Отзыв

Научного руководителя

на диссертацию Курагина Михаила Михайловича

«Реализация междисциплинарного подхода в обучении школьников физике в условиях конвергентного образования»

представленную на соискание степени магистра по направлению Педагогическое образование, программа «Технологическое образование. Робототехника»

В работе показан пример тесного взаимодействия учебных предметов по физике и математике в общеобразовательной школе. Построенная соискателем междисциплинарная модель показала возможности интеграции содержательных линий математических и естественнонаучных дисциплин, а также структурировала сложные, запутанные на первый взгляд для ученика понятия, показывая возможности их применения. Таким образом, используя в образовательной среде подобные модели можно добиться высоких результатов в обучении учащимися. Речь идет не только о предметах естественнонаучного цикла, но также и предметов дополнительного образования – робототехники, в которой сложно иметь высокие результаты без знаний механики, математики и др.

Работа состоит из трех глав, приложения; всего 122стр. Сформулированы объект, предмет, цель и задачи исследования. Первая глава посвящена теоретическим аспектам междисциплинарного подхода при обучении физики и математики школьников общеобразовательной школы как основ будущего инженерно-технического образования. Вторая глава посвящена построению математических моделей движения на уроках физики. В третьей главе проведен анализ результатов педагогического эксперимента по обучению школьников физике на базе междисциплинарной модели обучения.

При выполнении работы Михаил Михайлович Курагин проявил умения работать с научной литературой, овладел методологией педагогического исследования, при проведении исследования показала себя самостоятельным, целеустремленным, настойчивым, творческим исследователем.

Практическая значимость работы состоит в том, что ее содержание и полученные результаты используются в педагогической практике соискателя и могут быть рекомендованы для использования в общеобразовательных школах, а ее автор Михаил Михайлович Курагин заслуживает оценки отлично.

Научный руководитель
д.п.н., профессор, зав. кафедрой
«Технология и предпринимательства» КГПУ им. В.П. Астафьева

И.В. Богомаз

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КГПУ им. В.П. Астафьева
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Уважаемый пользователь! Обращаем ваше внимание, что система «Антиплагиат» отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение.

Отчет о проверке № 1

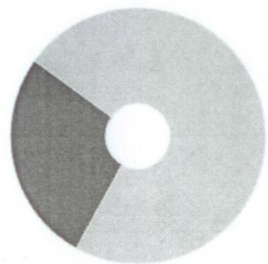
ФИО: Бортновский Сергей
дата выгрузки: 26.06.2017 14:18:22
пользователь: bort_sv@mail.ru / ID: 1838307
отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»
на сайте http://www.antiplagiat.ru

Информация о документе

№ документа: 42
Имя исходного файла: Магистерская диссертация Курагин ММ.docx
Размер текста: 2165 кБ
Тип документа: Не указано
Символов в тексте: 124853
Слов в тексте: 15011
Число предложений: 859

Информация об отчете

Дата: Отчет от 26.06.2017 14:18:22 - Последний готовый отчет
Комментарии: не указано
Оценка оригинальности: 73.28%
Заимствования: 26.72%
Цитирование: 0%



Оригинальность: 73.28%
Заимствования: 26.72%
Цитирование: 0%

Источники

Доля в тексте	Источник	Ссылка	Дата	Найдено в
5.81%	[1] Теоретические основы фундаментальной естественно-научной подготовки студентов технического вуза в условиях использования информационных технологий - скачать бесплатно автореферат и диссертацию по педагогике для написания научной работы или статьи на тем...	http://nauka-pedagogika.com	раньше 2011 года	Модуль поиска Интернет
4.36%	[2] Статья - Журнал Проблемы современной экономики	http://m-economy.ru	29.10.2016	Модуль поиска Интернет
4.34%	[3] Статья - Журнал Проблемы современной экономики (1/2)	http://m-economy.ru	24.12.2014	Модуль поиска Интернет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Выпускающая кафедра технологии и предпринимательства

Курагин Михаил Михайлович

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема «**Реализация междисциплинарного подхода в обучении школьников физике в условиях конвергентного образования**»

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы
Технологическое образование. Робототехника

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой технологии
и предпринимательства,
д.п.н., профессор
И.В. Богомаз
« 19 » июня 2017
____

Руководитель магистерской программы
д.п.н., профессор И.В. Богомаз
« 19 » июня 2017
____

Научный руководитель
Зав. кафедрой технологии
и предпринимательства,
д.п.н., профессор
И.В. Богомаз
Дата защиты «____» июня 2017
Обучающийся Курагин М.М.
«____» июня 2017 __________
5 (отлично)

Красноярск 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Выпускающая кафедра технологии и предпринимательства

Курагин Михаил Михайлович

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема «**Реализация междисциплинарного подхода в обучении школьников физике в условиях конвергентного образования**»

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы
Технологическое образование. Робототехника

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой технологии
и предпринимательства,
д.п.н., профессор
И.В. Богомаз
«_____» июня 2017
____

Руководитель магистерской
программы
д.п.н., профессор И.В. Богомаз
«_____» июня 2017
____

Научный руководитель
Зав. кафедрой технологии
и предпринимательства,
д.п.н., профессор
И.В. Богомаз
Дата защиты «____» июня 2017
Обучающийся Курагин М.М.
«____» июня 2017__________

Красноярск 2017

Оглавление

Актуальность исследования. Стремление преодолеть в образовании культурную замкнутость и профессиональную ограниченность, ориентация на широко образованную и гармоничную личность характерны для всего мирового сообщества.

Сегодня в школе происходит поиск путей перехода к новой образовательной парадигме. Речь идёт о достижении принципиально новых целей образования, состоящих в достижении нового уровня образованности отдельной личности и общества в целом. Однако, структура курса физики не подвергалась пересмотру, по крайней мере, в течение последних пятидесяти лет, сводясь к последовательности традиционных разделов "Механика". "Молекулярная физика", "Электромагнетизм" и т.д. Она лишь аддитивно дополнялась по мере возникновения новых научных результатов. Так появились разделы "Ядерная физика", "Элементарные частицы" и др. Кроме того, в этих условиях количество часов на изучение курса непрерывно и неоправданно сокращалось, что превратилось уже в серьезную угрозу для высшего технического образования.

В работах В.М. Блинова, П.Я. Гальперина, В.Ф. Лысова, В.В. Майера, А.В. Машукова с сотрудниками, Н.Я. Молоткова, Б.Н. Мухаметовой, Е.Б. Петровой, В.В. Светозарова, Ю.В. Светозарова, А.М.Толстика, М.Ф. Щанова исследовались вопросы формирования исследовательских умений и навыков в условиях современного лабораторного практикума по физике.

Тем не менее, анализ публикаций показывает, что целенаправленных исследований по вопросам разработки новых концепций, содержания, организационных форм и методов использования междисциплинарных подходов в преподавании еще недостаточно.

Важнейшим компонентом современного образования является концепция фундаментализации, которая призвана обеспечить оптимальные условия для воспитания гибкого и многогранного научного мышления, различных способов восприятия действительности, создать внутреннюю потребность в саморазвитии и самообразовании на протяжении всей жизни человека. Однако, если рассмотреть программы, цели и содержание обучения дисциплинам естественнонаучного цикла, по которым реализуется естественнонаучная подготовка в школе, то следует отметить в плане формирования мышления школьника высокую степень их суверенизации: математика формирует математическое мышление, физика - физическое и т.д.

В современных условиях акценты в образовании смещаются с принципа адаптивности на принцип компетентности выпускников. А.В. Хуторской рассматривает компетенцию в системе общего образования как совокупность взаимосвязанных качеств личности, отражающих заданные требования к образовательной подготовке выпускников, а компетентность - как обладание человеком соответствующей компетенцией. В результате полученного образования у человека должно быть сформировано целостное социальнопрофессиональное качество, позволяющее ему успешно решать производственные задачи и взаимодействовать с другими людьми, быть активным членом гражданского общества.

Однако, исследования и опыт практической работы позволяют выявить наличие в системе преподавания математических и физических дисциплин в школе следующие **противоречия между** :

– содержанием и использующимися технологиями образования, с одной стороны, и быстро меняющимися потребностями практики, бурным ростом научных и технических достижений человечества, лавинообразным ростом новой информации, с другой;

– между групповой формой организации процесса подготовки и индивидуальными потребностями личности в развитии творческих способностей;

– между усреднёнными характеристиками изложения материала и субъективными характеристиками его усвоения;

– потребностью общества в образованной, развитой личности и падением интереса учащихся к образованию, к знаниям; необходимостью формирования осознанных действенных знаний учащихся и преобладанием

Проблема исследования заключается в необходимости разрешения указанных выше противоречий для повышения качества фундаментальной естественнонаучной подготовки школьников как основе физико-математического образования в инженерном вузе

Объектом исследования является естественнонаучное и математическое образование в общеобразовательной школе.

Предмет исследования – модели и механизмы естественнонаучной подготовки учащихся в общеобразовательной школе.

Цель данного исследования - Обоснование и предложение особых дидактических моделей на основе междисциплинарных подходов для повышения качества естественнонаучной подготовки учащихся в общеобразовательной школе.

в условиях использования междисциплинарных подходов.

разработка методологического обоснования модели

Гипотеза исследования - качество естественнонаучной подготовки учащихся в средней школе может быть повышено, при условии организации педагогических действий на основе дидактических моделей с последовательно-логически выстроенными междисциплинарными связями, объединяющими теоретические и прикладные аспекты естественно-математических наук в едином проблематизационно-дидактическом контексте

В соответствии с объектом, предметом, целью и гипотезой исследования сформулированы следующие задачи:

1. Анализ источников и формирование теоретических представлений по вопросам конвергентного образования и междисциплинарных подходов в организации естественнонаучной подготовки учащихся в общеобразовательной школе.

2. Определение значимых дидактических факторов и позиций, влияющих на эффективность организации обучения физико-математическим дисциплинам.

3. Разработка и апробация в процессе обучения экспериментальной методики учебных занятий, способных повысить эффективность усвоения и понимания предметного материала учащимися;

4. Оценка эффективности естественнонаучной подготовки учащихся в общеобразовательной школе при междисциплинарном подходе на основе педагогического эксперимента на примере локального образовательного эксперимента.

5. Подготовка учебно-методических рекомендаций, ориентированных на установление междисциплинарных связей, при разработке учебных программ учителями естественнонаучного и математических дисциплин.

Методы исследования: Анализ, моделирование, дедукция, наблюдение, сравнение, эксперимент.

Новизна: Разработка заданий по физике и математике, основанных на межпредметных связях, стимулирующих познавательные способности учащихся.

Введение

Актуальность исследования. Изменения, произошедшие за последние десятилетия в жизни страны, ставят перед образованием новые цели. На смену жесткому авторитарному унифицированному образованию, дававшему высокий уровень общих знаний, приходит образование, направлениями развития которого становятся гуманизация, ориентация на развитие личности и учет индивидуальных особенностей в обучении, создание возможности для творчества, открытость, практическая применимость знаний. Стремление преодолеть в образовании профессиональную ограниченность, ориентация на широко образованную и гармоничную личность характерны для всего мирового сообщества.

Одной из проблем современного школьного образования является традиционное преподавание предметов математического и естественнонаучного циклов изолированно друг от друга, в результате чего у учащихся происходит неполное формирование целостной картины мира, непонимание значимости математики, как инструмента познания и описания законов через построения математических моделей. Представители естественных наук считают, что будущее за междисциплинарными исследованиями в области химии, физики и биологии. Конвергентное обучение направлено на формирование именно такой междисциплинарной образовательной среды. Однако, если рассмотреть программы, цели и содержание обучения дисциплинам математического и естественнонаучного циклов, по которым реализуется подготовка в школе, то следует отметить в плане формирования мышления школьника высокую степень их суверенизации: математика формирует математическое мышление, физика – физическое и т.д.

Сегодня в школе происходит поиск путей перехода к новой образовательной парадигме. Речь идёт о достижении принципиально новых целей образования, состоящих в достижении нового уровня образованности отдельной личности и общества в целом. Однако, структура курса физики не подвергалась пересмотру, по крайней мере, в течение последних пятидесяти лет, сводясь к последовательности традиционных разделов "Механика". "Молекулярная физика", "Электромагнетизм" и т.д. Она лишь аддитивно дополнялась по мере возникновения новых научных результатов. Так появились разделы "Ядерная физика", "Элементарные частицы" и др.

Необходимо, чтобы курс физики, с одной стороны обеспечивал высокий уровень фундаментальных знаний, необходимых для изучения специальных учебных дисциплин, с другой – соответствовал новым требованиям гуманизации, открытости, становился практико-ориентированным.

Междисциплинарное образование направлено на освоение универсальных учебных действий и понятий, находящихся на стыке предметных дисциплин, которые в перспективе позволяют достигать высокие предметные результаты, успешно готовиться к сдаче ЕГЭ, поступлению на естественнонаучные и инженерные факультеты ВУЗов. Междисплинарная подготовки закладывается в средней школе, развивается в бакалавриате, закрепляется в магистратуре, конкретное направление формируется в аспирантуре.

В работах В.М. Блинова, П.Я. Гальперина, В.Ф. Лысова, В.В. Майера, А.В. Машукова с сотрудниками, Н.Я. Молоткова, Б.Н. Мухаметовой, Е.Б. Петровой, В.В. Светозарова, Ю.В. Светозарова, А.М.Толстика, М.Ф. Щанова и др. исследовались вопросы формирования исследовательских умений и навыков в условиях современного лабораторного практикума по физике.

Тем не менее, анализ публикаций показывает, что целенаправленных исследований по вопросам разработки новых концепций, содержания, организационных форм и методов использования междисциплинарных подходов в преподавании еще недостаточно.

В современных условиях акценты в образовании смещаются с принципа адаптивности на принцип компетентности выпускников. А.В. Хуторской рассматривает компетенцию в системе общего образования как совокупность взаимосвязанных качеств личности, отражающих заданные требования к образовательной подготовке выпускников, а компетентность - как обладание человеком соответствующей компетенцией. В результате полученного образования у человека должно быть сформировано целостное социальнопрофессиональное качество, позволяющее ему успешно решать производственные задачи и взаимодействовать с другими людьми, быть активным членом гражданского общества. однако, исследования и опыт практической работы позволяют выявить наличие в системе преподавания математических и физических дисциплин в школе следующие **противоречия между**:

– *существующими* традиционными системами обучения учащихся средних школ математике и физике в условиях отсутствия: вариативности содержания, общности научно-методических установок при изучении этих дисциплин; методов обучения и *необходимостью* разработки методических подходов к формированию системы обучения учащихся средних школ математике и физике, обеспечивающей: модификацию содержания, адекватно развитию научно-технического прогресса; преемственность, интегративность содержания на базе логико-содержательных связей между ними;

– *необходимостью* организации процесса обучения математическим и естественнонаучным учебным дисциплинам учащихся общеобразовательных школ на базе междисциплинарного подхода в обучении, обеспечивающего преемственность и интеграцию содержания и *отсутствием* методических разработок;

– между групповой формой организации процесса обучения и индивидуальными потребностями личности в развитии творческих способностей.

Проблема исследования заключается в необходимости разрешения указанных выше противоречий для повышения качества математической и естественнонаучной подготовки школьников как основе физико-математического образования для дальнейшего успешного обучения в инженерных вузах.

Объектом исследования – процесс обучения естественнонаучным и математическим дисциплинам в общеобразовательной школе.

Предмет исследования – модели и механизмы естественнонаучной подготовки учащихся в общеобразовательной школе.

Цель данного исследования – повышение уровня усвоения содержания курсов математики и физики учащихся в общеобразовательной школе.

Гипотеза исследования; если методические основы по естественнонаучным и математическим дисциплинам учащихся средней школы реализованы в условиях междисциплинарного подхода, обеспечивающего преемственность и интегративность содержания математических и естественнонаучных учебных дисциплин на базе логико-содержательных связей то это обеспечит достижение большинством учащихся среднеобразовательной школы повышения уровней обученности по физике.

Исходя из цели и гипотезы исследования, были сформулированы задачи исследования.

Провести анализ научно-методической литературы по вопросам конвергентного образования и междисциплинарных подходов в организации физико-математической подготовки учащихся в общеобразовательной школе.

Выявить направления совершенствования обучения физико-математическим дисциплинам в общеобразовательной школе.

3. Обосновать методические аспекты междисциплинарных подходов и определить принципы его реализации при обучении физико-математическим дисциплинам в общеобразовательной школе.

4. Разработать учебно-методические рекомендации, ориентированные на установление междисциплинарных связей для учителей физики и математики.

5. Провести педагогический эксперимент по проверке обученности учащихся в общеобразовательной школе по физике

Методологической основой исследования явились фундаментальные работы по педагогике и психологии (Бабанский Ю.К., Барабанщиков А.В., Беспалько В.П., Данилов М.А., Галперин П.Я., Ильина Т.А., Леонтьев А.Н., Краевский В.В., Никандров Н.Д., Скаткин М.Н., Талызина Н.Ф. и др.); теории деятельностного подхода в образовании (Выгодский Л.С., Галперин П.Я., Давыдов В.В., Леонтьев А.Н., Рубинштейн С.Л. и др.); методологии системного подхода в педагогике (Архангельский С.И., Беспалько В.П., Блауберг И.В., Краевский В.В., Талызина Н.Ф. и др.); теории профессионального обучения (Айнштейн В.О., Гершунский Б.С., Хуторской А.В. и др.); вопросам подготовки кадров технического профиля с использованием ИКТ (Латышев В.Л., Майков Э.В., Манушин Э.А., Сойфер В.А., Тарабрин О.А., Шабанов Г.И. и др.);

Практическая значимость исследования состоит в следующем:

– разработаны учебно-методические рекомендации по физике и математике на базе межпредметных связях,

– разработаны задания по физике и математике на базе межпредметных связях, обеспечивающих преемственность содержания.

Внедрение результатов научных исследований. Результаты исследования внедрены в учебный процесс на базе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения Лицей №10 в 9-11 классах

Глава I . Междисциплинарный подход при обучении физики и математики школьников общеобразовательной школы как основа инженерно-технического образования

1.1. Вопросы формирования естественнонаучного мировоззрения в курсе физики и математики

Формирование научного мировоззрения учащихся является одной из ведущих целей школьного физического образования. Мировоззрение включает в себя систему обобщенных взглядов на объективный мир и место в нем человека, определяет жизненные позиции людей, их идеалы, принципы познания и деятельности, убеждения, ценностные ориентации.

1. Становление мировоззрения человека происходит с момента его рождения, осознания им себя и своего места в мире. Генезис мировоззрения происходит в процессе целенаправленного его формирования при обучении и воспитании и при спонтанном общении личности. Целенаправленное формирование мировоззрения обучаемых - сложный, многозначный процесс теоретической, практической и когнитивной деятельности субъекта. [10]

При обучении в школе происходит формирование научного мировоззрения человека. Физика - это один из предметов, имеющих первостепенное значение при формировании научного мировоззрения, дающих возможность использования для этого разнообразных методов.

Проблема формирования научного мировоззрения в учебном процессе по физике исследовалась В.Ф.Ефименко, В.Г.Разумовским, А.В.Усовой, Л.Я.Зориной, Ю.А.Коварским, В.Г.Ивановым, Г.М.Голиным и другими учеными. Ими доказано, что систематизация материала курса физики на основе фундаментальных физических теорий и идей научной картины миры является одним из главных условий ее решения. Они, опираясь на результат психолого-педагогических исследований Н.А. Менчинской, Э.И.Моносзона, А.Н.Леонтьева и др., разработали критерии сформированности научного мировоззрения учащихся, применимые в учебном процессе по физике.

В.Н. Мошанским определены философские положения, которые должны раскрываться при изучении физики в старших классах: материальность мира, диалектика природы, диалектико-материалистический характер процесса познания природы.

Пути раскрытия ценностного аспекта науки на уроках физики старшей школы выявлены И.М.Авдеевой и С.А.Чандаевой.

Таким образом в методике преподавания физики разработана целостная концепция формирования научного мировоззрения старшеклассников, показаны общие черты взаимодействия предметов а соответственно определены межпредмтные и метапредметные связи.

Научное мировоззрение учащихся формируется в процессе изучения физики и математики на основе применения методологических положений, философской интерпретации выводов физических теорий, использования историзма в преподавании. В результате ученики осваивают необходимые знания, для выработки диалектико-материалистических убеждений и социальных навыков.

Ускорение научно-технического прогресса, социально-экономические преобразования, создание мирового образовательного пространства, увеличение конкурентности в мировом сообществе обуславливают необходимость повышения уровня требований к формированию научного, научно-технического и технологического мировоззрения учащихся на только старшей, но и основной школы.

Так как знания приобретают личностный, мировоззренческий характер, если они получены в результате критической мыслительной деятельности, проверены на практике, являются не пассивной принадлежностью умственного багажа, а принципом действия [3], то необходимо для целенаправленного формирования научного мировоззрения на уроках физики использовать активные и действенные методы.

Целесообразно определить следующие методы формирования научного мировоззрения обучаемых.

1. Установление связей между изучаемыми явлениями и правильное их математическое и физическое объяснение.

Устанавливаемые между явлениями связи называются предметными. Выделяется два вида предметных связей: внутрипредметные и межпредметные. Внутрипередметные связи - это связи между элементами структуры курсов различных учебных дисциплин, устанавливаемые через содержание понятий, законов, принципов и теорий.

Образовательные функции внутрипредметных и межпредметных связей:

- Формирование у учащихся системы знаний об окружающей среде, отражающей взаимосвязь различных форм движения материи;
- анализ развития общих естественнонаучных принципов, понятий, законов, теорий. Так, единство естественнонаучного знания и зависимости между предметами одного цикла основаны на наиболее общих, фундаментальных, понятиях: "материя", "вещество", "энергия", "поле", "пространство", "время", "масса";
- формирование единых мировоззренческих взглядов учащихся; и есвтевтеннонаучных представлений о мире.
- формирование диалектико-материалистического мировоззрения и миропонимания возможно лишь на основе широких внутрипредметных, межпредметных и метапредметных свзяей;
- Интегрирование системы содержания учебных предметов создают прочный фундамент научного мировоззрения и миропонимания, сформировать которое в рамках одного или нескольких, но отделенных друг от друга предметов невозможно;
- реализация идеи воспитывающего обучения требует усиления междисциплинарных отношений, сближения и объединения предметов

гуманитарного и естественно-математического циклов и усиления внутрипрепдметных связей, поэтапного формирования понятий от одних разделов физики к другим;

Развивающие функции межпредметных и метапредметных связей:

- среди общих видов деятельности рассматривается когнитивная, речевая и творческая;
- позиции поэтапного формирования умственных действий.

Основные направления деятельности педагогов по реализации внутрипредметных и межпредметных связей:

- согласование изучения учебных дисциплин, при котором один предмет готовит "почву" для изучения других (роль такой почвы выполняет система понятий и учебных умений);

-обеспечение преемственности в форимровании общих понятий, законов и теорий;

-единая интерпретация одних и тех же изучаемых в разных предметах и в разных разделах курса физики и математики законов, понятий и теорий, единство требований к их усвоению;

-структурирование материала по темам, и согласование тем с календарно-тематическим планированием.

-обеспечение общих подходов к формированию у учащихся умений и навыков учебно-воспитательного труда, преемственности в их развитии;

-иллюстрация общности и наглядности методов исследования, применяемых в различных науках (наблюдение, эксперимент, теоретический анализ и.т.д.);

-создание необходимых условий для деятельностного применения и углубления знаний.

-устранение дублирования в изучении тех или иных вопросов по различным предметам

-применение упражнений, требующих комплексного применения знаний из различных дисциплин;

-использование комплексных форм учебных занятий с целью систематизации и обобщения знаний, получаемых учащимися при изучении разных дисциплин.

Все указанные направления важны, необходимо использовать наиболее эффективные способы их сочетания и реализации, поскольку положительное влияние внутрипредметных и межпредметных связей на качество знаний учащихся, на развитие диалектического метода мышления, формирование научного мировоззрения и целостной картины мира может быть достигнуто при комплексном решении проблемы и на различных занятиях.

2. Строгое в научно-методическом отношении изложение основ физики и математики в соответствии с современной картиной мира, включающей знания по физике, информатике, химии и др наукам.

Современная физическая картина мира - тот базис, который должен сформироваться у учащихся к концу изучения курса физики, обязан быть переложен не только на естественнонаучное направление, но и быть востребованным в гуманитарном аспекте. Современный этап эволюции физической картины мира связан с попытками выхода за пределы релятивистских представлений о пространстве и времени и происходит на основе глубокого проникновения в физику идей материалистической диалектики Преодоление возникающих затруднений квантово полевой картины мира (объединение всех фундаментальных взаимодействий; квантование пространства и времени; квантование гравитационного поля; карпускулярность элементарных частиц и дискретность спекра их масс и т.д.) ученые видят в углублении концепции диалектико-материалистического миропонимания. Современные направления развития квантово - полевых теорий:

1. Введение нелокальных взаимодействий, то есть взаимодействий, осуществляющихся элементарными частицами на малых расстояниях даже тогда, когда их поля не перекрываются;

2. Введение независимой метрики в гильбертовом пространстве (обобщение понятия евклидового векторного пространства на бесконечномерный случай).

Развитие физического знания происходит в направлении становления, развития и смены физических картин мира. Не составляет исключения и квантово - полевая картина мира в построении новых, более глубоких физических теорий, Однако и на смену ей придет новая физическая картина мира в основе которой будут лежать более глубокие, чем сложившиеся в настоящее время квантово - полевые представления о материи, ее видах и формах ее существования.

Сегодня в школе происходит поиск путей перехода к новой образовательной парадигме. Речь идёт о достижении принципиально новых целей образования, состоящих в достижении нового уровня образованности отдельной личности и общества в целом. Однако, структура курса физики не подвергалась пересмотру, по крайней мере, в течение последних пятидесяти лет, сводясь к последовательности традиционных разделов "Механика". "Молекулярная физика", "Электромагнетизм" и т.д. Она лишь аддитивно дополнялась по мере возникновения новых научных результатов. Так появились разделы "Ядерная физика", "Элементарные частицы" и др. Кроме того, в этих условиях количество часов на изучение курса непрерывно и неоправданно сокращалось, что превратилось уже в серьезную угрозу для высшего технического образования.

В работах В.М. Блинова, П.Я. Гальперина, В.Ф. Лысова, В.В. Майера, А.В. Машукова с сотрудниками, Н.Я. Молоткова, Б.Н. Мухаметовой, Е.Б. Петровой, В.В. Светозарова, Ю.В. Светозарова, А.М.Толстика, М.Ф. Щанова исследовались вопросы формирования исследовательских умений и навыков в условиях современного лабораторного практикума по физике.

1.2. Конвергентное образование как основа пути совершенствования системы естественнонаучной подготовки школьников

Один из величайших теоретиков мира Шредингер, основатель квантовой теории, еще в 50 г прошлого века попытался ответить на вопрос «В чем ценность естественных наук?» Ответ: «Их сфера, цель и ценность такие же, как и у любой другой области человеческого знания. Более того, ни одна из них в отдельности, но лишь их союз имеет какую-то сферу или ценность». И добавляет «изолированные знания, полученные группой специалистов в узкой области, не представляют какой бы то ни было ценности, они представляют ценность только в синтезе со всеми остальными знаниями, любые специализированные исследования имеют настоящую ценность только в контексте интегрированной совокупности знаний».

В статье «Университеты Германии» (опубликована 11 декабря 1949 г. в *«The Observer»)* Роберт Бэрли, директор Итонского колледжа (самый известный из среднеобразовательных учебных заведений мира, колледж в Великобритании, основан в 1440 г.), процитировал несколько строк из отчета Комиссии по реформе колледжей и университетов Германии. В отчете говорится следующее:

Каждый преподаватель школы или колледжа должен обладать следующими качествами:

1. Видеть границы содержания своего предмета. В процессе обучения ознакомить с ними студентов и показать, что за этими пределами вступают в игру силы, которые уже не являются полностью рациональными, а возникают из жизни и самого человеческого общества.

2. Для каждого предмета показывать путь, выводящий за его узкие рамки к широким горизонтам.

Современные производства требуют принципиально новых технических, технологических и организационно-управленческих подходов, которые могут разрабатывать специалисты (инженеры), обладающие глубокими фундаментальными знаниями, способные интегрировать идеи из различных областей знаний.

Перечислим наиболее важные качества, которыми должен обладать современный инженер:

1. Твердые фундаментальные знания в области естественных наук.

2. Глубокие знания в области инженерных технологий.

3. Способность творчески применять знания из математики, естественных наук и прикладных дисциплин.

4. Способность планировать и выполнять эксперименты, а также умение проводить анализ и интерпретацию полученных данных.

5.Способность к инновациям и системному мышлению.

6.Способность формулировать и решать технические проблемы.

7. Готовность к саморазвитию и повышению качества своей работы.

8. Умение работать в междисциплинарной команде.

9. Обладание коммуникационными и управленческими навыками, а также
лидерскими качествами.

10. Признание необходимости и наличие потребности в непрерывном образовании на протяжении всей трудовой деятельности.

Чрезвычайно сложные технологии требуют специалистов принципиально нового класса, подготовленных уже на междисциплинарной основе. При этом такие «междисциплинарно» образованные специалисты создадут элиту научного сообщества.

Образование на всех этапах должно формировать у учащихся целостную картину мира.

Основы конвергентного (междисциплинаоное) образования можно закладывать **в средней школе;** развивть в бакалавриате; закрепляется в магистратуре; конкретное направление формируется в аспирантуре.

Анализ учебных программ по физике и математике показывает, что при построении учебных курсов практически не реализуется принцип преемственности **содержательной** компоненты обучения, отсутствует общность научно методических установок. Это приводит к разрыву логико-содержательных связей между этими дисциплинами.

Тогда успешность освоения многих учебных дисциплин на первых курсах в вузе, существенным образом ухудшится, поскольку оно зависит от знаний по математике и физике, сформированных в школе. Реальное положение показывает, что знание, умение и навыки по алгебре, геометрии, тригонометрии и механики в современной школе формируются крайне слабо.

Одной из проблем современного школьного образования является традиционное преподавание предметов математического и естественнонаучного циклов изолированно друг от друга, в результате чего у учащихся происходит неполное формирование целостной картины мира, непонимание значимости математики, как инструмента познания и описания законов через построения математических моделей.

Вывод: в средней и высшей школе реформирование системы обучения прежде всего требует четкого определения целей и стратегии обучения предметам математических и естественнонаучных циклов и установления логико-содержательных связей между ними.

Подходя всесторонне к вопросам изучения курса физики, математики, информатики и других наук в школе нельзя не отметить тот факт, что ключевым аспектом образования является личностно-ориентированная среда, и соответственно невозможно обойти стороной когнитивные науки, которые изучают структуру субъективного опыта человека, причем делают это не в традиционной для философии абстрактной форме, а в эмпирическом ключе. [13] Поэтому когнитивная наука отличается от классической науки принципиально междисциплинарным объединением естественнонаучного и гуманитарного знания в рамках синтеза формируемой теоретической системы знания и реализуемой технологии. Такая трансформация научного мировоззрения направлена на переориентацию научной деятельности с познавательной на проективно-конструктивную. Наука постепенно интегрируется в организованную по новым принципам систему взаимодействия науки и технологии. В ней технологическая эффективность вместо истины, знание как проекты действия, а модель познания - конструирование [13]. В процессе конвергенции когнитивные технологии выполняют системную роль проверки соответствия разрабатываемых продуктов и услуг психофизиологическим и эргономическим характеристикам человека. В настоящей работе остановимся на одном из важных аспектов системной конвергенции, а именно, конвергентном образовании на основе когнитивных наук.

Такая постановка задачи настоящего анализа связана с известным определением когнитивных технологий, как системы методов, алгоритмов и программ, моделирующих и усиливающих познавательные способности людей для решения практических задач, например, [6] выявления и идентификации закономерностей в массивах данных и знаний, проектирования сложных систем, принятия решений в условиях недостаточности информации и.т.д. Перспективность когнитивных способностей человека, его воображения и ассоциативного мышления. Но достижения конитивных технологий в первую очередь связаны с осознанием ключеваой роли самоорганизации в процессах обучения, принятия решений, распознваания образов. Так естественным образом, мы попадем в область образовательных технологий, а именно, технологий связанных с фундаментальными когнитивными навыками и умениями, формирующими умение думать. В результате получаем возможность наряду с описательными процедурами реализовывать интеллектуальный процесс, в котором формируется умение понять, что происходит и как происходит, в котором формируется умение планирования как ключевого процесса, без которого не возможна какая-либо деятельность. Итак, ориентация на развитие интеллектуальных способностей человека предполагает обучение, как преподавание когнитивных навыков, способных помогать нам в жизни, и не должно быть принуждением учить правила и формулы.

Базовым понятием здесь являются когнитивные модели. Учитывая уже отмеченный междисциплинарный характер когнитивной науки, отметим, что наряду с термином когнитивная модель, используемым в данной работе, в научной литературе встречаются термины, близкие по сущности, а именно, когнитивные карты, интеллектуальные модели, ментальные модели, наконец, модели восприятия. В любом случае речь идет о моделях помогающих сформировать системную картину происходящего, позволяющих исследовать проблемную ситуацию и способствующих выработке общего видения стратегии ее разрешения. И хотя существует множество разновидностей когнитивных моделей, наиболее часто они разрабатываются в виде причинно следственных диаграмм (когнитивных карт). Когнитивную кару можно поднимать как схематичное, упрощенное описание картины мира индивида, точнее ее фрагмента, относящегося к данной проблемной ситуации. Специалисты по когнитивной психологии считают, что каузальная (причинная) схема рисует путь размышлений человека о возможных причинах в связи с данным следствием. Это обеспечивает человека средствами делать причинные атрибуции на основе ограниченной информации. Допускается также, что у каждого человека есть некий репертуар мыслительных моделей для анализа причин. Когнитивная карта, как удобная схема визуализации представлений, позволяет исследователю преодолеть противопоставление субъекта и объекта, учесть влияние прводимого исследования на исследуемый социальный объект и контролировать обратное воздействие социального процесса на включенного в него соцолога. Таково исходное понимание. Современные когнитивые модели существенно продвинулись в своем развитии. Применение когнитивных моделей для решения аналитических задач описано в рамках исследований по управлению качеством, в информационных системах, разработке стратегии организации, в политическом анализе в принятии решений и.т.д.[11]. Однако образовательный потенциал методики пока используется только на уровне специализаций профессионального образования.

Возрастающая сложность окружающего мира и необходимость повышения качества прогноза привели к формированию все более сложных и глубоких методов и средств анализа на основе когнитивных моделей. Наиболее известным и распространенным методом и инструментарием, имеющем в основании когнитивное моделирование, является системная динамика[2]. Согласно теории системной динамики, системы состоят из множества переменных, которые взаимодействуют друг с другом посредством петель обратной связи, которые в свою очередь могут взаимодействовать между собой. Системные взаимодействия между петлями обратной связи составляют каркас системы. Именно этот каркас и определяет деятельность системы в целом. Система определяется границами, внутри которых заключаются все важные взаимодействующие элементы. Внутри системы определяются все взаимодействия положительной и отрицательной связи. Для всех связей и взаимодействий между ними описываются количественные и качественные характеристики. В системе также определяются "точки приложения", в которых можно вмешаться в процессы и изменить поведение системы. Методология и инструментарий системной динамики включает два взаимно пересекающихся этапа исследования. Первый предполагает построение модели как когнитивной карты, второй - переход к модели компьютерной имитации и проведение компьютерных экспериментов. Изначально системная динамика ориентировала пользователей на принципиально обучающий характер методологии. Создаваемая динамичная модель являлась своеобразным симулятором, позволяющим в режиме имитации тренироваться и обучаться пользователям(учащимся, исследователям и т.п.) И здесь вновь приходится отмечать, что системная динамика, несмотря на широкое использование метода и специализированных программных средств, по прежнему является только научным и профессиональным инструментарием. Его изучение и освоение осуществляются в рамках дисциплин специализации магистратуры и специализаций аспирантуры. Парадокс заключается в том, что большинство студентов узнают о системной динамике не в базовых дисциплинах бакалавриата, а в компьютерных играх-симуляторах.

1.3. Прикладные аспекты образования в условиях развития технологий современного мира

В связи с вышеописанными проблемами нельзя не отметить тот факт, что развитие технологий вносит свои коррективы в развитие образования, акцент образования все более и более направлен не на отработку новых навыков, и изучение определенных истин, а на подготовку высококвалифицированных кадров под все более ускоряющийся технический прогресс. Информатизация общества послужила основанием для возникновения новых форм и методов организации образовательного процесса. Электронные средства обучения и коммуникации во многом определяют темпы и возможности, а так же результативность современного образования, а также формирование новой научной и технической базы современного комплекса знаний. Для создания современных научнотехнических образовательных программ необходимо развернуть разного рода исследования, подготовить теоретический, методологический, понятийный материал, а также организовать принципиально новые междисплинарные лаборатории или научно-исследовательские группы. Возможно, будут организованы т.н. образовательно-технологические центры, которые будут функционировать как на базе определенных, уже сформировавшихся учебных заведений, так и автономно.

Результатами исследований научного и творческого процесса в подобного рода учебных заведениях могут стать разнообразные антропоморфные открытия, изобретения, принципиально новые технологии, раскрывающие новые возможности органической и неорганической природы.

Перед образовательными организациями встает вопрос необходимости организации нового образовательного подхода, в который входит получение глубоких знаний в таких направления как естественные науки, математика, химия и др., а так же хотелось бы добавить такие науки как педагогика и психология. Именно при компиляции этих наук можно заявлять об обладании научно-технологическим фундаментом для организации сверхсовременных исследовательских задач.

Традиционной целью образования всегда было получение знаний и навыков, но не менее важным результатом образования является формирование толерантного социума, развитие личностных качеств у учащихся, развитие культуросозидательного фактора, формирование человеческого капитала [4]. Под человеческим капиталом подразумеваются сообщества людей, способных и готовых к высококвалифицированной работе с учетом современных требований.

В современном образовании и обществе встает вопрос о необходимости применения деятельностных методик. Задача деятельностных методик заключается в том, что учащемуся следует помочь получить следующие навыки: ставить задачу, уметь ее решать, компетентно искать информацию, анализировать полученные результаты, доступно доносить свои мысли, грамотно себя [1]

Для формирования образовательного пространства конвергентных технологий обязательным условием является работа основных подразделений образовательного учреждения нового образца, а именно когнитивных наук и информационных технологий, направленных на образовательную деятельность. Разработки и проекты нового образования должны реализовываться не только в перспективе, но и в реальной действительности. Для этого необходимо выработать определенную систему поиска заинтересованных в этих разработках учреждений, а также социологические методики выявления целевых аудиторий. Нельзя не заметить, что в сложившейся ситуации важнейшей мировой тенденцией образования является его интеграция и интернационализация. Которая ведет к сближению стран и созданию условий для формирования единого мирового образовательного пространства. Присоединение Росси к Болонской декларации (2003г.) принятой большинством стран, означает движение нашей страны в направлении конвергенции образовательных систем. В то же время, процесс перехода к общееuропеским стандартам в системе российского образования не означает тождества, простого копирования опыта западных моделей образования. Мы должны сохраняя все лучшее, что было накоплено за многие десятилетия в отечественной системе образования, модернизировать ее на основе современного мирового опыта.

Интеграция и интернационализация образования формирует мировой рынок образовательных стандартов и услуг. Сейчас уже появились и действуют более технологичные открытые образовательные системы, которые оказывают образовательные услуги межгосударственного масштаба. Так, наряду с традиционным образованием стали широко использоваться нетрадиционные способы обучения, основанные на современных образовательных стандартах. В первую очередь речь идет об открытых и дистанционных методах обучения.

Развитие государственного и негосударственного образования, основанных на новых информационных технологиях, требует разработки инновационного подхода к системе обучения, с переосмыслением основных целей и сущности социального института. Институциональные основы новой системы образования связаны с развитием современных тенденций в образовательной деятельности.

К современным тенденциям развития общего образования относятся такие, как диверсификация, интернационализация, индивидуализация и компьютеризация, а также развитие цикличности и многоступенчатости. Все эти тенденции способствуют возрастанию качества образования в соответствии с современным заказом общества.

Диверсификация проявляется в расширении разнообразных подходов к содержанию образования, с развитием новых дисциплин и специальностей, форм обучения, методов и технологий. На этой основе возникает новое качество специальностей и дисциплин, технологий и методов в управлении образованием. Диверсификация образования проявляется в различных его характеристиках- методике, методологии, организации, контроле знаний и технологии.

Не менее важной тенденцией является индивидуализация обучения, нацеленная на то, чтобы перейти от сложившейся в прошлом системы единообразного обучения для всех к качественному образованию для каждого. Такой подход может быть осуществлен посредством разработки разных образовательных программ, и приведение их в соответствие межпредметных связей. А так же нацеленный на личносто-ориентированный подход, обеспечивающий не только индивидуальные особенности учащегося, но и преподавателя. В условиях индивидуального обучения значительное внимание отводится развитию умения самостоятельно учиться, способности самостоятельной когнитивной деятельности с использованием современных средств и перспектив в информационных технологиях.

В условиях индивидуализации обучения современное образование должно быть непрерывным. Необходимость непрерывного образования определена потребностью человека к постоянному накоплению знаний в течении своей профессиональной деятельности а также прогрессом науки и техники. Непрерывное образование - это процесс роста образовательного потенциала личности в течение жизни и в различных сферах деятельности, обеспеченный системой общественных и государственных институтов и соответствующий потребностям личности и общества.

Современное инновационное образование - это опережающее образование, отличительной особенностью которого является разработка передовых методов и способов приобретения знаний, формирующих личность в едином мировом информационно-образовательном пространстве. [9] Суть опережающего образования заключается в том, чтобы обеспечить приоритетное развитие системы образования на фоне других социально-экономических факторов.

Интенсификация образования оказывается необычайно востребованным процессом в условиях резкого увеличения потока информации. В связи с этим в системе образования появляется возможность интенсификации знаний, основанная на новых методах информационного и методического обеспечения, структуры образовательной программы, комфортности условий получения образования.

Переход на новые методы в образовательной деятельности возможен лишь на основе использования инновационных технологий. В соответствии с международными стандартами инновация определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта. Инновации в образовании - это актуально значимые и системоорганизующие нововведения, возникающие на основе разнообразия инициатив, которые становятся перспективными для эволюции образования, позитивно влияют на развитие всех форм и методов обучения. Понятие "инновационная деятельность" применительно к развитию современного образования может быть рассмотрена как целенаправленное преобразование содержания обучения и организационно-технологических основ образовательного процесса, направленное на повышение качества образовательных услуг, конкурентоспособности образовательных учреждений и их выпускников, обеспечение всестороннего личностного и профессионального развития обучаемых. Инновации в системе российского образования имеют закономерный характер, их содержание, формы и способы осуществления зависят как от глобальных проблем развития человечества, так и от социально-экономических, правовых, духовных и политических процессов реформирования российского общества. [9]

Основу социальных инноваций обеспечивает модернизация и информатизация российского образования. Основная задача модернизации состоит в создании механизма развития система образования, обеспечения ее соответствия требованиям 21 века, социальным и экономическим потребностям развития страны, запросам общества и государства. Модернизация российского образования - это инновационный процесс преобразования всей образовательной среды, нацеленный на максимальное удовлетворение потребностей общества по максимально широкому диапазону специальностей. При этом образование должно давать ожидаемый эффект независимо от места нахождения, как учащегося, так и образовательного ресурса, в котором он нуждается. Результатом модернизации должно стать достижение нового качества российского образования, которое определяется, в первую очередь, его соответствием актуальным и перспективным запросам современной жизни страны.

Согласно фундаментальным принципам, изложенным в Болонской Декларации, исследования должны непрерывно приспосабливаться к меняющемся потребностям общества и достижениям научно-технического прогресса. Современность предъявляет особые требования к человеку, чтобы соответствовать им, необходимо обладать определенными качествами и ценностями, которые бы позволили индивиду эффективно функционировать в обществе.

Перемены в образовании, их осмысление и прогнозирование отстают от темпов изменение общества и от потребностей самого образования, соответственно, современная система образования сталкивается с множеством различных проблем. Самой важной из них является ускорение и непредсказуемость экономического и технологического развития. Другая проблема - это рынок труда, где наличие и сохранение работы больше не гарантируется. Именно рынок требует в дополнение к основному образованию непрерывного повышения образовательного уровня в течение всей жизни, к тому же особенностью современного этапа развития в мире является ведущая роль умственной деятельности, переход к когнитивному обществу.

В этом контексте система образования должна стать более гибкой, интенсивнее использовать контакты между содержанием разных учебных предметов, а также представлять возможности для приобретения ключевых компетенций, связанных с развитием мышления, наличием собственной точки зрения, управленческими способностями, навыками коллективной работы, не идущими в разрез с развитием индивидуальных способностей, стремлением овладеть новейшими технологиями, то есть развитыми личностными ресурсами. Следовательно, необходим поиск педагогических технологий, способствующих содействию в развитии личностных ресурсов учащихся.

Педагогическую технологию понимают как последовательную, взаимосвязанную систему действий педагога, направленных на решение педагогических задач, или как планомерное и последовательное воплощение на практике заранее спланированного педагогического процесса. Данное представление о педагогической деятельности предполагает следующее:

-технология предусматривает взаимосвязанную деятельность учителя и учащихся с учетом принципов индивидуализации и дифференциации, оптимальной реализации человеческих и технических возможностей, диалогического общения.

-элементы педагогической технологии должны быть, с одной стороны, воспроизводимы любым учителем, а с другой, - гарантировать достижение планируемых результатов (государственного образовательного стандарта) всеми учащимися.

-органической частью педагогической технологии являются диагностические процедуры, содержащие критерии, показатели и инструментарий измерения результатов деятельности. [5].

Во многом дополнительное образование играет важную роль в становлении естественнонаучного потенциала, и является важной нишей межпредметных связей. Конечно когда упоминается дополнительное образование, непосредственной близостью к физико-математическим наукам, а также к информатики находится робототехника и соответственно нельзя ей не уделить внимание. Несомненно, система современного образования должна играть ведущую роль в воспитании участников экономических отношений, которые смогут поддерживать свою конкурентоспособность, применяя умения творчески мыслить и находить нестандартные решения.[12]. Очевидно, что для достижения современных целей нужно разрабатывать и внедрять новые технологии. Технологии способные обеспечить высокую производительность в условиях все возрастающей конкуренции на рынке труда. Современный человек просто обязан уметь общаться и работать в условиях технологического прогресса. Сущность концептуальных требований к профессиональной компетентности сводится к расширению знаний, умений и навыков, необходимых непосредственно для повышения производительности труда, в сфере жизнедеятельности в целом. [7] Несомненно дополнительное образование играет важную роль в развитии личности в условиях современного общества. Раскрывает скрытый потенциал человека как совокупность возобновляемых ресурсов, которые могут быть им использованы и приведены в действие для достижения определенной цели или результата [А.А. Деркач, В.Г. Зазыкин, В.Н. Марков, Б.Д. Парыгин, В.И. Слободчиков и др.] Потенциал человека отражает некую меру единства достигнутого и возможного, явного и скрытого. Именно поэтому дополнительное образование участвует в раскрытии потенциала человека и в его развитии, дает человеку свободу действий и право выбора направления, наиболее способствующего развитию интересов как конкретного индивидуума, так и актуализации выбранного направления для общества.

Отличительной особенностью современного этапа развития педагогики дополнительного образования является активный теоретико-методический поиск: дополнительное образование детей рассматривается как "особый тип образования" который опирается на развивающие воспитательные возможности творческой системы образования. Этот потенциал состоит в возможности обеспечения:

- социализации, как развития и саморазвития ребенка в процессе усвоения и воспроизводства культуры;
- рекреации как средства восполнения его психофизических сил, сохранения и восстановления здоровья и творческого потенциала;
- досуга как способа содержательного проведения свободного времени;
- самоактуализации как способа воплощения собственных индивидуальных творческих интересов.

Система дополнительного образования включает в себя большой спектр различных дисциплин, каждая из них стремиться наиболее полно обеспечить ребенка возможностью саморазвития и самореализации. Не секрет, что из всего многообразия различных занятий особый статус имеют занятия по робототехнике. Робототехника - молодая, но быстро набирающая популярность дисциплина, включающая в себя знания по физике, математике, биологии, химии, материаловедению и т.д.

Многие сферы деятельности человека уже привычно сопровождают роботы, которые могут без помощи оператора тушить пожары, самостоятельно передвигаться по заранее неизвестной, реальной пересеченной местности, выполнять спасательные операции во время стихийных бедствий, аварий атомных электростанций, в борьбе с терроризмом. Кроме того, по мере развития и совершенствования робототехнических устройств возникла необходимость в мобильных роботах, предназначенных для удовлетворения каждодневных потребностей людей: роботах - сиделках, роботах - нянечек, роботах - домработницах, роботах - возможных детских и взрослых игрушках и т.д. И уже сейчас в современном производстве и промышленности востребованы специалисты обладающие знаниями в этой области. Поэтому, введение в образовательную среду раздела «основы робототехники» приобретает все большую значимость и актуальность в настоящее время. Перед современным обществом встает проблема актуализации кадров соответствующих новому укладу жизни, где робот является не просто игрушкой, а тем устройством, которое становится неотъемлемой частью жизни нового человека.

Исходя из вышесказанного целью робототехники в системе дополнительного образования определяют создание условий для становления проектного и инженерного мышления в области инженерно-технической деятельности у молодежи, вовлеченной в занятия научно-техническим творчеством; формирование мотивации молодежи к профессиональному самоопределению в сфере инженерно-технической деятельности. Для достижения этой цели ставятся определенные задачи. Чаще всего задачи включают в себя организацию занятости подростков в рамках деятельностого подхода, а также задачи вовлечения в техническую и проекционную деятельность заинтересованной молодежи.

Робототехника в школе представляет учащимся технологии 21 века, способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал. Дети и подростки лучше понимают, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают. При проведении занятий по робототехнике этот факт не просто учитывается, а реально используется на каждом занятии. [8]

Однако занятия робототехникой должны быть строго структурированы, каждый раздел обязан решать задачи все более сложные, а соответственно занятия в школе можно представить в виде модели, разбитой на несколько структурных компонентов:

- Целевой компонент
- Содержательный компонент
- Деятельностный компонент
- Результативный компонент

Следует отметить, что определяющим из структурных компонентов модели является целевой компонент. Целевой компонент представляет собой систему целей и задач развития исследовательского потенциала учащегося. В качестве основной цели можно считать систематизацию теоретических представлений о робототехнике и осуществлении исследовательской деятельности заинтересованной молодежи в современном образовательном учреждении. Основная цель реализуется через систему промежуточных целей по развитию исследовательского потенциала ученика.

Так с расширением представлений учащихся об эффективном способе освоения технических новинок развиваются его теоретические представления и способы результативного осуществления исследовательской деятельности. На первом этапе решаются следующие задачи: пропаганда важности исследовательских знаний, умений и способностей для повышения эффективности деятельности технической направленности, формировании и мотивации учащегося к научному поиску и творчеству; обогащение теоретических и практических знаний учащегося.

На формирующем этапе цель определена как организация практических исследований. Задачи формирующего этапа реализации модели: развитие исследовательского мышления в процессе занятия робототехникой, развитие личностных качеств: креативности, саморегуляции, комфортности.

Обобщающий этап предполагает анализ результатов, обобщение и представление достижений учащегося, выступление на различном уровне конференций, фестивалей, соревнований. Последний этап направлен на решение следующих задач: развитие способности в процессе обобщения и представления результата; формирование умений продуктивного сотрудничества в процессе общения со сверстниками и учителями.

Содержательный компонент - ведущий компонент модели, отражает предметное содержание, на основе которого осуществляется процесс развития исследовательского потенциала учащегося. Он образован содержанием программы робототехника, реализуемой в той или иной образовательной организации.

На этапе реализации программы учащимся предоставляется важность исследовательской деятельности в школе, развитие технической мысли, актуализация робототехники в общем. Решаются задачи технологического исследования, разбираются методы проектной деятельности не исключается и понятийный аппарат. На формирующем этапе учащиеся осваивают прикладные аспекты решения актуальных проблем в области технологий: учатся формировать гипотезу собственного исследования, затем выбирают нужные методы и подходы, конструируют модели, копирующие реальное поведение машин в соответствующих ситуациях. На обобщающем этапе в содержательный компонент включены следующие важные составляющие: оформление промежуточных и итоговых результатов, обобщение опыта работы над поставленной задачей.

Деятельностный компонент – это обучение на основе учебной деятельности, получение знаний в решении научно-познавательных и учебно-практических задач. Основной функцией деятельностного компонента модели является определение форм, методов и средств, ориентированных на развитие исследовательского потенциала учащегося.

Основными формами работы на этом этапе стоит выбрать: практические занятия, индивидуальные занятия, участие в конкурсах и конференциях различного уровня, решение практических задач, как локальных так и глобальных.

Помимо форм в составе деятельностного компонента модели находятся методы обучения. Целесообразно использовать те, которые относятся к обучению подростков (личностно-ориентированные, эмоционально-ценностные и др.). Важно понимать, что все эти методы обучения будут эффективны, если учащиеся открыты для обучения и активно включаются во взаимоотношения и сотрудничество; получают возможность для анализа и сравнения своей деятельности и реализации собственного потенциала; могут практически подготовиться к тому, с чем они столкнуться в будущей взрослой жизни и профессиональной деятельности.

Еще одной составляющей деятельностного компонента модели являются средства обучения учащихся: флагманская образовательная программа "Робототехника и НТТМ" , учебная литература, всевозможные конструкторы, видеофильмы, сопутствующие программы. Средства обучения на формирующем этапе: программы проведения занятий, планы кружковой работы, рекомендации преподавателя по организации исследовательской деятельности учащегося, представление опыта старших товарищей. Средства обучения на обобщающем этапе: исследовательские проекты, готовые конструкторские решения той или иной задачи.

Результативный компонент определяет успешность функционирования предлагаемой модели. В качестве ожидаемого результата является осознание учащимся значимости развития исследовательского потенциала, сформированность теоретических знаний о сущности исследовательской деятельности, развитие мотивации учащихся. Ожидаемый результат по окончании формирующего этапа реализации модели: овладение практических навыков в конструировании и программировании роботов, развитие инновационного мышления, развитие личностных качеств. В конце обобщающего этапа реализации модели: развитие способностей в процессе обобщения и представления результатов; формирование умений продуктивного сотрудничества в процессе распространения передовых идей.

На фоне вышеописанного хотелось бы уделить внимание возможности всестороннего анализа существующих программ по предметам естественнонаучного цикла, а так же математики и технологии. Несмотря на все вышеописанное сразу бросаются в глаза некоторые несоответствия, вызванные отчасти косностью образования, отчасти отсутствия коммуникации между предметами, а отсюда вытекают проблемы межпредметности образования. В частности: программа по математике 9 класс

№	Содержание материала	Количество часов
	Алгебра	
1	Глава I. Квадратичная функция	29
2	Глава II. Уравнения и неравенства с одной переменной	20
3	Глава III. Уравнения и неравенства с двумя переменными	24
4	Глава IV. Арифметическая и геометрическая прогрессии	17
5	Глава V. Элементы комбинаторики и теории вероятностей	17
6	Повторение	29
		136
	Геометрия	
7	Глава IX. Векторы	8
8	Глава X. Метод координат	10
9	Глава XI. Соотношения между сторонами и углами треугольника. Скалярное произведение векторов	11

10	Глава XII. Длина окружности и площадь круга	12
11	Глава XIII. Движения	8
12	Глава XIV. Начальные сведения из стереометрии	8
13	Об аксиомах стереометрии	2
14	Повторение	9
		68

И рабочая программа по физике:

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов (всего)	Из них (количество часов)	
			Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
1.	Кинематика.	21	1	1
2.	Динамика.	18	-	1
3.	Механика. Законы сохранения.	13	-	1
4.	Механические колебания и волны.	16	1	1
5.	Электромагнитное поле.	13	2	
6.	Квантовые явления.	16	2	1
7.	Физика и физические методы изучения природы.	2	-	-
8.	Повторение	3		
ИТОГО:	102			

Сравнительный анализ показал, что взаимодействие предметов налажено. Первой темой в геометрии является векторная алгебра, в алгебре - квадратичная функция, соответственно в физике стоит кинематика. Именно на кинематике нужны знания, умения и навыки работы в первую очередь с квадратичной функцией, пример - движение тела, брошенного под углом к горизонту. Ну и конечно никуда не возможно уйти от понятия вектор, он является одним из ключевых понятий физики, и сопровождает этот предмет в течении всего курса. Однако, как показывает практика, за ограниченностью часов и заданий как на физике, так и на геометрии знаний учащихся оказывается недостаточно, и они быстро забывают нужную информацию. Связи с чем появляются проблемы в первую очередь при изучении дальнейших разделов физики. По этой причине хотелось бы построить такую модель образовательной системы, в которой наиболее полно бы обеспечивалась преемственность учебных предметов, наиболее качественно устанавливались когнитивные связи и наблюдались межпредметные взаимодействия. Конечно, охватить материал всех предметов естественнонаучного цикла в рамках одной магистерской работы не представляется доступным. Ведь нужно рассматривать не только физику и математику, но также нельзя обойти стороной информатику, в которой можно удобно описать решение сложных уравнений или построить модели поведения той или иной системы, технологию, на примере робототехники, в которой можно наглядно показать как достижения физики, так математики и информатики. Например школьная задача: построить робота, который может попасть с определенного расстояния в мишень.

Я задался вопросом, а каким образом можно изменить темы по физике, так чтобы можно было наиболее полно и по возможности более качественно провести занятия. В данной работе присутствуют разработки некоторых занятий, в которых собран большой спектр заданий, способствующих более лучшему пониманию и, как следствие, более качественному усвоению материала.

Глава II. Построение математических моделей на уроках физики

Современная математика, в отличие от естественнонаучных дисциплин, изучает не явления и предметы реального мира, а количественные отношения и пространственные формы им присущие. Универсальность математических знаний проявляется в проникновение ее методов (прежде всего, методов математического моделирования) в другие области научного знания и рассматривается как язык науки, который необходим физикам, инженерам, биологам, медикам, социологам, философам и специалистам других направлений человеческой деятельности.

Совокупность математических моделей процессов и явлений в естественных, технических и социально-экономических науках, изучаемых в средней и высшей школах, сформулированы на языке математики. Следовательно, повышение эффективности и качества подготовки специалистов любого профиля в полной мере определяется эффективной математической подготовкой в средней школе, где закладывается основная база математических знаний при изучении таких ее разделов, как алгебра, геометрия, элементарные функции, уравнения, неравенства, тригонометрия, элементы векторной алгебры, основ теории вероятности, основ математического анализа.

Умение оперировать абстрактными понятиями (одно из основных свойств математика) совершенно необходимы обществу в наукоемких производствах любого профиля, в социологии, политике и образовании. Но это не относится к массовому обучению. Математику, как абстрактную науку, могут воспринимать далеко не все учащиеся средних школ, их единицы и учить этих особо одаренных школьников следует в специальных математических школах по отбору на математических олимпиадах.

В этой связи математику в средней школе можно изучать как единый инструмент изучения других научных дисциплин, тогда необходимо учить понимать абстрактные математические символы и переводить их в практическую плоскость, строить математические модели. В данном случае имеем ввиду то, что модель – это схема явления, более простая, чем оригинал, но отражающая его основные свойства, а математическая модель – описание этой схемы математическим языком.

Такой подход и представления помогут учащимся воспринимать как единое разделы математики, механики и другие параллельные предметы. Об этом написал президент Московского математического общества с 1932-1964 гг. академик П.С. Александров: "Несмотря на внешнюю разобщенность своих частей, математика едина и ее единство основано на самой сущности математики. Конечно, обучение математике нельзя подменить обучением ряду ее приложений и методов, не разъясняя сущности математических понятий и не учитывая внутреннюю логику самой математики. Так, подготовленные специалисты могут оказаться беспомощными при изучении новых конкретных явлений, поскольку будут лишены необходимой математической культуры и не приучены к рассмотрению абстрактных математических моделей».

Приведем пример: изучение функции составляет предмет всей математики, а установление функциональной зависимости между различного рода факторами составляет основные задачи естественнонаучных дисциплин. Последовательное изучение логико-содержательно связанных разделов математики способствуют более глубокому пониманию логики построения различных моделей математических, физических, природных процессов и технических явлений. Приобщение учащихся к построению математических моделей позволит дать им в руки инструмент познания природы. В связи с этим, предлагается решать в новый класс задач на уроках математики и физики в системе общего образования.

Одна из них – движение точки на плоскости, которое задается параметрическими кривыми. Траектория движения точки находится в координатной плоскости Oxy. Стоит задача перехода от параметрического задания функции к ее заданию в явном виде:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t), \Rightarrow y = y(x). \\ y = y(t); \end{cases}$$

Решая подобные задачи, где функции могут быть любыми, возникает целостность изучения механики, алгебры, тригонометрии, теории элементарных функций, уравнений и неравенств, математического анализа.

Классическую задачу из математического анализа «Дан график функции. Нарисовать график производной» для понимания производной можно переформулировать так: «Дано уравнение движения точки (дана некая функция). Нарисовать график скорости и ускорения (первой и второй производных)».

К сожалению, в современной школе преподаватели математики, как правило, не видят взаимосвязи с физикой, в частности, с разделом «механика». Хотя механика оперирует математическими моделями движения! Более того, преподаватели математики не знают (и не очень хотят знать) какой конкретно материал дается параллельно коллегами на уроках, например, физики и каким способом строятся там модели реальных объектов и выводятся закономерности. Если и вводятся в школах междисциплинарные связи в рамках ФГОС, то чисто формально. Отсюда нередки либо повторы изученного материала, либо междисциплинарные пробелы. Нередко в школах физику стали считать второстепенным предметом. Более того, при изложении некоторых разделов в существующих учебниках по физике допущено ошибочное представление о принципах классической механики И. Ньютона. Ярким примером служит понятие веса тела.

Обособленность математических знаний от изучения естественнонаучных и технических предметов в школе приводят к тому, что выпускник общеобразовательной школы при поступлении в технический ВУЗ испытывает колоссальные сложности при обучении.

Школьный курс математики должен стать для большинства учащихся языком познания природной и социальной среды, объектов техносферы и процессов, описывающих их функционирования и взаимодействие. Ее изучение в средней школе предполагает достижение следующих целей:

1. Пробуждение и развитие устойчивого интереса учащихся к математике и ее приложениям.
2. Оптимальное развитие математических способностей и привитие учащимся определенных навыков научно-исследовательского характера.
3. Воспитание математической культуры.
4. Развитие у учащихся умения самостоятельно и творчески работать с учебной и научно-популярной литературой.
5. Расширение и углубление представлений учащихся о практическом значении математики в технике и на практике.

2.1 Функции и траектории движения точки

Параметрическое задание функции. Кривые можно задавать аналитически, графически и таблично. Например, функция $y = x^2$, а ее график – парабола. Каждому значению x соответствует только одно значение y, то есть задается функция $y = y \;\; x$. Такой вид задания функции называется *явным.* Явный способ задания функции не дает возможности задать замкнутую кривую в виде $y = y \;\; x$, например окружность. Альтернативным способом задания функций является задание кривой через параметр, иначе говоря – *параметрической* функцией.

Параметрическое задание функции – это выражение функциональной зависимости координат x и y через параметр t. Например, кривые в плоскости задаются уравнениями:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t), \\ y = y(t). \end{cases} \qquad (1)$$

Тогда любому параметру t_o соответствуют определенное значение $x(t_o)$ и определенное значение $y(t_o)$, следовательно, и определенная точка $M(x_o;y_o)$ на плоскости Oxy. Когда параметр t пробегает все возможные значения, определяются области определения функций (1), тогда в этой области точка $M(x;y)$ опишет некоторую кривую в плоскости Oxy.

Особенности кривых, заданных параметрическим способом:

1. Обе декартовые координаты $(x;y)$ являются равноправными и вычисляются как функции вспомогательного параметра t;

2. Кривые, заданные параметрическим способом, имеют более разнообразные формы, чем это позволяют функции, заданные в явном виде.

3. Параметрические задания функций широко применяется в механике.

Траектория движения точки. Линию, которую описывает движущаяся точка в плоскости Oxy, назовем *траекторией*. Для любого момента времени t из уравнений (1) можно определить координаты точки в этот момент. Придавая различные значения $t \geq 0$, получим множество значений

$x(t)$ движущейся точки в плоскости Oxy – ее траекторию. Следовательно, уравнения движения одновременно являются *уравнениями траектории* в параметрической форме, причем параметром служит время t.

Чтобы получить уравнение траектории в явном виде $y = y(x)$ (в виде зависимости между координатами точки), достаточно из уравнений (1) исключить параметр t (время).

1. Прямолинейное движение точки. Механическое прямолинейное движение точки будет задаваться параметрическим уравнением:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t). \end{cases} \qquad (2)$$

Если рассматривать значения x как координату точки на координатной оси Ox, то каждому значению t соответствует определенная точка на прямой. Когда t меняется от t_1 до t_2, точка проходит путь, равный длине этого отрезка.

***Пример* 2.1.** Пусть движение точки M задано параметрическим уравнением:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x(t) = t^2 - 4t. \end{cases} \qquad (a)$$

где x выражено в *см*, t – в *сек*.

Требуется вычислить геометрически путь S, пройденный точкой, за 5 *сек*.

Решение. Построим график функции (а) в параметрической плоскости Oxt. Размерность вертикальной оси Ox – метры (*м*), горизонтальной оси Ot – секунды (*сек*), здесь $t \geq 0$ – абсолютное время.

Имеем

$$x(t) = t^2 - 4t = t^2 - 2 \cdot 2t + 4 - 4 = (t-2)^2 - 4. \qquad (б)$$

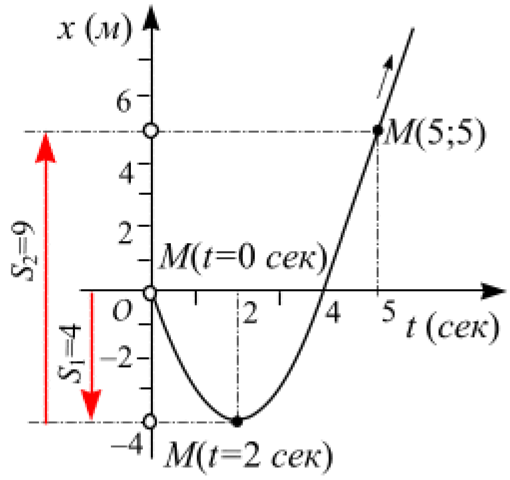


Рис. 2.1

График заданной функции – парабола, ветви которой направлены вверх, вершина параболы находится в точке с координатами $(2;-4)$, рис. 2.1.

Согласно преобразованному уравнению движения (б), точка *М* при $t = 0$ будет находиться на оси Ox в координате $x(t=0) = 0$.

При $0 < t < 2$ *сек* точка движется вниз по оси Ox до координаты $x = -4$ *м*, при $t \geq 2$ *сек* точка меняет направление движения и продолжает движение вверх по оси x до бесконечности. В момент времени $t = 5$ *сек* точка будет находиться на оси Ox в координате $x = 5$ *м*.

В математических символах это можно записать так:

$$x(t) = t^2 - 4t = t(t-4) \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t=0,\ x_1=0,\ x_2=4; \\ t=2,\ x=-4; \\ t=5,\ x=5; \\ t\to\infty,\ x(\infty)\to\infty. \end{array}\right.$$

На графике видно, что за 2 *сек* точка M пройдет путь, равный 4 *м*, за время $2<t<5\,сек$ точка пройдет еще $(4+5)$ *м.*

Путь S, пройденный точкой за 5 *сек,* равен:

$$S = S_1 + S_2 = 4 + (4+5) = 4+9 = 13 \text{ м}.$$

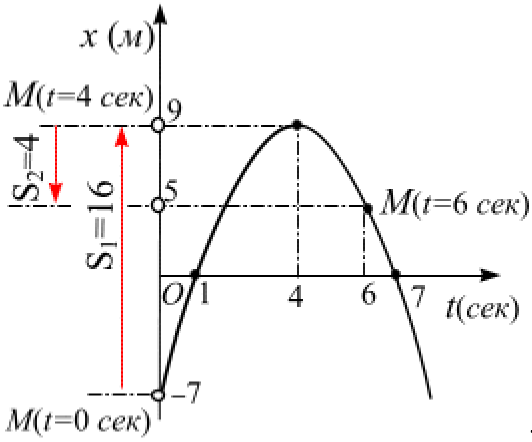
***Пример* 4.17.** Движение точки M задано параметрическим уравнением:

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = -(t-4)^2 + 9. \end{cases} \qquad \text{(a)}$$

Вычислить путь σ в метрах, пройденный точкой *М* за 6 *сек*.

Решение. Построим график функции (а) в параметрической плоскости Oxt. Размерность вертикальной оси Ox – метры (*м*), горизонтальной оси Ot – секунды (*сек*). Графиком этой функции является парабола, ветви которой направлены вниз, вершина параболы имеет координаты $(4;9)$, рис. 4.15. Согласно уравнению движения (а), точка *М* при $t=0$ будет находиться на оси

Ox в координате $x(t=0)=-7$. При $0<t<4$ *сек* точка движется вверх по оси Ox до координаты $x=9$ *м*, при $t\geq 4$ *сек* точка меняет направление движения и продолжает движение вниз по оси x до бесконечности. В момент времени $t=6$ *сек* точка будет находиться на оси Ox в координате



$x=5$ *м*.

За 4 *сек* точка M пройдет путь, равный 16 *м*, за время $4<t<6$ *сек* точка пройдет еще 4 *м*.

Путь S в метрах, пройденный точкой M за 6 *сек* будет равен

Рис. 4.15

$S=16+4=20$ *м*.

Периодическое движение. В физике, механике, технике, химии, биологии и др. науках изучаются периодические движения или колебания. Колебания – такие изменения состояния исследуемой системы или объекта наблюдения, которые характеризуются определенной степенью повторяемости *во времени*, возвращаемости к начальному состоянию. Периодом колебаний называется промежуток времени, в течение которого совершается одно полное движение. Следовательно, для описания периодических процессов следует вводить функции, зависящие от времени, т. е. параметра t (время).

Пусть периодические движения проходят вдоль одного выделенного направления, например, вдоль оси Ox декартовой системы координат, следовательно, координата x должна зависеть от t, т. е. задается функция

$x = x(t)$. Если периодические движения проходит в плоскости Oxy декартовой системы координат, то задаются две функции: $x = x(t)$ и $y = y(t)$.

Рассмотрим примеры из механики.

Определение траектории движения точки. Линию, описываемую движущейся точкой в интервале времени $t_1 \le t \le t_2$, назовем *траекторией*. Если в интервале времени $t_1 \le t \le t_2$ траектория прямая линия, то движение в этом интервале называется *прямолинейным*, в противном случае – движение называется *криволинейным*.

В частности, движение точки на интервале времени $t_1 \le t \le t_2$ называют *круговым*, если на этом интервале точка движется по окружности.

***Пример* 2.1.** Точка M движется по оси Ox. Уравнение движения точки задано уравнением

$$x(t) = 4sin(\frac{\pi}{6}t). \tag{a}$$

1. Определить траекторию движения точки.
2. Провести анализ движения точки по заданной траектории.
3. Вычислить среднюю скорость точки M в промежутке времени $0,2сек \le t \le 2,5сек.$

Решение.

1. Определим траекторию движения точки.

Для этого в декартовой системе координат определим область, в которой движется точка, т.е. область значений заданной функции $x(t) = 4sin(\frac{\pi}{6}t)$.

Введем обозначение: $\varphi = \frac{\pi}{6}t$, тогда уравнение (а) будет иметь вид

$x(t) = 4sin\varphi$.

Функции $sin\varphi$ ограничена, т.е. $|\,sin\varphi| \le 1$, следовательно,

$-4 \le 4 \cdot sin(\frac{\pi}{6}t) \le +4$.

Итак, функция $x(t)$ определена в пределах (рис. 2.1, а):

$-4 \le x(t) \le +4$.

Построим график заданной функции $x(t) = 4sin(\frac{\pi}{6}t)$ в системе координат Oxt, $t \ge 0$, рис.2.1,а. Графиком этой функции является синусоида, $|x(t)| \le 4$. При $0 \le t \le 3$ *сек* функция $x(t)$ возрастает до $x = 4$, далее при $3 \le t \le 9$ *сек* функция убывает до $x = -9$, при $9 \le t \le 12$ *сек* функция возрастает до $x = 0$. Период функции $T = 12$ *сек*.

Точка движется в пространстве Oxy. Графиком заданной функции является отрезок $|x| \le 4$, который и является *траекторией движения точки* M (рис. 2.1, б).

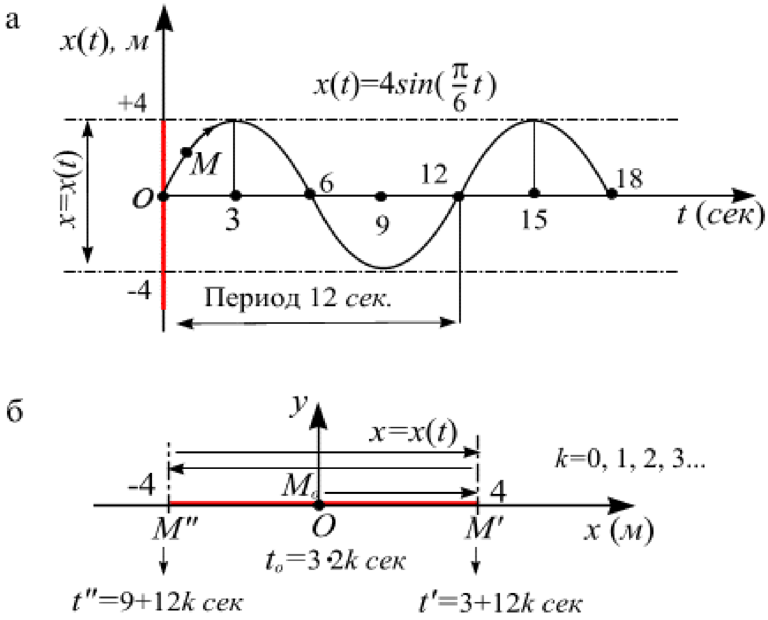


Рис. 2.1

2. Проведем анализ движения точки по заданной траектории в пространстве Oxy:

а). При $t=0$ точка M начинает движение вправо из положения $M_o \; 0;0$.

б). При $0 \leq t' \leq 3сек$ точка M из положения M_o движется вправо до точки $M' \; 4;0$ и останавливается.

в). При $3 \leq t'' \leq 9\,сек$ начинает движение влево, проходя положение $x=0$, останавливается в точке $M'' \; -4;0$.

г). При $9 \leq t''' \leq 12\,сек$ точка движется вправо и т. д. Движение повторяется до бесконечности.

За $12\,сек$ точка M возвращается в исходное положение, следовательно, период движения $T=12\,сек$. Нетрудно видеть (рис. 5.1, а), что при $t'=3+12k\ сек$, где $k=0,1,2,3,...$точка будет находиться в положении

M' , при $t_o = 3 \cdot 2k\,сек$, точка будет занимать положение M_o , при $t'' = 9 + 12k\ сек - M''$.

Итак, траекторией движения точки M является отрезок $|x| \leq 4$, на котором она совершает периодическое движение с периодом $T = 12\ сек$.

3. Вычислим среднюю скорость точки M в промежутке времени $0,2\ сек \leq t \leq 2,5\ сек$.

Вычислим среднюю скорость точки M . Составим таблицу 2.1 значений $x(t) = 4sin(\frac{\pi}{6}t)$ и построим график зависимости координаты x от времени t по точкам (рис. 2.2).

Таблица 5.1

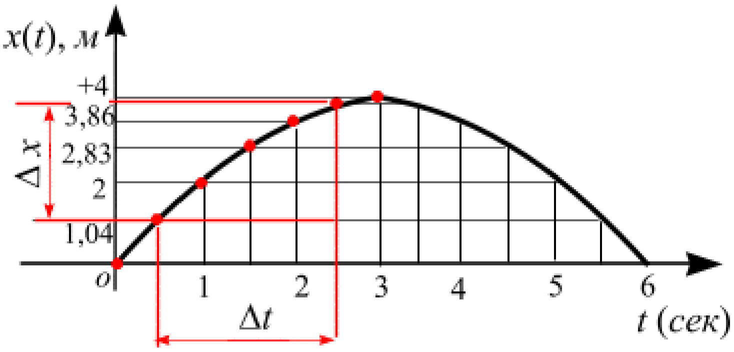


Рис. 2.2

t (сек)	$\alpha^\circ = \frac{180}{6}t\,(рад)$	$x(t) = 4sin\alpha\ (м)$
0	0^o	0
0,5	15	1,04
1	30^o	2
1,5	45^o	2,83
2	60^o	3,46
2,5	75^o	3,86
3	90^o	4

Вычислим среднюю скорость точки M в промежутке времени $0,5\ \ сек \leq t \leq 2,5\ \ сек$.

$$V_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3,86 - 1,04}{2,5 - 0,5} = \frac{2,82}{2} = 1,41 \ м / сек\,.$$

Пример 2.2. Положение кривошипа *OA* в кривошипно-ползунном механизме (рис. 2.3) определяется углом $\varphi = 3t$ (*рад*). Определить траекторию движения точек A и B, вычислить среднюю скорость точки A в промежутке времени $\frac{\pi}{12} \le t \le \frac{5\pi}{12}$ *сек* , если $OA = AB = 0{,}5$ *м.*

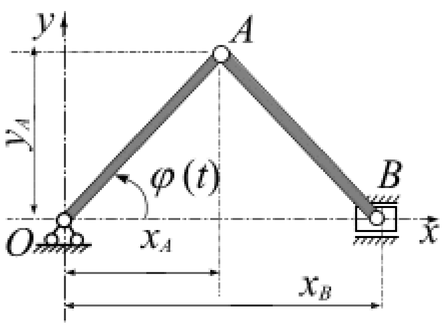


Рис. 2.3

Решение. Декартовую систему координат Oxy совместим с точкой *O* кривошипа *0A* (рис. 2.3). Движение каждой точки данного механизма можно задать координатным способом относительно выбранной системы отсчета, т.е. задать координаты $x(t)$ и $y(t)$ каждой точки.

I. Определим траекторию точки *A.* Положение точки *A* определяется координатами x_A, y_A:

$$\begin{bmatrix} x_A = AB cos\varphi; \\ \\ y_A = AB sin\varphi; \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} x_A = 0{,}5 cos 3t; \\ \\ y_A = 0{,}5 sin 3t. \end{bmatrix} \qquad \text{(а)}$$

Для построения траектории в декартовой системе координат Oxy определим область значений $x_A \;\; t$ и $y_A \;\; t$. Функции $\sin\varphi$ и $\cos\varphi$ ограничены, тогда область значений $x_A \;\; t$ и $y_A \;\; t$ определяется неравенствами:

$$\begin{bmatrix} -0{,}5 \le x \le 0{,}5; \\ \\ -0{,}5 \le y \le 0{,}5. \end{bmatrix} \qquad \text{(б)}$$

Тем самым определили область, в которой точка движется (рис. 2.4).

Получим аналитическую функцию, которая является траекторией точки. Для этого исключим параметр t из уравнений движения (а). Для этого возводим в квадрат каждое уравнение (*а)* и сложим их между собой.

Имеем:

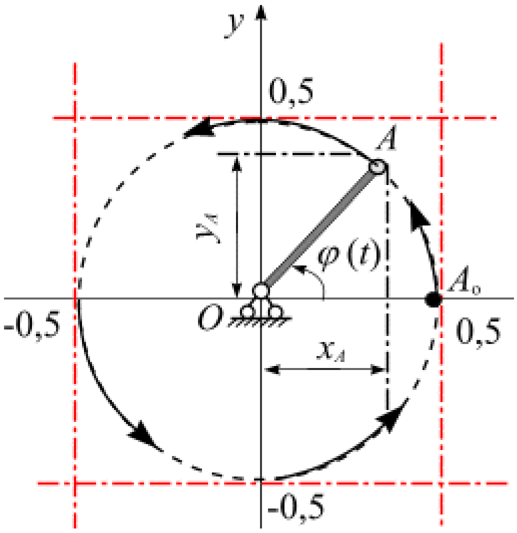


Рис. 2.4

$$x_A^2 = 0,25 \cdot sin^2 3t$$
$$+$$
$$\underline{y_A^2 = 0,25 \cdot cos^2 3t}$$
$$x_A^2 + y_A^2 = 0,25 \;\; sin^2 3t + cos^2 3t$$

Учитывая, что

$$sin^2 \;\; 2t \;\; + cos^2 \;\; 2t \;\; = 1,$$

получим:

$$x_A^2 + y_A^2 = \;\; 0,5^{\;2}.$$

Итак, точка A движется по окружности радиуса $0,5$ *м.* Построим графики функций $x_A = 0,5 sin 3t$ и $y_A = 0,5 \cos 3t$ в системах координат Oxt и Oyt, соответственно (рис. 2.5). Здесь t – абсолютное время, причем $t \geq 0$. Вычислим положение точки *А* при $t = 0$ *сек.*

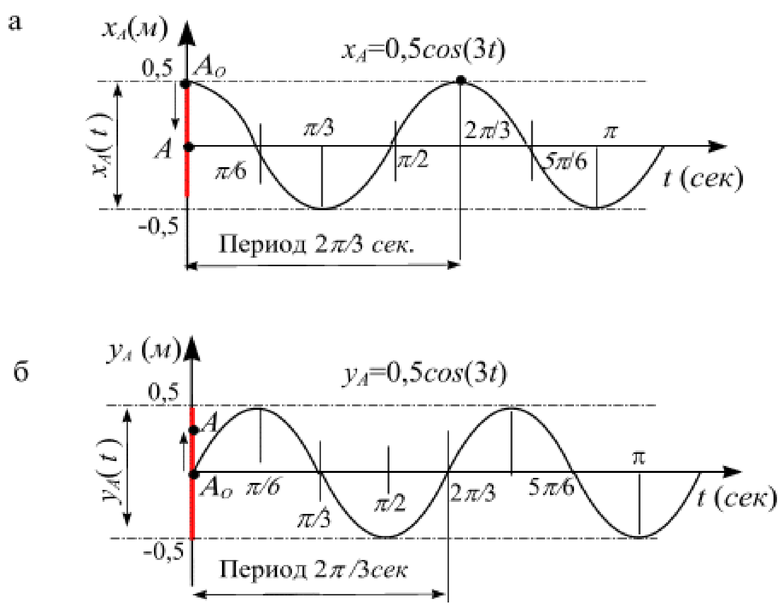


Рис. 2.5

Имеем

$$\left[\begin{array}{l} x_A\big|_{t=0} = 0,5cos(3\cdot 0) = 0,5; \\ \\ y_A\big|_{t=0} = 0,5sin(3\cdot 0) = 0. \end{array}\right.$$

Опишем движение точки *A*:

1. При $t=0$ точка A_o имеет координаты $0,5;0$.

2. При $t>0$ функция $x(t)$ убывает, а функция $y(t)$ возрастает, следовательно, точка от положения A_o $2;0$ начинает движение по окружности против часовой стрелки (рис. 2.5). Период движения $T=2\pi/3$.

Вычислим среднюю скорость точки A в период $\frac{\pi}{12}\le t\le\frac{5\pi}{12}$.

Для этого вычислим координаты точек в начальной и конечной точках, то есть в момент времени $\frac{\pi}{12}\approx 0,26$ *сек* и $\frac{5\pi}{12}\approx 1,31$*сек* (рис. 2.6).

$$\begin{cases} x_A = 0{,}5\cos 3t\Big|_{t=\frac{\pi}{12}} = 0{,}5\cos\left(3\cdot\dfrac{\pi}{12}\right) = 0{,}5\cos\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = 0{,}5\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2} \approx 0{,}35; \\ y_A = 0{,}5\sin 3t\Big|_{t=\frac{\pi}{12}} = 0{,}5\sin\left(3\cdot\dfrac{\pi}{12}\right) = 0{,}5\sin\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = 0{,}5\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2} \approx 0{,}35. \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_A = 0{,}5\cos 3t\Big|_{t=\frac{5\pi}{12}} = 0{,}5\cos\left(3\cdot\dfrac{5\pi}{12}\right) = 0{,}5\cos\left(\dfrac{5\pi}{4}\right) = 0{,}5\cos\left(\pi+\dfrac{\pi}{4}\right) = \\ \qquad = -0{,}5\cos\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = -0{,}5\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2} \approx -0{,}35; \\ y_A = 0{,}5\sin 3t\Big|_{t=\frac{5\pi}{12}} = 0{,}5\sin\left(3\cdot\dfrac{5\pi}{12}\right) = 0{,}5\sin\left(\dfrac{5\pi}{4}\right) = 0{,}5\sin\left(\pi+\dfrac{\pi}{4}\right) = \\ \qquad = -0{,}5\cos\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = -0{,}5\cdot\dfrac{\sqrt{2}}{2} \approx -0{,}35. \end{cases}$$

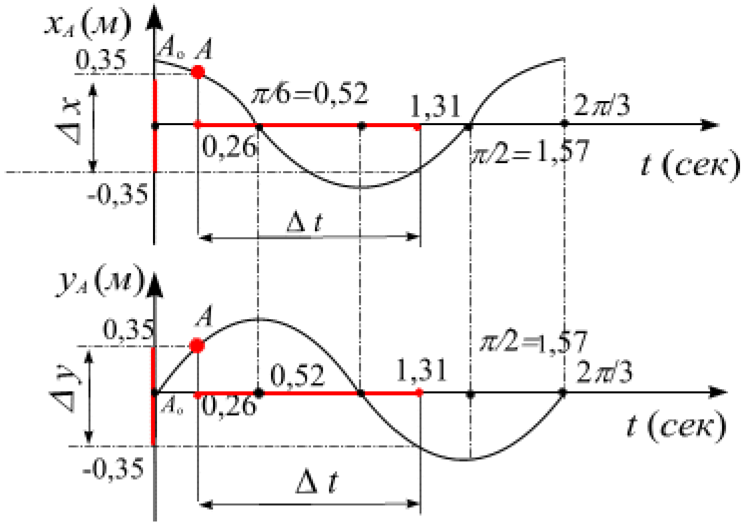


Рис. 2.6

Тогда:

$$V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0,35 - \ -0,35}{1,31 - 0,26} = \frac{0,7}{1,05} \approx 0,67\, м\,/\,сек$$

$$V_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{0,35 - \ -0,35}{1,31 - 0,26} = \frac{0,7}{1,05} \approx 0,67\, м\,/\,сек\,,$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{0,67 + 0,67} \approx 1,16\, м\,/\,сек\,.$$

II. Определим траекторию точки *B.* Уравнение движения точки *B* в системе координат Oxt определено координатой $x_B(t)$ (рис. 2.7, а):

$$x_B \ \ t \ = 2\,x_A = 2AB\,cos\,\varphi = 2 \cdot 0,5cos\,3t = cos\,3t\,.$$

Для построения траектории в декартовой системе координат Oxy определим область значений $x_B \ \ t$. Функция $\cos\varphi$ ограничена, тогда область значений $x(t)$ определяется неравенством (рис. 2.7, а):

$$-1 \le x \le 1. \qquad (б)$$

Траекторией движения точки B является отрезок $|x| \le 1$, рис. 2.7, а.

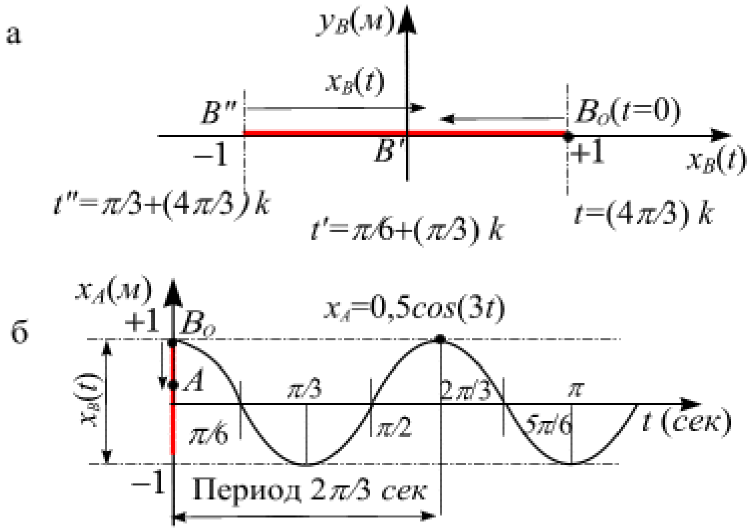


Рис. 2.7

Проведем анализ движения точки B по заданной траектории в пространстве Oxy. Точка B при $t = 0$ имеет координаты $B_o\ \ 1;0$, рис. 2.7, б. Далее точка движется влево и за $t' = \pi / 3$ *сек* проходит положение $B'\ \ 0;0$ и достигает положения $B''\ \ -1;0$, далее возвращается в положение $B_o\ \ 1;0$. Положение точки B в различные моменты времени показаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2

t (*сек*)	0	$\frac{\pi}{6} \approx 0,52$	$\frac{\pi}{3} \approx 1,04$	$\frac{\pi}{2} \approx 1,57$	$\frac{2\pi}{3} \approx 2,08$
$x_B\ \ t$	1	0	-1	0	1
t (*сек*)	$\frac{2\pi}{3} \approx 2,08$	$\frac{5\pi}{6} \approx 2,6$	$\pi \approx 3,14$	$\frac{7\pi}{6} \approx 3,64$	$\frac{4\pi}{3} \approx 4,16$
$x_B\ \ t$	1	0	-1	0	1

Движение повторяется до бесконечности. От начала движения до возвращения в исходное положение проходит $2\pi / 3$ *сек*, следовательно, период движения $T = 2\pi / 3$, что составляет ≈ 2 *сек.*

Нетрудно видеть (рис. 2.7, б), что:

1) при $t_o = \dfrac{2\pi}{3} k\ сек,$ где $k = 1, 2, 3...$ точка B занимает положение $B_O\ \ 1;0$;

2) при $t' = \pi / 6 + \dfrac{\pi}{3} k\, сек,$ где $k = 0,1,2,3,...$ точка B занимает положение $B'\ \ 0;0$;

3) при $t''=\pi/6+\frac{2\pi}{3}k\,сек,$ где $k=0,1,2,3,...$ точка B занимает положение $B''(-1;0)$;

Итак, траекторией движения точки B является отрезок $|x|\le 1$, на котором она совершает периодическое движение с периодом $T=\frac{2\pi}{3}\approx 2\,сек.$

2.2. Математическое моделирование равномерного движения

Изучение функции на уроках математики составляет предмет всей математики; установление функциональной зависимости между различного рода факторами составляет основные задачи прикладной математики. Понятия функции можно вводить и с помощью геометрических образов. Если вводить в функции базовое теоретическое понятие – время, то можно решать практические задачи, связанных с движением тел, а также для формирования системного представления об окружающем мире за счет различных идей и методов решения задач из механики. Это позволяет иллюстрировать и “оживлять ” математические формулы различными формами движения – с тем, что мы наблюдаем вокруг. Тем самым создается переход от реальных опытов и наблюдений различных процессов механического движения к созданию общих абстрактных математических моделей.

Параметрическое задание функции. Альтернативным способом задания функции является параметрическое задание. Параметрическое представление функции – это выражение функциональной зависимости между переменными y и x введением некоторой третьей вспомогательной переменной t (эту переменную часто называют параметром): $x(t)$, $y(t)$.

Например, если параметр t – время, а $x(t)$, $y(t)$ – переменные значения координат на декартовых осях, то система параметрических уравнений

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x_M(t), \\ y = y_M(t); \end{cases} \qquad (1)$$

будет описывать движение точки *М* в плоскости Oxy.

Тогда любому параметру t соответствует определенное значение $x_M(t)$ и определенное значение $y_M(t)$, следовательно, и определенная точка $M(x;y)$ на плоскости. Когда переменная t пробегает все значения в некотором интервале своих значений, точка $M(x;y)$ опишет некоторую кривую в плоскости Oxy. Эта кривая будет являться траекторией точки, заданной системой параметрических уравнений (1). Если из уравнений (1) удается исключить параметр t, то уравнение траектории будет записано в явном $y = y(x)$ или неявном – $F(x,y) = 0$ видах.

Параметрическое задание функций широко применяются в механике.

Определение. *Путь* – это длина траектории, которую описывает материальная точка за определенное время t. Он обозначается одной из латинских букв: x, σ, S, рис. 2.8.

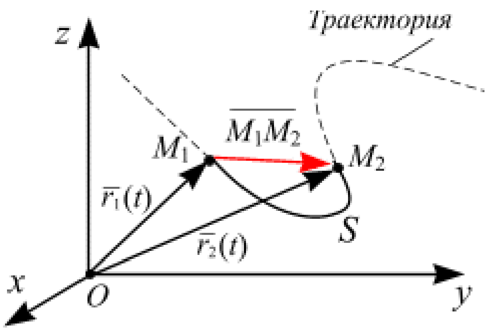


Рис. 2.8

Перемещение – направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение точки с конечным положением.

Перемещение – векторная величина, на рис 2.1 это вектор $\overline{M_1M_2}$. Его числовое значение определяется модулем вектора перемещения $\left|\overline{M_1M_2}\right|$. Путь и перемещение могут совпадать. Например, если точка движется прямолинейно без колебаний, и не меняет направление, то $S=\left|\overline{M_1M_2}\right|$.

Изложение основ векторной алгебры для учащихся общеобразовательной школы строится на геометрической и аналитической основах и приведена в приложении 1. При формулировке понятий сохранена научная трактовка, каждому термину соответствует логически увязанное значение, свойственное современной науке. Вводятся условия, при которых физические величины выражаются вектором.

Рассмотрим прямолинейное движение точки. *Задать движение материальной точки* – это значит задать способ вычисления положения точки в любой момент времени. Пусть точка *М* движется по прямой линии в системе координат $Oxyz$, рис. 2.9. Тогда величина и направление радиус-вектора $\overline{r}=\overline{r}\ t$ будет изменяться так, что его годограф представляет собой *прямую линию*, а уравнение $\overline{r}=\overline{r}\ t$ – будет уравнением движения материальной точки M, которая движется по прямой *n-n*. Обозначим $\overline{r_1}\ t$ – положение точки M_1 в момент времени t_1, $\overline{r_2}\ t$ – положение точки M_2 в момент времени t_2.

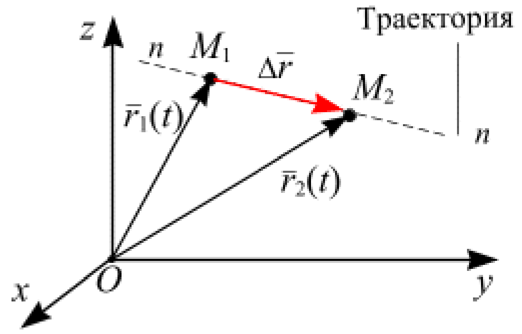


Рис. 2.9

При движении за промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$ радиус-вектор изменится на $\Delta\bar{r} = \bar{r}_2 - \bar{r}_1$. Вектор $\Delta\bar{r}$ совпадает и вектором $\overline{M_1M_2}$, который мы назвали *перемещением*, а вектор $\Delta\bar{r}$ – *приращением* радиус-вектора:

$$\overline{M_1M_2} = \bar{r}_2\ \ t\ \ - \bar{r}_1\ \ t\ \ = \Delta\bar{r}\ \ t \qquad (2)$$

Определим *среднюю скорость* материальной точки M как отношение разности:

$$\bar{V}_{cp} = \frac{\Delta\bar{r}}{\Delta t}\ \left(\frac{\text{приращение радиус - вектора } \Delta\bar{r}}{\text{приращение времени } \Delta t}\right) \qquad (3)$$

Это соотношение, вообще говоря, изменяется, если приращение время Δt (и соответственно радиус-вектора $\Delta\bar{r}$) все более и более уменьшать. Постепенно изменения становятся ниже предела точности измерения. Тогда скорость $\bar{V}_{cp}$ будет стремиться к величине скорости в точке M_1, т. е. $\bar{V}_{cp} \approx \bar{V}_{M_1}$
.

Вектор скорости определяется числовым значением и направлением. Итак, скорость – направленная величина и ее символ $\bar{V}$ – вектор. Это нужно учитывать при сложении скоростей, т. е. использовать правило сложения двух векторов (скоростей) или составления вектора (скорости) из двух слагаемых. При движении материальной точки по прямой, в*ектор скорости* $\bar{V}$ *совпадает с направлением вектора* $\Delta\bar{r}$ *.*

Единица измерения скорости $\frac{м}{сек}$ (метр в секунду). Часто скорость измеряют в $\frac{км}{час}$ (километр в час). Перевести $\frac{м}{сек}$ в километры и часы $\left(\frac{км}{час}\right)$ можно так: $1м = 10^{-3}км$; $1сек = \frac{1}{3600}час$, следовательно,

$$\frac{м}{сек} = \frac{10^{-3}км}{\left(\frac{1}{3600}\right)час} = 10^{-3} \cdot 3600 = 3{,}6\frac{км}{час}.$$

Например, $V = 225\frac{м}{сек}$ нужно перевести в километры и часы:

$$V = 225 \cdot 3{,}6\frac{км}{час} = 810\frac{км}{час}.$$

Прямолинейное движение точки в плоскости. Пусть точка движется прямолинейно без колебаний в плоскости Oxy, рис. 2.10. Тогда уравнение (3) можно записать в виде

$$\Delta\bar{r} = \Delta x \cdot \bar{i} + \Delta y \cdot \bar{j} \Rightarrow \bar{V}_{cp} = \frac{\Delta\bar{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\bar{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\bar{j} = V_x\bar{i} + V_y\bar{j}.$$

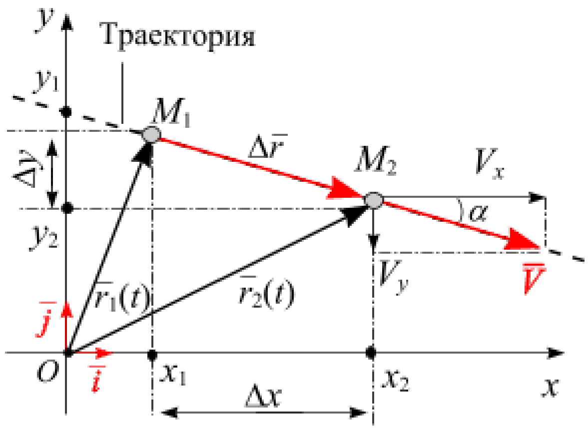
Здесь:

$$V_x = \frac{\text{приращение пути по оси } Ox}{\text{приращение времени}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x\ \ t + \Delta t\ \ - x\ \ t}{\Delta t};$$

(4)

$$V_y = \frac{\text{приращение пути по оси } Oy}{\text{приращение времени}} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y\ \ t + \Delta t\ \ - y\ \ t}{\Delta t}.$$

Модуль скорости $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$.



Направление вектора скорости определяют по направляющему косинусу:

$$cos\alpha = \frac{V_x}{V} \Rightarrow \alpha = arccos\frac{V_x}{V}.$$

Примечание. В данных соотношениях величины V_x и V_y уже являются не векторными т.к. они представляют собой проекции вектора $\bar{V}$ на координатные оси Ox и Oy, а за векторный вид скорости теперь отвечают единичные направляющие вектора (базовые орты) $\bar{i}$ и $\bar{j}$ координатных осей. Модуль скорости через проекции вектора скорости на оси координат определяется так же, как и модули любых других векторов через их проекции на координатные оси, а именно $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$.

***Пример* 2.3.** Движение точки в плоскости Oxy задано параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = t, \\ y = 2t. \end{cases} \qquad \text{(a)}$$

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Вычислить модуль скорости и ее направление через 2 *сек* после начала движения.

Решение. Получим уравнение траектории в явном виде $y = y(x)$:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = t, \\ y = 2t; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \geq 0, \\ y = 2x. \end{cases}$$

Траекторией является луч, рис. 2.11. Точка начинает движение по прямой M_oM из точки $\mathrm{M}_o(0;0)$, рис. 2.11:

$$\left[\begin{array}{l} x_M(t) = t\big|_{t=0} = 0; \\ y_M(t) = 2t\big|_{t=0} = 2 \cdot 0 = 0. \end{array}\right.$$

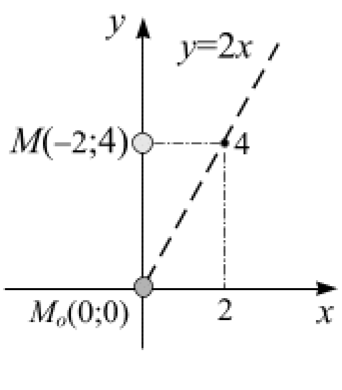


Рис. 2.11

Вычислим координаты точки *M* при t=2 *сек*:

$$\begin{cases} x_M\;\; t\;\; = -t\big|_{t=2сек} = 2; \\ y_M\;\; t\;\; = 2t\big|_{t=2сек} = 2\cdot 2 = 4. \end{cases}$$

Вычислим приращение пути точки M по оси Ox – Δx и по оси Oy – Δy за время Δt, рис. 2.12, а, б:

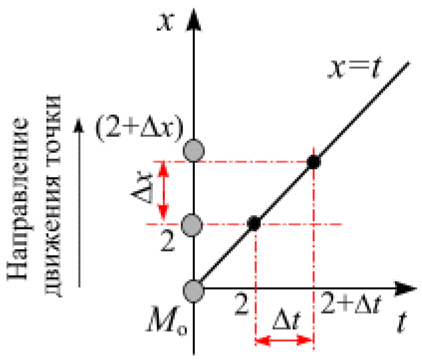


Рис. 2.12, а

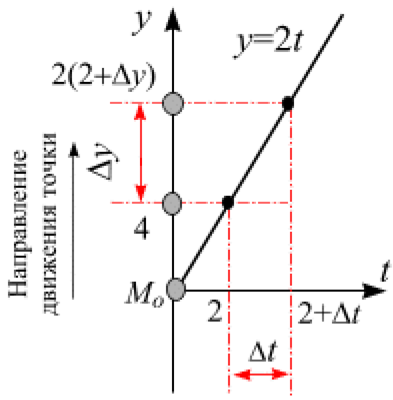


Рис. 2.12, б

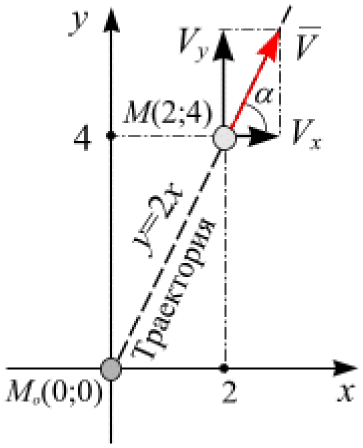
$$\Delta x = x_M\;\; t+\Delta t\;\; - x_M\;\; t\;\; = \;\; 1+\Delta t\;\; -1 = 1+1\cdot\Delta t+1 = 1\cdot\Delta t;$$

$$\Delta y = y_M\;\; t+\Delta t\;\; - y_M\;\; t\;\; = 2\;\; 2+\Delta t\;\; -4 = 4+2\Delta t-4 = 2\cdot\Delta t.$$

Тогда проекции вектора средней скорости, рис.2.13:

$$\begin{cases} V_x = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \left|\dfrac{1\cdot\Delta t}{\Delta t}\right| = 1\,\dfrac{м}{сек}, \\ V_y = \dfrac{\Delta y}{\Delta t} = \left|\dfrac{2\cdot\Delta t}{\Delta t}\right| = 2\,\dfrac{м}{сек}. \end{cases}$$

Значения величин V_x и V_y от приращения Δt (и соответственно пути Δx) не меняется, следовательно, скорость движения точки постоянная и не зависит от времени.



Вычислим модуль скорости:

$$V=\sqrt{V_x^2+V_y^2}=$$

$$=\sqrt{1^2+2^2}=\sqrt{1+4}=\sqrt{5}\approx 2,24\frac{м}{сек}.$$

Направление вектора скорости $\bar{V}$ (угол α – угол между направлением оси Ox и вектором $\bar{V}$) определим через направляющий косинус:

$$cos\alpha=\frac{V_x}{V}=\frac{1}{2,24}\approx 0,446\Rightarrow\alpha\approx 63°.$$

Получили, что точка движется с постоянной скоростью $V=\sqrt{5}\approx 2,24\frac{м}{сек}$ по прямой, заданной уравнениями:

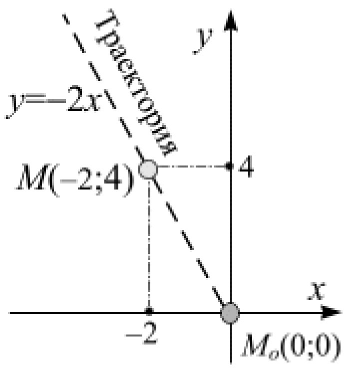
$$\begin{cases} x\geq 0, \\ y=2x. \end{cases}$$

***Пример* 2.4.** Движение точки в плоскости Oxy задано параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = -t, \\ y = 2t. \end{cases} \tag{а}$$

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Вычислить модуль скорости и ее направление через 2 *сек* после начала движения.



Решение. Получим уравнение траектории в явном виде $y = y(x)$:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = -t, \\ y = 2t; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t \geq 0, \\ t = -x, \\ y = 2(-x); \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \leq 0, \\ y = -2x. \end{cases}$$

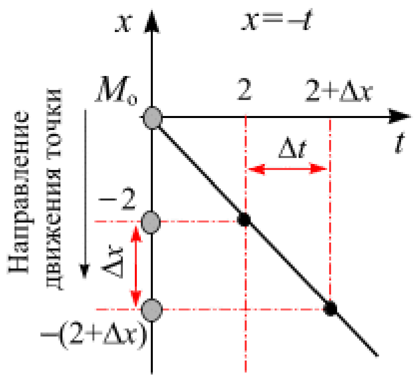
Траекторией является прямая, заданная уравнением $y = -2x$. Точка начинает движение по прямой M_oM из точки $\mathrm{M}_o(0;0)$, рис. 2.14:

$$\left[\begin{array}{l} x_M(t) = -t\big|_{t=0} = 0; \\ y_M(t) = 2t\big|_{t=0} = 2 \cdot 0 = 0. \end{array}\right.$$

Вычислим координаты точки *М* при t=2 *сек*:

$$\begin{cases} x_M\ \ t\ \ = -t\big|_{t=2сек} = -2; \\ y_M\ \ t\ \ = 2t\big|_{t=2сек} = 2\cdot 2 = 4. \end{cases}$$

Вычислим приращение пути точки *M* по оси Ox – Δx и по оси Oy – Δy за время Δt, рис. 2.15, а, б:



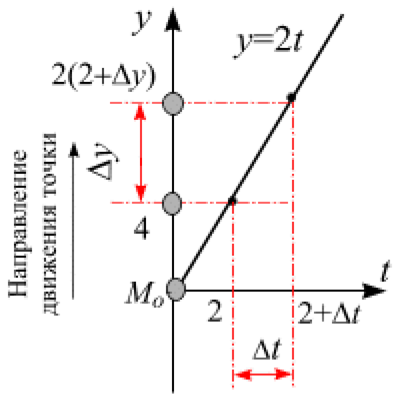
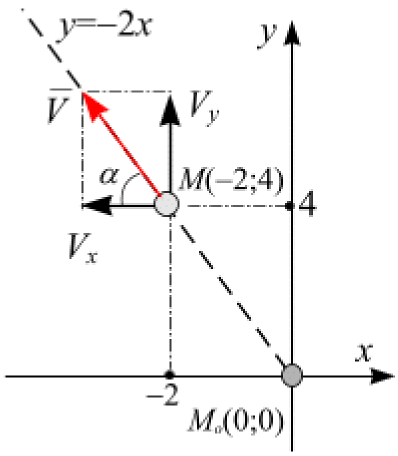


Рис. 2.15, а

Рис. 2.15, б

$$\Delta x = x_M\ \ t+\Delta t\ \ - x_M\ \ t\ \ = -\ \ 2+\Delta t\ \ -\ \ -2\ \ = -2-\Delta t+2 = -1\cdot\Delta t;$$

$$\Delta y = y_M\ \ t+\Delta t\ \ - y_M\ \ t\ \ = 2\ \ 2+\Delta t\ \ -4 = 4+2\Delta t-4 = 2\cdot\Delta t.$$



Тогда проекции вектора средней скорости, рис.2.16:

$$\begin{cases} V_x = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \left|\dfrac{-1\cdot\Delta t}{\Delta t}\right| = \left|-1\right| = 1\,\dfrac{м}{сек}, \\ V_y = \dfrac{\Delta y}{\Delta t} = \left|\dfrac{2\cdot\Delta t}{\Delta t}\right| = 2\,\dfrac{м}{сек}. \end{cases}$$

Отметим, что проекция V_x направлена против направления оси Ox, проекция вектора скорости V_y – по выделенному направлению оси Oy. Значения величин V_x и V_y от приращения Δt не зависит. Следовательно, скорость на промежутке Δx, равно скорости в точке M.

Вычислим модуль скорости:

$$V=\sqrt{V_x^2+V_y^2}=\sqrt{1^2+2^2}=\sqrt{1+4}=\sqrt{5}\approx 2{,}24\frac{м}{сек}.$$

Направление вектора скорости $\bar{V}$ (угол α – угол между направлением оси Ox и вектором $\bar{V}$) определим через направляющий косинус:

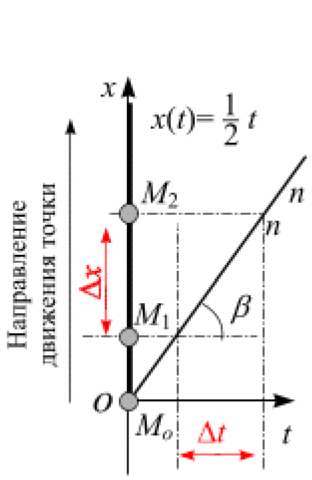
$$cos\alpha=\frac{V_x}{V}=\frac{1}{2{,}24}\approx 0{,}446\Rightarrow\alpha\approx 63°.$$

Итак, что точка движется с постоянной скоростью $V=\sqrt{5}\approx 2{,}24\frac{м}{сек}$ по траектории (лучу), заданной уравнениями: $\begin{cases} x\le 0, \\ y=2x. \end{cases}$

***Пример* 2.5.** Движение точки задано параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} t\ge 0, \\ x\;\; t\;\; =\frac{1}{2}t. \end{cases}$$

(а)



где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Рис. 2.17

Вычислить среднюю скорость движения точки.

***Решение*.** Точка движется по прямой оси Ox. Построим в системе координат Oxt график функции $x\ t\ =\frac{1}{2}t$, рис. 2.17.

Вычислим среднюю скорость.

Имеем:

$$\Delta x=\frac{1}{2}\ t+\Delta t\ -\frac{1}{2}t=\frac{1}{2}t+\frac{1}{2}\Delta t-\frac{1}{2}t=\frac{1}{2}\cdot\Delta t,$$

$$V_{cp}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\left|\frac{\frac{1}{2}\cdot\Delta t}{\Delta t}\right|=\frac{1}{2}\frac{м}{сек}.$$

Точка M начинает движение из положения M_o по оси Ox со скоростью $V=\frac{1}{2}\frac{м}{сек}$.

Справка. Уравнение прямой линии имеет вид: $x=k\cdot t,$ где $k=tg\alpha$.

Вычислим тангенс угла наклона луча n-n, рис. 2.17:

$$tg\beta=\frac{\Delta x}{\Delta t}=V\ . \qquad (5)$$

Уравнение луча n - n на рис. 12.7 с учетом (5) принимает вид

$$x\ t\ =\frac{1}{2}t=V\cdot t\ .$$

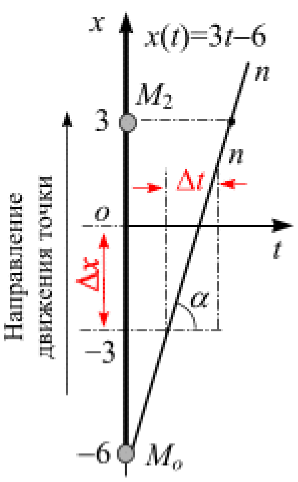
Получили, что скорость, с которой движется точка по оси Ox, равна тангенсу угла наклона прямой $x(t)=V\cdot t$, о есть точка движется с постоянной скоростью. Тогда постоянная скорость означает одинаковые приращения пути Δx за одинаковые промежутки времени Δt!

Правило. Величина скорости V соответствует тангенсу угла наклона прямой, тогда $x(t)=k\cdot t=V\cdot t$.

Пусть $M_1M_2=S$, пройденный точкой путь S за время t, будет равен

$$S=V\cdot t.$$

***Пример* 2.6.** Движение точки в плоскости Oxy задано параметрическими уравнениями:



$$\begin{cases} t\geq 0, \\ x(t)=3t-6. \end{cases} \qquad (a)$$

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Вычислить среднюю скорость движения точки.

Решение. Построим в системе координат Oxt график функции $x(t)=3t-6$, рис. 2.18.

Рис. 2.18

Вычислим среднюю скорость. Имеем:

$$\Delta x=\left[3\left(t+\Delta t\right)-6\right]-\left(3t-6\right)=3t+3\Delta t-6-3t+6=3\cdot\Delta t,$$

$$V=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\left|\frac{3\cdot\Delta t}{\Delta t}\right|=\left|3\right|=3\,\frac{м}{сек}. \qquad (б)$$

Точка M начинает движение из положения M_o по оси Ox с постоянной скоростью $V=3\,\dfrac{м}{сек}$.

Уравнение прямой n - n на рис. 2.19 с учетом (б) принимает вид

$$x\left(t\right)=-6+k\cdot t=x_o+3\cdot t \qquad .$$

Здесь x_o – положение точки *M* при $t=0$.

Тогда в общем виде путь S, пройденный точкой по оси Ox за время $t-t_o$, будет равен

$$\left(S-S_o\right)=V\left(t-t_o\right)\Rightarrow S=S_o+V\left(t-t_o\right).$$

Определение 1. Прямолинейное движение точки с постоянной скоростью называется *равномерным.*

Уравнения равномерного движения точки имеют вид,

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ V_o = const, \\ x = x_o + V_o \cdot t. \end{cases} \quad (5)$$

Здесь: x_o – положение точки на оси Ox при $t=0$. Графики функций (6) показаны на рис. 2.19

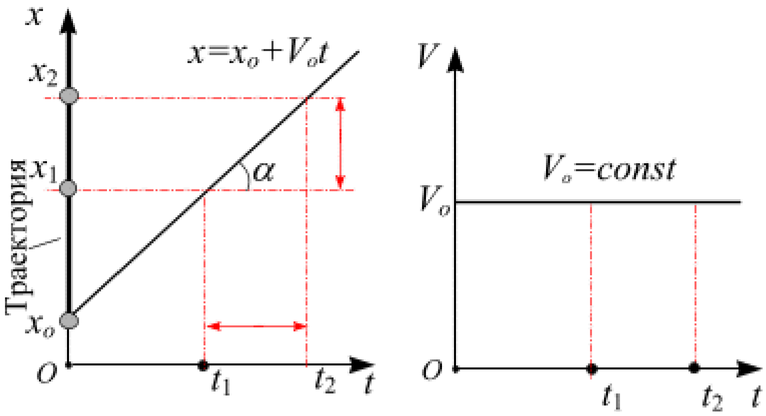


Рис. 2.19

Движения точки с постоянной скоростью достаточно редкие. Рассмотрим примеры движения точки с непостоянной скоростью.

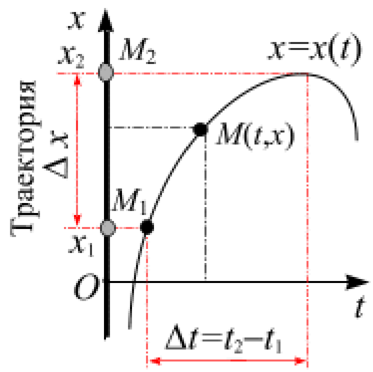
2.3. Математическое моделирование прямолинейного равноускоренного движения

Рассмотрим прямолинейное движение точки по оси Ox, заданное параметрическими уравнениями в общем виде

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x\ \ t\ \ . \end{cases} \quad (6)$$

Если рассматривать значения x как координату точки на координатной плоскости Oxt, то каждому значению t соответствует определенная точка $M \;\; t;x$ на плоскости. За промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$, точка проходит путь, равный длине отрезка на оси Ox: $\Delta x = x_2 - x_1$, рис. 2.20.

Определим скорость точки M как отношение:



$$V_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \left|\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}\right| = \left|\frac{x \;\; t+\Delta t \;\; - x \;\; t}{\Delta t}\right| \left(\frac{м}{сек}\right). \quad (7)$$

Если $x_2 - x_1 > 0$, то вектор скорости направлен по оси Ox, если $x_2 - x_1 < 0$, то вектор скорости направлен против оси Ox.

***Пример* 2.7.** Пусть движение точки задано параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} t \geq 0; \\ x \;\; t \;\; = t^2. \end{cases}$$

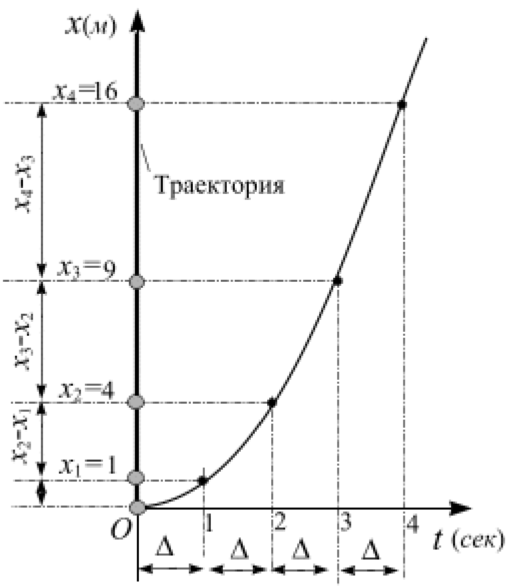


Рис. 2.21

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Вычислить средние скорости на равных четырех промежутках $\Delta t = 1$ *сек*. Вычислить разность скоростей на этих промежутках.

Решение.

Построим в системе координат Oxt график функции $x\ t\ = t^2$, рис. 2.21.

Имеем:

$$V_1 = \frac{x_1 - x_o}{t_1 - 0} = \frac{x_1 - x_o}{t_1 - 0} = \frac{1}{1} = 1\frac{м}{сек}\ ;$$

$$V_2 = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4-1}{2-1} = \frac{3}{1} = 3\frac{м}{сек};$$

$$V_3 = \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} = \frac{9-4}{3-2} = \frac{3}{1} = 5\frac{м}{сек};$$

$$V_3 = \frac{x_4 - x_3}{t_4 - t_3} = \frac{16-9}{4-3} = \frac{7}{1} = 7\frac{м}{сек}.$$

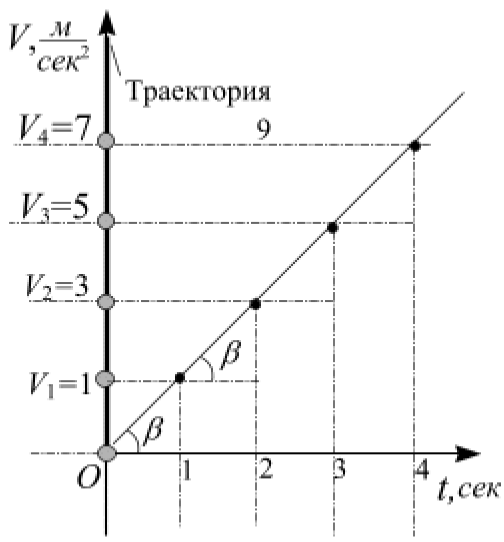


Рис. 2.22

Построим график, связывающий скорость V и время t, рис. 2.22. На рис. 2.22 видно, что за одинаковые промежутки времени Δt скорость имеет одинаковое приращение $\Delta V = 2\frac{м}{сек}$. Скорость V возрастает линейно времени t.

Уравнение прямой имеет вид

$V = tg\beta \cdot t$, здесь $tg\,\beta = \frac{2}{1} = 2$, тогда

$$V = 2 \cdot t, \frac{м}{сек}. \qquad (8).$$

Замечание. Вернемся к обсуждению величины приращения Δt .

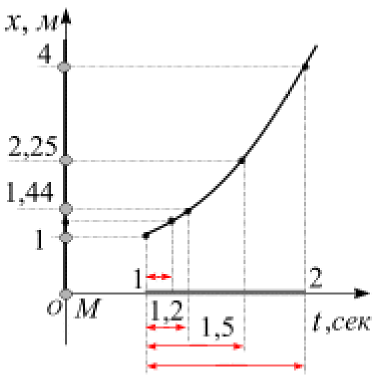


Рис. 2.23

Величина $V_{ср} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ постепенно изменения, если приращение времени Δt (и соответственно путь Δx) все более и более уменьшать до предела точности измерения, рис. 2.23. Тогда в некотором приближении можно считать, что Δt приближается к нулю и средняя скорость приближается к скорости точки M_1: $V_{ср} \to V_M$.

Рассмотрим пример. Пусть точка М движется по уравнению $x\ t\ = t^2$. В таблице 2.1 приведены значения средней скорости точки M при уменьшении Δt на интервале $1 \le t \le 2$, рис. 2.23 .

Таблица 2.1

$\Delta t, сек$	$\Delta x, м$	$V_{ср} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \frac{м}{сек}$
$2 - 1 = 1$	4–1=3	$\frac{3}{1} = 3$
$1,5 - 1 = 0,5$	2,25–1=1,25	$\frac{1,25}{0,5} = 2,5$
$1,2 - 1 = 0,2$	1,44–1=0,44	$\frac{0,44}{0,2} = 2,2$

$1,05-1=0,05$	1,1025–1=0,1025	$\frac{0,1025}{0,05}=2,05$

Движение с постоянной скоростью достаточно редкие. При прямолинейном движении, как видно из предыдущего примера, изменяется величина скорости на величину, равную Δ.

Изменение скорости за одинаковые промежутки времени Δt на величину ΔV означает, что движение ускоренное. Изменение скорости характеризуется наличием ускорения.

Эксперимент[1] В эксперименте измеряется изменение скорости ΔV за одинаковые промежутки времени Δt при свободном падении тела. На рис. 2.17, а показана экспериментальная установка. Деревянный брусок подвешивается к точке *А* штатива *В*. Струя чернил брызжет из боковой насадки D, вращающейся на вертикальной оси электромотора чернильницы, делая 50 $об/сек$ (оборотов в секунду). Проволочный спуск освобождает брусок в нужный момент.

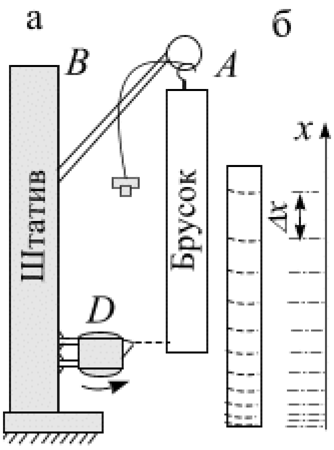


Рис. 2.24

Брусок падает сквозь вращающуюся чернильную струю на пол. На рис. 2.24, б показан результат – ряд отдельных чернильных отметок с интервалом $\frac{1}{50}$ *сек* друг от друга. Путь Δx, проходимый за каждые $\frac{1}{50}$ *сек*, все время возрастает. Вычисленные значения скорости

[1] Эксперимент описан Поль Р.В. в учебнике «Механика, акустика и учение о тепле». М.: Изд-во ФИЗ.–МАТ. – ЛИТ., 1971. с. 30-31.

записаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2

$V=\frac{\Delta x}{\Delta t},\frac{см}{сек}$	110,00	129,50	148,00	167,00	185,50	206,75	228,00	246,5
ΔV		19,5	18,5	19	18,5	21,25	21,25	18,5
$\Delta V_{ср}$	19,5							

Получили, что за каждую $1/55$ долю секунды скорость возрастает на одинаковую величину, именно на $\Delta V\approx 19{,}5\frac{см}{сек}\approx 0{,}2\frac{м}{сек}$. При повторении опыта с телом из другого вещества, например, медной трубкой вместо деревянного бруска, получается то же самое значение.

Определение 2. У*скорение* – величина возрастания или убывания величины скорости в единицу времени. Средним ускорением $a_{ср}$ называется отношение $\frac{\Delta V}{\Delta t}$:

$$a_{ср}=\frac{приращение\ скорости\ \Delta V}{приращение\ времени\ \Delta t}=\left|\frac{V_2-V_1}{t_2-t_1}\right|,\ \frac{м}{сек^2}. \qquad (6)$$

Промежуток времени Δt выбирается так, что отношение (6) при дальнейшем уменьшении Δt больше заметно не изменялось. Среднее ускорение, в дальнейшем, будем называть просто ускорением, обозначается латинской буквой a.

Как и скорость, ускорение – тоже векторная величина. *Направление* вектора ускорения совпадает с *направлением приращения* скорости ΔV. Приращение скорости при прямолинейном движении лежит на одной прямой с вектором скорости, поэтому изменяется только величина скорости. В этом случае ускорение $\bar{a} = \dfrac{\Delta \bar{V}}{\Delta t}$ называют *касательным* (тангенциальным).

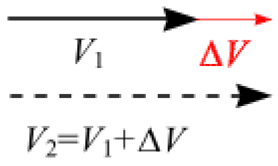


Рис. 2.25

Касательное ускорение меняет только величину скорости, но не ее направление. Если $\Delta V = V_2 - V_1 > 0$, то направление вектора ускорения $\bar{a}$ совпадает с вектором скорости $\bar{V}$ и движение называется *ускоренным,* рис. 2.25. Примером ускоренного движение может служить падение мяча с любой высоты H, если не учитывать сопротивление воздуха.

Если $\Delta V = V_2 - V_1 < 0$, то направление вектор скорости $\bar{V}$ и вектор ускорения $\bar{a}$ направлены противоположно друг другу, а движение называется *замедленным*, рис. 2.26. Примером замедленного движения может служить торможение автомобиля.

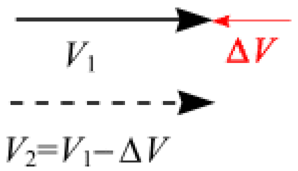


Рис. 2.26

Единица измерения ускорения $\dfrac{м}{сек^2}$ (метр за секунду в квадрате).

Вернемся к эксперименту и вычислим ускорение свободного падения тела, таблица 2.3.

Таблица 2.3

$\Delta V, \frac{м}{сек}$	0,195	0,185	0,1919	0,185	0,2125	0,2125	0,185
$\Delta V_{ср}$	$\approx 19,5$						
$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \frac{м}{сек^2}$	9,75	9,25	9,6	9,25	10,62	10,62	9,25
$a_{ср}, \frac{м}{сек^2}$	$\approx 9,8$						

Постоянное ускорение a *при свободном падении для всех тел одинаково.* Его почти всегда обозначают буквой g. Итак, $g \approx 9,81 \frac{м}{сек^2}$ и называется ускорением свободного падения.

Постоянное ускорение означает одинаковые приращения скорости ΔV за одинаковые промежутки времени Δt

Определение 3. Если ускорение $a_{ср}$ на равных промежутках времени Δt равны, то движение точки называется *равноускоренным.*

***Пример* 2.8.** Рассмотрим движение точки, движение которой заданно параметрическим уравнением:

$$\begin{cases} t \geq 0; \\ x(t) = kt^2. \end{cases}$$

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

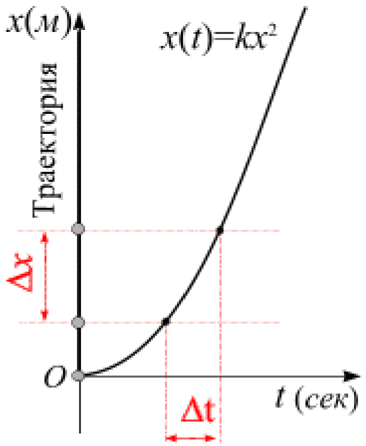
Вычислить среднюю скорость и среднее ускорение на равных четырех промежутках $\Delta t=1 \text{сек}$. Построить графики зависимости скорости V от t и графики зависимости ускорения a от t.

Решение. Построим в системе координат Oxt график функции $x(t)=kt^2$, рис. 2.27 и вычислим среднюю скорость на каждом промежутке Δt.

Имеем:

$$\Delta x = k\left[(t+\Delta t)^2 - t^2\right] =$$

$$= k\left(t^2 + 2t\Delta t + (\Delta t)^2 - t^2\right) = k\left(2t\Delta t + (\Delta t)^2\right);$$



$$V_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \left|\frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t}\right| =$$

$$= k\frac{2t\Delta t + (\Delta t)^2}{\Delta t} = k(2t+\Delta t), \left(\frac{м}{сек}\right).$$

Вычислим $V_{cp} = k(2t+\Delta t)$ при $\Delta t = 1$ *сек,* $\Delta t = 0{,}1$ и $\Delta t \approx 0$ (таблица 2.4).

Таблица 2.4

t,сек	$V_{cp} = k(2t+1)$, $\Delta t = 1$	*t,сек*	$V_{cp} = k(2t+0{,}1)$, $\Delta t = 0{,}1$	$V(t)$, $\Delta t \approx 0$
1	$k(2\cdot 1+1) = 3k$	1	$k(2\cdot 1+0{,}1) = 2{,}1k$	$2k\cdot 1$

2	$k(2\cdot 2+1)=5k$	2	$k(2\cdot 2+0{,}1)=4{,}1k$	$4k=2k\cdot 2$
3	$k(3\cdot 1+1)=7k$	3	$k(2\cdot 3+0{,}1)=6{,}1k$	$6k=2k\cdot 3$

Из таблицы видно, что уменьшая Δt до предела точности измерения, мы приближаемся к значениям скорости в точке: $V(t)=2k\cdot t$.

Вычислим разность скоростей:

$$V_2-V_1=k(2\cdot 2+\Delta t)-k(2\cdot 1+\Delta t)=2k;$$

$$V_3-V_2=k(2\cdot 3+\Delta t)-k(2\cdot 2+\Delta t)=2k;$$

$$V_4-V_3=k(2\cdot 4+\Delta t)-k(2\cdot 3+\Delta t)=2k.$$

Получили, что на любом промежутке Δt, точка имеет одинаковое приращение $\Delta V=2k$.

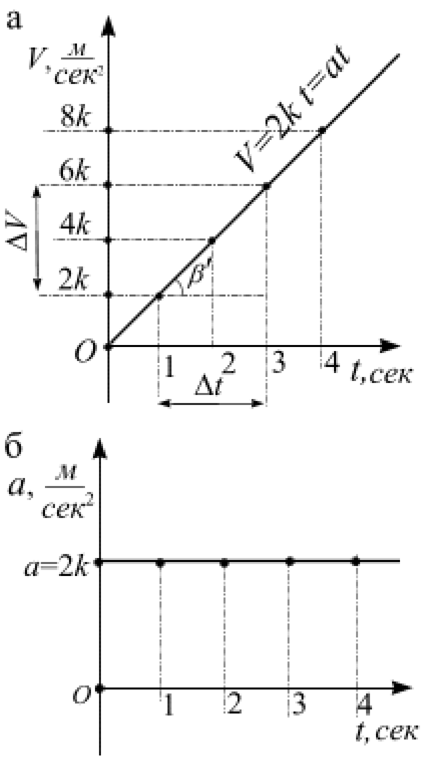


Рис. 2.28

Построим график, связывающий скорости V и время t, рис.2.28, а и график, связывающий a и время t, рис.2.28, б.

Уравнение прямой линии на рис. 2.25, а имеет вид:

$$V=2k\cdot t,\quad \text{где } k=tg\beta'. \qquad \text{(а)}$$

Вычислим тангенс угла наклона:

$$tg\alpha=\frac{\Delta V}{\Delta t}=2k=a.$$

Следовательно, точка движется с постоянным ускорением, иначе – равноускоренно. Уравнение (а) будет иметь вид:

$$V=a\cdot t\ \ ,\frac{м}{сек^2}.$$

Свяжем уравнение равноускоренного движения $x\ t\ =kt^2$ с ускорением $a=2k$. Имеем

$\left[\begin{array}{l} x\ t\ =kt^2, \\ k=\frac{1}{2}a; \end{array}\right. \Rightarrow x\ t\ =\frac{1}{2}a\cdot t^2$.Тогда при движении с постоянным ускорением уравнения движения имеют вид:

$$\left[\begin{array}{l} t>0, \\ x=\frac{1}{2}at^2, \\ V=a\cdot t. \end{array}\right. \qquad (7)$$

Пример **2.9.** Робот выезжает из стартовой зоны и через 120 *см* достигает мяч, приобретая скорость 1,5 $\frac{м}{сек}$. Движение робота считать равноускоренным. Вычислить:

1. Ускорение робота, считая, что начальная скорость равна нулю.
2. Время, за которое робот пройдет 120 см.

Решение.

При равноускоренном движении путь, пройденный роботом и его скорость, связаны системой параметрических уравнений (7), при условии, что $x_o = 0$, $V_o = 0$:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = \dfrac{at^2}{2}, \\ V = at. \end{cases} \qquad \text{(a)}$$

Свяжем путь, пройденный телом и его скорость. Для этого освободимся от параметра t в системе (a), получим

$$\begin{cases} x = \dfrac{at^2}{2}, \\ V = at; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \dfrac{at^2}{2}, \\ t = \dfrac{V}{a}; \end{cases} \Rightarrow x = \frac{a\left(\dfrac{V}{a}\right)^2}{2} = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{V^2}{2S} = \frac{1{,}5^{\ 2}}{2 \cdot 1{,}2} = \frac{2{,}25}{2{,}4} \approx 0{,}94 \frac{м}{сек^2}.$$

Вычислим время, за которое робот достигнет мяча. Имеем:

$$V = at \Rightarrow t = \frac{V}{a} \approx \frac{1{,}5}{0{,}94} \approx 1{,}6\,сек.$$

***Пример* 2.10.** Рассмотрим движение точки, заданное параметрическим уравнением:

$$\begin{cases} t \geq 0; \\ x(t) = \dfrac{1}{2}a(t-4)^2, \end{cases}$$

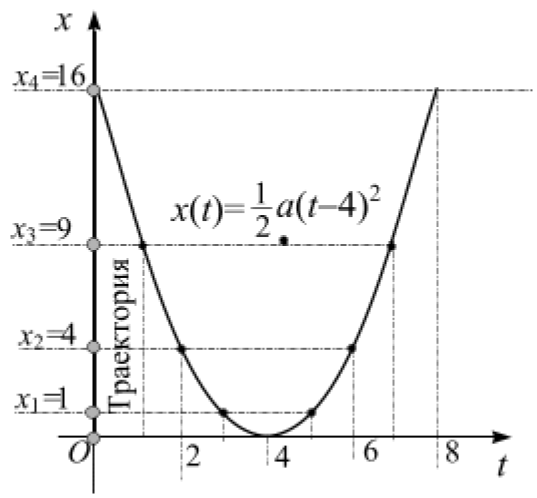


Рис. 2.29

где x и y выражены в *см*, t – в *сек*.

Построить графики зависимости скорости V от t и графики зависимости ускорения a от t.

Решение.

Построим в системе координат Oxt график функции $x(t) = (t-4)^2$, рис. 2.29.

Вычислим среднюю скорость $V_{cp} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$. Имеем:

$$\Delta x = x(t+\Delta t) - x(t) = -\frac{1}{2}a \cdot \left[(t+\Delta t-4)^2 - (t-4)^2\right] =$$

$$= \frac{1}{2}a \cdot \left[(t-4)^2 - 2(t-4)\Delta t + (\Delta t)^2 - (t-4)^2\right] =$$

$$= \frac{1}{2}a \cdot \left[-2(t-4)\Delta t + (\Delta t)^2\right] = \left[-a(t-4) + \frac{1}{2}a \cdot \Delta t\right]\Delta t;$$

$$V = \left|\frac{\Delta x}{\Delta t}\right| = \frac{\left|-a(t-4) + \frac{1}{2}a \cdot \Delta t\right|\Delta t}{\Delta t} = \left|-a(t-4)\right| + \frac{1}{2}a \cdot \Delta t = a|4-t| + \frac{1}{2}a \cdot \Delta t.$$

Уменьшая Δt до предела точности измерения ($\Delta t \approx 0$), получим:

$V\ t\ = a|4-t|$ (a)

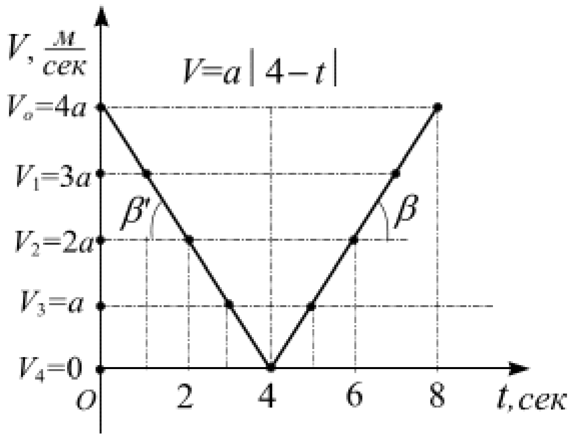


Рис. 2.30

Построим график, связывающий скорость V и время t, рис. 2.30.

Из графика видно, что точка движется на промежутке $0 \le t < 4$ *сек равнозамедленно*: $V = V_o - a \cdot t$; при $t=0$ точка имеет нулевую скорость; на промежутке $4 \le t < \infty$ *сек* точка движется *равноускоренно*: $V = a \cdot t$.

Получили, что

1. Скорость при равноускоренном движении связана с ускорением соотношением

$$V = V_o + a \cdot t\ . \quad (8)$$

2. Скорость при равнозамедленном движении связана с ускорением соотношением

$$V = V_o - a \cdot t\ . \quad (9)$$

Тогда при прямолинейном движении точки с постоянным ускорением уравнения движения имеют вид:

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = x_o + V_o t + \frac{1}{2}at^2, \\ V(t) = |V_o + a \cdot t|. \end{cases} \tag{10}$$

Здесь: x_o – положение точки на оси Ox при $t=0$, V_o – скорость точки при $t=0$.

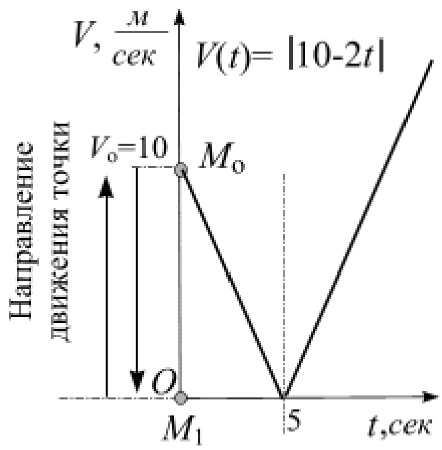
***Пример* 2.11.** Определить промежутки равнозамедленного и равноускоренного движения точки, если уравнение прямолинейного движения задано функцией

$$\begin{cases} t \ge 0, \\ x(t) = 3 + 2t - t^2. \end{cases} \tag{a}$$

Решение.

Сравним заданную систему (a) с (12), получим

$$\left[\begin{array}{l} x(t) = 16 + 10t - t^2; \\ \left[\begin{array}{l} x(t) = x_o + V_o t + \frac{1}{2}at^2, \\ V(t) = |V_o + a \cdot t|; \end{array}\right. \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_o = 16, \\ V_o = 10, \Rightarrow V(t) = |10 - 2 \cdot t| \\ a = |-2|. \end{array}\right.$$



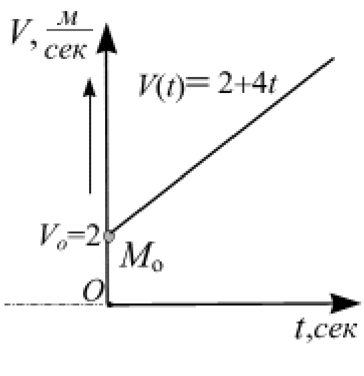
Построим график функции $V(t)=|10-2\cdot t|$ в системе координат OVt, параметр $t\geq 0$, рис. 2.24. Из графика видно, что на промежутке $0\leq t\leq 5$ *сек* точка движется замедленно, при $t=0$ *сек* точка имеет нулевую скорость и далее при $t>5$ *сек* точка движется ускоренно.

***Пример* 12.10.** Определить промежутки равнозамедленного и равноускоренного движения точки, если уравнение прямолинейного движения задано функцией

$$\begin{cases} t\geq 0, \\ x(t)=6+4t+2t^2. \end{cases} \qquad \text{(a)}$$

Решение. Сравним заданную систему (а) с (12), получим

$$\left[\begin{array}{l} x(t)=6+2t+2t^2, \\ \left[\begin{array}{l} x(t)=x_o+V_ot+\dfrac{1}{2}at^2, \\ V(t)=|V_o+a\cdot t|; \end{array}\right. \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_o=6, \\ V_o=2, \Rightarrow V(t)=2+4t, \\ a=4. \end{array}\right.$$



Построим график функции $V(t)=2+4t$ в системе координат OVt, параметр $t\geq 0$, рис. 2.32. Из графика видно, что при $t>0$ точка движется равноускоренно.

***Пример* 2.12.** Вычислить ускорение, если уравнения движения задано уравнениями

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x(t) = t^3. \end{cases}$$

Решение. Вычислим среднюю скорость $V_{cp} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ на промежутке $1;0,3\,сек$ с $\Delta t = 0,05$ *сек*. Имеем:

$$\Delta x = k\left[(t+\Delta t)^3 - t^3\right] = t^3 + 3t^2\Delta t + 3t(\Delta t)^2 + (\Delta t)^3 - t^2 = 3t^2\Delta t + 3t(\Delta t)^2 + (\Delta t)^3;$$

$$V_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \left|\frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t}\right| = \frac{3t^2\Delta t + 3t(\Delta t)^2 + (\Delta t)^3}{\Delta t} \approx 3t^2 + 3t\Delta t, \left(\frac{м}{сек}\right).$$

Вычислим $V_{cp} = 3(t^2 + t\Delta t)$ и среднее ускорение $a_{cp} \approx \dfrac{\Delta V_{cp}}{\Delta t}$ (таблица 2.5).

Таблица 2.5

$t+\Delta t$ t, сек	$V_{ср} = 3\ t^2 + t\Delta t\ ,\ \frac{м}{сек}$	$\Delta V, \frac{м}{сек}$	$a_{ср} \approx \frac{\Delta V}{\Delta t}, \frac{м}{сек^2}$	$\Delta a_{ср}, \frac{м}{сек^2}$
0+0,05				
0,05+0,05=0,10	$3\ 0,05 \cdot 0,05^2 + 0,05 \cdot 0,05\ \approx 0,015$	0,015	0,3	
0,1+0,05=0,15	$3\ 0,1^2 + 0,1 \cdot 0,05\ \approx 0,045$	0,03	0,6	0,3
0,15+0,05=0,20	$3\ 0,15^2 + 0,15 \cdot 0,05\ \approx 0,09$	0,045	0,9	0,3
0,20+0,05=0,25	$3\ 0,2^2 + 0,2 \cdot 0,05\ \approx 0,15$	0,06	1.2	0,3
0,25+0,05=0,30	$3\ 0,25^2 + 0,25 \cdot 0,05\ \approx 0,225$	0,075	1,5	0,3

Построим график, связывающий скорости V и время t, рис. 2.33, а и график, связывающий a и время t, рис. 2.33, б.

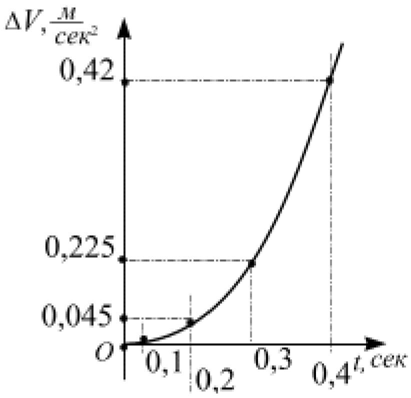


Рис. 2.33, а

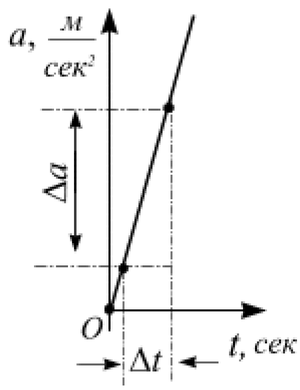


Рис. 2.33, б

Если ускорение $a_{cp} = \dfrac{\Delta V}{\Delta t}$ на равных промежутках времени Δt не равны, то движение точки называется *ускоренным.*

2.4. Математическое моделирование плоского движения

Простейшие движения твердого тела в плоскости. Рассмотрим абсолютное твердое тело (Π) в плоскости, рис. 2.34, а. Твердое тело в плоскости имеет три степени свободы, его движение можно описывать тремя независимыми параметрами. Выберем на теле точку А (полюс) и зафиксируем ее координаты – x_A , y_A . Через полюс проведем произвольную прямую AB и зафиксируем угол между осью Ox прямой AB – угол φ . Если тело (Π) неподвижно, параметры x_A , y_A и φ остаются неизменными с течением времени. Если тело (Π) движется, то параметры x_A , y_A и φ меняются со временем, т.е. являются функциями времени: $x_A(t)$, $y_A(t)$, $\varphi(t)$. Поскольку эти параметры независимы, движение тела (Π) в плоскости можно разложить на три независимых движения: движение тела вдоль оси Ox – $x_A(t)$, рис. 2.34, б, движение тела вдоль оси Oy – $y_A(t)$, рис. 2.34, в, вращение твердого тела вокруг полюса А – $\varphi(t)$, рис. 2.34, г. Эти движения принято называть простейшими.

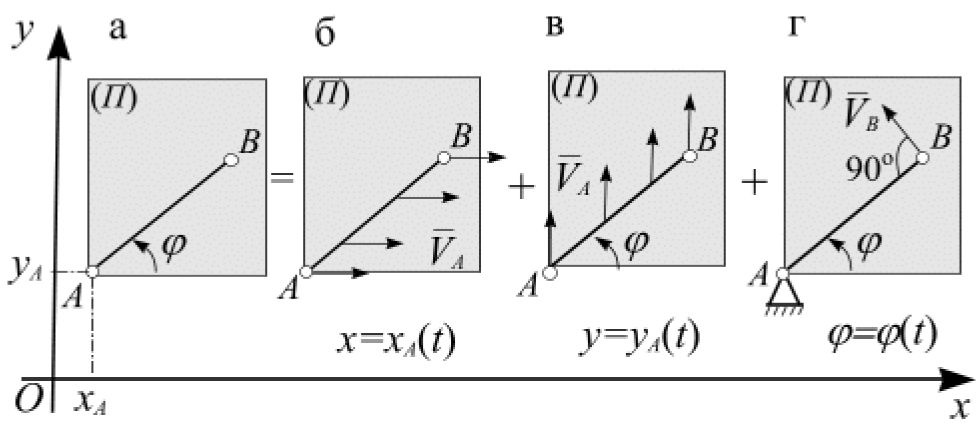


Рис. 2.34

Чтобы задать уравнения плоского движения тела, надо задать функции

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x_A(t), \\ y = y_A(t), \\ \varphi = \varphi(t). \end{cases} \qquad (1)$$

Уравнения (1) называются *уравнениями плоского (плоскопараллельного) движения твердого тела*.

Теорема о скоростях. Скорость любой точки *M* тела при его плоском (плоскопараллельном) движении геометрически складывается из скорости полюса $\bar{V}_A$ и скорости точки *M* в ее вращении вместе с телом вокруг этого полюса $\bar{V}_{M(A)}$, рис. 2.35:

$$\bar{V}_M = \bar{V}_A + \bar{V}_{M(A)}, \; V_{M(A)} = \omega \cdot AM .$$

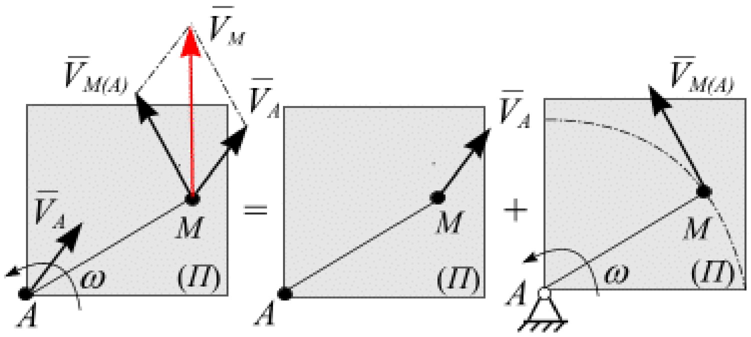


Рис. 2.35

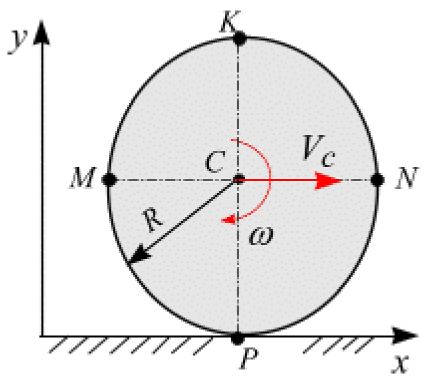


Рис. 2.36

***Пример* 13.1.** Колесо радиусом R катится без скольжения по линейному рельсу. Центр C колеса движется с постоянной скоростью $\overline{V}_C$ и вращается с угловой скоростью ω. Вычислить скорости точек M, K, N, P расположенных на ободе колеса, как показано на рис. 2.36.

Решение.

За полюс примем центр колеса C, тогда скорость полюса $\overline{V}_C$ и угловая скорость вращения колеса вокруг полюса –

$$\omega = \frac{V_C}{R}.$$

Скорость любой точки на ободе колеса геометрически складывается из скорости полюса и скорости точки M в ее вращении вместе с телом вокруг этого полюса. Применим к точкам *K, N, M, P* лежащих на ободе колеса теорему о скоростях при плоском движении.

Вычислим скорости на ободе колеса. Скорости на ободе колеса во всех точках по модулю равны между собой, т. к. они расположены на одинаковом расстоянии от полюса *C*. Имеем, рис. 2.37, а:

$$V_{M(C)} = V_{K(C)} = V_{N(C)} = V_{P(C)} = \omega \cdot R = \frac{V_C}{R} \cdot R = V_C .$$

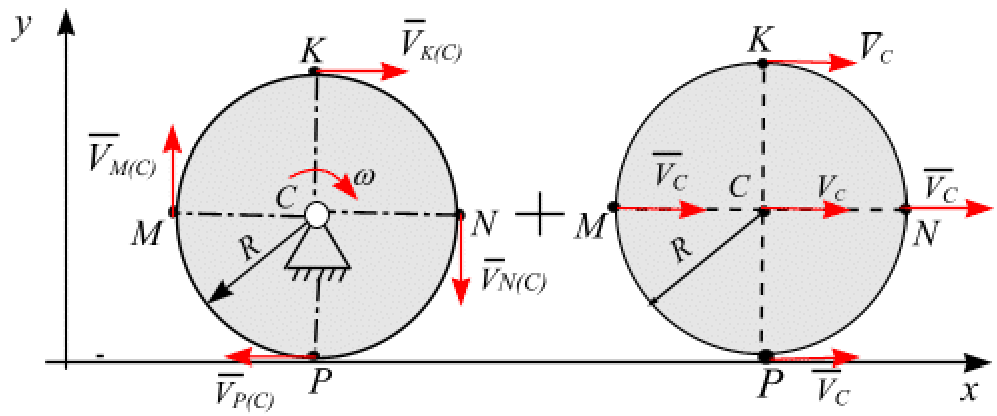


Рис. 2.37

1. Точка *M:* $\overline{V}_M = \overline{V}_c + \overline{V}_{M(c)}$, здесь $\overline{V}_{M(C)} \perp MC = R$.

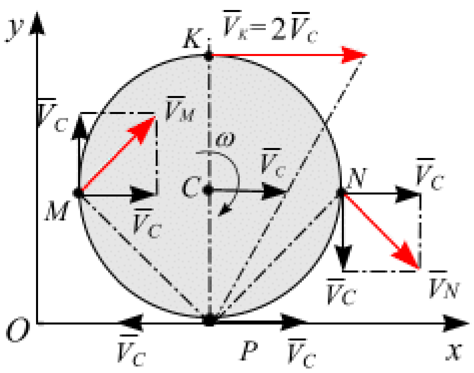


Рис. 2.38

Так как векторы $\overline{V}_C \perp \overline{V}_{M(C)}$, модуль скорости равен (рис. 2.38):

$$V_M = \sqrt{V_c^2 + V_{M(c)}^2} = V_c\sqrt{2} .$$

Направление вектора $\overline{V}_M$ находим по правилу сложения векторов.

2. Точка *К:* $\bar{V}_K = \bar{V}_C + \bar{V}_{K(C)}$, здесь $\bar{V}_{K(C)} \perp KC$,

Так как векторы $\bar{V}_{K(C)} \| \bar{V}_C$, модуль скорости равен (рис. 2.31, а):

$$V_K = V_C + V_C = 2V_C .$$

3. Точка *N*: $\bar{V}_N = \bar{V}_C + \bar{V}_{N(C)}$, здесь $\bar{V}_{N(C)} \perp NC = R$.

Так как векторы $\bar{V}_c \perp \bar{V}_{M\ C}$, имеем (рис. 2.31)

$$V_N = \sqrt{V_C^2 + V_{N\ C}^2} = V_C\sqrt{2} .$$

Направление $\bar{V}_N$ находим по правилу сложения векторов.

4. Точка *P*: $\bar{V}_P = \bar{V}_C + \bar{V}_{P(C)}$; здесь $\bar{V}_{P(c)} \perp CP \equiv R$.

Так как векторы $\bar{V}_c$ и $\bar{V}_{P(c)}$ лежат на одной прямой и направлены в противоположные стороны, имеем (рис. 2.38):

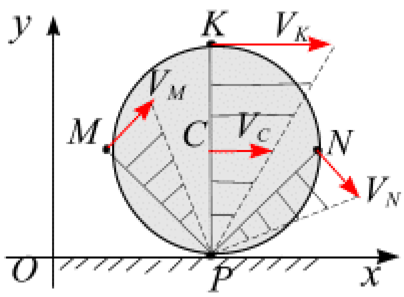


Рис. 2.39

$$V_P = V_C - V_{P(C)} = V_C - V_C = 0 .$$

Отметим, что перпендикуляры, проведенные к скоростям в точках *К, N, M,* пересекутся в точке P, *скорость которой равно нулю* (рис. 2.39).

Мгновенный центр скоростей. Во многих практических задачах скорость полюса задана или ее можно вычислить. Угловая скорость вращения тела вокруг полюса часто неопределенна.

Теорема. В каждый момент времени при плоском движении тела, если $\omega \neq 0$, имеется единственная точка в плоскости его движения скорость которой равна нулю. Эту точку называют точкой *мгновенного центра скоростей (МЦС).* Обозначим ее *P*.

Доказательство. Для доказательства этой теоремы достаточно указать способ вычисления точки МЦС. Пусть тело (*П*) *движется плоскопараллельно.* Предположим, что скорость полюса равна $\overline{V}_O$, а угловая скорость вращения тела вокруг полюса равна ω (рис. 2.40). Предположим, что вращение тела вокруг полюса происходит, например, по часовой стрелке.

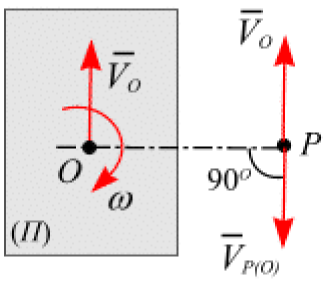


Рис. 2.40

Допустим, что мгновенный центр скоростей (точка *P)* существует. Следует ожидать, что она находится на прямой, перпендикулярной вектору скорости $\overline{V}_o$. Используем теорему о скоростях для вычисления скорости в точке *P*, получаем:

$$\overline{V}_P = \overline{V}_o - \overline{V}_{P(o)} = 0.$$

Поскольку $\overline{V}_{P(o)} \parallel \overline{V}_o$, то скорость точки *P* будет равна нулю, если модули этих скоростей равны между собой.

Следовательно, $V_{P(o)} \equiv V_o$, но $V_{P(o)} = \omega \cdot OP$, откуда $\omega \cdot OP = V_o$, тогда

$$OP = \frac{V_o}{\omega}.$$

Таким образом, точка МЦС находится на перпендикуляре к вектору скорости $\bar{V}_o$ на расстоянии $OP = \dfrac{V_o}{\omega}$.

Точка МЦС является единственной точкой для тела в *данный момент времени*. В другой момент времени точка МЦС находится уже в другой точке плоскости. Поскольку угловая скорость фигуры не зависит от выбора полюса, поэтому угловая скорость твердого тела в ее вращении вокруг точки МЦС (точка *P)* равна угловой скорости ω, с которой твердое тело вращается вокруг полюса *O*.

Если положение точки МЦС и ω известны, то, приняв точку МЦС за новый полюс ($V_P = 0$), для любых точек тела *(П)* , например точек *A* и *B* (рис. 2.34), скорости можно вычислить следующим образом:

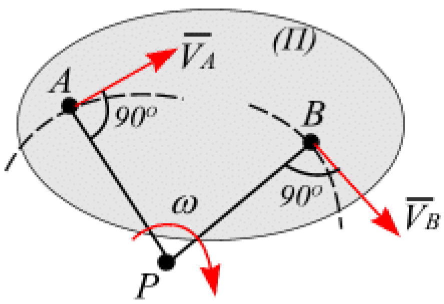


Рис. 2.41

$$\bar{V}_A = \bar{V}_P + \bar{V}_{A(P)} \equiv \bar{V}_{A(P)}, V_A = \omega \cdot AP, \bar{V}_A \perp \overline{AP},$$

$$\bar{V}_B = \bar{V}_P + \bar{V}_{B(P)} \equiv \bar{V}_{B(P)}, V_B = \omega \cdot BP, \bar{V}_B \perp \overline{BP}.$$

Из полученных выражений для V_A и V_B имеем

$$\omega = \frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{AP}{BP}.$$

Правило. Если положение точки МЦС известно, то скорости точек тела вычисляют так же, как и в случае вращения тела в плоскости вокруг мгновенно неподвижной точки Р с угловой скоростью ω.

Частные случаи нахождения точки МЦС. Рассмотрим частные случаи нахождения точки МЦС.

1. Если плоское движение осуществляется путем качения цилиндрического тела по поверхности другого тела без скольжения, причем второе тело неподвижно, то точка касания *P* имеет в данный момент времени скорость, равную нулю, следовательно, является МЦС (рис. 2.42, а), тело *мгновенно вращается относительно точки касания Р.*

Иначе говоря, Если на перпендикуляре к вектору скорости есть точка, скорость в которой равна нулю, то эта точка будет точкой МЦС.

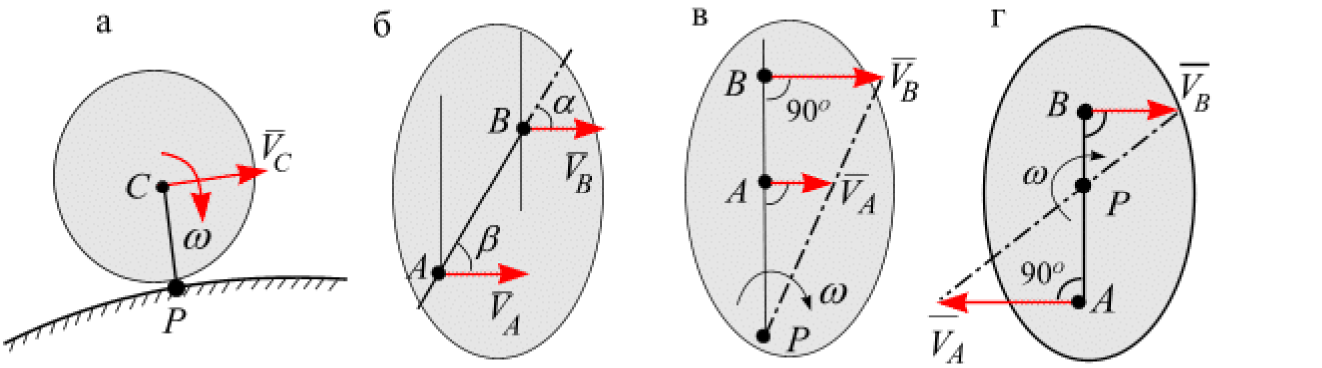
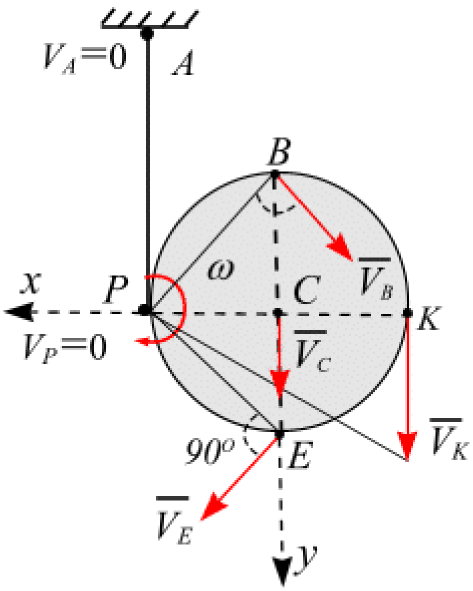


Рис. 2.42

2. Если в двух точках *A* и *B* твердого тела $\bar{V}_A \| \bar{V}_B$, при этом прямая *AB*, соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам $\bar{V}_A$ и $\bar{V}_B$ (рис. 2.42, б), то перпендикуляры к $\bar{V}_A$ и к $\bar{V}_B$ пересекутся в в бесконечности, т.е. точка МЦС $\to \infty$, тогда $\omega = \dfrac{V_A}{\infty} = 0$. Из общей теоремы

кинематики имеем, что $V_A \cos\beta = V_B \cos\alpha$ ($\alpha = \beta$), тогда $V_A = V_B$. Следовательно, скорости всех точек тела в данный момент равны между собой по модулю и по направлению, твердое тело движется *мгновенно поступательно*. При мгновенно поступательном движении угловая скорость тела равна нулю, угловое ускорение не всегда равно нулю.

3. Если в двух точках *A* и *B* твердого тела $\overline{V}_A \| \overline{V}_B$, при этом прямая *AB*, соединяющая эти точки, перпендикулярна векторам $\overline{V}_A$ и $\overline{V}_B$ и $\overline{AB} \perp \overline{V}_A$, $\overline{AB} \perp \overline{V}_B$ (рис. 2.42, в, г) то положение точки МЦС определяется построениями, показанными на рис. 2.42 в, г, тело имеет *мгновенно-вращательное движение вокруг* точки МЦС (точка *P*). При этом модули скоростей точек тела связаны соотношением



4.

$$\omega = \frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{AP}{BP}.$$

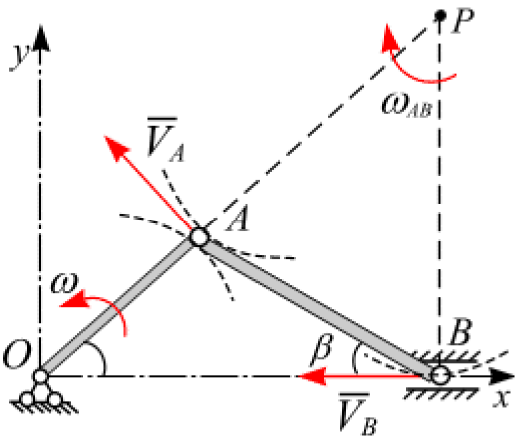
Маятник Максвелла. Маятник Максвелла состоит из диска радиусом R , на который намотана нерастяжимая нить, конец которой закреплен в точке *A* (рис. 2.43).

Вычислим скорости на ободе диска, если известна скорость его центра V_C . Свяжем декартову систему координат Cxy с центром диска. Скорость центра диска V_C параллельна оси Cy . Ось Cx проходит через точку P . Нить AP неподвижна, следовательно $V_A = V_P = 0$.

Следовательно, точка *P* является точкой МЦС. Модули скоростей точек диска связаны соотношением

$$\omega = \frac{V_C}{R} = \frac{V_B}{R\sqrt{2}} = \frac{V_K}{2R} = \frac{V_E}{R\sqrt{2}}. \qquad (2)$$

Кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм состоит из кривошипа *OA*, шатуна *AB* и ползуна *B* (рис. 2.44).



Кривошип *OA* длиной r вращается в плоскости относительно неподвижной точки A с угловой скоростью ω и угловым ускорением ε. Совместим декартову систему координат Oxy с точкой *O*. Вычислим скорость ползуна B.

Имеем:

$V_A = \omega \cdot OA$ (м/с).

Вектор скорости $\overline{V}_A$ направлен перпендикулярно OA в сторону вращения кривошипа (рис. 2.44). Ползун B движется поступательно вдоль дорожек, следовательно скорость ползуна $\overline{V}_B$ направлена по оси Ox. Скорости в точках A и B шатуна AB *не параллельны, следовательно шатун совершает плоскопараллельное движение.* Восстановим перпендикуляры к векторам $\overline{V}_A$ и $\overline{V}_B$. Точка МЦС (точка P) лежит на их пересечении. Все точки шатуна мгновенно движутся по окружностям соответствующих радиусов с центром вращения в точке МЦС (точка A – по радиусу AP, точка B – по радиусу BP, при этом угловая скорость вращения шатуна и модули скоростей точек шатуна связаны соотношением:

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = \frac{\omega \cdot r_A}{AP}; \quad \frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP}.$$

Скорость ползуна (скорость в точке B):

$$V_B = \omega_{AB} BP.$$

Рассмотрим частные случаи.

1). Движение шатуна в момент времени, когда угол $\varphi = 0^\circ$ (рис. 2.38, а).

Вектор скорости кривошипа в точке A ($\overline{V}_A$) направлен по оси Oy. Восстановим перпендикуляры к векторам $\overline{V}_A$ и $\overline{V}_B$. Точка МЦС (точка P) лежит на их пересечении и совпадает с точкой B. Следовательно, точка B является в этом положении механизма точкой МЦС, тогда $V_B = 0$. В этом положении шатун AB совершает *мгновенное вращение* вокруг мгновенно неподвижной точки B с угловой скоростью $\cdot\omega_{AB}$:

$$\omega \cdot OA = \cdot\omega_{AB} AB \Rightarrow \omega_{AB} = \frac{OA}{AB}.$$

Распределение скоростей точек шатуна показано на рис. 2.45, а.

2). Движение шатуна в момент времени, когда угол $\varphi = 90^\circ$ (рис. 2.45, б).

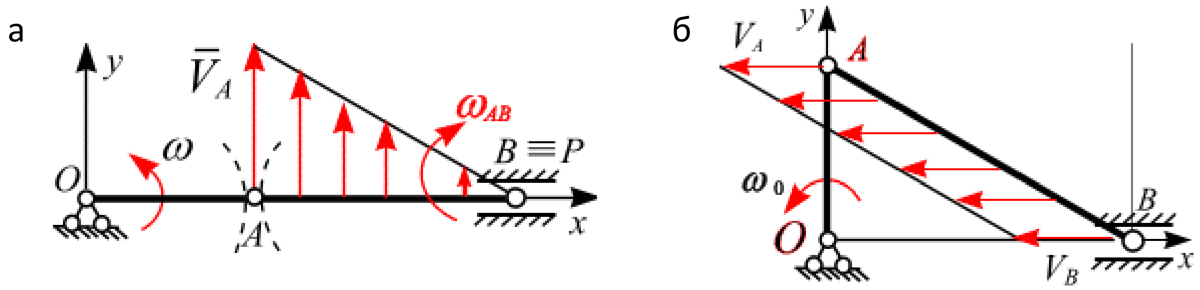
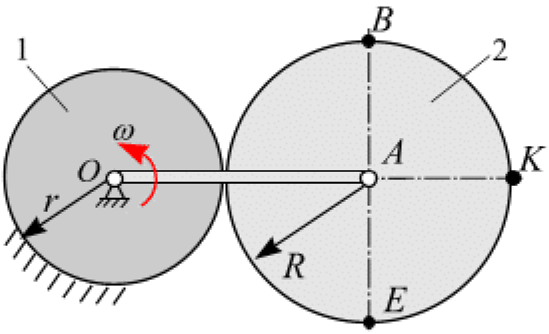


Рис. 2.45

Вектор скорости кривошипа в точке A ($\overline{V}_A$) направлен по оси Ox. Скорости $\overline{V}_A$ и $\overline{V}_B$ направлены параллельно друг другу, перпендикуляры к $\overline{V}_A$ и $\overline{V}_B$ пересекутся в бесконечности, т.е. точка МЦС $\to \infty$, тогда

$\omega = \dfrac{V_A}{\infty} = 0$. Следовательно, в этом положении шатун совершает *мгновенно-поступательное* движение, и все точки шатуна AB имеют одинаковую скорость, равную V_A.

Планетарный механизм. Планетарный механизм состоит из неподвижного диска *1* радиусом r, кривошипа OA и подвижного диска, радиусом R, закрепленного а точке A кривошипа OA (рис.2.46).Кривошип OA вращается с угловой скоростью ω и приводит в движение подвижный диск 2. Вычислим скорость в точках B, K, E, лежащие на ободе подвижного диска.



Имеем (рис. 2.46):

$$V_A = \omega \cdot r.$$

Свяжем декартову систему координат Oxy с центром неподвижного диска. Скорость в точке A кривошипа параллельна оси Oy. Точка соприкосновения неподвижного и подвижного дисков будет точкой МЦС точка P (рис. 2.47).

Запишем уравнения связи. Точка A *имеет два радиуса вращения* – $OA = r + R$ и R, поэтому

$$\omega(r+R) = \varphi_1 R \Rightarrow \omega_1 = \omega \frac{r+R}{r}.$$

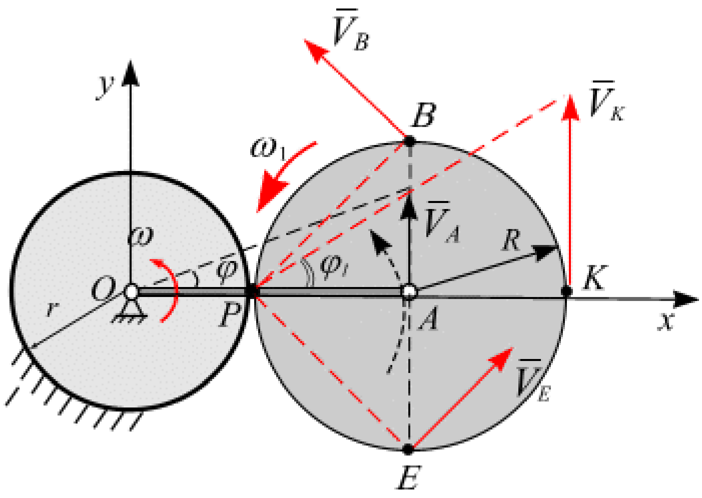


Рис. 2.47

При этом модули скоростей точек, лежащих на ободе подвижного диска связаны соотношением

$$\omega_1 = \frac{V_A}{R} = \frac{V_B}{R\sqrt{2}} = \frac{V_K}{2R} = \frac{V_E}{R\sqrt{2}}.$$

Подвижный диск движется плоскопараллельно.

Манипулятор. Манипулятор робота OAB способен работать только в плоскости и имеет два звена. Первое звено – кривошип OA, длина которого $r_1 = 13$ *см*, закреплен на шарнирно неподвижной опоре O и составляет относительно горизонтальной оси угол α_1; второе звено – шатун AB, длина которого $r_2 = 5$ *см*, связан с кривошипом шарниром *А* и составляет относительно горизонтальной оси угол α_2; рабочий орган (захват) манипулятора *В* находится на конце шатуна. Вычислить углы α_1 и α_2, которые позволят манипулятору захватить предмет, который находится в точке с координатами $9;15$.

При построении чертежа манипулятора отмечаем, что механизм может иметь два положения для захвата цели: OAB и $OA'B$, рис. 2.48.

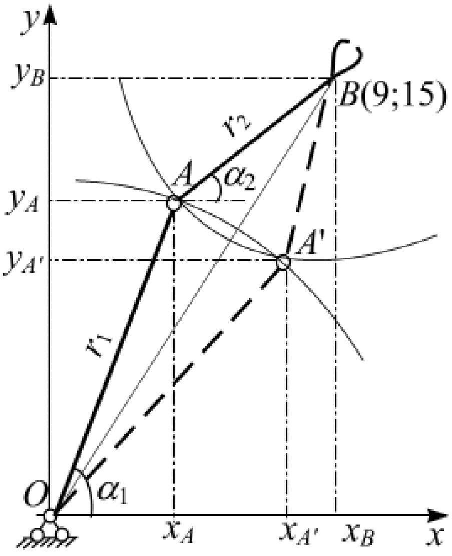


Рис. 2.48

Рассмотрим положение OAB. Имеем

$$\begin{cases} x_A^2 + y_A^2 = r_1^2, \\ 9 - x_A \;\; ^2 + \; 15 - y_A \;\; ^2 = r_2^2; \end{cases} \Rightarrow \qquad (1)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_A^2 + y_A^2 = 13^2, \\ 9 - x_A \;\; ^2 + \; 15 - y_A \;\; ^2 = 5^2. \end{cases}$$

Преобразуем второе уравнение системы и выразим x_A через y_A, получим:

$$9^2 - 2 \cdot 9 \cdot x_A + \underline{x_A^2} + 15^2 - 2 \cdot 15 \cdot y_A + \underline{y_A^2} = 5^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 81 - 18x_A + 169 + 225 - 30y_A - 25 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 18x_A + 30y_A = 450 \Rightarrow 9x_A + 15y_A = 225 \Rightarrow x_A = \frac{1}{9} \;\; 225 - 15y_A \;\; .$$

Подставим полученное выражение x_A в первое уравнение системы:

$$\frac{1}{81}\ 225^2 - 2\cdot 225\cdot 15y_A + 15^2 y_A^2\ \ + y_A^2 = 169 \Leftrightarrow$$

$$50625 - 6750y_A + 225y_A^2 + 81y_A^2 - 13689 = 0 \Leftrightarrow 306y_A^2 - 6750y_A + 36936 = 0.$$

Получили квадратное уравнение относительно координаты y_A, это означает, что координата шарнира A имеет два значения, что соответствует нашему построению. Вычислим эти значения:

$$306y_A^2 - 6750y_A + 36936 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y_{A,A'} = \frac{6750 \pm \sqrt{45562500 - 4\cdot 306\cdot 36936}}{2\cdot 306} =$$

$$= \frac{6750 \pm \sqrt{352836}}{612} = \frac{6750 \pm 594}{612} \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} y_A = \dfrac{6750+594}{612} = \dfrac{12694}{612} = 12, \\ y_{A'} = \dfrac{6750-594}{612} = \dfrac{6156}{612} = \dfrac{171}{17}. \end{array}\right.$$

Тогда

$$\left[\begin{array}{l} x_A = \dfrac{1}{9}\ 225 - 15y_A\ \ = \dfrac{1}{9}\ 225 - 15\cdot 12\ \ = 5; \\ x_{A'} = \dfrac{1}{9}\ 225 - 15y_{A'}\ \ = \dfrac{1}{9}\left(225 - 15\cdot\dfrac{171}{17}\right) = \dfrac{1260}{153}. \end{array}\right.$$

Вычислим углы α_1 и α_2.

Положение манипулятора I:

$$\left[\begin{array}{l} sin\alpha_1 = \dfrac{y_A}{OA} = \dfrac{12}{13} \approx 0{,}923 \Leftrightarrow \alpha_1 \approx 67°; \\ \\ sin\alpha_2 = \dfrac{y_B - y_A}{AB} = \dfrac{15-12}{5} = \dfrac{3}{5} \approx 0{,}6 \Leftrightarrow \alpha_1 \approx 37°. \end{array}\right.$$

Положение манипулятора II:

$$\left[\begin{array}{l} sin\alpha_1^{'} = \dfrac{y_A^{'}}{OA} = \dfrac{171}{17 \cdot 13} \approx 0{,}774 \Leftrightarrow \alpha_1 \approx 50°; \\ \\ sin\alpha_2 = \dfrac{y_B - y_A^{'}}{AB} = \dfrac{15-\dfrac{171}{17}}{5} = \dfrac{84}{85} \approx 0{,}998 \Leftrightarrow \alpha_1 \approx 86°. \end{array}\right.$$

Шасси самолета. Уборка и выпуск шасси самолета производится с помощью гидроцилиндров, рис. 2.49. Скорость поршня гидроцилиндра равна $V = 0{,}5\dfrac{м}{сек}$. Размеры элементов шасси самолета: $KC = 2{,}5O_1K$; $O_1A = O_2C$; $O_1K = KB = 2O_1A$. Вычислить скорость движения центра колеса *B* и угловую скорость кривошипа O_2C.

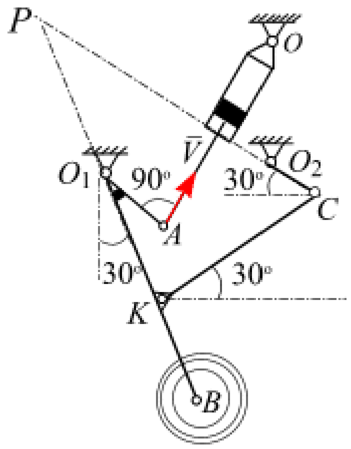


Рис. 2.49

Решение. Звено AO_1B (кривошип) вращается вокруг шарнира O_1. Вычислим угловую скорость звена и скорости в узлах K и *B*. Имеем

$$\omega_1 = \frac{V}{O_1A} = \frac{V_K}{O_1K} = \frac{V_B}{O_1B} \Rightarrow \left[\begin{aligned} V_K &= V\frac{O_1K}{O_1A} \\ V_B &= V\frac{O_1K}{O_1B} \end{aligned} \right.$$

Звено (шатун) *КС* совершает плоскопараллель-ное движение. Точка мгновенного центра скоростей (МЦС) находится на пе-ресечении прямых O_1B и O_2C, рис. 2.50.

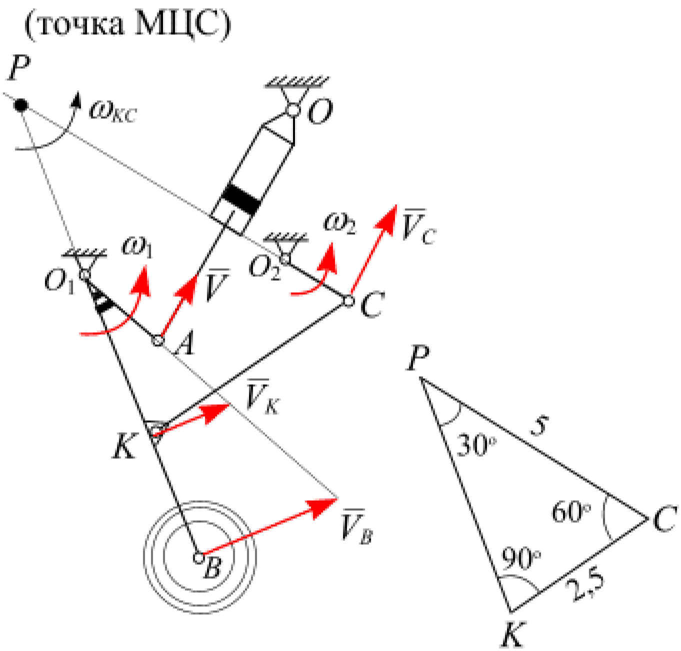


Рис. 2.50

Рассмотрим ΔKPC:

$$PK = \sqrt{5^2 - 2{,}5^2} = \sqrt{25 - 6{,}26} = \sqrt{18{,}75} \approx 4{,}3;$$

$$\frac{O_1K}{O_1A} = \frac{2 \cdot O_1A}{O_1A} = 2.$$

Вычислим угловую скорость вращения звена *KC* скорость в узле *C*:

$$\omega_{KC} = \frac{V_K}{PK} = \frac{V_C}{PC} \Rightarrow V_C = V_K \frac{PC}{PK} = V \frac{O_1K}{O_1A} \cdot \frac{PC}{PK} = V \frac{2 \cdot 5}{\sqrt{18{,}74}}$$

$$= V \frac{10}{\sqrt{18{,}75}}$$

Тогда

$$\omega_{KC} = \frac{V_C}{O_2C} = V \frac{10}{O_2C\sqrt{18{,}75}} \approx 2{,}3 \frac{V}{O_2C}.$$

Глава III. Педагогический эксперимент

3.1 Рейтинговая система в учебном процессе обучения школьников 9 класса

При применении рейтинговой системы важнейшим вопросом становится ее сбалансированность. Изменение оценки в баллах любого действия приводит к изменению эффективности обучения в целом. Исходя из того, что на данный момент нет единого мнения, каково должно быть распределение баллов по различным видам учебной деятельности, рейтинговая система строилась из наших представлений о реализации индивидуального подхода в обучении.

В соответствии с рабочим планом учитель составил график проведения всех учебных занятий по физике (модуль – механика) в 9-м классе и установил сроки выполнения школьниками контрольных опросов. Затем в группах I потока был сформирован нормативный рейтинг по модулю на основании шкалы балльности и трех видов контроля: текущего, промежуточного и итогового.

Текущий рейтинг. В личностно-ориентированной парадигме образования данные текущего тестирования не должны влиять на итоговую (зачетную) оценку. В идеале их не стоило бы сообщать никому, кроме школьника. Рейтинговая оценка нужна школьнику только для определения собственного уровня знаний, но не должна становиться «страшилкой», не должна травмировать психику.

Промежуточный рейтинг. Разработанная нами рейтинговая система является модульной. Каждый модуль представляет завершенный раздел в учебном курсе данной четверти. При использовании рейтинговой системы для оценки степени усвоения материала учебных дисциплин традиционно используются методы устного опроса и письменных контрольных работ.

Итоговый рейтинг. Итоговый рейтинг включает баллы за контрольные работы по каждому разделу модуля.

В табл. 3.1 показано формирование нормативного рейтинга по модулю

Табл. 3.1

Нормативная сумма баллов по модулю

Вид занятия	Число занятий	Число баллов	Сумма баллов
Текущий контроль			
Теория	4	24	40
Решение задач	4	16	
Промежуточный контроль			
Контрольная работа	2	20	20
Итоговый контроль			
Коллоквиум			40
ИТОГО			100

На первом занятии учитель знакомит школьников с положением о рейтинговой системе, задачами и целями ее применения, шкалой балльности и критериями аттестации. Важным моментом в организации контролирующих мероприятий является осознание школьником того факта, что контроль неотвратим. Учитель учитывает работу школьников в своем электронном журнале и формирует рейтинг каждого студента по всем видам контроля.

Рассмотрим формирование рейтинга учащегося 9 класса. (табл. 3.2). Она в течение изучения модуля прочно удерживала первое место в рейтинговой шкале.

Табл. 3.2

Формирование рейтинга. ученика

Модуль	*Вид контроля*			Сумма баллов
	текущий	промежуточный	итоговый	

Механика	35	15	30	80

Возможность каждого школьника оперативно влиять на свое положение в рейтинговой таблице стимулирует повышение познавательной активности.

Очень важно в конце занятия в атмосфере полной гласности оценить работу каждого школьника. Сами школьники участвуют в обсуждении результатов. Признание успехов товарищей является мощным средством в становлении личности, ее – мотивы, определяющие деятельность школьника. Такой подход дает возможность не только выделить группу лидеров, но и подтянуть менее активных и плохо организованных школьников, что приводит к состязательности.

Результаты текущего контроля можно принять за критерий систематичности познавательной деятельности школьника.

Промежуточный контроль - это проверка знаний на каждом этапе, испытание позволяющее оценить эффективность обучения.

Вне учебные виды самостоятельной деятельности. Наиболее распространенным видом вне учебной самостоятельной деятельности школьников является подготовка *рефератов, связанная с аналитическо-поисковой деятельностью.* Реферат можно рассматривать как начальную форму участия школьника в научно-исследовательской работе. Благодаря рейтингу очень выросла активность реферативной работы (до 40%), за эту деятельность школьник дополнительно получает 10 баллов.

Общий заключительный контроль по модулю осуществляется *контрольной работой.*

С введением рейтинга в учебный процесс активность школьников при выполнении домашних работ изменилась, о чем свидетельствует положение кривых для двух потоков (рис.3.1).

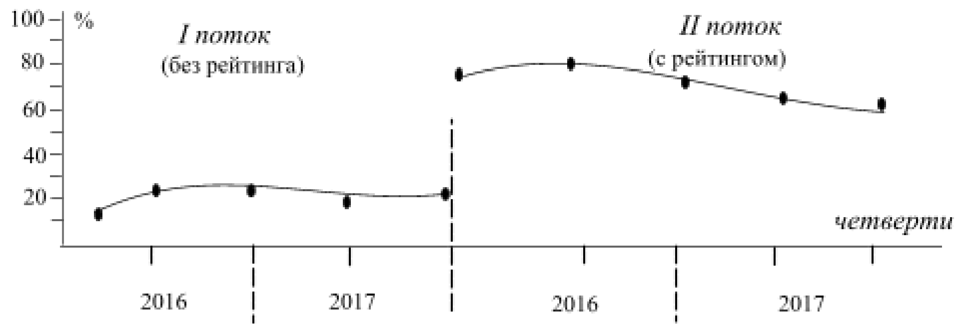


Рис.3.1. Выполнение школьниками учебного графика

3.2. Анализ результатов эксперимента по обучению школьников

В задачи исследования входило провести педагогический эксперимент по проверке обученности школьников 9 класса. Чтобы проверить уровни обученности студентов при использовании предложенного междисциплинарного подхода в обучении школьников физике проведен педагогический эксперимент.

Цель педагогического эксперимента заключается в эмпирическом подтверждении или опровержении гипотезы исследования. При планировании и подведения итогов педагогического эксперимента существенную роль играют статистические методы, которые дают, в том числе, возможность устанавливать степень достоверности сходства и различия исследуемых объектов на основании результатов измерений их показателей.

На рис. 3.1 представлена структура педагогического эксперимента.

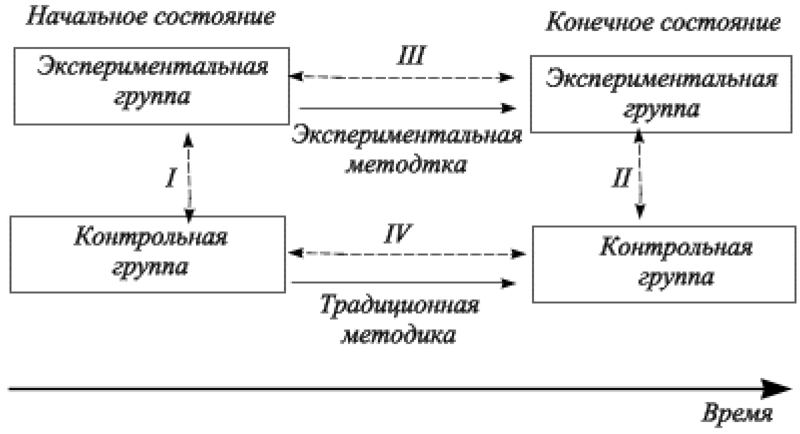


Рис. 3.1. Структура педагогического эксперимента.

Подготовка к педагогическому эксперименту проводилась на базе Лицея №10. период 2016–2017 гг..

На этапе *констатирующего эксперимента* был проведен анализ состояния исследуемой проблематики, который позволил выяснить ряд существенных недостатков существующей методики обучения физики.

На этапе *поискового эксперимента* были разработаны отдельные разделы модуля «Механика». Начата работа, в рамках школьной по физике.

На этапе *формирующего эксперимента* происходило внедрение в учебный процесс математических моделей.

На этапе формирующего эксперимента, на основании результатов тестирования, анкетирования и результатов контрольных работ по физике, были выделены контрольная и экспериментальная группы. Гипотеза об отсутствии различий между группами была подтверждена статистическими методами. В период эксперимента обе группы выполнили одинаковый объем обязательных заданий и лабораторных работ. Контрольная группа на занятиях обучалась по традиционной методике, а экспериментальная – по методике построения математических моделей. Эксперимент проводился в течение учебного года.

Рассмотрим результаты эксперимента. На начальном этапе определены экспериментальная и контрольная группы. Экспериментальная группа составила 27 человек, контрольная группа – 43 человека. Для проверки гипотезы об отсутствии различий между группами, перед началом эксперимента, было проведено тестирование. При ответе на вопросы теста школьники получали баллы от 0 до 30.

Результаты входного теста экспериментальной и контрольной групп отражены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Результаты входного тестирования

Уровень знаний	Контрольная группа (в числ. студ.)	Эксперимента-льная группа (в числ. студ.)
Низкий (0-10 баллов)	29	14
Средний (11-20 баллов)	11	9
Высокий (21-30 баллов)	3	4

Для проверки гипотезы о совпадении этих двух групп используется *критерий Крамера-Уэлча*]. Данный критерий предназначен для проверки гипотезы о равенстве средних (точнее – математических ожиданий) двух выборок. Для расчета критерия Крамера-Уэлча используется формула:

$$T_{эмп} = \frac{\sqrt{M \cdot N}\left|\bar{x} - \bar{y}\right|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}},$$

где N – объем выборки экспериментальной группы, M – объем выборки контрольной группы, $\bar{x}$ - среднее арифметическое значение в экспериментальной группе, $\bar{y}$ - среднее арифметическое значение в контрольной группе, D_x и D_y - дисперсии по выборкам.

Таблица 3.4.

Статистика входного тестирования

	Экспериментальная	Контрольная

	группа	группа
Объем выборки (число студентов)	43	27
Среднее арифметическое	17,56	17,05
Дисперсия по выборке	29,76	25,40

Рассчитав эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча, получим значение $T_{эмп}$=0,58. Сравнив это значение с критическим значением $T_{0,05}$=1,96, получим

$$0{,}58 \leq 1{,}96$$

$$T_{эмп} \leq T_{0,05}$$

Из выполнения этого неравенства следует, что характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне значимости 0,05. То есть начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают. После проведения эксперимента проводилось итоговое тестирование, результаты которого приведены ниже.

Таблица 3.5

Статистика итогового тестирования

	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Объем выборки	43	27
Среднее арифметическое	23,28	18,00
Дисперсия по выборке	35,39	31,55

Для выявления различий использован *критерий Крамера-Уэлча*. Значение критерия – 5,48. Сравнив это значение с критическим значением $T_{0,05}$=1,96, получим

5,48>1,96

$T_{эмп} > T_{0,05}$

Из этого неравенства следует, что достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента составляет 95%. То есть состояния экспериментальной и контрольной групп различаются после эксперимента.

При анализе анкет выявилось еще одно отличие контрольной и экспериментальной групп. Раздел анкеты «ваши пожелания по обучению физике» студентами контрольной группы обычно не заполнялся, либо содержал фразы «меня все устраивает», лишь 5% анкет этой группы содержали пожелания или замечания. В то время как в анкетах экспериментальной группы пожелания содержались в 23% анкет. Что косвенно может свидетельствовать о различии в отношении к обучению физике студентов этих групп. Повышение мотивации в экспериментальной группе подтверждается наблюдениями. Этот вывод подтверждается результатами обучения курсу физики после эксперимента.

В 9-х классах использовалась возможность разделения учеников на условные группы при подготовке к экзамену по физике. 9-а класс - экспериментальная группа, в составе 9 человек из сдающих экзамен - государственная итоговая аттестация. Вторая группа - контрольная была представлена 5 учениками из Б и В классов соответственно. В течении года группы готовились к экзаменам, учились на уроках, занимались дополнительной деятельностью. Результатами исследования являются оценки учащихся при сдаче ОГЭ по физике. В экспериментальной группе результаты оказались следующими: 1 человек получил оценку "5", 6 человек

- "4" и 2 человека - "3", в контрольной группе 2 человека - "5", остальные - "3". Если проанализировать данные результаты, получается 100% - успеваемость в обоих группах, но процент качества различный. В экспериментальной группе процент качества составил 78%, а в контрольной всего 40%. Стоит отметить, что в связи с небольшим количеством человек, нельзя отмечать успешность или не успешность данного педагогического исследования. Более того каждый учащийся - личность, и его результаты вызваны не только подходом в подготовке учителя, но так же и его самообразование, так стоит отметить тот факт, что из двух пятерок в контрольной группе один ученик набрал 39 баллов из 40 возможных на экзамене. Что же касается 10-11 классов, то можно отметить использование данной методики позволило учащимся более успешно сдавать единый государственный экзамен. Достаточно посмотреть статистику последних двух лет, а так же сравнительную статистику с общероссийскими показателями. Действительно в экспериментальной школе в прошлом году средний бал ЕГЭ по физике составил 60, в то время как по России - 51,2. В 2017 году средний бал по школе чуть ниже - 57,5. Тем не менее этот балл также достаточно высок, что показывает состоятельность данного метода конвергентного образования.

Вывод.

В работе показан пример тесного взаимодействия предметов по физике и математике. Данная модель, основанная на междисциплинарном подходе, показала возможности интеграции образовательных моделей. А также структурировала сложные, запутанные на первый взгляд для ученика понятия, показывая возможности их применения. Таким образом используя в образовательной среде подобные модели можно добиться высоких результатов в обучении учащимися. Речь идет не только о предметах естественнонаучного цикла, но также и предметов дополнительного образования - робототехники. В которой так же добиться высоких результатов без знаний по математики и физике невозможно. Стоит отметить, что обладая знаниями по математике не абстрактными а эмпирически доказанными и выведенными на конкретных примерах ученикам становится более понятен материал не только по физике, но и математике, а также они показывают высокий уровень владения компьютерным моделированием и программированием.

В работе указан пример взаимодействий предметных областей. Однако, при подготовке была проведена работа не только по взаимодействию алгебры с механикой и определены межпредметные связи, но также большое внимание было уделено производным, интегрированию, уравнениям второго порядка. В частности, что касается уравнений второго порядка, в курсе математики в школе дается лишь принцип действий по решению квадратных уравнений. Хотелось бы давать вывод этих уравнений, конечно не в 7 классе, но в 9 стоит устанавливать причинно-следственные связи.

Библиографический список:

1. Абанкина И. Пока что мы не смогли задать образ школы будущего // Наука. Коммерсант. 2011 ;6 С. 26-27
2. Авдеева, З.К., Коврига, С.В, Макаренко, Д.И, Максимов, В.И., Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления 2007, №3 с 2-8
3. Баранов С. П., Болотина Л. Р., Воликова Т. В, Сластёнин В. А.. Педагогика: Учебное пособие для педучилищ – М.: Просвещение, 1981. – 367 с
4. Загвязинский В.И. Современная образовательная ситуация и задачи модернизации российского образования // Народное образование 2012 №5 С. 115-126
5. Зуева Ф.А. Особенности технологии развития личностных ресурсов старшеклассников в системе профильного образования //Сибирский педагогический журнал №9 2010г С. 266-271
6. Кудашев, В.И. Социальные технологии в обществе знания: когнитивные аспекты // Вестник томского государственного университета 2012 №4 вып 1 с 58-64
7. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б.,. Неудахина Н.А., Инновационные обучающие технологии в подготовке специалистов (часть 2)
8. Ларионова Т.П., Роль и место робототехники в современной школе
9. Лупанова В.Н. Инновационные технологии в модернизации системы российского образования, // Евразийский международный научно-аналитический журнал // Проблемы науки и образования №2, 2007
10. Мощанский В. Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] – М.: Просвещение, 1989. – 192 с
11. Свечкарев, В.П. Когнитивное моделирование архитектуры и динамики геополитических регионов современного мира // Инженерный вестник Дона

12. Севрюкова А.А. модель развития исследовательского потенциала учителя в системе дополнительного образования,
13. Черникова, Д.В., Черникова, И.В. Расширение человеческих возможностей: когнитивные технологии и их риски // Известия Томского политехнического университета 2012. Т321 №6 с 114-119
14. Степанова Г.Н. Раннее обучение физике // физика в школе 2007 №4
15. Тылец Н.Н. "Резонансный подход к построению обучения" // Физика в шкоел 2007 №4.
16. Демидова М.Ю. Пропедевтические естественнонаучные курсы // Физика 2010 №11
17. Шулежко Е.М. Раннее изучение физики //физика 2009 №2
18. Масленникова Ю.В. , Гребенев И.В. Концепция формирвоания естественнонаучного мировоззрения в условиях гимназии // Наука и школа. 2012 №3.
19. Масленникова Ю.В., Калинина Т.С. Развитие познавательного интереса учащихся на начальном этапе изучения физики и астрономии //Физика в школе 2011. №5
20. Большая книга экспериментов для школьников под ред. А Мейяни. М РОСМЭН ПРЭС, 2003.
21. Масленникова Ю. В. Путешествие в мир астрономии. Пособие для учащихся/ под науч. ред. д.п.н. И.В. Гребенева. Н Новгород, 2011
22. Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования(приложение к приказу Минобразования РФ от 18.02.2002 №2783).
23. Дидактика средней школы под ред М.Н. Скаткина, И.Я. Лернера. М:Педагогика. 2008 №2 С. 27-31.
24. Фундаментальное ядро содержания общего образования / под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова М: Просвещение 2010