МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



УТВЕРЖДАЮ

Директор
(должность)
Лоцев Г.В
(ФИО)
3 сентября____2026 г.

Теоретическая механика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта**

Учебный план Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"

Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 68
самостоятельная работа 79,9

Виды контроля в семестрах:
экзамен 2
зачет 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		Итого	
Недель	18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	18	18	34	34
Практические	16	16	18	18	34	34
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1			0,1	0,1
Контактная работа в период экзаменационной сессии			0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	2	2	2	2	4	4
Итого ауд.	32	32	36	36	68	68
Контактная работа	32,1	32,1	36,3	36,3	68,4	68,4
Сам. работа	39,9	39,9	40	40	79,9	79,9
Часы на контроль			31,7	31,7	31,7	31,7
Итого	72	72	108	108	180	180

Программу составил(и):
к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич

к.т.н, Джаманкулов Азамат Кенешбекович

Рецензент(ы):
к.ф.-м.н., Комарцов Никита Михайлович

д.т.н, Муслимов Аннас Поясович

Согласовано РОП:
к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич

Рабочая программа дисциплины
Теоретическая механика

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 729)

составлена на основании учебного плана:

Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании **Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта**

Протокол от 02.09.2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2032 уч.г.
Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан Тилегенович

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Теоретическая механика

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью дисциплины является изучение общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами, а также овладение основными алгоритмами исследования равновесия и движения механических систем. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. Помимо этого, при изучении теоретической механики вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения систем твёрдых тел

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.3
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б2.В.01(П). Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.2	Б2.О.02(Пд). Преддипломная практика
2.2.3	Б1.О.3.04. Строительная механика машин
2.2.4	Б1.В.1.02. Основы теории пластичности и ползучести
2.2.5	Б1.О.3.07. Технология машиностроения
2.2.6	Б1.О.3.15. Программные системы компьютерной математики
2.2.7	Б3.О.02. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.8	Б1.В.1.ДВ.04.01. Экспериментальная механика деформируемого твердого тела
2.2.9	Б1.О.3.03. Сопротивление материалов
2.2.10	Б1.О.3.05. Материаловедение
2.2.11	Б1.В.1.ДВ.07.01. Сопротивление материалов (продвинутый курс)
2.2.12	Б3.О.03. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Б2.О.01(У). Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
2.2.14	Б1.В.1.ДВ.02.01. Гидромеханика
2.2.15	Б1.В.1.01. Теория упругости
2.2.16	Б1.О.3.12. Аналитическая механика
2.2.17	Б1.В.1.ДВ.05.01. Детали машин и основы конструирования

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	
Знать:	
Уровень 1	Способен применять стратегию работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для реализации проблем естественнонаучных и общеинженерных знаний
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Способен применять стратегию работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для реализации методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Способен реализовать и корректировать и применять стратегию использования естественнонаучных и общеинженерных знаний, учитывая методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**

3.1.1	реакции связей, условия равновесия плоской и пространственной систем сил, теории пар сил; кинематические характеристики точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальные уравнения движения точки; общие теоремы динамики
3.2	**Уметь:**
3.2.1	приводить систему сил к простейшему виду; составлять и решать уравнения равновесия; находить положение центров тяжести тел простейшей конфигурации; вычислять скорости и ускорения точек и точек тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях; составлять и решать дифференциальные уравнения движения материальной точки, поступательного,вращательного и плоскопараллельного движения твердого тела; применять общие теоремы динамики к исследованию движение материальной точки или механической системы; исследовать равновесие тел с помощью принципа возможных перемещений; выбирать рациональные методы решения задач, направленных на совершенствование технологий, конструкций машин и их рабочих органов
3.3	**Владеть:**
3.3.1	преобразования системы сил в эквивалентные системы и установление условий равновесия систем сил; исследования геометрических свойств движения тел; определения приложенных к телу (или механической системе)сил по заданному движению; определение движения тела (или механической системы) по заданным силам, под действием которых происходит движение.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Статика материальной точки и абсолютно твёрдого тела							
1.1	Основные понятия статики и равновесие системы сходящихся сил: Материальная точка, абсолютно твёрдое тело и механическая система; выбор расчётной модели инженерного объекта. Сила как вектор: модуль, направление, точка приложения и линия действия; эквивалентность систем сил. Аксиомы статики и границы их применения при исследовании равновесия твёрдых тел. Связи и реакции связей: гладкая поверхность, гибкая нить, стержень, шарнирные и неподвижные опоры. Геометрическое и аналитическое сложение сходящихся сил; определение равнодействующей. Условия равновесия плоской и пространственной систем сходящихся сил; выбор координатных осей. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.2	Составление расчётных схем и равновесие сходящихся сил. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

1.3	Моменты сил и приведение систем сил Момент силы относительно точки на плоскости и в пространстве; векторное произведение. Момент силы относительно оси и случаи его обращения в нуль. Пара сил, момент пары и эквивалентность пар; сложение пар. Теорема Вариньона и параллельный перенос силы с добавлением пары. Главный вектор и главный момент; изменение момента при смене центра приведения. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.4	Вычисление моментов и приведение системы сил. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.5	Равновесие плоских и пространственных систем сил Три уравнения равновесия плоской системы; независимость альтернативных форм. Шесть уравнений равновесия пространственной системы сил и выбор осей. Расчёт реакций опор балки и кронштейна под сосредоточенными нагрузками и парами. Равновесие системы связанных тел; внешние и внутренние реакции шарниров. Статическая определимость; проверка реакций независимым уравнением моментов. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.6	Реакции опор балки и равновесие системы двух тел /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.7	Распределённые нагрузки и центры тяжести Интенсивность линейной нагрузки и её размерность; равнодействующая как интеграл. Линия действия равномерной, треугольной и трапецеидальной нагрузки. Центр параллельных сил, центр тяжести и центр масс; условия совпадения. Центры тяжести составных плоских фигур и тел с отверстиями; метод отрицательных площадей. Использование симметрии и численного суммирования для проверки положения центра тяжести. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

1.8	Распределённые нагрузки и центр тяжести составной фигуры. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.9	Равновесие при трении и расчёт простых ферм Трение покоя и скольжения; неравенство для силы трения и предельное равновесие. Угол трения; проверка скольжения и опрокидывания тела на шероховатой опоре. Сопротивление качению как момент; различие коэффициентов трения скольжения и качения. Идеализация плоской шарнирной фермы; метод вырезания узлов и знаки усилий. Метод сечений Риттера для определения усилий в выбранных стержнях простой фермы. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.10	Предельное равновесие при трении /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.11	Схемы реакций типовых связей и разложение сил на проекции. Независимая проверка моментов векторным и скалярным способами. Решение задачи о балке с проверкой третьим уравнением моментов. . Центр тяжести пластины с отверстием методом отрицательных площадей. Сравнение условий скольжения и опрокидывания; расчёт узла фермы. /Ср/	1	25	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 2. Кинематика точки и твёрдого тела							
2.1	Движение точки и его характеристики Система отсчёта, траектория, путь и перемещение; способы задания движения. Определение скорости и ускорения по декартовым координатам как функциям времени. Естественные оси, касательное и нормальное ускорения; радиус кривизны. Прямолинейное движение и движение по окружности; смысл знаков производных. Построение графиков координат, скорости и ускорения и проверка единиц измерения. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.2	Скорость и ускорение точки по заданному закону движения. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

2.3	Поступательное движение и вращение вокруг неподвижной оси Признак поступательного движения; равенство скоростей и ускорений точек тела. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение; равнопеременное вращение. Векторная формула скорости точки вращающегося тела. Касательная и нормальная составляющие ускорения; полное ускорение. Передаточное отношение простой зубчатой или ременной передачи при отсутствии проскальзывания. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.4	Кинематика вращения и передаточные отношения. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.5	Плоскопараллельное движение твёрдого тела Разложение движения на перенос полюса и вращение относительно него. Соотношения скоростей точек тела; выбор удобного полюса. Мгновенный центр скоростей и его положение при качении без проскальзывания. Соотношения ускорений; отличие мгновенного центра скоростей от неподвижного центра вращения. Определение скоростей и ускорений точек колеса и простого кривошипно-ползунного механизма. /Лек/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.6	Скорости и ускорения точек плоского механизма. /Пр/	1	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	2		Работа в команде
2.7	Графики координат, скоростей и ускорений заданной точки. Кинематические характеристики двухступенчатой передачи. Разбор ошибок применения мгновенного центра. /Ср/	1	14,9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.8	Консультации и подготовка к зачету /КрТО/	1	0,1	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
	Раздел 3. Динамика материальной точки и механической системы							

3.1	Сложное движение точки Относительное, переносное и абсолютное движения в двух системах отсчёта. Переносная скорость в занятом точкой положении; сложение скоростей. Относительное и переносное ускорения; теорема сложения ускорений. Ускорение Кориолиса как удвоенное векторное произведение; направление и нулевые случаи. Расчёт движения ползуна по вращающейся направляющей; частный случай поступательного переноса. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.2	Сложное движение ползуна по вращающейся направляющей. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.3	Законы Ньютона и уравнения движения точки Инерциальные системы отсчёта; масса, сила и законы Ньютона. Модели тяжести, упругости, сухого трения и вязкого сопротивления. Дифференциальные уравнения в декартовых и естественных осях; реакции связей. Определение сил по заданному движению и движения по заданным силам; начальные условия. Сведение уравнения второго порядка к системе первого порядка для численного интегрирования. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.4	Уравнения движения точки и начальные условия. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.5	Центр масс и моменты инерции системы Внешние и внутренние силы; попарная компенсация внутренних сил при центральном взаимодействии. Центр масс дискретной системы и непрерывного тела; интегральные определения. Осевой момент инерции, радиус инерции и размерности. Теорема Гюйгенса — Штейнера; расчёт моментов инерции стержня и диска. Составное тело и главные оси инерции; различие геометрических и массовых характеристик /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.6	Расчёт центра масс и осевых моментов инерции. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	2		Работа в команде

3.7	Количество движения и кинетический момент Количество движения точки и системы; импульс силы за промежуток времени. Теорема об изменении количества движения в дифференциальной и интегральной формах. Теорема о движении центра масс и условия сохранения количества движения. Кинетический момент относительно неподвижной точки и неподвижной оси. Теорема об изменении кинетического момента; закон сохранения при нулевом внешнем моменте. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.8	Применение теорем количества движения и кинетического момента. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.9	Работа сил и кинетическая энергия Элементарная работа и интеграл работы вдоль траектории; работа переменной силы. Работа тяжести, упругости и сухого трения; выбор знаков. Работа момента при вращении; мощность силы и момента. Кинетическая энергия точки, системы, тела при поступательном движении и вращении. Теорема Кёнига; энергия тела при плоскопараллельном движении. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.10	Расчёт работы, мощности и кинетической энергии. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.11	Энергетические методы исследования движения Теорема об изменении кинетической энергии точки и системы. Работа внутренних сил; условия её равенства нулю для жёстких связей и идеальных соединений. Потенциальная энергия и потенциальные силы; выбор нулевого уровня. Сохранение механической энергии и баланс при наличии диссипации. Проверка численного решения по балансу энергии; отличие потерь на трение от ошибки интегрирования. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.12	Энергетический расчёт механической системы. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

3.13	Поступательное движение и вращение тела вокруг неподвижной оси Уравнение движения центра масс тела при поступательном движении и определение реакций. Уравнение вращения вокруг неподвижной оси; момент инерции и угловое ускорение. Разгон и торможение ротора под действием приводного момента и сопротивления. Система груза и массивного барабана; связь линейного и углового ускорений. Проверка решения системы связанных тел по работе сил и изменению энергии. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.14	Динамика системы груза и массивного барабана. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.15	Плоскопараллельное движение и качение тела Уравнения движения центра масс и вращения относительно центральной оси. Кинематическая связь при качении без проскальзывания. Ускорение цилиндра на наклонной плоскости и направление силы трения покоя. Проверка достаточности сцепления; переход к модели движения с проскальзыванием. Энергетический контроль модели качения; условия нулевой мощности реакции в точке контакта. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.16	Динамика качения цилиндра по наклонной плоскости. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.17	Принцип Даламбера и возможные перемещения Сила инерции точки и запись принципа Даламбера в инерциальной системе отсчёта. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении тела. Возможные перемещения при фиксированном времени и их согласование со связями. Идеальные связи; принцип возможных перемещений для равновесия систем. Общее уравнение динамики; исключение реакций идеальных связей и переход к аналитической механике. /Лек/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.18	Принцип Даламбера и равновесие по возможным перемещениям. /Пр/	2	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

3.19	Направление кориолисова ускорения при разных знаках вращения. Численное решение движения с вязким сопротивлением и сравнение с точным. Момент инерции составного ротора и проверка теоремой Штейнера. Выбор между теоремами импульса и момента импульса в двух задачах. Сопоставление работы переменной силы и изменения кинетической энергии. Энергетический баланс решения при двух точностях интегрирования. . Влияние момента инерции барабана на ускорение груза. Зависимость ускорения качения от формы тела и коэффициента сцепления. Решение задачи методом возможных перемещений. /Ср/	2	40	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.20	Консультации и подготовка к экзамену /КрЭк/	2	0,3	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Раздел I
1. Аксиомы статики.
2. Связи и их реакции.
3. Геометрический способ сложения сходящихся сил.
4. Проекция силы на ось и на плоскость.
5. Аналитический способ сложения силы на ось и на плоскость.
6. Равновесие системы сходящихся сил.
7. Момент силы относительно центра.
8. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
9. Сложение и разложение параллельных сил.
10. Пара сил. Момент пары.
11. Условие равновесия пар.
12. Теорема о параллельном переносе силы.
13. Приведение плоской системы сил к данному центру и простейшему виду.
14. Условия равновесия плоской системы сил.
15. Равновесие систем тел.
16. Задачи статики при наличии распределенных сил.
17. Графическое определение равнодействующей.
18. Графическое определение результирующей пары.
19. Графические условия равновесия плоской системы сил.
20. Расчет ферм методом вращения узлов.
21. Расчет ферм методом Риттера.
22. Законы трения скольжения.
23. Реакция шероховатой связи.
24. Трение качения и верчения.
25. Равновесие при наличии сил трения.
26. Момент силы относительно центра как вектор.
27. Момент силы относительно оси.
28. Зависимость между моментами силы относительно оси и центра, лежащего на этой оси.
29. Приведение произвольной системы сил к центру. Главный вектор и главный момент.
30. Условия равновесия пространственной системы сил.
31. Центр параллельных сил.
32. Центр тяжести твердого тела.
33. Способы определения координат центров тяжести тел.

Раздел II
1. Закон прямолинейного движения.
2. Скорости и ускорения точки при прямолинейном движении.
3. Задание движения точки векторным способом.

4. Векторы скорости и ускорения точки.
5. Координатный способ задания движения точки.
6. Естественный способ задания движения точки.
7. Касательное и нормальное ускорения точки.
8. Поступательное движение твердого тела.
9. Поступательное движение твердого тела
10. Скорости и ускорения точек вращающегося тела.
11. Плоскопараллельное движение твердого тела.
12. Теорема о проекции скоростей двух точек тела.
13. Мгновенный центр скоростей.
14. Построение плана скоростей.
15. Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорений.
16. Относительное, переносное и абсолютное движения точки.
17. Сложение скоростей.
18. Теорема Кориолиса.
19. Сложение вращений вокруг двух осей.
20. Сложение поступательного и вращательного движений.
21. Цилиндрические зубчатые передачи.

Раздел III.
1. Законы динамики.
2. Задачи динамики для свободной и несвободной материальной точки.
3. Решение первой и второй задач динамики точки.
4. Интегрирование дифференциального уравнения, описывающего прямолинейное движение точки.
5. Количество движения и кинетическая энергия материальной точки.
6. Импульс силы.
7. Теорема об изменении количества движения точки.
8. Работа силы. Мощность.
9. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
10. Теорема моментов для точки.
11. Движение точки по кривой.
12. Реакций связей при несвободном движении материальной точки.
13. Метод кинетостатики.
14. Уравнения относительного движения и покоя точки.
15. Влияние вращения земли на равновесие и движение тел.

Раздел IV
1. Механическая система. Внешние и внутренние силы.
2. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции.
3. Теорема Гюйгенса.
4. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.
5. Количество движения системы. Закон сохранения количества движения.
6. Главный момент количества движения. Теорема об изменении главного момента количества движения.
7. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
8. Силовое поле. Потенциальная энергия.
9. Закон сохранения механической энергии.
10. Вращательное движение твердого тела.
11. Плоскопараллельное движение твердого тела.
12. Принцип Даламбера для системы.
13. Главный вектор и главный момент сил инерции твердого тела.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовых работ не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

6 1 Организация контроля
ФОС предназначен для проверки построения механической модели, составления уравнений, вычисления реакций и кинематических характеристик, применения законов динамики и проверки решения. Связь с ОПК-1 принята по исходной программе. Таблица ниже задаёт проверяемые действия, а не новые официальные индикаторы компетенции.
Темы и лекции Проверяемое действие Оценочные материалы
Статика, 1–5 Выбрать связи, составить равновесие, учесть трение В1–В11; Т1–Т4; КР1; РГР1
Кинематика, 6–8 Найти скорости и ускорения точки и тела В12–В17; Т5–Т6; КР2; зачёт
Сложное движение, 9 Разделить составляющие абсолютного движения В18–В19; Т7; КР2 во втором семестре
Динамика, 10–16 Составить уравнения и проверить их балансами В20–В33; Т8–Т11; КР3; РГР2
Принципы механики, 17 Исключить реакции идеальных связей В34–В36; Т12; экзамен
После лекции 8 проводится зачёт по материалу первого семестра. КР2 первого семестра включает только Т5–Т6; Т7 проверяется отдельной короткой работой после лекции 9. Текущий контроль проводится в рамках практических занятий без увеличения их общей трудоёмкости.

Вопросы для текущего контроля и аттестации
В1. Какие идеализации отличают материальную точку от абсолютно твёрдого тела? Как выбрать модель узла?

В2. Как направлены реакции типовых связей? Почему реакцию шарнира задают компонентами?
В3. Каковы условия равновесия сходящихся сил на плоскости и в пространстве?
В4. Как определить момент силы относительно точки и оси? Когда момент относительно оси равен нулю?
В5. Что представляет собой пара сил? Почему её нельзя заменить одной силой?
В6. Как изменяются главный вектор и главный момент при смене центра приведения?
В7. Какие уравнения независимы для плоской и пространственной систем сил?
В8. Как определить равнодействующую распределённой нагрузки и положение линии её действия?
В9. Как вычислить центр тяжести составного тела с отверстием?
В10. Чем различаются трение покоя, трение скольжения и сопротивление качению?
В11. Как проверить, начнётся ли скольжение или опрокидывание? Каковы допущения модели фермы?
В12. Как связаны векторный, координатный и естественный способы задания движения точки?
В13. Почему при постоянном модуле скорости ускорение может быть ненулевым?
В14. Как определить скорости и ускорения точек тела при вращении вокруг неподвижной оси?
В15. Каковы условия применимости передаточных отношений зубчатой и ременной передач?
В16. Как вычислить скорость точки плоской фигуры через скорость полюса?
В17. Почему мгновенный центр скоростей нельзя считать неподвижным центром при расчёте ускорений?
В18. Как определяются переносные скорость и ускорение в сложном движении?
В19. Как направлено ускорение Кориолиса и при каких условиях оно равно нулю?
В20. Как записать уравнения движения точки в декартовых и естественных осях?
В21. Чем различаются задачи определения движения по силам и сил по движению? Зачем начальные условия?
В22. Как преобразовать уравнение движения второго порядка в систему первого порядка?
В23. Как определить центр масс и в чём состоит теорема о движении центра масс?
В24. Как вычислить момент инерции и применить теорему Гюйгенса — Штейнера?
В25. При каких условиях сохраняются количество движения и кинетический момент системы?
В26. Как рассчитываются работа переменной силы, работа момента и мощность?
В27. Как вычислить кинетическую энергию тела при разных видах движения?
В28. Какова формулировка теоремы Кёнига и чем она удобна при плоском движении?
В29. Когда сохраняется механическая энергия? Как учесть работу сил сопротивления?
В30. Как установить причину изменения энергии в численной модели: диссипация или погрешность?
В31. Как составить уравнения движения груза и массивного барабана без проскальзывания нити?
В32. Какими уравнениями описывается плоскопараллельное движение твёрдого тела?
В33. Как определить силу трения при качении и проверить условие сцепления?
В34. Как применить принцип Даламбера к точке и плоскому движению тела?
В35. Что такое возможное перемещение и идеальная связь? Как записать принцип возможных перемещений?
В36. Как общее уравнение динамики позволяет исключить реакции идеальных связей?
Для первого семестра используются В1–В17; для второго текущего контроля — В18–В36. Экзамен охватывает В1–В36 с обязательным включением динамики.

Расчётные задания
Во всех заданиях принять g = 9,81 м/с². Размеры заданы в метрах, время в секундах; оси и положительные направления необходимо показать. Приведённые численные значения — базовый вариант, ответы находятся в разделе 6.
Т1. В узле сходятся две невесомые нити под углами 30° и 60° к горизонтали по разные стороны от вертикали. К узлу подвешен груз весом 100 Н. Определить натяжения нитей.
Т2. Горизонтальная балка AB длиной 4 м опёрта шарнирно в A и на каток в B. По всей длине действует вниз нагрузка 2 кН/м, в точке x = 1 м — сила 4 кН вниз. Определить реакции и проверить равновесие.
Т3. Из однородной прямоугольной пластины 6 × 4 м вырезано круглое отверстие радиусом 1 м с центром (4; 2). Начало координат — левый нижний угол. Найти центр тяжести оставшейся пластины.
Т4. Брусок массой 10 кг лежит на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения покоя 0,30. Горизонтальная сила равна 20 Н. Найти силу трения и реакцию; определить минимальную силу начала скольжения. Опрокидывание исключить.
Т5. Точка движется по законам x = 2t², y = 3t. Найти при t = 1 с векторы скорости и ускорения, модуль скорости, касательное и нормальное ускорения.
Т6. Колесо радиусом 0,5 м катится по горизонтали вправо без проскальзывания. Скорость центра 2 м/с постоянна. Найти угловую скорость, скорости верхней и нижней точек и модуль ускорения нижней точки.
Т7. Прямая направляющая вращается против часовой стрелки с постоянной угловой скоростью 2 рад/с. Ползун удаляется от центра со скоростью 0,3 м/с относительно направляющей. При r = 0,5 м найти абсолютные скорость и ускорение в радиальном и поперечном направлениях.
Т8. Точка массой 2 кг движется горизонтально под действием силы F = 10 Н и вязкого сопротивления −bv, b = 2 Н·с/м. Начальные условия x(0) = 0, v(0) = 0. Получить x(t), v(t), найти v(2) и x(2). Указать систему для численного решения.
Т9. Однородный тонкий диск массой 4 кг и радиусом 0,5 м вращается вокруг центральной оси, перпендикулярной диску. Найти момент инерции. При постоянном моменте 2 Н·м и отсутствии сопротивления определить угловую скорость через 3 с после пуска из покоя.
Т10. Груз массой 5 кг опускается на невесомой нерастяжимой нити, намотанной без проскальзывания на барабан радиусом 0,2 м и моментом инерции 0,10 кг·м². Ось неподвижна, сопротивление отсутствует. Найти ускорение и натяжение. Проверить скорость после опускания на 1 м из покоя по энергии.
Т11. Однородный сплошной цилиндр катится из покоя без проскальзывания вниз по плоскости под углом 30°. Найти ускорение центра, отношение силы трения к весу и минимальный коэффициент трения покоя.
Т12. Идеальный рычаг с неподвижным шарниром имеет плечи a = 0,2 м слева и b = 0,5 м справа. На концы вертикально вниз действуют сила P = 100 Н слева и неизвестная Q справа. В рассматриваемом положении рычаг горизонтален. Найти Q

по принципу возможных перемещений и проверить моментами.

6 2 Тестовые задания

Выберите один правильный ответ. Каждый правильный ответ — 1 балл; неверный или отсутствующий — 0. Продолжительность полного теста — 15 минут. При текущем контроле допустимы тематические поднаборы с сохранением доли правильных ответов.

1. В гладком контакте реакция направлена: А по касательной; Б по нормали; В произвольно; Г вдоль скорости.
2. Единица момента силы: А Н; Б Н/м; В Н·м; Г кг·м.
3. При смене центра приведения главный вектор: А не меняется; Б всегда обнуляется; В удваивается; Г меняет направление.
4. Равнодействующая треугольной нагрузки приложена от края с нулевой интенсивностью на расстоянии: А L/2; Б L/3; В L; Г 2L/3.
5. Модуль силы трения покоя при отсутствии скольжения: А всегда μN; Б не превышает μN; В равен нулю при любой нагрузке; Г равен mg.
6. Нормальное ускорение точки равно: А v/R; Б v^2/R; В dv/dt; Г R/v^2.
7. Ускорение Кориолиса равно: А ω × vотн; Б ω × r; В 2ω × vотн; Г 2ω × r.
8. Размерность осевого массового момента инерции: А кг·м²; Б м⁴; В Н·м; Г кг/м².
9. Количество движения системы сохраняется, если: А нет внутренних сил; Б равен нулю внешний момент; В постоянна энергия; Г главный вектор внешних сил равен нулю.
10. Кинетическая энергия плоского движения тела равна: А $mvC^2/2$; Б $IC\omega^2/2$; В $mvC^2/2 + IC\omega^2/2$; Г mvC + ICω.
11. При качении без проскальзывания по неподвижной плоскости скорость точки контакта: А равна скорости центра; Б равна нулю; В удвоена; Г не определена.
12. Для идеальных связей суммарная виртуальная работа реакций на допустимых перемещениях: А всегда положительна; Б равна кинетической энергии; В отрицательна; Г равна нулю.

Диагностическая шкала: 10–12 — высокий уровень; 8–9 — достаточный; 6–7 — пороговый; 0–5 — требуется повторение. Для зачёта тест не заменяет расчётную задачу.

6 3 Контрольные и расчётно графические работы

КР1 «Статика»: 45 минут, Т2 и Т4, по 10 баллов. КР2 «Кинематика первого семестра»: 45 минут, Т5 и Т6, по 10 баллов. После лекции 9 — короткая работа Т7 на 20 минут, 10 баллов. КР3 «Динамика»: 45 минут, Т9 и Т10, по 10 баллов. Допускается изменение числовых данных с предварительным расчётом преподавателем эталона.

РГР1 «Расчёт равновесия и кинематики»: балка по схеме Т2, пластина по схеме Т3 и точка по схеме Т5. Для варианта k от 1 до 10 принять длину балки L = 4 + 0,1k, интенсивность q = 2 + 0,1k кН/м, силу P = 4 + 0,2k кН в точке x = L/4. В Т3 радиус отверстия r = 0,5 + 0,03k, прочие размеры прежние. В Т5 заменить x на $(2 + 0{,}1k)t^2$, y на (3 + 0,1k)t; расчёт при t = 1. Представить схемы, уравнения, результаты и независимые проверки.

РГР2 «Динамическая модель и проверка численного решения»: задача Т8 с параметрами m = 2 + 0,1k кг, b = 2 + 0,1k Н·с/м, F = 10 + k Н, k от 1 до 10. Получить точное решение; численно интегрировать на [0; 5] с выводом значений через 0,1 с. Выполнить два расчёта с относительными допусками 10^{-4} и 10^{-7}, абсолютными 10^{-6} и 10^{-9}. Сравнить максимальные абсолютные ошибки x и v на общей сетке; проверить начальные условия и баланс $F\,x - \int b\,v^2\,dt = mv^2/2$. Объяснить остаток баланса и способ численного вычисления интеграла. Если выбран другой алгоритм, явно указать его допуски или шаг. Объём каждой РГР — ориентировочно 4–7 страниц без исходного кода. Защита 5–7 минут: объяснение схемы, выбор закона и ответ на один вопрос об изменении параметра. Шкала 20 баллов: модель и допущения — 4; уравнения — 5; вычисления и воспроизводимость — 4; проверка результата — 4; защита — 3. Порог — 12 баллов с ненулевой оценкой за модель, уравнения и защиту. Сроки задаются преподавателем в календаре курса.

6 4 Ответы и ориентиры проверки расчётных заданий

Т1. Для нити 30°: 50 Н; для нити 60°: 86,60 Н. Проверка: T30 cos30° = T60 cos60°; T30 sin30° + T60 sin60° = 100 Н.

Т2. Ax = 0; Ay = 7 кН; By = 5 кН. Распределённая нагрузка заменяется силой 8 кН в x = 2 м. Уравнение моментов относительно A: $4By - 8\cdot 2 - 4\cdot 1 = 0$.

Т3. $xC = (72 - 4\pi)/(24 - \pi) = 2{,}849$ м; yC = 2 м. Исключаемая площадь берётся со знаком минус.

Т4. N = 98,1 Н; трение 20 Н противоположно приложенной силе; предельная сила 29,43 Н. Начало скольжения соответствует достижению порога; при F > 29,43 Н равновесие невозможно.

Т5. v = (4; 3) м/с; a = (4; 0) м/с²; |v| = 5 м/с; $a_\tau = (v\cdot a)/|v| = 3{,}2$ м/с²; $a_n = 2{,}4$ м/с².

Т6. |ω| = 4 рад/с, вращение по часовой стрелке. Верхняя точка имеет скорость 4 м/с вправо, нижняя — 0. Ускорение нижней точки 8 м/с² вверх: нулевая скорость не означает нулевое ускорение.

Т7. В базисе er наружу и eθ против часовой стрелки: v = 0,3er + 1,0eθ м/с; a = −2,0er + 1,2eθ м/с². Относительное ускорение равно нулю; поперечная составляющая — ускорение Кориолиса.

Т8. v(t) = 5(1 − e^(−t)); x(t) = 5(t − 1 + e^(−t)). При t = 2: v = 4,3233 м/с; x = 5,6767 м. Система: x′ = v; v′ = 5 − v. Общий вид: v = (F/b)(1 − e^(−bt/m)); x = (F/b)[t − (m/b)(1 − e^(−bt/m))].

Т9. $I = mR^2/2 = 0{,}5$ кг·м²; ε = M/I = 4 рад/с²; ω(3) = 12 рад/с. Проверка: Iω = Mt.

Т10. mg − T = ma; TR = Iε; a = εR. Отсюда $a = mg/(m + I/R^2) = 6{,}54$ м/с²; T = 16,35 Н. По энергии $v = \sqrt{[2mgh/(m + I/R^2)]} = 3{,}617$ м/с.

Т11. $a = (2/3)g\sin 30° = 3{,}27$ м/с². Трение направлено вверх по плоскости; $f/(mg) = \sin 30°/3 = 1/6$. Минимальный коэффициент $\mu s = \tan 30°/3 = 0{,}19245$.

Т12. При положительном малом повороте против часовой стрелки: δулев = −aδφ, δуправ = bδφ. Виртуальная работа Paδφ − Qbδφ = 0; Q = 40 Н. Проверка: Pa = Qb.

6 5 Критерии проверки и шкалы

Каждая задача Т1–Т12 оценивается из 10 баллов: расчётная схема и допущения — 2; корректные уравнения — 3; преобразования и вычисления — 2; единицы и направления — 1; независимая проверка и вывод — 2. Ошибка в вычислениях при правильной модели снижает баллы за вычисления; неверная физическая модель не компенсируется совпавшим числом. Самостоятельные расчёты проверяются по той же шкале.

Устный ответ оценивается из 5 баллов: 5 — точная формулировка, условия применения и объяснённый пример; 4 — верный ответ с небольшим уточнением; 3 — основные положения раскрыты после наводящего вопроса; 2 — существенные ошибки; 1 — отдельные несвязанные сведения; 0 — ответ отсутствует. Ссылки на несуществующие силы или законы требуют исправления до положительной оценки.
Контрольная работа из 20 баллов: 18–20 — «отлично»; 15–17 — «хорошо»; 12–14 — «удовлетворительно»; 0–11 — «неудовлетворительно». Для текущей работы из 10 баллов порог составляет 6. Эти шкалы являются предложением, а не цитатой локального положения.
6 6 Зачёт и экзамен
Зачёт первого семестра: 30 минут на подготовку и решение, затем 5–7 минут собеседования. Билет содержит два вопроса B1–B17 по 5 баллов и одну задачу T1–T6 на 10 баллов. «Зачтено» — от 12 из 20 баллов, при этом за задачу не менее 6 баллов и за каждый вопрос не менее 2. Текущие результаты учитываются для выявления пробелов и не подменяют установленную процедуру аттестации.
Экзамен второго семестра: 45 минут на подготовку и решение, затем до 10 минут собеседования. Билет содержит один вопрос B1–B19 и один вопрос B20–B36 по 5 баллов, две задачи по 10 баллов; одна из них обязательно T8–T11. Всего 30 баллов. Оценки: 27–30 — «отлично»; 23–26 — «хорошо»; 18–22 — «удовлетворительно»; 0–17 — «неудовлетворительно». Для положительной оценки дополнительно требуется не менее 6 баллов за обязательную задачу по динамике и не менее 2 за каждый теоретический вопрос.
Билет Вопросы Задачи
Зачёт 1 B3, B12 T1
Зачёт 2 B7, B17 T6
Зачёт 3 B9, B14 T2
Экзамен 1 B8, B29 T7, T10
Экзамен 2 B17, B25 T5, T9
Экзамен 3 B19, B35 T11, T12
Билеты выше являются готовыми образцами. Остальные формируются из указанного банка с сохранением структуры и сопоставимой трудности. При проверке допускается эквивалентный обоснованный метод. Расхождение численных ответов до 1% допустимо при указанном округлении; для численной части РГР оценивается фактическая ошибка, а не заранее обещанная точность. При использовании справочных формул и программ преподаватель заранее задаёт единый режим их доступности.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос и объяснение расчётной схемы
Короткое тестирование по основным понятиям и условиям применимости формул.
Проверяемые решения задач на практических занятиях и самостоятельные расчёты.
Три тематические контрольные работы: статика, кинематика, динамика.
Две расчётно-графические работы с индивидуальными параметрами и защитой.
Зачёт по статике и кинематике в первом семестре; экзамен по курсу во втором семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Поляков Н.Н., Зегжда С. А., Юшков М. П.	Теоретическая механика: учебник для вузов	М.: Высшая школа 2000
Л1.2	Диевский В.А.	Теоретическая механика: учебное пособие	СПб.: Лань 2005

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Маркеев А.П.	Теоретическая механика: учебное пособие для университетов	М.: Наука Гл. ред. физ.-мат. лит. 1990

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Джаманкулов А.К.	Теоретическая механика. Ч. 1. Статика: методические указания для решения задач и контрольные задания	Бишкек: Изд-во КРСУ 2014

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	MATLAB — матричные вычисления, обработка результатов, графики и интегрирование уравнений движения; использовать при наличии доступной лицензии. Документация: https://www.mathworks.com/help/matlab/.
6.3.1.2	GNU Octave — свободная среда численных вычислений для решения систем уравнений, расчёта кинематики и построения графиков. https://octave.org/.
6.3.1.3	Python с NumPy, SciPy, SymPy и Matplotlib — численное интегрирование, символьные проверки производных и интегралов, визуализация. https://docs.scipy.org/doc/scipy/ ; https://www.sympy.org/ .

6.3.1.4	LibreOffice Writer и Calc — оформление расчётов, таблиц, графиков и отчётов. https://www.libreoffice.org/.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	Профессиональные базы данных
6.3.2.2	Math-Net.Ru — поиск научных публикаций по математике и механике, включая архивы профильных журналов. https://www.mathnet.ru/.
6.3.2.3	eLIBRARY.RU — поиск научных статей и библиографических сведений по теоретической и прикладной механике. https://www.elibrary.ru/ .
6.3.2.4	arXiv, раздел Classical Physics — дополнительные исследовательские материалы по классической механике; препринты требуют самостоятельной оценки и не заменяют учебник. https://arxiv.org/archive/physics.
6.3.2.5	Информационные справочные системы
6.3.2.6	NIST Digital Library of Mathematical Functions — справочные сведения о математических функциях и методах, применяемых в аналитических и численных расчётах. https://dlmf.nist.gov/ .
6.3.2.7	Официальная документация MATLAB — справочные материалы по численным решателям и их настройке. https://www.mathworks.com/help/matlab/ [2].
6.3.2.8	Официальная документация SciPy и SymPy — справочные материалы по интегрированию уравнений движения и символьным преобразованиям. https://docs.scipy.org/doc/scipy/ ; https://docs.sympy.org/ .

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1 Подготовка и работа с лекциями

Перед занятием просмотрите соответствующую тему, выпишите новые обозначения и повторите необходимые операции с векторами, производными и интегралами. В конспекте отделяйте физические предположения от математических преобразований. Для каждого закона записывайте систему отсчёта и условия применимости; рядом с формулой показывайте смысл величин и единицы.

После лекции составьте короткий ответ на связанные контрольные вопросы. Если вывод не понятен, восстановите его на простом случае: одна сила, одна материальная точка, один момент или движение с постоянным ускорением. Выявленные затруднения оформите в конкретный вопрос к преподавателю.

2 Последовательность решения задач

• Прочитайте условие; выделите искомые величины, данные и ограничения. Приведите величины к согласованной системе единиц.

• Выберите тело или систему тел, изобразите связи и действующие силы. Для системы показывайте внутренние силы только при разделении на отдельные тела.

• Задайте оси и положительные направления вращения; обоснуйте необходимые упрощения.

• Запишите уравнения в символах. Сопоставьте число независимых уравнений с числом неизвестных; добавьте кинематические связи.

• Найдите решение и только затем подставьте числа. Объясните отрицательные значения реакций относительно выбранных направлений.

• Выполните независимую проверку: другое уравнение моментов, энергетический баланс, размерности или предельный случай. Сформулируйте физический вывод.

3 Особенности разделов курса

В статике начинайте со схемы освобождённого тела. Равнодействующую распределённой нагрузки прикладывайте в её собственном центре, а не автоматически в середине балки. При трении покоя сначала находите необходимую силу из равновесия, затем проверяйте неравенство; равенство μN относится к предельному состоянию.

В кинематике различайте путь, перемещение и координату. При плоском движении проверяйте скорость выбранного полюса; мгновенный центр скоростей упрощает скорости, но не заменяет формулу ускорений. В сложном движении определяйте переносные характеристики в текущем положении точки и отдельно проверяйте направление кориолисова ускорения.

В динамике сначала выбирайте метод: уравнения Ньютона для реакций и ускорений, теоремы импульса для скоростей за интервал времени, энергию для связи скоростей с перемещениями. Учитывайте инерцию массивных блоков и барабанов. При качении находите трение из уравнений и лишь затем проверяйте достаточность сцепления. Возможные перемещения задавайте при фиксированном времени и согласованно со всеми связями.

4 Компьютерные расчёты и самостоятельная работа

До запуска программы выпишите модель и начальные условия. Храните параметры отдельно от вычислительного алгоритма, подписывайте оси графиков и единицы. Сначала проверьте программу на случае с известным решением. Затем повторите расчёт с более строгими допусками или меньшим шагом и сравните результаты на одинаковых моментах времени.

В отчёт включайте постановку, систему уравнений, параметры, алгоритм, графики и проверку. Сохраните исходный код, версии использованных пакетов и настройки решателя. Сообщение программы об успешном завершении не подтверждает физическую корректность модели. При привлечении внешних примеров указывайте источник и объясняйте внесённые изменения.

Самостоятельную работу выполняйте по темам СР 1–СР 17 после соответствующих лекций. Часть времени отведите на решение без подсказок, затем сравните результат с эталоном и исправьте причину ошибки. На консультацию приносите собственную попытку решения с отмеченным местом затруднения.

5 Подготовка к аттестации
Для зачёта повторите статику и кинематику первого семестра, решите Т1–Т6 без образца и объясните каждый шаг. Для экзамена добавьте сложное движение и динамику, проработайте Т7–Т12 и вопросы В18–В36, сохраняя готовность ответить по фундаментальным темам первого семестра. Проверьте, умеете ли вы выбрать метод для новой схемы, а не только воспроизвести знакомую формулу. Ориентируйтесь на структуру билетов и критерии