



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)


ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель образовательной программы


А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
математических методов в экономике


А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Математические модели физики
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика
профиль «Математические методы в экономике»
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 час. / пр. 0 час. / лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 36 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) 6
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 7 семестр

Рабочая программа учебной дисциплины (РПУД) составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению 01.03.04 «Прикладная математика», самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол №16 от «15» июля 2017 г.

Заведующий кафедрой математических методов в экономике, к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко

Составитель:

доцент кафедры математических методов в экономике к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко
инженер 2 категории кафедры математических методов в экономике к.ф.-м.н., доцент
Е.А. Колбина

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Математические модели физики» предназначена для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», профиль «Математические методы в экономике».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 1-м семестре. Дисциплина входит в базовую часть блока «Дисциплины (модули)».

Особенности построения курса: лекции (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (9 часов), подготовка к экзамену (27 часов).

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: основные разделы физики и механики.

Цель – является формирование у студентов целостного естественно - научного мировоззрения, позволяющего решать конкретные физические задачи и проблемы с привлечением соответствующего математического аппарата.

Задачи:

- развитие способности знать и применять на практике основные разделы физики и механики;
- развитие способности моделирования объектов, процессов и явлений различной природы, в том числе и в экономике;
- развитие способности моделировать физические закономерности с учетом наиболее существенных свойств физической системы и с привлечением соответствующего математического аппарата;
- развитие способности применять полученные теоретические знания к решению актуальных практических задач;
- развитие способности знать различные физические модели;
- развитие способности иметь навыки моделирования физических закономерностей с учетом наиболее существенных свойств физической;

- развитие готовности владеть навыками решения практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Математические модели физики» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовность к самостоятельной работе;
- способностью определять экономическую целесообразность принимаемых технических и организационных решений;
- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-9 - способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	Знает	основные математические методы и модели в классической механике
	Умеет	решать широкого класса задачи классической механики
	Владеет	навыками применения современного математического инструментария для анализа и применения математических моделей физики
ПК-10 - готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	Знает	принципы математического моделирования физических задач
	Умеет	формализовать прикладную задачу в виде математической модели, классифицировать ее и выбирать способ ее решения
	Владеет	навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для колебательных систем, имеющих различную физическую природу и различное количество степеней свободы

ПК-12 – способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	Знает	основные результаты в развитии современного математического аппарата в области математических моделей физики
	Умеет	правильно ставить математические задачи при изучении физических систем, строить математические модели и анализировать результат математического моделирования физической проблемы
	Владеет	навыками решения физических задач с использованием математических методов

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Введение в кинематику материальной точки (14 часов)

Тема 1. Введение (1 час)

Введение. Модели абсолютного пространства и времени. Системы отсчета. Размерность физического пространства. Механика Ньютона и механика Эйнштейна. Модели материальной точки, абсолютного твердого тела, сплошной деформируемой среды. Представления о пространстве и времени.

Тема 2. Кинематика материальной точки (7 часов)

Кинематика материальной точки. Кинематика точки в декартовой системе координат. Естественная система координат. Кинематическое определение кривизны кривой. Классификация криволинейного движения. Полярная система координат. Формулы Бине. Кинематика точки в криволинейных координатах. Криволинейные компоненты ускорения точки в подходе Лагранжа. Сферическая и цилиндрическая системы координат.

Тема 3. Кинематика абсолютно твердого тела (6 часов)

Кинематика абсолютно твердого тела. Простейшие движения абсолютно твердого тела. Кинематическое определение абсолютно твердого тела. Вращение твердого тела с закрепленной осью вращения.

Плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела. Мгновенный центр скоростей. Формулы Эйлера и Ривальса.

Раздел II. Модели сложного движения материальной точки и систем (22 часа)

Тема 4. Модель составного движения материальной точки (4 часа)

Модель составного движения материальной точки. Переносное и относительное движение материальной точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Ускорение Кориолиса. Силы инерции. Примеры. Методика решения задач на сложное движение.

Тема 5. Модель динамики материальной точки (6 часов)

Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения в различных системах координат. Уравнение для изменения во времени кинетической энергии точки. Элементарная работа силы и потенциальная энергия. Интеграл энергии. Независимость работы силы от формы траектории в потенциальном поле. Уравнение для изменения момента импульса точки. Интеграл момента импульса. Геометрический смысл интеграла момента импульса. Система интегралов движения точки в центрально-симметричном поле сил. Законы Кеплера. Обратная задача Ньютона. Гравитационная модель в экономике.

Тема 6. Физические эффекты в колебательных системах (5 часов)

Физические эффекты в колебательных системах. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Нелинейные колебания. Зависимость частоты колебаний от амплитуды. Вынужденные колебания. Резонанс. Связанные колебания. Волна. Волновое уравнение. Скорость распространения волны.

Тема 7. Модель динамики систем материальных точек (4 часа)

Динамика систем материальных точек. Импульс системы частиц. Движение центра масс. Импульс системы материальных точек. Центр масс системы частиц. Скорость и ускорение центра масс. Внутренние и внешние

силы. Закон движения центра масс. Кинетическая энергия тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении. Момент инерции абсолютно твердого тела.

Тема 8. Принципы относительности и проблемы классической механики (3 часа)

Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Проблемы классической механики. Опыт Майкельсона. Принцип постоянства скорости света. Преобразования Лоренца. Правило сложения скоростей Эйнштейна.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Занятие 1. Кинематика материальной точки (6 часов)

1. Кинематика точки.
2. Формы представления траекторий движения точки.
3. Криволинейные координаты.
4. Кривизна траектории.
5. Полная кинематическая задача.

Занятие 2. Кинематика абсолютно твердого тела (6 часов)

1. Кинематика абсолютно твердого тела.
2. Угловая скорость и угловое ускорение абсолютно твердого тела.
3. Формула Эйлера. Мгновенный центр скоростей.

Занятие 3. Модель составного движения материальной точки (5 часов)

1. Кинематика сложного движения материальной точки.
2. Абсолютное, переносное, относительное движения.
3. Теорема о сложении ускорений. Ускорение Кориолиса. Силы инерции.

Занятие 4. Модель динамики материальной точки (5 часов)

1. Динамика материальной точки.
2. Формы дифференциальных уравнений Ньютона.
3. Элементарная работа силы и потенциальная энергия. Интеграл энергии.
4. Интеграл момента импульса. Геометрический смысл интеграла момента импульса.

Занятие 5. Физические эффекты в колебательных системах (5 часов)

1. Физические эффекты в колебательных системах. Гармонические колебания.
2. Затухающие колебания. Нелинейные колебания. Вынужденные колебания.
3. Резонанс. Связанные колебания. Волновое уравнение.

Занятие 6. Модель динамики систем материальных точек (5 часов)

1. Динамика систем материальных точек. Импульс системы частиц.
2. Движение центра масс. Центр масс системы частиц. Скорость и ускорение центра масс. Внутренние и внешние силы. Закон движения центра масс.
3. Кинетическая энергия тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении. Момент инерции абсолютно твердого тела.

Занятие 7. Принципы относительности и проблемы классической механики (4 часа)

1. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
2. Проблемы классической механики. Опыт Майкельсона.
3. Принцип постоянства скорости света. Преобразования Лоренца. Правило сложения скоростей Эйнштейна.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математические модели физики» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы дисциплины, этапы формирования компетенций, виды оценочных средств, зачетно-экзаменационные материалы, комплекты оценочных средств для текущей аттестации, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература
(электронные и печатные издания)

1. Богомаз И. В. Теоретическая механика: учебное пособие для вузов т. 3. Динамика. Аналитическая механика. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2011. 156 с.

2. Никеров В.А. Физика для вузов. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебник/ Никеров В.А. — Электрон. текстовые данные. — М.: Дашков и К, 2015.— 136 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14630>

3. Покровский В.В. Механика. Методы решения задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Покровский В.В. — Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 255 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6453>.

4. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие для технических специальностей / Л. П. Назарова, Л. И. Тюрикова; под ред. Н. А. Смирнова. Красноярск: Изд-во Сибирского аэрокосмического университета, 2011. 250 с.

5. Теоретическая механика: учебник для вузов / Н. Г. Васько, В. А. Волосухин, А. Н. Кабельков [и др.]. Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. 302 с.

6. Щербакова Ю.В. Механика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щербакова Ю.В. — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012. — 191 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6304>.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс]/ Иродов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 310 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6581>

2. Савельев И. В. Курс общей физики : [учебное пособие для вузов] : в 5 кн. кн. 1 . Механика. Москва: Астрель, АСТ, 2008. 336 с.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. Т.1. Механика. Москва: Наука, 1974. 519 с.

4. Шимкович А.А. Теоретическая механика: учеб. пособие. Минск Вышэйш. школа 1981. 272 с.

5. Шинкин В.Н. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: динамика и аналитическая механика. Курс лекций/ Шинкин В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2011.— 206 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56205>.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.ict.edu.ru/>
2. Электронный ресурс «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Форма доступа: <http://window.edu.ru>
3. Электронный ресурс «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов». Форма доступа: <http://fcior.edu.ru>

Перечень дополнительных информационно-методических материалов

1. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики. СПб.: Издательство «Лань», 2010.
2. Голдстейн Г., Пул Ч., Сафко Д. Классическая механика. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012.
3. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
4. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. СПб.: Издательство «Лань», 2010.
5. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. СПб.: Издательство «Лань», 2008.
6. Савельев И.В. Курс общей физики, т.1. Механика. Молекулярная физика. СПб.: Издательство «Лань», 2011.

7. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. СПб.: Издательство «Лань», 2007.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М. ФИЗМАТЛИТ, 2010.

9. Стрелков С.П. Механика. СПб.: Издательство «Лань», 2009.

10. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. СПб.: Издательство «Лань», 2009.

11. Хайкин С.Э. Физические основы механики. СПб.: Издательство «Лань», 2009.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, описание последовательности действий обучающихся

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью рекомендуемой основной литературы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Подготовку к началу обучения включает несколько необходимых пунктов:

1) Необходимо создать для себя рациональный и эмоционально достаточный уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.

2) Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.

3) Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари, справочники и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.

4) Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на работу с источниками и литературой по дисциплине, представить этот план в наглядной форме (график работы с датами) и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и «аврала» в предсессионный период. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.

Рекомендации по работе с литературой

1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранной специальности.

2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально структурируя конспект, используя символы и условные обозначения. Копирование и «заучивание» неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.

3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.

4) В итоге данной работы «идеальным» является полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.

5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

6) При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники, автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

**Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену
(зачету)**

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения практических заданий и лабораторных работ.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория мультимедийного типа (мультимедийный проектор, настенный экран, документ-камера) и компьютерный класс с персональными компьютерами с доступом в сеть «Интернет».



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Математические модели физики»
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика
профиль «Математические методы в экономике»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины,	2 часа	Собеседование
2	6 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях.	1 час	Проект
3	10 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	2 часа	Собеседование
4	12 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях.	1 час	Проект
5	16 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	2 часа	Собеседование
6	18 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях	1 час	Проект

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

1. Задан закон движения материальной точки в векторной форме:

$\vec{r} = 3t\vec{i} + (5 - \frac{t^2}{2})\vec{j}$ в системе СИ. Значение модуля скорости $|\vec{v}|$ в момент времени $t = 1 \text{ сек}$ равняется...

1. $\frac{3}{2}\sqrt{13}$; 2. $3\sqrt{13}$; 3. 5; 4. 4.

2. В естественной системе координат задан закон движения материальной точки: $s = t^2 + 10t$. Материальная точка движется по окружности радиуса $R = 72$. В какие моменты времени касательная компонента ускорения равняется нормальной компоненте ускорения $a_v = a_n$? В задаче используется система СИ.

1. -1; 2. 0; 3. 1; 4. 3.

3. Абсолютно твердым телом называется:

1. множество материальных точек, заполняющих сплошь некоторый объем пространства;
2. множество материальных точек, в котором для любых двух точек выполняется теорема о равенстве проекций скоростей;
3. множество материальных точек, в котором точки одновременно совершают поступательное и вращательное движения;
4. множество материальных точек, в котором всегда существует мгновенный центр скоростей.

4. Ускорение Кориолиса отсутствует по следующим причинам:

1. материальная точка находится в состоянии относительного покоя;
2. переносное движение является поступательным движением;
3. вектор угловой скорости ортогонален вектору относительной скорости;

4. вектор угловой скорости коллинеарен вектору относительной скорости.

5. Материальная точка движется под действием силы с компонентами $\vec{F} = 3\vec{r} + 4\vec{v}$ (система СИ). Чему равняется изменение кинетической энергии точки, если за время движения дуговая координата s изменилась на 4 м ?

1. 9 Дж ; 2. 12 Дж ; 3. 16 Дж ; 4. 28 Дж .

6. Потенциальная энергия материальной точки (в системе СИ)

определяется выражением $U = -\frac{5}{\sqrt{x^2 + y^2}}$. Материальная точка под действием силы сместилась из положения $A(0,3)$ в положение $B(3,0)$. Чему равняется работа силы по перемещению точки из положения A в положение B ?

1. $\frac{5}{3}$; 2. $-\frac{5}{3}$; 3. 5 ; 4. 0 .

7. Материальная точка массой m движется согласно закону

$$\begin{cases} x = R \sin(\omega t) \\ y = R \cos(\omega t) \end{cases}$$

Сила \vec{F} и момент силы \vec{M} относительно начала координат определяются следующими выражениями:

1. $\vec{F} = m\omega^2\vec{r}$, $\vec{M} = \vec{0}$; 2. $\vec{F} = m\omega^2\vec{r}$, $\vec{M} = m\omega^2r^2\vec{k}$;
3. $\vec{F} = -m\omega^2\vec{r}$, $\vec{M} = m\omega^2r^2\vec{k}$; 4. $\vec{F} = -m\omega^2\vec{r}$, $\vec{M} = 0\vec{k}$.

8. При движении материальной точки в центрально-симметричном силовом поле сила и полная энергия определяются выражениями:

1. $\vec{F} = f(x, y, z)\frac{\vec{r}}{r}$, $E = \frac{mv^2}{2} + U(x, y, z)$; 2. $\vec{F} = f(r)\frac{\vec{r}}{r}$, $E = U(r)$;

$$3. \vec{F} = f(x, y, z) \frac{\vec{r}}{r}, E = \frac{mv^2}{2} + U(r); \quad 4. \vec{F} = f(r) \frac{\vec{r}}{r}, E = \frac{mv^2}{2} + U(r).$$

9. При переходе локомотива с прямолинейного участка железнодорожного полотна на криволинейный участок возникает явление мягкого удара. Для уменьшения риска схода с рельсов железнодорожного состава необходимо:

1. увеличить скорость движения локомотива;
2. уменьшить скорость движения локомотива;

10. Явление резонанса в механических системах вызывается:

1. влиянием периодической силы с возрастающей амплитудой;
2. увеличением частоты собственных колебаний;
3. увеличением амплитуды собственных колебаний;
4. совпадением частоты собственных и вынужденных колебаний.

11. Задан закон движения материальной точки в полярной системе координат:

$$\begin{cases} r = t^2 \\ \varphi = 2t \end{cases}$$

Значение проекции скорости v_x на ось x в момент времени $t = 1 \text{ сек}$ равняется...

1. $\frac{\pi}{2}$;
2. $-\frac{\pi}{2}$;
3. $\sqrt{8}$;
4. 2.

12. Материальная точка в полярной системе координат движется по закону:

$$\begin{cases} r = a^2 \cos(2t) \\ \varphi = t \end{cases}$$

Значение нормальной компоненты ускорения a_n в вершине траектории движения равняется...

1. $12a^2 r$;
2. $3a^4 \cos^2(2\varphi)(1 + \sin^2(2\varphi))$;
3. $3a^4$;
4. 0.

13. Материальная точка в полярной системе координат движется по закону:

$$\begin{cases} r = a^2 \cos(2t) \\ \varphi = t \end{cases}$$

Значение нормальной компоненты ускорения a_n в вершине траектории движения равняется...

1. $12a^2r$; 2. $3a^4 \cos^2(2\varphi)(1 + \sin^2(2\varphi))$; 3. $3a^4$; 4. 0.

14. На плоскости $x'Oy'$ задано множество точек, удовлетворяющих уравнению: $\frac{(x' - a)^2}{a^2} + \frac{(y' - b)^2}{b^2} = 1$. Плоскость $x'Oy'$ вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной неподвижной плоскости xOy , и проходящей через центр эллипса. Скорость вершин эллипса $x' \geq a, y' \geq b$ равняется:

1. $12a^2r$; 2. $3a^4 \cos^2(2\varphi)(1 + \sin^2(2\varphi))$; 3. $3a^4$; 4. 0.

15. Необходимо перебраться на лодке через реку так, чтобы лодка двигалась перпендикулярно берегу. Скорость реки и скорость лодки в неподвижной воде постоянны и равны u, v соответственно. Под каким углом α к берегу должна направляться лодка в этом случае?

1. $\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{u}{v}$; 2. $\sin(\alpha) = \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2}}$; 3. $\cos(\alpha) = \frac{u}{v}$; 4. $\frac{\pi}{4}$.

16. Материальная точка движется под действием силы $\vec{F} = -x\vec{i} + y\vec{j}$. Момент импульса силы относительно начала координат равен

1. $\vec{M} = \vec{k}(x^2 - y^2)$ 2. $\vec{M} = \vec{k}(x^2 + y^2)$ 3. $\vec{M} = -\vec{k}(x^2 + y^2)$ 4. $\vec{M} = \vec{k}xy$

17. Период малых колебаний математического маятника длиной l равен:

1. $T = \sqrt{2\pi} \frac{l}{g}$ 2. $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 3. $T = \frac{l}{g}$ 4. $T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{l}}$

18. Кинетическая энергия абсолютно твердого тела определяется..

1. массой и скоростью твердого тела;
2. массой, скоростью центра масс, моментом инерции твердого тела;
3. массой, скоростью центра масс, моментом инерции, угловой скоростью твердого тела;
4. моментом инерции и угловой скоростью твердого тела.

19. Материальная точка совершает пространственное движение под

действием силы $\vec{F} = \alpha \vec{r} - \frac{\beta}{r^2} \vec{r}$. На каком расстоянии от начала координат потенциальная энергия будет минимальна:

1. $r = \alpha\beta$ 2. $r = \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$ 3. $r = 2\pi\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}$ 4. $r = \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}$

20. С какой начальной скоростью v_0 должен быть выпущен реактивный снаряд под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, чтобы снаряд через 10 сек после залпа попал в цель? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1. $v_0 = 100$ м / сек ; 2. $v_0 = 98$ м / сек ; 3. $v_0 = 10$ м / сек ; 4. $v_0 = 9,8$ м / сек .

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением.

Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; письменного разбора процесса решения практических заданий и задач; собственных действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ.

В случае подготовки слайдов для защиты проекта, они должны быть контрастными (рекомендуется черный цвет шрифта на светлом фоне), кегль текста слайдов – не менее 22pt, заголовков – 32pt. Основная цель использования слайдов - служить вспомогательным инструментом к подготовленному выступлению, цитирование больших фрагментов текста на слайдах не допускается. Приветствуется использование рисунков, графиков, таблиц, интерактивного материала, однако, следует предусмотреть выбор цвета и толщину линий.

Слайды должны содержать титульный лист, цели и задачи (не более 2-х слайдов с обзором актуальности, новизны, теоретической и практической значимости работы), основные публикации с их кратким обзором (1-2 слайда), формальную постановку задачи и формулировку моделей (1-2 слайда), краткое тезисное (!) изложение ключевых положений работы (разумное количество слайдов с учетом общего времени выступления), заключение (с изложением результатов работы, подведением выводов, обсуждением практического использования работы, возможностей проведения дальнейших исследований и разработок в данной области).

Как правило, 12-15 слайдов оказывается достаточным для полного представления работы.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе решения практических заданий и задач, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий по лабораторным работам.

Оценивание знаний в форме собеседования проводится по критериям:

- логичность изложения, знание и понимание основных аспектов и дискуссионных проблем по теме;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов по теме.

Оценивание знаний в форме проекта проводится по критериям:

- завершенность и полнота выполненных заданий в рамках проекта;
- владение методами и приемами решения конкретных задач и самостоятельность использования специализированного программного обеспечения;
- качество оформления письменного отчета в соответствии с правилами и стандартами оформления.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Математические модели физики»
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика
профиль «Математические методы в экономике»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Математические модели физики»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК-9 - способностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	Знает
Умеет		решать широкого класса задачи классической механики
Владеет		навыками применения современного математического инструментария для анализа и применения математических моделей физики
ПК-10 - готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	Знает	принципы математического моделирования физических задач
	Умеет	формализовать прикладную задачу в виде математической модели, классифицировать ее и выбирать способ ее решения
	Владеет	навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для колебательных систем, имеющих различную физическую природу и различное количество степеней свободы
ПК-12 – способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	Знает	основные результаты в развитии современного математического аппарата в области математических моделей физики
	Умеет	правильно ставить математические задачи при изучении физических систем, строить математические модели и анализировать результат математического моделирования физической проблемы
	Владеет	навыками решения физических задач с использованием математических методов

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Введение в кинематику	ПК-9	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-4
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-2

	материальной точки		Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-2
		ПК-10	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-4
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-2
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-2
		ПК-12	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-4
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-2
Владеет	Проект (ПР-9)		Экзамен, проект 1-2		
2	Модели сложного движения материальной точки и систем	ПК-9	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 5-13
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7
		ПК-10	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 5-13
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7
		ПК-12	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 5-13
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 3-7

Экзаменно-экзаменационные материалы

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Математические модели физики»

1. Кинематика точки в естественной системе координат.
2. Кинематика точки в полярной системе координат.
3. Кинематика точки в цилиндрической системе координат.
4. Плоскопараллельное движение АТТ.
5. Сложное движение материальной точки.
6. Уравнение для изменения энергии материальной точки.
7. Уравнение для изменения момента импульса.
8. Обратная задача Ньютона.
9. Гармонические колебания. Затухающие колебания.
10. Вынужденные колебания. Резонанс.
11. Закон движения центра масс системы.
12. Структура кинетической энергии абсолютно твердого тела.
13. Тензор инерции.

Комплекты оценочных средств для текущей аттестации

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Математические модели физики»

1. Системы отсчета. Размерность физического пространства.
2. Механика Ньютона и механика Эйнштейна.
3. Модели материальной точки, абсолютного твердого тела, сплошной деформируемой среды. Представления о пространстве и времени.
4. Кинематика материальной точки.
5. Кинематика точки в декартовой системе координат.
6. Естественная система координат.
7. Кинематическое определение кривизны кривой.
8. Классификация криволинейного движения.
9. Полярная система координат.
10. Формулы Бине.
11. Кинематика точки в криволинейных координатах.
12. Криволинейные компоненты ускорения точки в подходе Лагранжа.
13. Сферическая и цилиндрическая системы координат.
14. Кинематика абсолютно твердого тела.
15. Простейшие движения абсолютно твердого тела.
16. Кинематическое определение абсолютно твердого тела.
17. Вращение твердого тела с закрепленной осью вращения.
18. Плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела.
19. Мгновенный центр скоростей.
20. Формулы Эйлера и Ривальса.
21. Модель составного движения материальной точки.
22. Переносное и относительное движение материальной точки.
23. Теорема о сложении скоростей.
24. Теорема о сложении ускорений.
25. Ускорение Кориолиса.

26. Силы инерции.
27. Методика решения задач на сложное движение.
28. Динамика материальной точки.
29. Законы Ньютона.
30. Инерциальные системы отсчета.
31. Дифференциальные уравнения движения в различных системах координат.
32. Уравнение для изменения во времени кинетической энергии точки.
33. Элементарная работа силы и потенциальная энергия.
34. Интеграл энергии.
35. Независимость работы силы от формы траектории в потенциальном поле.
36. Уравнение для изменения момента импульса точки.
37. Интеграл момента импульса.
38. Геометрический смысл интеграла момента импульса.
39. Система интегралов движения точки в центрально-симметричном поле сил.
40. Законы Кеплера.
41. Обратная задача Ньютона.
42. Гравитационная модель в экономике.
43. Физические эффекты в колебательных системах.
44. Гармонические колебания.
45. Затухающие колебания.
46. Нелинейные колебания.
47. Зависимость частоты колебаний от амплитуды.
48. Вынужденные колебания.
49. Резонанс.
50. Связанные колебания.
51. Волна. Волновое уравнение.
52. Скорость распространения волны.

53. Динамика систем материальных точек.
54. Импульс системы частиц.
55. Движение центра масс.
56. Импульс системы материальных точек.
57. Центр масс системы частиц.
58. Скорость и ускорение центра масс.
59. Внутренние и внешние силы.
60. Закон движения центра масс.
61. Кинетическая энергия тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении.
62. Момент инерции абсолютно твердого тела.
63. Принцип относительности Галилея.
64. Преобразования Галилея.
65. Проблемы классической механики.
66. Опыт Майкельсона.
67. Принцип постоянства скорости света.
68. Преобразования Лоренца.
69. Правило сложения скоростей Эйнштейна.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-

понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Темы проектов
по дисциплине «**Математические модели физики**»

1. Кинематика материальной точки.
2. Кинематика абсолютно твердого тела
3. Модель составного движения материальной точки.
4. Динамика материальной точки.
5. Физические эффекты в колебательных системах.
6. Динамика систем материальных точек.
7. Принципы относительности и проблемы классической механики

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было

комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания

Критерии оценки собеседования

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Критерии оценки проектов

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не

более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

Шкала оценивания

Менее 60 баллов	незачтено	неудовлетворительно
От 61 до 75 баллов	зачтено	удовлетворительно
От 76 до 85 баллов	зачтено	хорошо
От 86 до 100 баллов	зачтено	отлично

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Математические модели физики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Математические модели физики» проводится в форме собеседования и защиты проекта и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме собеседования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты проекта.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Математические модели физики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине предусмотрен экзамен, который проводится в письменной форме и с использованием защиты проекта.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Математические модели физики»

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

76-85	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.