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 «Компьютерный инжиниринг»

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 «Компьютерный инжиниринг».

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. _____ Герман Константин Анатольевич
должность *подпись* *расшифровка подписи*

к.т.н. _____ Джаманкулов Азамат Кенешбекович
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности
Политехнического института

_____ Комарцов Никита Михайлович
личная подпись расшифровка подписи

Содержание

Сведения о дисциплине
1 Компетенции и этапы формирования
2 Технологическая карта
3 Оценочные материалы блоков A B C D
4 Процедуры и критерии
5 Методические указания

Показатель	По РПД
Название	Компьютерный инжиниринг
Направление и профиль	15.03.03 —РФ,650500 —КР «Прикладная механика»; «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»
Обучение	Бакалавр; очная форма;4 курс,8 семестр;12 недель
Место и код	Б1.В.1;
Трудоёмкость	3 ЗЕТ,108 ч: лекции16, ПР32, СРС59,9, КрТО0,1. Аудиторные48, контактные48,1 ч.
Аттестация	Зачёт с оценкой в8 семестре. Курсовые работы и лабораторные занятия не предусмотрены. Мини-проект выполняется внутри ПР/СРС.
Основание	РПД от3 сентября2026 г., учебный план от26.06.2026, протокол№11;
Исполнители	к.ф.-м.н. Герман Константин Анатольевич; к.т.н. Джаманкулов Азамат Кенешбекович —составители РПД..

1 Компетенции и этапы формирования

ПК-2: Готовностью выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространённых в промышленности систем мирового уровня и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний.

Проверяемое действие в пределах ПК-2	Начальный этап A B C	Базовый этап D
Объясняет модель, переменные, единицы и пределы, выбирает режим	B1–B16,B21–B24;T1–T7,T11–T12;ПР1–ПР8,ПР11–ПР12;Б1–Б2	Билеты1–8, теория и постановка
Составляет и решает уравнения цепи, проверяет рабочую точку	B3,B5–B8;З1;ПР1–ПР4;РК1	Билеты2–3, выбор уравнений/проверки
Переносит механическую модель в электрическую с масштабами	B17–B20;T8–T10;З4;ПР9–ПР10;С-А;РК2	Единое заданиеА во всех8 билетах
Исследует динамику, частоту, усиление и допуски	B9–B16,B23–B28;З2–З7;ПР5–ПР14;РК2–РК3	Билеты3–7; динамические параметры заданияА
Верифицирует, интерпретирует и воспроизводит анализ	B4,B11–B12,B29–B32;T15–T16;З8;ПР10,ПР15–ПР16;С-А/С-Б;Б3–Б4	Все билеты, сравнение с эталоном, файл и защита

Знания выявляются в определениях и предпосылках, умения —в уравнениях/расчётах, владение —в самостоятельном исполнении, проверке и воспроизводимости. Обозначения в таблице —навигация ФОС, не вымышленные индикаторы. Б1–Б4 —четыре отчёта по блокам работ; С —один мини-проект на выбор. Компетенция в целом формируется также другими дисциплинами и практиками.

2 Технологическая карта

Для согласования предложены100 баллов: четыре отчёта Б1–Б4 по10 (40), мини-проект С —10, три письменных РК по10 (30), зачётное задание —20.

Модуль и срок	Л/ПР/СРС ч	Текущий контроль	Письменный РК	Min–max
М1;темы1–2;недели1–3	4/8/14	Б1(ПР1–ПР4) —10	РК1 —10	0–20
М2;темы3–5;недели4–7	6/12/24	Б2(ПР5–ПР8) —10; ПР9–10 вБ3	РК2 —10	0–20
М3;темы6–8;недели8–12	6/12/21,9	Б3(ПР9–ПР12) —10;Б4(ПР13–ПР16) —10;С —10	РК3 —10	0–40
Семестр	16/32/59,9	Б40 +С10	РК30	0–80
Зачёт с оценкой	КрТО0,1	Два вопроса20 и задание30 первичных	50×0,4=20	0–20
Итог	108 ч	$R=\Sigma Б+0{,}5С+0{,}5К_1+(5/9)(К_2+К_3)+0{,}4D$	Максимум100	0–100

K_1 —первичная суммаРК1 (0–20); K_2,K_3 —первичные суммыРК2/3 по18 (тест8+задача10). Для каждого максимальное рейтинговое значение10. С первично0–20, D0–50. Границы0 —минимальное начисление, не порог допуска. К РК допускаются все независимо от посещаемости и других работ. Опрос диагностический, без отдельных баллов. Отдельные пороги8/20 по теории,15/30 по заданию,25/50 и дополнительные условия положительной оценки из проектного текста РПД не вводятся как самостоятельные барьеры: применяются критерии качества и общая шкала Положения85/70/60. Неустановленных штрафов/надбавок за посещаемость нет.

РК1 иРК2 размещаются по45 минут в ПР4 иПР10, РК3 —45 минут в ПР16. Первичные файлы подготавливаются в СРС, в оставшееся время занятия выполняются проверка, изменение параметра и обсуждение. ОтчётБ3 закрывается послеПР12, хотя его первые две работы входят вМ2. Это календарная точка учёта, а не перенос часов/повторное начисление.

3 Оценочные материалы блоков A B C D

Блок A Проверка знаний

B1–B32 —полный банк РПД. Текущий опрос3–5 минут на вопрос, собственный конспект допускается; требуется объяснить смысл, допущения и инженерный пример. Обратная связь без отдельных рейтинговых баллов.

B1. Чем физический объект отличается от его расчётной схемы и математической модели?

B2. Когда допустима модель с сосредоточенными параметрами и какие эффекты она не учитывает?

B3. Для чего в SPICE задают узел отсчёта и как выбирают направления токов?

B4. Какие исходные данные нужны для воспроизводимого вычислительного эксперимента?

B5. Как по законам Кирхгофа составить узловые уравнения резистивной цепи?

B6. Почему в модифицированном узловом методе для идеального источника напряжения вводят дополнительную неизвестную?

B7. Как конечное входное сопротивление прибора изменяет выход делителя?

B8. Как проверить рабочую точку по балансу мощности и невязкам уравнений?

B9. Как вывести переходную характеристику RC-цепи и определить её постоянную времени?

B10. Какие начальные условия задаются для конденсатора и индуктивности?

B11. Как выбрать длительность переходного расчёта и проверить достаточность временного разрешения?

B12. Как отличить ошибку задания начальных условий от ошибки временной дискретизации?

B13. Как связаны параметры последовательной RLC-цепи с собственной частотой и затуханием?

B14. При каких условиях переходный процесс является колебательным, критическим или апериодическим?

B15. Чем собственная частота отличается от частоты затухающих колебаний и резонансного пика?

B16. Почему частотная характеристика зависит от выбора входа и выхода схемы?

B17. Как получить последовательный RLC-аналог системы «масса — демпфер — пружина» в аналогии «сила — напряжение»?

B18. Для чего вводятся масштабные коэффициенты и как переносятся начальные условия?

В19. Чем аналогия «сила — ток» отличается от аналогии «сила — напряжение»?

В20. Как восстановить перемещение и скорость механического объекта из электрического решения?

В21. Чем идеальная, кусочно-линейная и SPICE-модели диода отличаются по допущениям?

В22. Как рабочая точка используется при малосигнальном анализе нелинейной схемы?

В23. Как определить коэффициент усиления неинвертирующего усилителя и границы линейного режима?

В24. Какие параметры реального усилителя и датчика нужно учитывать при расчёте измерительного канала?

В25. Как по требуемой частоте среза выбрать параметры RC-фильтра?

В26. Как оценить нормированную чувствительность выходной характеристики к параметру?

В27. Как найти предельные значения частоты среза при допусках R и C?

В28. Чем параметрический перебор отличается от вероятностного анализа допусков?

В29. Чем верификация отличается от валидации модели?

В30. Почему совпадение двух численных расчётов само по себе не доказывает физическую адекватность модели?

В31. Как оценить погрешность при нулевых или малых эталонных значениях?

В32. Какие файлы, параметры и сведения об источниках данных входят в воспроизводимый отчёт?

Тесты

В каждомТ один верный ответ. Верный1 первичный, неверный/отсутствующий/несколько отметок0; исправление до сдачи должно однозначно отменить прежнюю отметку. Время10 минут на8 вопросов, без источников, консультаций иИИ. Т1–Т8 используются вРК2,Т9–Т16 вРК3; суммы0–8 входят в общий пересчётРК. Предложенные диагностические уровни РПД не являются отдельными условиями допуска или положительной итоговой оценки.

Т1. Для чего необходим узел отсчёта в узловой модели? А) Для задания нулевого потенциала; Б) Для обнуления всех токов; В) Для замены источника питания.

Т2. Какая величина является дополнительной неизвестной при включении идеального источника напряжения в модифицированную узловую модель? А) Ёмкость источника; Б) Ток через источник; В) Частота сети.

Т3. Что обычно происходит с выходным напряжением пассивного делителя при подключении конечного сопротивления нагрузки к его нижнему плечу? А) Возрастает; Б) Не изменяется при любой нагрузке; В) Уменьшается.

Т4. Чему равна постоянная времени последовательной RC-цепи с выходом на конденсаторе? А) R/C; Б) RC; В) C/R.

Т5. Что не может скачком измениться на идеальном конденсаторе при конечном токе? А) Напряжение; Б) Мощность; В) Производная напряжения.

Т6. Какой анализ непосредственно даёт временной отклик на ступень? А) Расчёт рабочей точки; Б) Частотный анализ; В) Переходный анализ.

Т7. Какой режим соответствует $0 < \zeta < 1$ у устойчивой системы второго порядка? А) Критический; Б) Колебательный затухающий; В) Неустойчивый при любом входе.

Т8. Какой элемент соответствует массе в аналогии «сила — напряжение»? А) Индуктивность; Б) Сопротивление; В) Ёмкость.

Т9. Какой электрической величине соответствует механическая скорость в аналогии «сила — напряжение»? А) Заряду; Б) Напряжению; В) Току.

Т10. Что необходимо для переноса результата электрического аналога в механические единицы? А) Только изображение схемы; Б) Масштабные коэффициенты и соответствие переменных; В) Название программы.

Т11. Какой режим описывает стандартный АС-анализ нелинейной схемы? А) Малосигнальный режим около рабочей точки; Б) Любой большой сигнал; В) Только разомкнутую цепь.

Т12. Чему равен коэффициент идеального неинвертирующего усилителя с отрицательной обратной связью? А) −Rf/Rg; Б) Rg/Rf; В) 1 + Rf/Rg.

Т13. Как изменится fc ненагруженного RC-фильтра при удвоении C и неизменном R? А) Удвоится; Б) Уменьшится вдвое; В) Не изменится.

Т14. Чему равна нормированная чувствительность $f_c = 1/(2\pi RC)$ к R? А) −1; Б) 0; В) +1.

Т15. Что служит проверкой физической адекватности модели? А) Увеличение числа знаков после запятой; Б) Повторный запуск той же модели; В) Сопоставление с независимыми измерениями с учётом их неопределённости.

Т16. Что позволяет оценить уменьшение максимального временного шага при прочих равных условиях? А) Автоматически доказать истинность модели; Б) Влияние временной дискретизации на выбранные результаты; В) Получить реальные экспериментальные данные.

Блок В Проверка умений

З1–З8 из РПД используются при выполнении ПР, РК и подготовке к аттестации. Задачи не получают самостоятельный повторный рейтинг сверх отчётов/РК. Все токи и напряжения сопоставляются после перевода в согласованные единицы; направление/полярность объявляются до вычисления.

З1

Нагруженный делитель напряжения Идеальный источник U = 12 В питает последовательные R1 = 2 кОм и R2 = 4 кОм. Выход снимается с R2. Параллельно R2 подключена нагрузка RL = 4 кОм. Найти выходное напряжение без нагрузки и с нагрузкой, ток источника и мощности всех резисторов под нагрузкой. Выполнить расчёт рабочей точки и проверить баланс мощности.

З2

Переходный процесс RC-цепи Последовательная RC-цепь: R = 1 кОм, C = 100 мкФ. При t = 0 на вход подаётся идеальная ступень 0 → 10 В, $u_C(0-) = 0$. Найти постоянную времени, u_C при t = 0,1 с и время достижения 90 % установившегося напряжения. Построить отклик на интервале 0–0,5 с. Повторить расчёт с ограничениями максимального шага 5 и 2,5 мс.

З3

Динамика последовательной RLC-цепи Даны R = 20 Ом, L = 0,1 Гн, C = 100 мкФ. Вход — ступень напряжения 0 → 1 В, выход — напряжение конденсатора; начальные ток и напряжение конденсатора равны нулю. Найти собственную угловую частоту, коэффициент затухания ζ, добротность Q и частоту затухающих колебаний. Указать вид процесса и значение R для критического затухания.

З4

Электрический аналог механической системы Для m = 2 кг, c = 8 Н·с/м, k = 200 Н/м действует ступенчатая сила 10 Н. Начальные условия x(0) = 0, v(0) = 0. Построить аналог «сила — напряжение». Принять $U = a_F \cdot F$ и $I = a_v \cdot v$, где a_F = 1 В/Н, a_v = 1 А·с/м. Найти

электрические параметры, статическое перемещение и ζ. Сравнить x(t) с решением m x″ + c x′ + k x = F(t).

35

Усилитель измерительного сигнала Идеальный неинвертирующий усилитель имеет Rg = 1 кОм между инвертирующим входом и общим узлом и Rf = 10 кОм в обратной связи. Питание ±5 В. В учебной модели линейный выход жёстко ограничивается уровнями ±5 В. Найти выход при входных напряжениях 0,2 и 0,8 В и максимальную амплитуду симметричного входа без ограничения. Объяснить, почему для реального усилителя нужна его документация.

36

Проектирование RC-фильтра Для ненагруженного RC-фильтра нижних частот с выходом на конденсаторе требуется fc = 100 Гц. C = 1 мкФ. Рассчитать R, затем принять R = 1,6 кОм. Для принятого значения найти фактическую fc и модуль передачи при 10 и 1000 Гц. Источник идеальный; входное сопротивление следующего каскада бесконечно.

37

Допуски и чувствительность фильтра Для фильтра из 36 принять R = 1,6 кОм ±5 %, C = 1 мкФ ±10 %. Найти гарантированный диапазон частоты среза при независимом изменении компонентов в заданных пределах и нормированные чувствительности fc к R и C. Проверить четыре угловых сочетания параметров. Вероятностные распределения не заданы.

38

Верификация численного результата Для задачи 32 получены значения uC(0,1 с): 6,30 В при ограничении шага h и 6,32 В при ограничении h/2. Сравнить оба результата с аналитическим эталоном 10(1−exp(−1)) В. Вычислить абсолютные и относительные ошибки в этой точке и изменение результата при уменьшении шага. Объяснить, каких данных не хватает для вывода о точности всей кривой и валидации.

Практические работы

Нумерация16 работ раскрывает требование раздела5.3 РПД без увеличения32 часов. На каждую работу2 академических часа; пары1–2,3–4,5–6,7–8,9–10,11–12,13–14,15–16 соответствуют восьми строкам по4 ч в разделе4. Шкалой оценивается блоковый отчёт, отдельные работы не получают ещё одну оценку.

ПР1 Паспорт модели и список соединений

РПД 1.2; 2 ч; связь: В1–В4. Идеальный источник V1 между узлами s и0 поддерживает V(s)=12 В; R1=2 кОм между s иout; R2=4 кОм и RL=4 кОм между out и0. Узел0 —общий отсчёт. Выполните паспорт: вход/выход, узлы, параметры с единицами, положительные направления токов и пределы линейной модели. Постройте схему и редактируемый список соединений; выполните рабочую точку. Это нагруженный вариант 31, а не физический макет. Интерактивный проект2 ч по РПД.

ПР2 Полярности и баланс мощности

РПД 1.2; 2 ч; связь: 31. Для схемы ПР1 определите токи от s kout и otout к0, мощности каждого резистора и источника при пассивном соглашении. Сравните с отключённым RL. Выполните 31 полностью; сохраните таблицу полярностей и невязок. Объясните отрицательный знак мощности отдающего источника при токе, выбранном входящим в его положительный вывод.

ПР3 Делитель и влияние прибора

РПД 1.4; 2 ч; связь: З1. Выполните рабочую точку З1. Затем RL трактуйте как входное сопротивление прибора и изменяйте 4,10,100 кОм и∞. Представьте Uout, ток источника и относительное изменение выхода со знаменателем ненагруженного выхода. Выполните DC-сканирование источника0–12 В с шагом1 В для RL=4 кОм, сравните с отдельной рабочей точкой при12 В. 2 ч мозгового штурма по ошибкам модели относятся к этому подпункту РПД.

ПР4 Двухузловая цепь и МУМ

РПД 1.4; 2 ч; связь: В5–В8. Источник поддерживает V(s)=12 В относительно0. R1=2 кОм: s–a; R2=4 кОм: a–0; R3=2 кОм: a–b; R4=4 кОм: b–0. Найдите Va,Vb и ток источника. Составьте матрицу узловых проводимостей для a,b и расширенную модифицированную систему для неизвестных Vs,Va,Vb,I(V1), где ток источника направлен s→0. Проверьте невязки и баланс мощности. Сравните решение линейной системы и SPICE.

ПР5 Заряд и разряд RC

РПД 2.2; 2 ч; связь: З2. Выполните З2. Отдельно рассмотрите разряд того же C через R при uC(0)=10 В и нулевом внешнем источнике, на0–0,5 с. Объясните выбор начального состояния; сохраните исходные и обработанные таблицы и сравнение с аналитическим решением.

ПР6 RL и шаг по времени

РПД 2.2; 2 ч; связь: В9–В12. Последовательная RL-цепь: R=100 Ом, L=1 Гн; идеальная ступень0→10 В при t=0+, iL(0)=0. Найдите постоянную времени, i(0,01 с), установившийся ток и t90. Рассчитайте0–0,05 с при максимальных шагах0,5 и0,25 мс, сравните в общие моменты с аналитическим решением. Для З2 отдельно выполните сравнение двух шагов5/2,5 мс и расчёт З8. Фактический адаптивный шаг не отождествлять с установленным максимумом.

ПР7 Затухание RLC

РПД 2.4; 2 ч; связь: З3. Выполните З3. При прежних L,C рассмотрите R=20 Ом, R=2√(L/C) и R=100 Ом на0–0,15 с; вход0→1 В, начальные iL=uC=0, выходuC. Для каждого сохраните режим затухания и временной отклик. Уменьшите максимальный шаг0,1→0,05 мс и сравните выбранные пики/общие моменты. Используйте те же начальные условия для всех режимов.

ПР8 Частотная характеристика

РПД 2.4; 2 ч; связь: В13–В16. Для RLC из З3 получите H(s)=UC/Uin; выполните AC-анализ входной амплитудой1 В на1–1000 Гц с не менее100 точек на декаду. Найдите модуль, фазу и частоту пика, проверьте зависимость от выбранного выхода. Для ненагруженного RC из З6 отдельно найдите модуль/фазу при10 и1000 Гц. AC-анализ здесь относится к линейной схеме; большой временной сигнал нелинейного узла им не заменяется.

ПР9 Аналог механической системы

РПД 3.2; 2 ч; связь: З4. Выполните З4 с объявленными масштабами. Исходное механическое уравнение, единицы, таблица соответствий, L,R,C, источник и перенос начальных условий должны быть представлены до запуска. Моделируйте0–3 с с максимальным шагом0,01 и0,005 с; сохраните ток, напряжениеC, восстановленные x,v и статическое значение.

ПР10 Независимая проверка аналога

РПД 3.2; 2 ч; связь: В17–В20. Для З4 решите механическое ОДУ независимо от схемного симулятора: аналитически или численно с указанными настройками. Сравните x(t)

в0,2;0,5;1 с, нормируя ошибку наF/k; дополнительно назовите границу применения линейной модели. В отдельном мысленном случае x(0)=0,01 м, v(0)=0,2 м/с укажите, какие начальные состояния электрического аналога нужно изменить при прежних масштабах. Независимая программа не является физическим экспериментом.

ПР11 Диод и рабочая точка

РПД 3.4; 2 ч; связь: В21–В22. Источник5 В питает последовательные R=1 кОм и диод, анод диода со стороныR, катод на0. Сравните идеальный диод с нулевым прямым падением и кусочно-линейную модель Ud=0,7 В+r_d I при прямом токе, r_d=10 Ом; при обратном смещении обе модели разомкнуты. Найдите рабочие точки при источнике+5 и−5 В. Реализуйте согласованную учебную модель либо прозрачный расчёт закона; для третьего сравнения допустима стандартная SPICE-модель с явно указанными параметрами/источником. Без её параметров единого физического значения тока не требовать. Опишите малосигнальную линеаризацию около прямой рабочей точки.

ПР12 Неинвертирующий усилитель

РПД 3.4; 2 ч; связь: З5. Выполните З5. Затем подайте Vin=0,2sin(2π·10t) В и отдельно0,8sin(2π·10t) В на0–0,3 с; выход учебной модели clamp(11Vin,−5,+5) В, входное сопротивление∞. Сравните линейный прогноз и ограниченный отклик; оцените достаточный временной шаг. Эта поведенческая модель не имеет заданных полосы и slew rate; свойства конкретной микросхемы по ней не устанавливать.

ПР13 Выбор RC-фильтра

РПД 4.2; 2 ч; связь: З6. Выполните З6. Сравните рассчитанное сопротивление с номиналами1,5;1,6;1,8 кОм приC=1 мкФ. Критерий выбора: минимальное |fc−100|/100 при не менее0,99 передачи10 Гц. Данные следуют из идеального источника и бесконечного входного сопротивления следующего каскада; не учитывать не заданную нагрузку как факт.

ПР14 Допуски и чувствительность

РПД 4.2; 2 ч; связь: З7. Выполните З7 и таблицу четырёх угловых сочетаний. Дополнительно оцените нормированную чувствительность центральной разностью при относительном возмущении каждого параметра±0,01, другой фиксирован. Сопоставьте с производной. Вероятностные распределения не задаются, поэтому предельный диапазон не объявлять доверительным интервалом.

ПР15 Верификация измерительного канала

РПД 4.4; 2 ч; связь: З8. Выполните З8. Для схемы мини-проектаБ ниже постройте редактируемую модель и независимый расчёт передаточной функции. Начальное напряжениеC=0; моделируйте0–0,3 с. Для оценки установившихся гармоник используйте общие моменты на0,1–0,3 с, максимальные шаги10 и5 мкс; используйте аналитические амплитуды/фазы либо согласованную оценку коэффициентов двух синусоид. Сравните полезную составляющую, помеху, достаточный запас до ограничения и крайние допуски. Схемные данные не называйте измеренными.

ПР16 Воспроизводимый проект

РПД 4.4; 2 ч; связь: В29–В32. Представьте выбранный мини-проектА илиБ как единый пакет: исходный netlist/схему, модели элементов, версии программ, режимы и параметры, исходные таблицы, независимую проверку, графики с единицами и выводы. Повторите один запуск из чистой копии и объясните влияние одного изменённого параметра. Здесь оформляется отчётБ4 по первичным проверкам; мини-проектС оценивает последующее углубление и целостную защиту, а не повторные баллы за те же расчёты.

Четыре блоковых отчёта

Отчёт	Работы	Обязательные свидетельства	Срок
Б1	ПР1–ПР4	Схемы/netlist, паспорт, полярности, рабочие точки, матрица и балансы	Конецтемы2
Б2	ПР5–ПР8	Время/частотаRC,RL,RLC, начальные условия и проверка шага	Конецтемы4
Б3	ПР9–ПР12	Масштабы и аналог, независимый расчёт, диодные модели и ограничение усилителя	Конецтемы6
Б4	ПР13–ПР16	Номиналы/допуски, верификация канала и воспроизводимый пакет	Конецтемы8

Каждый отчёт содержит все четыре работы как главы или приложения. Пять критериев по0–2 дают максимум10. Неработоспособный файл или неверная схема отражаются в соответствующих критериях и требуют исправления; они не создают дополнительного неустановленного барьера кРК. Исправленная версия сохраняется рядом с исходной.

Письменный рубежный контроль

РК1

После ПР4;45 минут. З1 (10 первичных). Дополнительная задача (10): источникV(s)=12 В; R1=2 кОм s–a, R2=4 кОм a–0, R3=2 кОм a–b, R4=4 кОм b–0. Составьте узловые уравнения, найдитеVa,Vb и ток источника, проверьте один баланс. Это та же топология, чтоПР4, без доступа к готовому решению.

Максимум20 первичных; пересчёт: ×0,5 в максимум10 рейтинговых. Полные условия указанныхЗ выдаются вместе с работой. Калькулятор и чистый лист формул разрешены; готовые решения, интернет иИИ не используются.

РК2

После ПР10;45 минут. Т1–Т8 (8 первичных,10 минут); расчётЗ3 (10 первичных,35 минут). Для допуска к этому РК уже изучена лекция5 и аналогия «сила —напряжение». Программный запуск не требуется, но уравнение и единицы нужно объяснить.

Максимум18 первичных; пересчёт: ×5/9 в максимум10 рейтинговых. Полные условия указанныхЗ выдаются вместе с работой. Калькулятор и чистый лист формул разрешены; готовые решения, интернет иИИ не используются.

РК3

После ПР16;45 минут. Т9–Т16 (8 первичных,10 минут); расчётЗ7 (10 первичных,35 минут), включая четыре сочетания и ограничения вывода о вероятности. Разрешён калькулятор, программная серия не требуется.

Максимум18 первичных; пересчёт: ×5/9 в максимум10 рейтинговых. Полные условия указанныхЗ выдаются вместе с работой. Калькулятор и чистый лист формул разрешены; готовые решения, интернет иИИ не используются.

Блок С Мини проект

Выбрать один из двух вариантов. Использовать результаты практических и самостоятельных работ; отдельный дополнительный объём часов не вводится. Проектирование физического устройства и изготовление макета не требуются. Вариант А. Электрический аналог механической системы. На основе З4 построить схемную модель, исследовать c = 4, 8 и 16 Н·с/м при неизменных m и k. Получить x(t), скорость, статическое перемещение и затухание. Для одного режима выполнить независимое численное решение уравнения

движения и оценить различие результатов. Вариант Б. Измерительный канал. Вход — идеальный источник 0,2·sin(2π·10t) + 0,02·sin(2π·1000t) В. После ненагруженного RC-фильтра с R = 1,6 кОм, C = 1 мкФ установлен идеальный неинвертирующий усилитель K = 11 с учебным ограничением ±5 В. Оценить передачу полезной и помеховой составляющих, запас до ограничения и влияние допусков R и C из З7. Входное сопротивление усилителя считать бесконечным.

Дополнительные условия, одинаковые для обеих версий: вС-А ступень включена прит=0+, x(0)=v(0)=0, исследование0–3 с, максимальные шаги0,01/0,005 с; независимая проверка обязательна минимум дляс=8 в контрольных точках0,2;0,5;1 с. ВС-Б uC(0)=0, временной интервал0–0,3 с, установившиеся гармоники оцениваются на0,1–0,3 с при шагах не более10/5 мкс. Идеальный усилитель имеет бесконечное входное сопротивление и заданный жёсткий clamp; данные реальной микросхемы не предполагаются. Вычислительная точность проверяется отдельно от допуска компонентов.

Этап С	Результат самостоятельной работы	Срок
С1	ВыборА/Б, паспорт и уравнения, перечень исходных файлов и проверок	Неделя7
С2	Новые серии/допуски и независимая проверка, журнал исправлений	Недели8–10
С3	Целостный воспроизводимый пакет, инженерный вывод и индивидуальная защита	Недели11–12

Используйте материалы ПР, но явно обозначьте новые действия мини-проекта: вА — сопоставление трёх демпфирований и перенос доменов; вБ —целостный канал и предельные допуски. Ранее оценённые первичные расчёты повторно не оплачиваются баллами; С оценивает их углубление, интеграцию и самостоятельную защиту. Максимум20 первичных, множитель0,5, в рейтингдо10. Защита до5 минут по готовности вПР16, письменныйРК3 —в конце занятия. Курсовой работой мини-проект не является.

Блок D Зачёт с оценкой

Форма подтверждена титульной таблицей РПД: зачёт с оценкой в8 семестре. Сохранены все8 вариантов единого заданияА из5.3 и их пары вопросов. Билет: два вопроса по10 первичных и компьютерно-расчётное задание30, всего50; множитель0,4, в рейтингдо20. Итог определяется по общемуR, а не по проектной шкале43/33/25 из РПД.

Единое задание А

Система m x″+c x′+k x=F₀·1(t), x(0)=x′(0)=0. Постройте электрический аналог «сила — напряжение»: U=aF F, I=av v, aF=1 В/Н, av=1 А·с/м. По параметрам билета найдитеL,R,C, собственную частоту,ζ и статическое перемещение. Получитех(t) на0–3 с, сравните с независимым аналитическим решением в0,2;0,5;1 с. Начальный максимальный шаг0,01 с; повторите с0,005 с и оцените изменение. Укажите физические ограничения. Ориентир учебной численной точности —не более1% отF₀/k в контрольных точках; превышение анализируется и отражается в критерии проверки, не является отдельным автоматическим недопуском.

Билет 1

В1: Чем физический объект отличается от его расчётной схемы и математической модели?

В30: Почему совпадение двух численных расчётов само по себе не доказывает физическую адекватность модели?

ЗаданиеА: m=1 кг; c=4 Н·с/м; k=100 Н/м; F₀=5 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить ре-

дактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 2

В5: Как по законам Кирхгофа составить узловые уравнения резистивной цепи?

В11: Как выбрать длительность переходного расчёта и проверить достаточность временного разрешения?

ЗаданиеА: m=2 кг; c=12 Н·с/м; k=200 Н/м; F_0=10 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 3

В13: Как связаны параметры последовательной RLC-цепи с собственной частотой и затуханием?

В16: Почему частотная характеристика зависит от выбора входа и выхода схемы?

ЗаданиеА: m=3 кг; c=24 Н·с/м; k=300 Н/м; F_0=15 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 4

В17: Как получить последовательный RLC-аналог системы «масса — демпфер — пружина» в аналогии «сила — напряжение»?

В20: Как восстановить перемещение и скорость механического объекта из электрического решения?

ЗаданиеА: m=4 кг; c=40 Н·с/м; k=400 Н/м; F_0=20 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 5

В21: Чем идеальная, кусочно-линейная и SPICE-модели диода отличаются по допущениям?

В23: Как определить коэффициент усиления неинвертирующего усилителя и границы линейного режима?

ЗаданиеА: m=1 кг; c=6 Н·с/м; k=100 Н/м; F_0=10 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 6

В24: Какие параметры реального усилителя и датчика нужно учитывать при расчёте измерительного канала?

В25: Как по требуемой частоте среза выбрать параметры RC-фильтра?

ЗаданиеА: m=2 кг; c=16 Н·с/м; k=200 Н/м; F_0=20 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 7

В26: Как оценить нормированную чувствительность выходной характеристики к параметру?

В27: Как найти предельные значения частоты среза при допусках R и C?

ЗаданиеА: m=3 кг; c=30 Н·с/м; k=300 Н/м; F_0=30 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

Билет 8

В29: Чем верификация отличается от валидации модели?

В32: Какие файлы, параметры и сведения об источниках данных входят в воспроизводимый отчёт?

ЗаданиеА: m=4 кг; c=16 Н·с/м; k=400 Н/м; F_0=40 Н. Полное условие и интервалы приведены выше и выдаются вместе с этим билетом; начальные состояния нулевые. Представить редактируемую схему/netlist, таблицу параметров/результатов, независимый эталон и оценку различий.

4 Процедуры и критерии

Для ПР, расчётов и мини-проекта разрешены официальная документация, конспект, калькулятор, выбранный SPICE-симулятор и независимая среда Python либо эквивалентная. По РПД доступны программные варианты LTspice, KiCad/ngspice; MATLAB/Simulink/Simscape —при лицензии как альтернатива, не обязательное условие. Конкретная установленная среда и версии фиксируются до начала курса; наличие лицензии увуза не вымышляется. Реальных физических испытаний в условиях этогоФОС нет.

Средство	Процедура	Фиксация
Опрос	3–5 минут, ответ и уточнение предпосылки	Диагностика, без отдельного балла
Блоковый отчётБ1–Б4	Отчёт по4 работам, редактируемые файлы и индивидуальное уточнение до4 минут в занятии	Пять критериев0–2, максимум10
РК1–РК3	Письменно по45 минут вПР4/10/16; все допускаются	$K_1$0–20;K_2,$K_3$0–18, пересчёт в10
C	Один вариант, пакет и защита до5 минут вПР16	Пять критериев0–4, максимум20
D	60 минут самостоятельной подготовки/расчёта в резервеСРС; предварительная проверка письменного/файлового результата; до4 минут индивидуального уточнения и0,5 фиксации вКрТО0,1 ч	Теория20 +компьютерная часть30, максимум50;×0,4

Регламент D предложен для согласования:0,1 академического часа —4,5 минуты контактной проверки на обучающегося. Исходные10 минут защиты в проектном тексте РПД в эту норму не помещаются. Предлагается оценивать письменный ответ и файл до краткого уточнения, а60 минут расчёта включить в1,5 академического часаСРС темы8. Дополнительные контактные часы не добавляются; организация должна быть подтверждена локальным расписанием. Рекомендуемые60 минут подготовки сохранены.

НаРК готовые ответы, интернет,ИИ и консультации не разрешены. HaD теоретическая часть без готовых ответов; для компьютерной части разрешена выданная справка по синтаксису и официальная документация, как вРПД. Файлы/код должны принадлежать собственному выполнению; совместная подготовка не заменяет объяснение. На защите обу-

чающийся показывает один расчётный шаг и изменение параметра. Крупные серии готовятся вСРС, скриншот не заменяет исходный проект.

Блоковый отчёт	**Баллы**
Постановка, схема, допущения и единицы	0–2
Уравнения и параметры	0–2
Работоспособная модель и режим	0–2
Независимая проверка и расхождения	0–2
Интерпретация и воспроизводимые материалы	0–2
Всего	10

Для каждой группы отчёта:2 —правильно выполнена и пояснена;1 —частично, локальные ошибки не меняют основной вывод;0 —отсутствует либо принципиальная ошибка. Все четыре работы входят в единый критерий; максимум не умножается на их число. Неполные файлы и неверные схемы оцениваются по свидетельствам, а доработка заменяет оценку без дополнительных баллов.

Расчётное заданиеРК	**Баллы**
Физическая схема и допущения	0–2
Уравнения, преобразования и единицы	0–3
Численный результат и прозрачный расчёт	0–3
Проверка и вывод	0–2
Всего	10

Для шкалы0–2 действуют признаки выше;0–3:3 —полностью,2 —верный подход с локальной ошибкой,1 —отдельные верные действия без завершения,0 —верных действий нет. В письменномРК расчётный файл заменён прозрачным ручным ходом, программный запуск не требуется. Ошибка в одном числе снижает соответствующий показатель, но не штрафуется повторно во всех последующих верных действиях с этим числом. Иной обоснованный метод принимается.

Мини проектС	**Баллы**
Постановка и допущения	0–4
Математическая и компьютерная модели	0–4
Серия и анализ параметров	0–4
Верификация и границы выводов	0–4
Воспроизводимость и защита	0–4
Всего	20

Каждый критерийС:4 —полно и обоснованно;3 —небольшие недочёты;2 —частично при верном подходе;1 —фрагментарно;0 —отсутствует или неверно. Работоспособность, про-

верка и собственное объяснение являются наблюдаемыми признаками этих критериев, без дополнительного порога или отдельного запрета положительной оценки при общей сумме.

КомпонентD	Критерии	Максимум
Вопрос1	Понятия/связи0–4; уравнения/допущения0–4; пример0–2	10
Вопрос2	Те же критерии	10
ЗаданиеA	Схема и данные0–6; метод/уравнения0–6; расчёт и файл0–10; проверка/интерпретация0–8	30
Сумма	Теория20 +задание30	50

В группах с максимумом4,6,8,10 начисляют100% за полное корректное выполнение,75% за верное с небольшими недочётами,50% за частичное при верном подходе,25% за отдельные правильные фрагменты,0 за отсутствие/принципиальную ошибку. Для0–2:2 — корректно,1 —частично,0 —неверно/отсутствует. Дробные баллы сохраняются до конечной суммыR; один раз округляют итогR до целого,0,5 вверх. Промежуточные суммы и пересчёты не округляются. Для отчётной записи измерительных величин точность согласуют с задачей, но исходные числа в файле не округляют преждевременно.

ИтогR	Оценка по Положению
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
Менее60	Неудовлетворительно

Повторное представление исправляет тот же результат по тем же критериям, не увеличивает максимумы. Локальные сроки повторного контроля и адаптация условий определяются действующими документами вуза; вымышленные даты/пороги не устанавливаются. В формах фиксации отражаются баллы, замечания и изменения результата, а не непредусмотренные обязательные условия.

5 Методические указания

Тема и раздел	СРС ч	Задание и контроль
1;раздел1	6	Паспорт, SPICE-связность и знаки;Б1
2;раздел1	8	Делитель, узловая модель и баланс;Б1/РК1
3;раздел2	8	RC/RL, начальные состояния, шаг;Б2
4;раздел2	8	RLC, затухание/частота;Б2
5;раздел3	8	Масштабы и независимоеОДУ;Б3/РК2
6;раздел3	8	Диод/усилитель, источник модели;Б3
7;раздел4	6	Фильтр, перебор и четыре угла;Б4
8;раздел4	7,9	СборкаC/Б4 и верификация —6,4 ч; подготовкаD —1,5 ч

Тема и раздел	СРС ч	Задание и контроль
Итого	59,9	По разделам14+16+16+13,9; часыС входят в эти работы

Детализация59,9 ч по восьми темам и резервD предложены внутри неизменных сумм разделов. До запуска запишите предполагаемое направление эффекта, вход и выход, единицы и уравнение. Проверяйте суффиксыSPICE: m —милли, meg —мега в принятом диалекте; точный синтаксис зависит от выбранного симулятора. Введите общий узел и проверьте список соединений до анализа.

Для временного расчёта согласуйте состоянияС иL и физическую форму входа. Численный короткий фронт ступени отличается от математического скачка: укажите его длительность и проверьте, что он не определяет наблюдаемое расхождение. Не используйте установившуюся рабочую точку как нулевое начальное состояние по умолчанию. ДляАС задайте входную малосигнальную амплитуду и выход, длятransient —входную функцию, интервал и шаг.

Механический аналог начинайте с исходногоОДУ и одной таблицы соответствий. Укажите размерные масштабы и восстановление переменных, отдельно —начальные состояния. Сравнение с физическим объектом допустимо лишь при наличии независимых измерений и условий; в этом комплекте их нет, результаты называйте расчётными. Для допуска компонентов не назначайте распределения без данных.

Графики подписывайте единицами и легендой; сравнивайте одни моменты/частоты. При близком кнулю эталоне используйте абсолютную ошибку или заранее выбранный масштаб. Сохраняйте схемы/netlist, модели, версии, таблицы, код и журнал изменений. Повторите расчёт из исходной копии; на защите объясните, какая проверка обосновывает каждый вывод.

Источники

1. РПД «Компьютерный инжиниринг»,КРСУ,3 сентября2026 г., разделы4–5 и8: В1–В32,Т1–Т16,З1–З8, два мини-проекта,8 аттестационных вариантов и базовые первичные критерии. ПР конкретизированы авторски по этим темам, дополнительные РК и рейтинговая схема предложены для согласования.

2. Приложенные макет ФОС направления «Прикладная механика» и Положение о ФОС КРСУ, пп.3.3–3.7: структура, письменныйРК, допуск и итоговая шкала.

3. Ngspice User’s Manual, официальная документация: https://ngspice.sourceforge.io/docs.html ; справочник: https://ngspice.sourceforge.io/docs/ngspice-manual.pdf . При использовании моделей и директив фиксируют версию. Методика настройки начальных состояний itransient сверена07.11.2026.

4. Analog Devices. LTspice: https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html ; LTspice How-to: Defining Piecewise Linear Functions for Voltage and Current Sources: https://www.analog.com/en/resources/technical-articles/ltspice-piecewise-linear-functions-for-voltage-current-sources.html . Официальные материалы для проверки задания временного входа; точный синтаксис сверяют в выбранной версии.

5. По библиографии РПД: РумянцевВ.,БолобановаН. «Компьютерный инжиниринг» — выходные данные не указаны; ЛопухинаЕ.М.,СеменчуковГ.А. «Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности». М.:Высш.шк.,2002. Новые условия не приписываются непросмотренным изданиям. Перечень справочных средств включаетSciPy: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/ .

Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Изменение и основание	Протокол/подпись
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____