	25–40 минут, схема и решение	0–10 первичных, обратная связь
КР1–КР4	2 задачи 60 минут, письменно	0–20×0,5
C1–C4	РГР с файлами и защитой 5–7 минут	0–100×0,15
C5	Поэтапная записка и чертёж, защита	0–100 отдельно
D	Два вопроса и задача,60+15 минут	0–30×40/30

4 2 Показатели и критерии

Расчётная задача B или D	Максимум	Признак
Схема, знаки, предпосылки	2	Определены объект, нагрузки, связи, оси и модель
Уравнения и метод	3	Корректны равновесие, совместность/кинематика и физические связи
Численное решение и единицы	3	Расчёт прослеживается, величины и размерности согласованы
Независимая проверка и объяснение	2	Иной способ контроля 1, физический вывод 1
Итого	10	D2 до 8, D3 до 2

Критерий РГРC1–C4	Баллы	Полное выполнение

Критерий РГРС1–С4	Баллы	Полное выполнение
Схема и предпосылки	15	Опоры, связи, нагрузки, единицы, ограничения
Метод и уравнения	25	Корректные неизвестные, законы, нагрузочные векторы и граничные условия
Результаты	25	Требуемые усилия, перемещения или частоты
Верификация	20	Независимые проверки, сеточное/аналитическое сравнение, объяснение расхождений
Оформление и защита	15	Воспроизводимость, читаемые схемы, самостоятельные ответы
Итого	100	Пересчёт×0,15

Для каждого критерия работы применяется шкала 100/75/50/25/0% максимума: полное корректное действие; верная основа с одной исправимой неточностью; выполнена примерно половина; отдельное верное действие; отсутствие или принципиальная ошибка. В задаче из 2:2 —полно,1,5 —небольшой пропуск,1 —половина,0,5 —отдельное действие,0 —нет; из 3 аналогично 3/2,25/1,5/0,75/0. По 5 критериям РГР доли фиксируются с пояснением наблюдаемого признака. Дробные оценки сохраняются до итогового округления.

Каждый теоретический вопрос D1: физический смысл и предпосылки 3; уравнения и объяснение метода 4; интерпретация и проверки 3. Всего 10. Для каждой части применяется та же долевая шкала. Общий уровень 9–10 —полно и самостоятельно;7–8 —верно с незначительными пропусками;5–6 —основная идея раскрыта неполно;1–4 —фрагментарно или с существенными ошибками;0 —содержательного ответа нет. Это ориентиры обратной связи, не отдельная итоговая шкала.

С5 оценивается отдельно: схема и нормативная карта 15(геометрия/связи 10, источники и применимость 5); метод и уравнения 20; вычисления и подбор сравниваемых семейств 25; проверки 20(равновесие/совместность 5, энергетическое/матричное сравнение 10, предельный случай 5); чертёж и защита 20(чертёж 10, самостоятельное объяснение 10). Для каждой части та же шкала 100/75/50/25/0%; всего 100.

При ошибке в вычислениях правильная модель и уравнения оцениваются отдельно. Знак проверяется по объявленным осям, а не только по совпадению с эталоном. Для округлённых чисел В1.1–В1.11 допускается до 1%при одинаковой модели; для В1.12 —до 0,01 процентного пункта. Этот допуск не является универсальной погрешностью МКЭ. ВС3 статический баланс включает опорные пары; в С4 большая амплитуда требует обсуждения малости перемещений. Один дефект не штрафуется повторно вне затронутого критерия.

4 3 Итоговые шкалы и расчёт

Семестровый или курсовой рейтинг	Оценка по Положению
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
Менее 60	Неудовлетворительно

R6=тест 6+0,5(КР1+КР2)+0,15(С1+С2)+(40/30)D З; R7=тест 7+0,5(КР3+КР4)+0,15(С3+С4)+(40/30)D Э. Каждая сумма максимум 100. Курсовая С5 из

100 оценивается отдельно и не увеличивает семестровую сумму. Семестры не складываются. Для недифференцированного зачёта предлагается R6≥60 —«зачтено», иначе«не зачтено»; утверждённое локальное соответствие не приложено, это согласуемое решение.

Результаты работ и пересчёты сохраняются без округления. В конце семестра/курсовой итог округляется до целого: дробная часть<0,5 вниз,≥0,5 вверх, затем шкала. Правило округления предложено для согласования. Порог 55 и дополнительный минимум по билету/задаче из исходного ФОС не вводятся как самостоятельные нормативные основания негативного результата. Допуск, сроки, число попыток и порядок пересдач регулируются действующим локальным актом, который не приложен; новые правила не выдумываются. Ведомость содержит дату и основание исправления результата.

5 Методические указания для обучающегося

5 1 Организация самостоятельной работы

Раздел РПД	СРСч	Задание и результат	Контроль
1 Расчётные модели и структурный анализ	16	A1.1–A1.4, B2.1; C5 модель	Семестр 6
2 Статически определимые системы	16	B1.1–B1.2, B1.6, B2.2–B2.3; C1, C5	Семестр 6
3 Энергетические методы и перемещения	20	B1.5, B2.9; C1, C5 перемещение	Семестр 6
4 Метод сил	19,9	B1.3–B1.4, C2; подготовка зачёта	Семестр 6
5 Метод перемещений и контакт Герца	16	B2.4–B2.7; D1.11–D1.13	Семестр 7
6 Матричные и конечно-элементные методы	32	B1.7, B1.11–B1.12, B2.5, B2.8, C3	Семестр 7
7 Устойчивость	8	B1.8, B2.6, C4 устойчивость	Семестр 7
8 Колебания и комплексный расчёт	24	B1.9–B1.10, C4 динамика; подготовка экзамена	Семестр 7
Итог семестр 6	71,9	Включая курсовую	—
Итог семестр 7	80	—	—
Всего	151,9	Без увеличения нагрузки	—

Внутри 71,9 ч семестра 6 предлагается 36 ч курсовой:8 из раздела 1,10 из раздела 2,10 из раздела 3,8 из раздела 4. Остаток 8+6+10+11,9=35,9 ч —остальные работы и подготовка. Внутреннее распределение является предложением, тематические итоги по РПД сохранены. Компьютерная часть C3 входит в 32 ч СРС раздела 6. Контроль 31,7 ч семестра 7 не включается повторно в 80 ч СРС. Сами практические занятия выполняются в своих 70 контактных часах.

5 2 Методические указания

Перед занятием повторите разделы равновесия, упругости и математические операции. Для каждого метода выпишите неизвестные, уравнения, связи и условия применимости. Расчёт начинайте со схемы, осей и границ модели, затем проверяйте неизменяемость. Только после этого выбирайте метод сил, перемещений или матричную постановку.

Отчёт B: условие, схема, уравнения, ход расчёта, результаты с единицами, независимая проверка, вывод. Отчёт C дополняется сравнением вариантов, файлами модели, подписанными эпюрами и источниками. На эпюрах отмечайте скачки, нулевые моменты в шарнирах, границы участков. При переходе между локальными осями сохраняйте действительное направление силы, а не только знак числа.

В энергетическом методе единичная нагрузка сопряжена искомой координате. В методе сил проверяйте совместность удалённых связей, в методе перемещений —узловое равновесие. В контакте Герца различайте приведённый модуль, радиус, площадку и максимальное давление; геометрическая локальность не подтверждает упругость без критерия материала.

Для C3 сначала проверьте программу балкой с аналитическим решением, затем собирайте раму. Сохраните параметры, тип элемента, локальные оси, нагрузку, закрепления, версию среды и метод решения. Сравнивайте полные реакции и одну и ту же величину на трёх сетках; сходимость не исправляет неверную физическую схему. Допускается равенство узловых результатов при точных элементах для призматической линейной балки.

В динамике указывайте вес/массу, жёсткость, демпфирование и частоту в одной системе единиц. Частоту в Гц получайте делением круговой на 2π. Формы колебаний имеют произвольный масштаб, поэтому сравнивайте отношения компонент и принятую нормировку. Критический множитель устойчивости всегда относится к названному базовому нагружению.

К зачёту повторите разделы 1–4 и курсовую; к экзамену —разделы 5–8 с опорой на основы. Решайте билеты без эталонов, объясняйте причину каждой ошибки. На консультацию приносите свою попытку и уже выполненные проверки. Использование внешних примеров и цифровой помощи раскрывается в записке, результат защищается лично. Доступные форматы и адаптации условий согласуются в установленном порядке при сохранении проверяемых результатов.

Литература и вычислительные средства

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: учебник. СПб.: Лань,2005. 2. Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс(динамика и устойчивость сооружений): учебник. М.: Издательство литературы по строительству,1964. 3. Русаков А.И. Строительная механика: учебное пособие. М.: Проспект,2009. Библиографические сведения —по РПД; отсутствующие номера страниц не выдумываются.

4. РПД«Строительная механика машин», КРСУ, утверждена 03.09.2026, разделы 3–5,8. 5. Приложенный«Фонд оценочных средств. Строительная механика машин»: банки T, A, З, РГР, критерии. Условия B1, C1–C4, тесты и вопросы взяты из пользовательских материалов, а не приписаны опубликованному задачнику. B2, C5 и дополнительные численные эталоны разработаны для настоящего ФОС.

Среды из РПД: Python3 с NumPy, SciPy, Matplotlib; JupyterLab; OpenSees/OpenSeesPy; AnsysMechanical при доступном разрешённом университетском доступе. Достаточно одной согласованной среды, обязательные лицензии/версии не предполагаются. Ресурсы: Math-Net.Ru, SpringerNatureLink, официальные справочные OpenSeesDocumentation, SciPyDocumentation, AnsysHelp. Применимость нормативного документа, юрисдикция и актуальность редакции подтверждаются отдельно; перечень для конкретного изделия исходниками не установлен.

Приложение 1 Формы фиксации результатов

Дисциплина«Строительная механика машин». ФИО_____ Группа_____ Семестр_____

Семестр	Работа	Макс.рейтинга	Получено	Дата/замечание
6	Тест	10		
6	КР1	10		
6	КР2	10		
6	С1	15		
6	С2	15		
6	Зачёт	40		
6	Итог	100		
7	Тест	10		
7	КР3	10		
7	КР4	10		
7	С3	15		
7	С4	15		
7	Экзамен	40		
7	Итог	100		

Лист промежуточной аттестации

ФИО_____ Группа_____ Дата_____ Форма_____ Билет_____

Компонент	Первичный макс..	Получено	Комментарий
D1, вопрос 1	10		
D1, вопрос 2	10		
D2, расчёт	8		
D3, проверка	2		
Сумма первичных	30		
Рейтинг аттестации,×40/30	40		
Текущий и рубежный контроль	60		
Семестровый итог	100		

До округления_____ После округления_____ Оценка/зачёт_____

Преподаватель_____ Подпись_____

Лист курсовой работы

ФИО_____ Группа_____ Вариант_____ Дата_____

Критерий	Максимум	Получено	Замечание
Модель и источники	15		
Уравнения	20		
Подбор и вычисления	25		
Проверки	20		
Чертёж и защита	20		
Отдельный итог	100		

Оценка курсовой_____ Преподаватель_____ Подпись_____

Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Содержание и основание изменения	Протокол/подпись