

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕХАНИКА

Направление подготовки 03.03.02–Физика

Направленность: Физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Кострома 2021

Рабочая программа дисциплины «Механика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2020 г., приказ № 891

Разработал: Дьяков Илья Геннадьевич, доцент кафедры общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

Рецензент: Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики
Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью данного курса является подготовка бакалавров физики к научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой деятельности в научно-исследовательских институтах, лабораториях, конструкторских или проектных бюро, на предприятиях путем формирования соответствующих компетенций.

В результате изучения учебной дисциплины «Механика» у обучаемых должны сформироваться общепрофессиональные компетенции:

– способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

Задачи дисциплины:

– освоить базовые понятия, законы и приемы расчета механического движения тел, сплошных сред и распространения механических волн, оценки их энергетического состояния, а также границы применения классической механики и основы релятивистской теории.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины «Механика» обучаемые должны

Освоить компетенцию:

ОПК-1: способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

Код и содержание индикаторов компетенции

ОПК-1.3: Использует базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать

– базовые естественнонаучные понятия, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук, в частности, пределы применимости законов классической и релятивистской механики, опасность переноса законов механических систем на более сложные объекты, примеры неустойчивости в природе;

– фундаментальные разделы общей и теоретической физики для решения профессиональных задач, в частности, основные абстракции механики, физические величины, законы движения тел, законы сохранения, принципы и категории классической и релятивистской механики; специфику механики сплошных сред, основные уравнения гидростатики и гидродинамики, законы распространения механических волн;

– методы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности, в частности, владеть методами компьютерной обработки результатов измерений и поиска требуемой информации;

уметь

– использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук, в частности, выполнять анализ физической ситуации, оценивать значимость сопутствующих процессов и погрешность измерений при получении экспериментальных данных;

– использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач, в частности, рассчитывать параметры движения тел при заданных взаимодействиях и начальных условиях, включая их энергетические характеристики; количественно и качественно оценивать характер движения тел и

сплошных сред и вычислять параметры их движения и распространения;

– решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности, в частности, критически оценивать качество и достоверность информации, получаемой из ресурсов Интернета и других источников;

владеть

– базовыми фундаментальными естественнонаучными знаниями, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего, химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке), в частности, методами анализа физического состояния основных механических систем;

– методами использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач, в частности, навыками и приемами расчета скоростей, ускорений, энергии, импульса и момента импульса на базе законов движения и законов сохранения;

– методами решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности, в частности, программами построения графиков, форматирования таблиц и набора формул.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Механика» изучается во втором семестре и является основной дисциплиной базовой части Блока 1 образовательной программы подготовки бакалавров физики. Содержание дисциплины охватывает основные абстракции механики, физические величины, законы движения и сохранения материальных точек, системы точек, твердых тел, жидкостей и газов, колебания и волны, основы специальной теории относительности. Изучаемый материал представляет собой основу физики и всего естествознания. В этом же курсе студенты знакомятся с применением дифференциального и интегрального исчисления параллельно с их изучением в курсе математического анализа, что способствует углублению их знаний. Именно из дисциплины «Механика» вырастают все следующие разделы общей физики: «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и ядерная физика».

Перед изучением дисциплины «Механика» обучающийся должен иметь представления о природе в рамках курсов элементарной физики и химии, а также элементарной математики в соответствии с программой средней школы. Требуемые компетенции формируются в рамках школьных курсов физики, математики и химии.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения всех разделов общей и теоретической физики, а также цикла дисциплин по материаловедению.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	102
Лекции	34
Практические занятия	68
Лабораторные занятия	–
Самостоятельная работа в часах	78
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 2 семестр

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	68
Лабораторные занятия	–
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	104,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего зач.ед/час	Аудиторные		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	
1	Кинематика материальной точки	18	4	8	6
2	Динамика материальной точки	16	4	8	4
3	Динамика системы материальных точек	14	4	6	4
4	Неинерциальные системы отсчета	12	2	6	4
5	Основы механики твердого тела	16	4	8	4
6	Механика деформируемых твердых тел	14	2	6	6
7	Механика жидкостей и газов	12	4	6	2
8	Колебательное движение	16	4	8	4
9	Упругие волны	16	4	8	4
10	Релятивистская механика	10	2	4	4
	Экзамен	36			36
	ВСЕГО:	180	34	68	78

5.2. Содержание дисциплины

ТЕМА 1. Кинематика материальной точки.

Предмет физики. Физические величины и их измерения. Системы единиц физических величин. Основные абстракции механики. Система отсчета. Векторный, координатный и «естественный» способы задания движения. Основные кинематические характеристики. Основные виды движения (прямолинейное, вращательное, криволинейное). Сложение скоростей.

ТЕМА 2. Динамика материальной точки.

Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Законы Ньютона. Силы трения. Силы упругости. Сила тяжести и вес.

ТЕМА 3. Динамика системы материальных точек.

Движение системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса системы точек. Центр масс. Движение тел с переменной массой. Работа сил. Кинетическая энергия. Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия. Закон сохранения и изменения механической энергии системы. Столкновение двух частиц. Момент импульса и момент силы. Закон сохранения и изменения момента импульса системы. Движение в поле центральных сил. Законы сохранения и симметрии пространства и времени.

ТЕМА 4. Неинерциальные системы отсчета.

Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета.

ТЕМА 5. Основы механики твердого тела.

Поступательное, вращательное и плоское движения. Углы Эйлера. Вращение вокруг неподвижной оси. Основной закон динамики вращательного движения. Момент инерции. Теорема Штейнера – Гюйгенса. Тензор инерции. Кинематическая энергия. Гироскопы.

ТЕМА 6. Механика деформируемых твердых тел.

Деформации твердых тел. Модули упругости. Коэффициент Пуассона. Энергия упруго деформированного тела.

ТЕМА 7. Механика жидкостей и газов.

Законы Паскаля и Архимеда. Уравнение Бернулли. Формула Гагена – Пуазейля. Число Рейнольдса. Движение тел в жидкостях и газах.

ТЕМА 8. Колебательное движение.

Гармонические колебания. Маятники. Сложение колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

ТЕМА 9. Упругие волны.

Бегущие волны. Уравнения плоской и сферической волн. Волновое уравнение. Энергия упругой волны. Отражение, интерференция и дифракция волн. Звуковые волны. Эффект Доплера. Ультразвук.

ТЕМА 10. Релятивистская механика.

Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия. Интервал. Релятивистская динамика. Энергия системы частиц. Законы сохранения в СТО.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

С дисциплины «Механика» начинается базовый курс общей физики, изучаемой 2.5 года и представляющий собой основу физического образования. С этого же предмета начинается учеба в университете, имеющая качественные отличия от занятий в средней школе. Прежде всего, это гораздо более высокая (в несколько раз) скорость получения информации и необходимости ее оперативного усвоения. Другой трудностью является отсутствие привычного ежедневного контроля со стороны преподавателей и кажущаяся «свобода» поведения. Поэтому первые рекомендации относятся к специфике высшего образования при получении любой профессии естественнонаучного профиля.

Первой формой занятий являются *лекции*. Именно на них передается важнейший пласт информации, посвященный основным теоретическим вопросам данной дисциплины. Преподаватель говорит, пишет и показывает, а студенты должны записывать в конспект обилие незнаковых сведений. Здесь основной трудностью является необходимость успеть выделить главное и записать его хотя бы частично. Отсюда вытекает первая рекомендация по методике конспектирования: писать кратко, удерживая главное и применяя всевозможные сокращения. Стандартные и нестандартные. Вторая рекомендация – писать с большими межстрочными интервалами и обязательными полями, эти пространства потребуются для добавлений, исправления ошибок и знаковых записей (теорема, определение, следствие и т. д.). Наиболее важные формулы, их вывод и сопутствующие чертежи или рисунки преподаватель пишет на доске, однако ограничиваться их переносом в конспект ни в коем случае нельзя. Эта информация далека от минимально необходимой для получения хотя бы удовлетворительной оценки. Нужно стараться записать как можно больше из всего, что говорит лектор. Не следует опасаться излишне подробного конспекта, такого мир еще не видел. Студент, прекративший писать конспект хотя бы на минуту, совершает серьезную ошибку и обращает на себя внимание преподавателя. Из этого следует третья рекомендация: тетрадь для лекций должна быть толстой. Наиболее удобны тетради формата А4, имеющие 96 листов. Допустимо также использовать отдельные листы указанного

формата, которые вкладываются в отдельную папку. Эти листы легко менять, добавлять, исправлять, но также легко потерять. Выбор за студентом. Использование нескольких тонких тетрадей неудобно. Возникает соблазн оставлять дома уже исписанные тетради. Но на всех семинарских занятиях и лабораторных работах, то есть почти каждый день, студенту требуется справочный материал по всему изученному предмету, поэтому он должен иметь при себе полный конспект.

Особое и очень важное место занимают чертежи и рисунки. Распространенной ошибкой являются слишком мелкие рисунки и графики. Не экономьте бумагу на размерах чертежей – это четвертая рекомендация! На рисунках должно быть достаточно места для обозначений физических величин, координатных осей и многого другого. Некоторые студенты выполняют все чертежи при помощи линейки, карандашей, циркуля и других приспособлений. Качество такого рисунка будет выше, но времени он займет гораздо больше. В условиях же дефицита именно времени лучше учиться выполнять чертежи той же ручкой, а линии проводить от руки.

Пятая рекомендация относится к послеобеденному времени, когда занятия уже позади и наступило время отдыха. Здесь, в спокойной домашней обстановке нужно потратить немного времени на улучшение утренней лекции в конспекте. Исправить ошибки, добавить пропущенное, пользуясь учебником или другим конспектом. Отметить на полях важные для подготовки к экзамену элементы. Такая «обработка» конспекта очень полезна для запоминания материала и, тем более, для будущей подготовки к экзамену, когда наступит сессия.

Второй формой занятий являются *семинары*. При изучении физики они, в основном, посвящены решению задач. Преподаватель может устроить опрос по пройденному материалу, устный или в форме физического диктанта, но основное – это решение задач. Для решения задач обычно предназначена вторая тетрадь с домашними и аудиторными занятиями. Эта тетрадь может быть меньшего размера, но и здесь представляют «опасность» слишком мелкие чертежи. Их выполнение играет еще более важную роль, чем в конспекте лекций. Ведь неверный чертеж во многих случаях исключает верное решение задачи!

Здесь можно дать следующие рекомендации. Алгоритмы решения задач по механике приводятся во всех учебниках, а частично дублируются на лекциях, поэтому в данном тексте они не приводятся. Однако при решении задач на движение тел или материальных точек важную роль играет анализ физической ситуации и выявление всех действующих сил. Кроме сил, потребуются координатные оси, скорости и ускорения, а также другие физические величины (импульс, момент импульса, момент силы и др.). Во избежание путаницы полезно изображать их различными стрелками: сплошными, двойными или пунктирными, черными и цветными, длинными или короткими. В некоторых случаях целесообразно делать два чертежа, на одном будут изображены, например, скорости и их проекции, а на другом – ускорения и их проекции. Не нужно стремиться, во что бы то ни стало, обойтись одним чертежом. Их сплошь и рядом приходится рисовать заново даже опытным преподавателям и научным работникам в процессе решения исследовательских задач.

Еще раз вспомним, что главная задача семинара – решение задач. Можно выучить теорию, то есть основные законы физики вместе с требуемыми физическими величинами (это минимум). Можно запомнить рамки применимости этих законов и вывод основных формул (что выше минимума и позволяет претендовать на оценку выше удовлетворительной). Но нельзя выучить решение задач. Это творческий процесс, включающий в себя момент озарения, который немислимо предвидеть, но можно ускорить. Для его приближения имеются известные приемы, в основе которых лежит углубление в суть познаваемого предмета: анализ физической ситуации, знакомство с методами решения, знание основных законов природы и т. д.

Решению задач обязательно следует научиться на практике. Полезно как можно чаще спрашивать преподавателя, пытаясь найти те фрагменты или этапы решения, которые студент не смог преодолеть. Прежде всего, требуется предельная откровенность. Она не опасна, ибо преподаватель все равно очень быстро определит уровень подготовки учащегося. Кроме того, нельзя приходить на семинар, не выполнив или не пытаясь выполнить домашние задания. Без этого студент лишен начальной информации о своих потенциальных возможностях на сегодняшний день. Именно с вопросов преподавателю следует начинать семинарские занятия.

Имеется еще одна специфическая трудность освоения дисциплины «Механика» – недостаточность математического образования многих студентов. Причиной этого является значительный разрыв между уровнем подготовки в обычных средних школах и университетскими требованиями. Но даже наиболее подготовленные первокурсники, успешно окончившие физико-

математические школы или лицеи, сталкиваются с нехваткой знаний в первые месяцы учебы. Уже в сентябре им потребуются знания математического анализа и аналитической геометрии, которые они получают на несколько недель позже. В конце семестра баланс будет достигнут, но в начале учебы им придется терпеть указанную несогласованность программ, существующую во всех университетах. Рецепт преодоления этой трудности такой: предварительное знакомство с новыми понятиями без глубокого и математически строгого изучения предмета. Как правило, преподаватель физики дает эти краткие сведения из математических дисциплин, без которых нельзя изучать курс общей физики и решать соответствующие задачи. Эти сведения обычно содержат понятия о векторных величинах и действиях над ними (например, скалярное и векторное произведения двух векторов), понятия о дифференцировании и интегрировании, включая решения простейших дифференциальных уравнений и другие вопросы.

Особое внимание математике должны уделить студенты, имеющие пробелы в школьном курсе элементарной математики, которую им уже никто преподавать не будет. Но занятия физикой дают прекрасную возможность устранить имеющиеся пробелы с помощью преподавателя, если ему откровенно сообщат о своих трудностях.

Решение каждой физической задачи представляет собой небольшое исследование, в котором те или иные физические понятия и закономерности должны быть применены к конкретному вопросу, изложенному в тексте задачи. При решении задач знания, полученные на лекциях, не только уясняются и уточняются путём их применения к конкретному случаю, но и лучше фиксируются в памяти студентов. Физической задачей называется небольшая проблема, которая в общем случае решается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов и методов физики. Основную цель физических задач является развитие у студентов мышления, выражающегося в умении использовать законы и закономерности для объяснения наблюдаемых явлений. Характерной особенностью умственных процессов при решении физических задач является самостоятельность мышления, особенно полная, когда студент выполняет решение задач как домашнюю работу. При решении задачи непосредственно на занятии каждый студент точно так же должен оставаться самостоятельным, роль преподавателя при этом заключается лишь в направлении хода мысли учащегося.

Все описанные выше положительные стороны физических задач необходимо в полной мере использовать на семинарах по механике. На семинарах студентам предлагаются текстовые и графические задачи качественного и вычислительного характера.

Для самостоятельной работы студентов предпочтительнее подбирать задачи с громоздкими математическими выкладками, это позволит сэкономить время непосредственно на семинаре, а также, при правильной постановке работы, способствует развитию терпения и целеустремленности студентов. Кроме достаточно сложных задач из задачника Иродова И. Е. для самостоятельной работы необходимо использовать задачки меньшего уровня сложности, например, Волькенштейн В. С. В первую очередь это необходимо для соблюдения принципов дифференцированного обучения, во вторую – позволит сформировать более полную картину встречающихся физических явления по изучаемой тематике.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Кинематика материальной точки	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
2	Динамика материальной точки	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной	Опрос, контрольная работа

				литературы.	
3	Динамика системы материальных точек	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
4	Неинерциальные системы отсчета	Изучение литературы, решение индивидуальных заданий	4	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] из списка основной литературы и [1, 3, 4] из списка дополнительной литературы. Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, тест
5	Основы механики твердого тела	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
6	Механика деформируемых твердых тел	Изучение литературы	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] из списка основной литературы и [1, 3, 4] из списка дополнительной литературы.	Опрос, тест
7	Механика жидкостей и газов	Решение индивидуальных заданий	2	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
8	Колебательное движение	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
9	Упругие волны	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическими пособиями [4, 5] из списка основной литературы.	Опрос, контрольная работа
10	Релятивистская механика	Изучение литературы	4	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] из списка основной литературы и [1, 3, 4] из списка дополнительной литературы.	Опрос, тест

	Экзамен	Ответы на вопросы и решение задач	на 36 и	литературы. Использовать материалы семинаров и источники литературы	Вопросы к экзамену
--	---------	-----------------------------------	---------	--	--------------------

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Ниже приведены примерные планы семинарских занятий с небольшими методическими рекомендациями. Номера задач даны по задачникам Цедрика (Ц) и Волькенштейн В. С. (В.).

Семинар 1. Прямолинейное движение

Задачи для разбора с преподавателем: В. 1.22–1.25. Ц. 1.12; 1.16–1.19; 1.25; 1.35; 1.38; 1.39.

На первом семинаре необходимо напомнить студентам начальные сведения из математического анализа: дифференцирование и интегрирования простейших элементарных функций, поскольку эти операции потребуются для решения задач кинематики. В первых задачах студенты закрепляют понятия пути, перемещения, координаты, и проекции перемещения материальной точки. Далее они решают задачи на определение скорости, модуля скорости, средней скорости, ускорения, модуля ускорения.

В этих задачах студенты совершенствуют навыки использования элементарных методов и приемов математического анализа, где нужно четко осознавать их физические возможности.

Домашнее задание на первый раз не содержит обязательных задач и сводится к повторению теоретического материала не только изложенного на лекции, но и содержащегося в учебнике.

Семинар 2. Криволинейное движение

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 1.44 (начало); 1.49.

Сначала закрепляются навыки, относящиеся к двумерному движению, где студенты могут формально использовать свои знания. Следующие задачи связаны с новыми понятиями нормального и тангенциального ускорения. Основные формулы, необходимые для их решения излагаются на лекции, но некоторые важные случаи преподаватель должен рассмотреть именно на семинаре, подключая студентов к решению задачи.

К таким случаям относятся движения тела, брошенного по горизонтали или под углом к горизонту. Здесь самым важным является построение чертежа, на котором изображены скорость и ускорение материальной точки в любой момент времени вместе с их проекциями на различные оси. Полезно обратить внимание студентов на порядок построения проекций, отклонение от которого часто приводит к ошибкам, препятствующим решению задачи.

Домашнее задание: Ц. 1.44; 1.45; 1.49.

Семинар 3. Вращательное движение

Задача для разбора с преподавателем: Ц. 1.57.

Задача посвящена закреплению навыков анализа равноускоренного движения, но применительно к угловым характеристикам движения. Задачи такого типа решают в немногих средних школах, поэтому основной теоретический материал должен быть изложен и строго выведен на лекциях. Далее закрепляются навыки определения и использования понятий нормального и тангенциального ускорения применительно к движению по окружности. Здесь же имеет место дополнительная тренировка по дифференцированию несложных степенных функций.

Домашнее задание: Ц. 1.58; 1.61.

Семинар 4. Контрольная работа по кинематике

Эта работа завершает важный раздел, с которого начинается механика и, следовательно, весь курс общей физики. Студентам предлагаются задачи, охватывающие все изученные виды движения. Число задач от 4 до 6.

Семинар 5. Динамика поступательного движения

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 2.6; 2.10.

Решение задач на данную тему, как правило, выполняется по известному алгоритму, изложенному во всех учебниках. Его применение лучше всего осваивать на практике, решая задачи от более простых к более сложным. Сначала следует разобрать реализацию первого этапа – выполнение чертежа с обозначением всех действующих на рассматриваемое тело сил – на

примере одномерного прямолинейного движения. Нужно подчеркнуть, что ошибки этого этапа (введение отсутствующих сил или потеря действующих) относятся к роковым, не позволяющим решить задачу.

Обязательно нужно повторить основные характеристики наиболее распространенных сил (натяжения нити, реакции опоры, силы тяжести, силы трения), то есть их величины, направления и точки приложения. Полезно обратить внимание на условность понятия «точка приложения силы», чтобы в дальнейшем обосновать возможность их параллельного переноса при нахождении проекций сил на выбранные оси.

Именно при решении этих задач следует углубить понимание физической сути рассматриваемой системы, разъяснить, почему натяжения нити по разные стороны невесомого блока равны по модулю.

Второй этап – запись второго закона Ньютона в векторном виде – обычно не вызывает затруднений. Здесь полезно обратить внимание студентов, что произведение массы на ускорение не является силой, это именно произведение величин, равное сумме сил. Удобно писать все силы в левой части уравнения, а произведение массы на ускорение – в правой. От понятия равнодействующей, часто используемого в средней школе, лучше отказаться, чтобы учащиеся не вводили еще одну новую, не существующую силу.

Наиболее сложным является третий этап – выбор системы координат и проецирование сил на координатные оси. Здесь нужно руководствоваться не только направлением действующих сил, но и направлением ускорения, которое полезно обозначить другим цветом (или пунктиром) или даже на отдельном чертеже во избежание путаницы. Наиболее удобными являются оси, обеспечивающие максимальное количество нулевых проекций всех векторов. Обязательно следует повторить со студентами основы векторной алгебры: сложение векторных величин и правила проецирования вектора на ось. Здесь же нужно тщательно разобрать знаки проекций всех векторов: как сил, чье направление известно, так и ускорений, чье направление еще предстоит узнать, если задача не имеет численных данных.

Дальнейшие этапы (использование кинематических уравнений и решение полученной системы) являются формальными математическими операциями и для их закрепления нужна обычная тренировка.

Потом полученные навыки закрепляются решением задач с двумерной конфигурацией векторов. К ним относятся сочетание горизонтального и вертикального движения тел или их скольжение по наклонной плоскости.

Домашнее задание: Ц. 2.3; 2.14; 2.16.

Семинар 6. Динамика вращательного движения материальной точки

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 2.34; 2.38.

На этом семинаре продолжается закрепление навыков решения динамических задач на второй закон Ньютона в более сложном случае – криволинейного движения материальной точки или поступательного движения тел. Здесь студенты должны усвоить основное правило: выбор системы координат осуществляется исходя из траектории движения тела. В частном случае движения по окружности удобно использовать естественную систему координат, поскольку в ней имеются формулы, связывающие нормальное и тангенциальное ускорения.

Домашнее задание: Ц. 2.35; 2.36; 2.37.

Семинар 7. Законы сохранения

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 3.13; 3.16; 3.35.

Прежде всего, нужно повторить со студентами формулировки всех законов сохранения и, самое главное, условиях их выполнения. При необходимости следует вспомнить определения основных физических величин: импульса, потенциальной и кинетической энергии, момента импульса и момента силы.

Внимание студентов нужно акцентировать на понятии состояния системы. Смысл законов сохранения заключается в наличии физической величины, которая остается неизменной при определенных условиях. Это дает возможность выбрать два удобных состояния и приравнять выражения для сохраняющейся величины в этих состояниях. Выбор состояний диктуется заданными и искомыми величинами.

Домашнее задание: Ц. 3.9; 3.17–3.19; 3.34.

Семинар 8. Контрольная работа

В этой работе необходимо закрепить полученные навыки решения динамических задач, среди которых должны присутствовать основные системы (наклонная плоскость, блоки с грузами на нитях, движение по горизонтальной поверхности, движение точечной массы, подвешенной на нити), в которых реализуется прямолинейное и криволинейное движения материальной точки.

В этой же контрольной студенты решают одну или две задачи на законы сохранения импульса, механической энергии и момента импульса.

Семинар 9. Неинерциальные системы отсчета

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 6.11; 6.12 (начало).

На этом семинаре целесообразно повторить со студентами теоретические вопросы, прежде всего, понятие сил инерции, их отличие от обычных сил и цель их использования. Задачи прямолинейного движения системы отсчета с ускорением, а также нахождения центробежной силы инерции достаточно просты, разбирались на лекции, поэтому семинарское занятие можно посвятить более трудным задачам с использованием силы Кориолиса.

Основную трудность у студентов вызывает нахождение направления силы Кориолиса, поэтому здесь важно отработать навык построения правой тройки векторов. Кроме того, при решении задач в системе отсчета, связанной с вращающейся Землей, необходимо вспомнить простейшие сведения из географии.

Домашнее задание: Ц. 6.1; 6.6; 6.12; 6.14.

Семинар 10. Динамика вращательного движения тела

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 4.5; 4.6;

Освоение методики решения этих задач удобно начинать с уже разобранных ранее систем с блоками, но при наличии у этих блоков массы. Задачи решаются по стандартному алгоритму, но с добавлением основного уравнения динамики вращения тела.

Основной трудностью для студентов становится определение моментов действующих сил. Следует обратить их внимание на ключевое понятие радиус-вектора, с помощью которого находится момент силы относительно точки. После этого можно переходить к определению момента силы относительно оси и указать на частный характер школьного понятия момента силы как произведения силы на ее плечо. В этих же задачах закрепляется понятие момента инерции простых тел относительно оси вращения.

Домашнее задание: Ц. 3.41; 3.48; 4.4; 4.8–4.11; 4.13; 4.15

Семинар 11. Законы сохранения и момента импульса тела

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 3.42; 3.48; В. 3.40.

Первые задачи предназначены для знакомства с понятием момента импульса и методами нахождения этой величины в простых системах. Последние задачи посвящены закону сохранения момента импульса. Методика их решения та же, что и задач на законы сохранения импульса и механической энергии. Нужно выбрать два состояния, о которых есть информация и которые связаны с искомой величиной.

Домашнее задание: В. 3.41; 3.42.

Семинар 12. Идеальная жидкость

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 5.20; 5.25.

В начале семинара следует повторить основные понятия и законы гидростатики (давление, гидростатическое уравнение, закон Архимеда) без решения задач непосредственно на эти законы, но их знание потребуется для решения других задач. После этого нужно повторить основные понятия и законы гидродинамики, а потом перейти к уравнению Бернулли. Прежде всего, следует напомнить, что в основе уравнения лежит закон сохранения механической энергии системы, и обратить внимание студентов на физический смысл всех членов уравнения, относящихся к тому или иному состоянию движущейся жидкости. Полезно указать на характерную ошибку: неверное истолкование символы высоты, означающего высоту рассматриваемой линии тока над некоторым уровнем. Последняя задача служит закреплению навыка использования силы Стокса и силы Архимеда, которые изучались на лабораторных работах.

Домашнее задание: Ц. 5.2; 5.13; 5.21; 5.24.

Семинар 13. Движение вязкой жидкости

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 5.25 (начало).

Задача формирует навыки использования уравнения Гагена – Пуазейля, описывающего движение вязкой жидкости. Дополнительно закрепляются знания уравнения Бернулли и понятия расхода жидкости.

Домашнее задание: Ц. 5.25; 5.27.

Семинар 14. Гармонические колебания

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 9.13; 9.15 (начало); 12.30.

Сначала рассматривается уравнение гармонических колебаний безотносительно к самой колебательной системе. Здесь закрепляются понятия амплитуды, частоты, фазы колебаний, начальной фазы, а также смысла координаты материальной точки (смещения от положения равновесия), ее скорости и ускорения. Далее предусмотрен разбор реальных колебательных систем, которые решаются с помощью стандартного алгоритма динамических задач. Сначала нужно обозначить действующие силы, записать второй закон Ньютона в векторном виде, а затем, после выбора надлежащей системы координат, записать второй закон в проекциях на оси. После этого одно из полученных уравнений нужно привести к каноническому виду дифференциального уравнения гармонических колебаний, откуда на основании теории сразу же получается собственная частота колебаний. Такая методика была дана студентам на лекции на примере пружинного, математического и физического маятников. Дополнительно студенты знакомятся с нахождением кинетической и потенциальной энергией колеблющегося тела.

После этого решается задача на сложение колебаний.

Домашнее задание: Ц. 9.1; 9.8; 9.9.В. 12.30–12.32.

Семинар 15. Затухающие и вынужденные колебания

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 9.4; 9.26.

Семинар начинается с повторения теории: дифференциальных уравнений затухающих и вынужденных колебаний, а также решений этих уравнений. Здесь важно научить студентов различать частоту собственных колебаний, частоту затухающих колебаний и частоту вынужденных колебаний, ибо они выражаются различными формулами. Первые два понятия закрепляются решением первой задачи, далее осваиваются понятия логарифмического декремента затухания.

Домашнее задание: Ц. 9.5; 9.6.

Семинар 16. Контрольная работа

Третья контрольная работа посвящена закреплению навыков по теории колебаний и контролю над степенью их усвоения. Студенты получают четыре задачи (два варианта) на уравнение гармонических колебаний, определение частоты собственных колебаний в конкретной системе, сложение колебаний и затухающие колебания.

Семинар 17. Волны

Задачи для разбора с преподавателем: Ц. 9.26; 9.34; 9.43.

Теоретической основой решения задач на эту тему является уравнение плоской бегущей волны. Повторение материала начинается с основных физических величин (амплитуды, частоты, фазы, скорости распространения волны, длины волны). Особое внимание следует уделить анализу распространенной ошибки: студенты часто путают независимую координату x и смещение частиц среды y . Во избежание этого нужно научиться отличать процесс колебаний от процесса их распространения, то есть волны. После этого решение задач, по сути, подстановочных не представляет затруднений.

После этого решаются задачи на эффект Доплера и собственные частоты колебаний различных систем.

Домашнее задание: Ц. 9.27; 9.39; 9.45.

Семинар 18. Повторение изученного материала

Задачи для разбора с преподавателем: В. 13.39; 13.33; 13.26.

На семинаре проводится опрос по основным физическим величинам и законам механики, а также разбираются задачи, которые вызвали затруднения у студентов.

Домашнее задание: В. 13.29; 13.30; 13.34; 12.37.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Механика: учебник / В.А. Алешкевич, Л.Г. Деденко, В.А. Караваев. - Москва: Физматлит, 2011. – 472 с. – ISBN 978-5-9221-1271-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.pp?page=book&id=69337> (16.01.2018).
2. Покровский В.В. Механика. Методы решения задач. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 253 с. / http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=214162.
3. Волькенштейн, В.С. Сборник упражнений и задач по физике / В.С. Волькенштейн, Е.Е. Гельман, С.Э. Фриш; под ред. С.Э. Фриша. – Москва: Изд-во Ленингр. ун-та, 1940. – 205 с. – ISBN 978-5-4460-9405-9; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102401> (16.01.2018).
4. Гринберг Я.С. Механика: учебное пособие / Я.С. Гринберг, Э.А. Кошелев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 140 с. / http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=228918
5. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 т. / Д.В. Сивухин. - Изд. 6-е, стер. - Москва : Физматлит, 2014. - Т. 1. Механика. - 560 с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1512-4 (Т. I) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275610> (16.01.2018).

б) дополнительная литература:

1. Калашников Н.П. Физика: интернет-тестирование базовых знаний / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. 10 экз.
2. Стрелков С. П. Механика: учебник / С. П. Стрелков. – Изд. 4-е, стер. – СПб.: Лань, 2005. – 559 с. 3 экз.
3. Сборник задач по курсу общей физики: Учеб. пособие / Г.А. Загуста, Г.П. Макеева, А.С. Микулич и др. Под ред. М.С. Цедрика. – М.: Просвещение, 1989. – 271 с. 71 экз.
4. Иродов, Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике: [учеб. пособие для студ. вузов]: рекомендовано Науч. метод. советом / И. Е. Иродов. – Изд. 13-е, стер. – СПб.: Лань, 2009. – 416 с. 20 экз.
5. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. М.: 1998. – 464 с. 118 экз.
6. Белкин П.Н. Введение в физический практикум / П.Н. Белкин, А.И. Ласкин. – Кострома: Изд-во КГУ, 2000.– 22 с. 5 экз.
7. Белкин П.Н. Физический практикум: (Механика). – Кострома: Изд-во КГУ, 2000. – 34 с. 5 экз.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронные библиотечные системы:

1. Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>
2. «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для лекций

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа (например, корпус Е, № 226, количество посадочных мест – 60, мультимедийный комплекс, включающий экран, компьютер и проектор)

Аудитория для практических занятий:

Корпус Е, № 304, количество посадочных мест – 24.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.