

И24

P-P

217/—

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ имени А. М. ГОРЬКОГО

И. В. ИВАХ

КРИВОЛИНЕЙНОЕ И ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук (по методике физики).

Научный руководитель — проф. А. К. Бабенко

НБ НПУ

імені М.П. Драгоманова



100313106

Киев — 1961

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

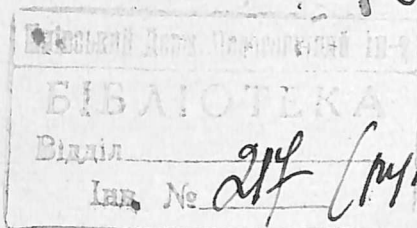
МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ имени А. М. ГОРЬКОГО

И. В. ИВАХ

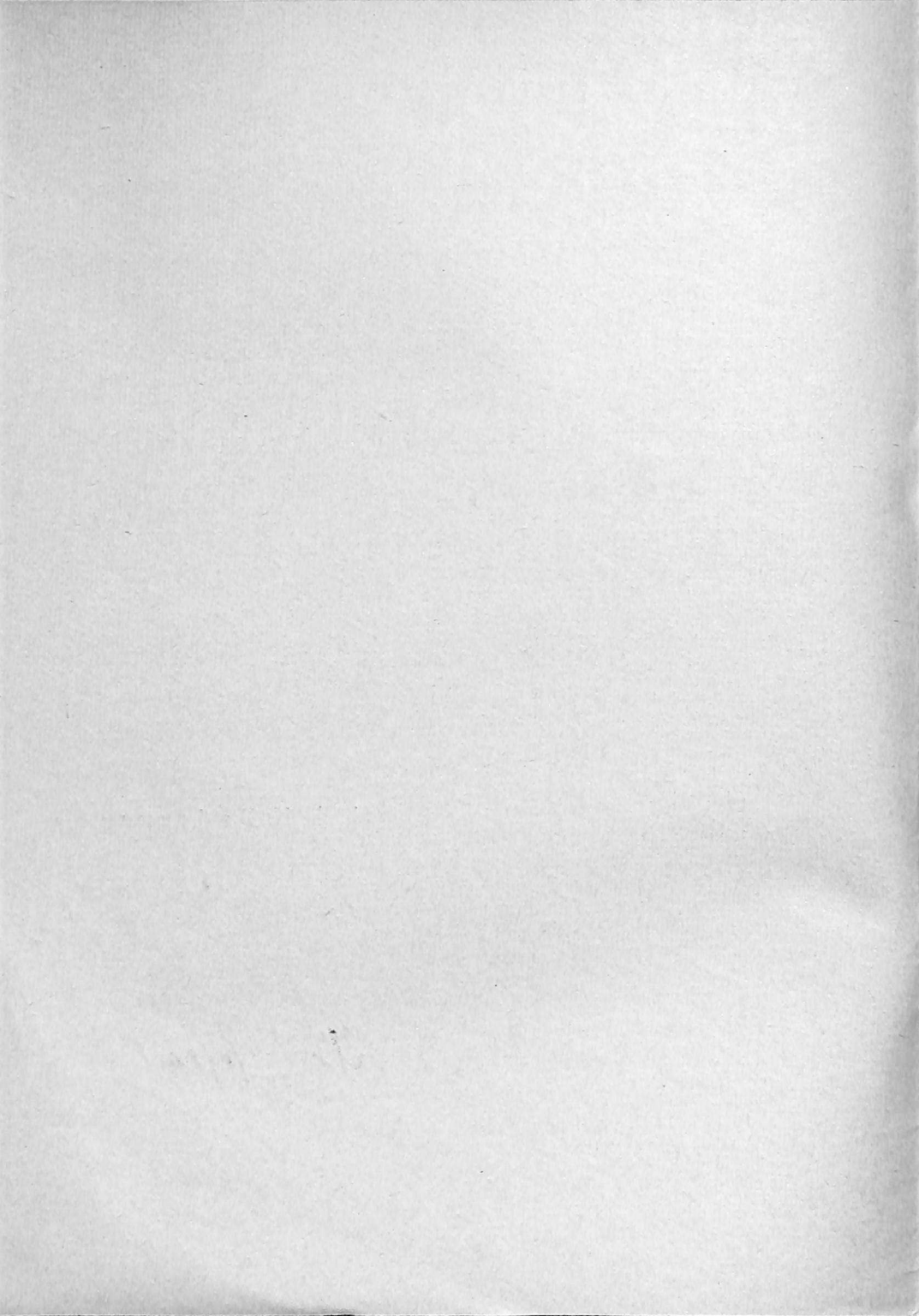
КРИВОЛИНЕЙНОЕ И ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук (по методике физики).

Научный руководитель — проф. А. К. Бабенко



Киев — 1961



Принятый Верховным Советом Союза ССР 24 декабря 1958 года закон об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР требует не только всесторонней связи обучения и воспитания с производительным трудом, но также совершенствования системы знаний учащихся по основам наук, осуществить которое можно через значительное повышение научного и методического уровня преподавания всех школьных предметов, в том числе и физики, являющейся основой современной техники.

Изучение основ наук на новом этапе развития школы, в отличие от предыдущего, должно быть тесно увязано с жизнью, с производительным трудом учащихся. В процессе изучения физики учащиеся должны не только узнать закономерности явлений природы, но также понимать и знать их практическую применимость. Производственные процессы и явления должны занять место среди других, анализируемых на уроках, физических явлений. Физическое явление должно быть представлено не только и не столько абстрактной иллюстрацией или демонстрацией, но также, в меру необходимости, не нарушая логики курса физики, конкретным примером проявления его в производственной практике.

Это требует дальнейшего совершенствования учебников и программ по физике, повышения качества преподавания физики, улучшения оборудования физических кабинетов, детальной методической разработки отдельных тем школьного курса физики в соответствии с современным состоянием науки и задачами школы.

Настоящая работа выполнена автором с целью оказания методической помощи учителям физики средней школы.

Выбор для исследования темы «Криволинейное и вращательное движение в курсе физики средней школы» обусловлен, во-первых, важностью материала темы в образовательном значении. В разнообразных явлениях природы и производства среди других видов движения наиболее распространенным является движение криволинейное: совершают по определенным законам криволинейное движение небесные тела (в т. ч. искусственные

спутники); вращательное движение является преобладающим в современном многоотраслевом производстве; передача и преобразование движения осуществляется с помощью механизмов, совершающих вращательное движение; вращательное движение все больше становится «технологическим» видом движения, вытесняя поступательно-возвратное.

Во-вторых, при изучении криволинейного движения получают дальнейшее углубление такие понятия, как понятие скорости, ускорения, глубже раскрывается сущность законов динамики, учащиеся знакомятся со специфическими величинами, характеризующими вращение тел — угловая скорость, период и частота вращения, угловое ускорение, углубляется понятие о моменте силы, о вращающем моменте силы, об инерции вращающегося тела.

В-третьих, изучение этого материала способствует приобретению учащимися значительной суммы политехнических знаний.

В-четвертых, материал темы играет важную роль в воспитании диалектико-материалистического мировоззрения. Учащимся раскрываются и выясняются причинные связи и обусловленность явлений криволинейного движения. Закономерности кругового движения дают возможность ознакомить учащихся с элементами небесной механики, в том числе с вопросами запуска и движения искусственных спутников и космических ракет. Последнее является мощным аргументом атеистического воспитания учащихся.

Анализ явлений криволинейного движения способствует развитию логического мышления учащихся.

Тема «Криволинейное и вращательное движение» доставляет богатый и убедительный материал для воспитания у учащихся советского патриотизма и национальной гордости.

В-пятых, ознакомление с работой учителей физики школ, Хмельницкой области, знаниями учащихся на экзаменах, а также собственный опыт работы в школе показали наличие значительных недостатков в методике изложения темы «Криволинейное и вращательное движение». Изложение темы в учебниках не получило еще надлежащей полноты и стройности; нет еще вполне разработанной методики изложения отдельных вопросов темы; недостаточно используется производственно-технический материал; не обеспечивается достаточное понимание использования и учета изучаемых закономерностей в производственной практике; не выяснены и не учтены связи материала темы с технологическими предметами производственного обучения; отсутствуют удобные демонстрационные установки и установки для

количественных измерений; возникла необходимость пересмотра содержания темы с точки зрения новых задач школы и достижений науки и техники.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и четырех приложений. Во введении обосновывается актуальность темы, указываются задачи, объекты и методы исследования.

В первой главе работы на основе анализа программ и учебников по физике для средней школы, а также материалов по производственному обучению в школах республики устанавливается объем и место темы «Криволинейное и вращательное движение» в курсе физики средней школы.

Вторая и третья главы содержат анализ методики изложения и методическую разработку темы, включая материал о вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси, о движении материальной точки по окружности и о движении искусственных спутников Земли.

В четвертой главе рассматриваются вопросы организации экскурсионной и внеклассной работы, связанной с изучением темы «Криволинейное и вращательное движение».

В приложениях приведено описание одиннадцати новых приборов для проведения опытов и измерений по теме, некоторые материалы экспериментальных исследований и список использованной литературы.

В основу диссертации положены труды классиков марксизма-ленинизма, решения Коммунистической партии и постановления Советского правительства о школе, методическая литература, программы, учебники и учебные пособия, относящиеся к теме исследования, программы и учебные пособия по технологическим предметам производственного обучения.

Материалами для выполнения работы послужили результаты наблюдения и изучения в 1955—1957 годах работы учителей физики, особенно в школах и классах производственного обучения; анализ отчетов директоров за работу школ и классов производственного обучения, материалы республиканских педагогических чтений и совещаний по вопросам политехнического обучения, материалы 15-летнего преподавания физики в школе, а также специального педагогического эксперимента по исследуемой теме.

Первая глава «Объем и место темы «Криволинейное и вращательное движение» в курсе физики средней школы состоит из четырех параграфов. В первом из них произведен анализ содержания материала темы в учебниках по физике дореволюционного периода и в программах и учебниках по физике в

советской школе. Необходимость такого анализа вызывалась тем, что некоторые учебники, изданные в дореволюционное время, использовались в качестве учебных пособий в советской школе в первые годы ее существования.

В учебниках по физике дореволюционного периода главным образом рассматривались вопросы динамики движения тела по окружности. Им же было подчинено введение кинематических величин (линейная скорость, центростремительное ускорение). Центральным в изложении было понятие о центробежной силе (учебники Э. Х. Ленца, Н. Любимова, Краевича, Малинина и Буренина), под которой подразумевалось инерционное противодействие вращающегося тела изменению направления его движения и которая считалась приложенной к самому вращающемуся телу. Установлено, что характерным для изложения материала темы в этот период есть отсутствие эксперимента при установлении основных понятий и величин.

В советской школе происходит переход от рассмотрения вопросов криволинейного движения в чисто теоретическом плане (дореволюционная школа) к прикладным вопросам с преобладанием вторых над первыми (в период к 1932 году). В последнее время материал темы сосредотачивается в одном месте курса, представляя собой большой круг теоретических вопросов и не меньше их технической применимости.

Во втором параграфе исследуются вопросы связи материала темы «Криволинейное и вращательное движение» с технологическими предметами производственного обучения. Из сопоставления программ курса физики и основных технологических предметов по распространенным специальностям производственного обучения («Тракторное дело», «Автомобильное дело», «Слесарное дело», «Комбайны и механизация трудоемких процессов в животноводстве», «Животноводство» и др.) видно, что значительная часть материала этих предметов, требующего знаний закономерностей вращательного движения тела вокруг оси и материальной точки по окружности, изучается значительно раньше, чем эти закономерности изучаются в курсе физики. Это не может не влиять на качество знаний учащихся по технологическим предметам. Исключение из темы «Криволинейное и вращательное движение» (с 1957 г.) материала о передаче движения, с целью устранения параллелизма с предметами производственного обучения, неоправдано. В технологических предметах этот материал представлен или слишком поверхностно, или лишь называются кинематические пары и механизмы в связи с ознакомлением с устройством какой-либо машины или орудия.

При изучении технологических предметов производственного обучения в школах Хмельницкой области и в других школах Украины выяснилась настоятельная необходимость изучения вопросов кинематики вращения твердого тела вокруг неподвижной оси в курсе физики и возможно раньше. Во многих школах эти вопросы изучались в VIII классе на окончании раздела «Кинематика». В программах для 8-летней школы предусмотрено ознакомление учащихся с этим материалом уже в VII классе. Но это будут лишь начальные сведения о вращении тел, потребные для более сознательной работы учащихся VIII класса в учебной мастерской, а запросы технологических предметов останутся без ответа.

Третий параграф главы посвящен выяснению политехнического значения материала темы «Криволинейное и вращательное движение». На материале учебников и программ показано, что в настоящее время еще недостаточно полно используются возможности сообщения учащимся сведений об учете и использовании в производственной практике закономерностей криволинейного и вращательного движения. Рассматриваемые примеры действия некоторых установок (регулятор оборотов, центрифуга, сепаратор) не раскрывают принципов использования в практике усилий, возникающих при вращении тел. Кинематические величины (угловая и линейная скорость, ускорение) вовсе не используются для выяснения принципов передачи и преобразования движения. Многие используемые для демонстраций приборы устарели. В связи с изменениями, происшедшими в техническом перевооружении колхозов, широким развитием производства технических культур, успехами в развитии животноводства создались условия, при которых в каждой сельской (не говоря уже о городских) школе можно на конкретных примерах машин и механизмов раскрыть основные направления использования и учета закономерностей криволинейного и вращательного движения.

На основе анализа технического материала такими основными направлениями можно считать:

- а) балансирование и ограничение скорости вращающихся тел;
- б) автоматическое регулирование скорости вращения;
- в) сепарация и центрифугирование;
- г) ротационные аппараты и установки (технологическое использование усилий, возникающих при вращении тел).

В четвертом параграфе на основе всестороннего анализа программы и учебника по физике показана необходимость

изучения явлений, обусловленных вращением Земли вокруг своей оси, определения центростремительного ускорения Луны, величин, характеризующих движение искусственных спутников Земли и Солнца. Через изучение этого материала раскрывается всеобщность установленных законов кругового движения. Для учащихся они становятся не только законами, действующими между земными телами, но и простирающимися до космических тел. Развивается мышление учащихся. Из анализа отдельных явлений, доступных непосредственному измерению, установлению закономерностей их, они поднимаются до обобщения и установления всеобщности этих закономерностей. Здесь есть возможность указать учащимся на роль гипотез в процессе познания явлений природы, превращение их в теорию, роль теории как могучего средства овладения человеком природными явлениями, целесообразного и направленного изменения этих явлений.

Для понимания учащимися принципов работы машин и механизмов целесообразно включить в программу изучение некоторых вопросов динамики вращения твердого тела вокруг неподвижной оси (понятие о моменте инерции тела, угловом ускорении, об энергии вращающегося тела).

На основании этого содержание и порядок изучения материала темы «Криволинейное и вращательное движение» в IX классе предлагается следующий:

- а) кинематика вращения твердого тела вокруг оси;
- б) динамика вращения твердого тела вокруг оси;
- в) передача и преобразование движения;
- г) криволинейное движение под действием веса тел;
- д) кинематика движения материальной точки по окружности;
- е) динамика движения материальной точки по окружности;
- ж) учет и использование усилий, возникающих при движении тел по окружности;
- з) движение искусственных спутников Земли.

Глава вторая содержит анализ методики изложения темы «Криволинейное и вращательное движение».

Указывается на то, что уже в одной из первых работ по методике физики, изданной проф. Н. В. Кашиным в 1916 году, рассматриваются вопросы преподавания в средней школе материала о криволинейном движении тел. В частности, указывается на необходимость доказательства того, что при равномерном криволинейном движении существует ускорение; предполагается ввести в курс физики средней школы основные понятия дина-

мики вращения твердого тела вокруг оси. Это предложение нашло поддержку у других авторов (З. Приблуда, Г. Лысенко), а также отражено в программах рабфаков. Общепринятым в школьном курсе физики есть изложение всех явлений кругового движения с точки зрения неподвижного наблюдателя (проф. Н. В. Кашин, И. И. Соколов, П. А. Знаменский, А. К. Бабенко, А. М. Ченобытов, Э. Эвенчик и др.). Однако наблюдаются частичные отступления от этого принципа (проф. П. А. Знаменский).

В методической литературе мало внимания уделялось вопросам изложения материала о вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси и только в последнее время находим их анализ (проф. П. А. Знаменский — 1954 г., А. К. Бабенко — 1955 г.).

Отдельно рассматривается вопрос об усилиях, возникающих при круговом и вращательном движении тел. В учебниках по физике дореволюционной школы, в некоторых учебниках по физике производственным предметам и особенно в научно-популярной литературе нашего времени проявление сил, возникающих при вращательном движении, объясняется действием центробежных сил. Это произошло вследствие (1) проникновения в учебники средней школы понятий и методов теоретической механики (введение фиктивных сил инерции), (2) чувственного восприятия действия центробежной силы (Э. Ленц), (3) недостаточного четкого выяснения условий возникновения и существования криволинейного движения и их последовательного применения для анализа этого движения.

Многие авторы в разное время (проф. Н. Шиллер — 1890, проф. Е. Николаи — 1933, проф. Л. Левенсон — 1936, акад. А. Крылов — 1943, акад. Л. Мандельштам — 1946) показали, что при анализе конкретных явлений кругового движения следует исходить из реально действующих сил на данную систему материальных точек и никакие силы инерции не нужны. Центробежная сила инерции есть не что иное, как реальная сила, действующая на связи вследствие изменения скорости движения вращающегося тела. При этом под связями понимаются как реальные физические тела, так и молекулярные силы сцепления.

Введение для анализа движения тел по окружности центробежных сил способно извратить представление о данном механическом явлении, особенно когда речь идет об овладении основами физических знаний. Подобное в изобилии представлено в

работе П. Ромадина «Методика преподавания механики в средней школе» (г. Саранск, 1956).

В этом случае ученик приходит к неразрешимым противоречиям: если к вращающемуся по окружности телу приложены центростремительная и центробежная силы (сила инерции), равные и противоположно направленные, то их равнодействующая должна быть равна нулю и тело должно двигаться по инерции равномерно и прямолинейно. Но так как оно движется криволинейно, то подобное сложение сил невозможно (противоречие правилам статики).

Автор приходит к выводу, что при четком анализе условий существования криволинейного движения материальной точки следует показать учащимся возникновение деформаций связей при переходе тела от покоя к движению и по ним установить усилия, под действием которых происходит это движение. Возникновение деформаций тел, вращающихся вокруг оси, также объясняется на основе анализа движения его отдельных точек.

В третьем параграфе рассмотрен вопрос о выводе формулы центростремительного ускорения. Указывается на то, что глубокое понимание учащимися движения тела по окружности может быть обеспечено только в случае детального анализа не только динамических, но и кинематических величин. Здесь нужно показать, что при всяком, в том числе и равномерном, движении по окружности тело движется ускоренно, и из анализа изменения скорости определить это ускорение. Всякие искусственные приемы вывода этой формулы, использующие различные геометрические теоремы, непригодны, так как они способствуют не анализу движения, а запоминанию каких-то особых приемов, не имеющих связей с ранее изученным материалом.

В третьей главе дана методическая разработка материала темы «Криволинейное и вращательное движение». Изучение предлагается начать с рассмотрения вращения твердого тела вокруг оси, как наиболее просто наблюдаемого, четко выделив кинематическую характеристику этого движения.

Вначале опытным путем устанавливаются характерные признаки вращения тела: (а) точки тела движутся по замкнутым кривым—окружностям и (б) траектории движения точек тела—концентрические окружности, и дается определение этого движения.

Для характеристики вращательного движения вводится понятие об угловой скорости, периоде вращения. Скорость вращения тел в технике задается в об/мин, поэтому здесь указана также связь угловой скорости с этой величиной. Далее дано опи-

сание простейшего счетчика оборотов (червячная пара), который может быть изготовлен в каждой школе, и указания к пользованию им.

На примерах из производственной практики выясняется необходимость определения скорости движения отдельных точек вращающегося тела и устанавливается связь ее с угловой скоростью вращения тела. При такой постановке вопроса нет необходимости вводить новое понятие о линейной скорости (см. А. В. Перышкин, курс физики, ч. II, § 5) и, кроме этого, становится понятным, что характеристикой вращения тела есть угловая скорость.

С целью расширения политехнических знаний учащихся предлагается ввести в рассмотрение понятие об угловом ускорении. На примерах работы многих машин легко показывается, что вращение тела происходит неравномерно (барабан молотилки, головка сепаратора, барабан фуговального станка по дереву, вальцы прокатного стана и др.). Угловым ускорением называется величина, измеряемая отношением изменения угловой скорости вращения тела к промежутку времени, на протяжении которого это изменение произошло.

Для понимания учащимися многих примеров использования вращения тела в технике предлагается рассмотреть некоторые вопросы динамики вращательного движения. Опытным путем устанавливается, что вращение тела происходит под действием момента пары сил (понятие о моменте силы было введено в предыдущих разделах «Механики»).

Автору удалось сконструировать вращательную машину (монтируется на школьной центробежной машине), с помощью которой, как показала опытная проверка в школах, удается удобно исследовать движение тела по окружности и вращение тела.

Пользуясь машиной, показываем на опыте, что угловое ускорение зависит от величины вращательного момента.

Легко также показывается его зависимость не только от массы вращающегося тела, но и от распределения частей тела по отношению к оси вращения. Здесь вводится понятие о моменте инерции тела как о величине, характеризующей зависимость углового ускорения тела от массы и ее распределения по отношению к оси вращения. По аналогии с поступательным движением, момент инерции трактуется как мера инертности тела во вращательном движении. Полученное на основании опытов основное уравнение вращательного движения тела сопоставляется с уравнением поступательного движения. Эта аналогия позже

используется для характеристики величины энергии вращающегося тела.

На основании этих знаний рассматривается вопрос о сохранении вращающимся телом направления оси вращения, об использовании гироскопа для целей ориентировки в пространстве (авиагоризонт, гироскомпас, автопилот). Принципы этого использования понятно демонстрируются на сконструированной автором модели авиагоризонта.

Далее рассматриваются принципы аккумуляции энергии во вращающихся телах (маховиках) и ее целесообразное использование.

На окончании изучения вращательного движения тела рассматриваем вопросы передачи и преобразования движения. В этом, по существу, состоит смысл изучения в средней школе кинематики вращательного движения тела. В курсе физики, в отличие от технических курсов, указываем на явления, использованные при устройстве данного типа передачи: (1) трение между поверхностями, (2) зацепление. Этим определяются конкретные виды передач, изучаемые в школе: фрикционная, пасовая и зубчатая.

Опытным путем устанавливается зависимость между угловыми скоростями звеньев передач и вводится понятие передаточного числа. Все изучаемые вопросы иллюстрируются с помощью приборов физического кабинета, узлов машин, используются наблюдения работы станков в учебной мастерской.

Далее рассматривается изменение вращающего момента при передаче движения и преобразование движения с помощью кривошипно-шатунного, реечного, кулачкового и винтового механизмов.

Изучение криволинейного движения следует начинать с установления условий его существования. Основные понятия устанавливаем опытным путем, используя ванну для проекции волн на поверхности воды. Для наблюдения следа при движении шарика на стекло ванны напыляем тонкий слой ликоподия. След хорошо виден как в проекции на потолок, так и в отраженном свете. При этом четко устанавливается, что изменение направления движения тела происходит под действием силы, а криволинейное движение — есть результат непрерывного действия силы на движущееся тело. Если в какой-либо момент движения прекратится действие силы, то тело с этого момента станет двигаться по инерции, т. е. равномерно и прямолинейно. Этим определяется и направление скорости в криволинейном движении.

Далее рассматривается конкретный пример криволинейного движения — движение под действием веса тел. Движение тела по параболе целесообразно демонстрировать с помощью установок, дающих распределение частиц тела по всей траектории. С этой целью, кроме известного применения водяной струи, предлагается использовать модель зернопульты, применяемого для первичной обработки зерна из-под комбайна. Сконструированная автором модель опробовалась с успехом многими учителями. Кроме этого, этим мы демонстрируем один из примеров практического использования бросания тел.

Важно уже при изучении движения тел по параболе исследовать влияние веса на изменение величины скорости. Этим воспользуемся при установлении характера действия силы на тело, вращающееся по окружности.

Для понимания характера движения тела по параболе и сути величин, определяющих его, предлагается ряд экспериментальных и вычислительных задач. Среди них задача на определение скорости, потребной для запуска искусственного спутника у поверхности Земли (без учета сопротивления воздуха), решаемая только с учетом кинематических величин, задачи с использованием модели зернопульты и др.

Перед анализом материала о равномерном движении по окружности вводится понятие о материальной точке. Опытным путем показывается, что движение тела по окружности можно рассматривать как движение точки при условии, когда размеры тела будут малы в сравнении с его расстоянием от центра вращения. Необходимость введения понятия о материальной точке также устанавливается опытным путем.

Скорость движения тела (материальной точки) по окружности вычисляется по правилам и формулам, установленным ранее для определения скорости движения точки вращающегося тела.

Пользуясь вращательной машиной или наблюдая на стекле ванны траекторию движения шарика, прикрепленного к пружине, устанавливаем условия существования равномерного движения по окружности: действие постоянной по величине силы перпендикулярно к направлению скорости движущегося тела. Действие такой силы должно вызывать ускорение движения тела. Наличие такого ускорения устанавливаем, анализируя изменение скорости движущегося по окружности тела. Ускорение, как и раньше, получаем, как отношение изменения скорости за определенный промежуток времени к этому времени. Другие способы получения формулы для

вычисления величины центростремительного ускорения представляют собой искусственные приемы, не отражающие сути этой физической величины.

В методике изложения материала о движении тела по окружности главную трудность представляет не установление наличия центростремительной силы, а установление четких представлений о природе этой силы, доказательство того, что величина скорости движения тела определяется величиной этой силы, а не наоборот, как часто представляют себе ученики.

Опытным путем устанавливаем, что силой, удерживающей тело на круговой траектории, может быть сила трения, сила упругости, тяготения или их равнодействующая. В данном явлении — движении тела по окружности — эти различные силы оказывают одинаковое действие на тело — изменяют только направление скорости движения, одинаково направлены — нормально к скорости движения и поэтому для обобщения получили название центростремительной силы.

Такое обобщенное название этой силы и вычисление ее по второму закону Ньютона по формуле $m \frac{v^2}{R}$ создает неправильное представление у учащихся о самой силе, считающих, что

именно это $m \frac{v^2}{R}$ и есть центростремительной силой. Это недо-

разумие устраняется измерением центростремительной силы и демонстрацией зависимости скорости вращения тела от этой силы. При конструировании вращательной машины мы воспользовались тем, что деформации, возникающие при установившемся движении материальной точки по окружности, можно считать статическими, и по напряжениям, возникшим в связях, судить о действующих силах. Для измерения силы приспособлен неподвижный динамометр, соединенный с вращающимся телом ниткой, переброшенной через блок. Скорость движения тела отмечается индикатором. С помощью этой машины демонстрируется увеличение или уменьшение скорости вращения тела с увеличением действующей на него силы.

Выражение $m \frac{v^2}{R}$ определяет величину центростремительной силы, действующей на тело при установившемся движении по окружности.

При анализе конкретных случаев движения тела по окружности учитываем все силы, действующие на него, и устанавливаем ту силу, которая сообщает телу центростремительное ускорение, определяя ее свойственными для нее зависимостями с другими величинами или вычисляя по второму закону Ньютона.

С этой точки зрения рассмотрен ряд задач, среди них: движение зерен семян в барабане триера, движение конического маятника, движение тел на закруглении (шоссейные, железные дороги, велотреки и др.), движение по кривым поверхностям (мост), зависимость веса тел от суточного вращения Земли, вычисление центростремительной силы, действующей на Луну.

Далее рассматривается материал об учете и использовании сил, возникающих при вращении тел.

Вначале с помощью специально сконструированного прибора показывается, что тела, принимающие участие во вращательном движении, деформируются, и выясняются причины этих деформаций для случая, когда центростремительной силой будет сила упругости. Вследствие инерции движущегося по окружности тела, оно, удерживаемое связями, деформируется и вызывает деформацию самих связей. На опыте убедительно показывается, что вращающееся тело и тело, удерживающее (связи), взаимодействуют. Силу, с которой вращающееся тело удерживается на окружности, раньше называли центростремительной, а здесь силу, с которой вращающееся тело вследствие инерции действует на связи, называют центробежной. Обе эти силы приложены к различным телам, хотя, как силы взаимодействия, равны по величине и противоположно направлены. Здесь объясняется, что всякое тело будет двигаться по окружности, не разрушаясь, пока возникающие при деформациях силы упругости будут меньше предела прочности для данного материала. Отсюда становится понятной необходимость тщательной балансировки и ограничения скорости вращающихся частей машин.

Принцип балансировки вращающихся частей рассмотрен на примере устройства коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания (трактор, автомобиль и др.). Это непосредственно связано с технологическими предметами производственного обучения. Для демонстраций используется специально изготовленная модель кривошипа. Указаны примеры тщательной балансировки роторов турбин и генераторов, маховых колес, необходимость предварительной специальной подготовки заготовки для обработки на токарном станке и т. п.

Далее на примерах технологических процессов (работа тракторов, молотилки, паровых машин и турбин, ветродвигателей и др.) показана необходимость автоматического регулирования скорости вращения частей машин.

Принцип такого регулирования рассмотрен на примере регулятора оборотов тракторного двигателя ДТ-54, доступного для наблюдения и изучения во всех школах. С этой целью нами из-

готовлена модель такого регулятора, влияющего на подачу горючего в цилиндры двигателя. Здесь указано на использование регулятора оборотов в автоматической молотилке, ветряном двигателе, в центробежных реле.

В начале следующей части работы рассмотрено движение материальной точки по окружности при наличии неудерживающих связей. В этом случае материальная точка по инерции будет двигаться по какой-то кривой, удаляясь от оси вращения. С этой точки зрения рассмотрены такие технологические процессы как центрифугирование и сепарация, очистка семян и воздуха, центробежное литье и разбрасывание удобрений в сельском хозяйстве. В частности рассмотрено действие центрифуги для отделения сахара из утфеля, молочного сепаратора, сортировки, тракторного сухого воздухоочистителя (принцип циклона), центробежных насосов и вентиляторов, разбрасывателя удобрений.

Большая заключительная часть главы посвящена вопросам ознакомления учащихся на уроках физики с материалами о запуске искусственных спутников Земли и исследованиям, проводимым с их помощью. Здесь вначале устанавливается содержание материала, доставляемого запуском спутников и исследованиями с их помощью. Это ряд вопросов, связанных с выводением спутника на орбиту, его движением на орбите, некоторые явления в условиях невесомости, изучение физических свойств верхней атмосферы, измерение электростатических полей в верхних слоях атмосферы, исследование магнитного поля Земли, метеорного вещества и др.

Далее указывается, при изучении какого физического материала можно включить этот материал и формы этого включения. Среди способов включения (а) использование материалов наблюдений за движением искусственных спутников для составления задач по кинематике и динамике и их решение, (б) использование этих материалов в качестве иллюстраций при изучении физических явлений на уроках, (в) изучение их в качестве самостоятельного физического материала на специально выделенных уроках и (г) организация различных внеклассных занятий по вопросам, связанным с искусственными спутниками.

Далее детально излагается содержание материала, который следует изложить на специально выделенных уроках в конце изучения кругового движения тел: (а) условия вывода искусственного спутника на орбиту и его движение, (б) о значении искусственных спутников для развития науки и освоения космического пространства, а также вопросы и задачи по материалам

движения искусственных спутников (формулы для расчетов, подбор вопросов и задач), которые могут решаться в различных частях курса физики.

Для иллюстрации используется модель искусственного спутника Земли, на которой легко изменяется количество оборотов спутника и наклон плоскости его орбиты к меридиональной плоскости Земли, легко получить траекторию видимого движения спутника и др. Невесомость свободно падающих тел (тел, находящихся на спутнике) иллюстрируется также с помощью специально сконструированного прибора, в котором невесомость гири отмечается зажиганием электролампочки.

В первом параграфе четвертой главы рассматриваются вопросы организации экскурсий при изучении темы «Криволинейное и вращательное движение». Здесь указывается на то, что в громадном большинстве учителя физики в 9-м классе обращают внимание главным образом на изучение молекулярной физики. Очевидно, что понятия о криволинейном и вращательном движении не меньше, если не больше, нуждаются в раскрытии их содержания на живом производственном материале, чем явления молекулярной физики.

Материал темы по своему характеру даст возможность ознакомить учащихся с принципами передачи и преобразования движения, с устройством различных типов передаточных механизмов, показать необходимость передачи и преобразования движения, распространенность вращательного движения и его важность в технологическом процессе данного производства, ознакомить учащихся с конкретными примерами учета и использования усилий, возникающих при вращении тел, с принципами устройства некоторых машин и механизмов, дать общее представление о технологическом процессе данного производства.

Исходя из условий производственного окружения, всегда можно выбрать наиболее целесообразный объект для проведения экскурсии по данной теме.

Удобными объектами для экскурсий есть сельскохозяйственные предприятия: ПТС, гаражи сельскохозяйственных машин совхоза, колхоза, пункт «Заготзерно», тракторная бригада, механизированный ток и т. п.

В главе дано описание подготовки и проведения экскурсии на пункт «Заготзерно», оснащенный достаточным количеством зерноочистительных, перевалочных, сушильных, погрузочных машин, в процессе работы которых наблюдаются все явления криволинейного движения тел, начиная от движения при бросании и за-

качивая движением по окружности. Описаны также экскурсии на сахарный завод и маслозавод.

В начале второго параграфа четвертой главы обращается внимание на то, что в связи с производственным обучением в школах при проведении внеклассных мероприятий следует учитывать приобретенные учащимися ремесленные навыки, сведения о производстве, машинах, технологии производства. В каждом отдельном случае в зависимости от специальности учащихся и конкретного физического материала следует выбирать содержание и формы внеклассной работы.

Далее указывается на то, что при изучении темы «Криволинейное и вращательное движение» есть часть материала, несколько выходящего за рамки программы по физике, но важного в политехническом и образовательном значении. К нему относятся вопросы движения снарядов, бомб, мин (с демонстрацией иллюстрирующих опытов), использование ротационных насосов и вентиляторов в современной промышленности, сельском хозяйстве, в строительной промышленности, ознакомление на примерах из жизни и простейших опытах с проявлением закона сохранения момента количества движения, свойствами волчка, использованием и учетом их в технике (с моделированием простейших установок), вопросы вывода на орбиту и движение искусственных спутников и исследований с помощью их.

В главе приведен план и материалы проведения двух занятий физического кружка, одно из которых посвящено ознакомлению с проявлением закона сохранения момента количества движения, со свойствами волчка и некоторыми их использованиями в технике и другое — рассмотрению принципа действия гидравлической муфты сцепления.

Кроме этого, в работе приведен план подготовки и проведения вечера, посвященного запуску искусственных спутников Земли. Здесь объединяется комплекс внеклассных занятий: организация выставки и чтения научно-популярной литературы, подготовка иллюстративного материала (модели, таблицы, рисунки, использование проекционной аппаратуры), подготовка сообщений на вечер, подготовка и проведение викторины, выпуск стенгазеты.

Из форм внеклассных занятий детальнее описана методика организации и проведения физических викторин.

Заключительная часть диссертации представляет описание организации и методики проведения педагогического эксперимента.

На первой стадии исследования (1950—1957 гг.) проводилось изучение преподавания, прочности знаний, умений и навы-

ков учащихся при изучении материала темы «Криволинейное и вращательное движение» и некоторых предметов производственного обучения в 9 классах школ Хмельницкой области. Проводились систематические наблюдения знаний учащихся по этому материалу на экзаменах на аттестат зрелости и на вступительных экзаменах в Каменец-Подольский педагогический институт.

В результате был сконструирован ряд приборов, используемых впоследствии при изложении материала, разработана новая систематизация материала темы, определена методика ее изложения.

В последующие годы (1957—1958) проводился заключительный эксперимент с целью выявления доступности понимания учащимися 9 класса материала темы, эффективности демонстрационных опытов с помощью новых приборов и моделей, эффективности предлагаемой систематизации и методики изложения материала темы.

Для эксперимента были взяты школы № 1, 2, 5, 8, 9 г. Каменец-Подольского, средняя школа с. Ярмолинцы. Выбор школ обусловлен введением в них производственного обучения (кроме школы № 5). В школах № 2 и № 5 были выделены контрольные классы. Из таблиц, приведенных в диссертации, видно, что экспериментальные и контрольные классы почти не отличаются между собой по составу и успеваемости.

Далее излагается методика эксперимента.

Учителям физики школ № 2 и № 5 были предложены разработки материала темы, в которых давался анализ содержания материала, выяснялось значение отдельных частей материала темы в политехническом обучении учащихся, был произведен отбор фактического производственно-технического материала. Кроме этого, была дана разбивка материала по урокам. Планы и конспекты уроков учителя составляли самостоятельно.

Все уроки в экспериментальных и контрольных классах посещались диссертантом.

Учителя экспериментальных классов после каждого урока отмечали усвоение учащимися материала в целом и отдельных его частей, удобства и недостатки при использовании демонстрационных установок, замечания в отношении содержания и объема изучаемого материала, которые автор учитывал при дальнейшей работе.

Для исключения влияния предлагаемой методики на изложение в контрольных классах, уроки на соответствующую тему проводились в них раньше, чем в экспериментальных.

Далее освещаются общие результаты работы. Приводится

анализ ответов учащихся на некоторые вопросы, решений задач контрольных работ, подтверждающих состояние усвоения основных понятий и закономерностей, относящихся к материалу темы. Приведенные данные, в том числе таблицы об успеваемости учащихся, свидетельствуют о том, что учащиеся экспериментальных классов получили более прочные и действенные знания и умения, нежели учащиеся контрольных классов.

В ы в о д ы.

На основании полученных данных подтверждается необходимость более глубокого изучения материала о вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси. При этом с целью обеспечения преемственности курса физики и технологических предметов производственного обучения изучение темы следует начать именно с этого материала. При достаточно разработанной методике изложения усвоение этого материала не представляет трудностей для учащихся.

Подтвердилась целесообразность и эффективность предложенной систематизации материала. При этом без перерывов, в порядке осложнения понятий, от более простого (для понимания учащимися) к более сложному развивается изложение темы. Некоторое небольшое увеличение объема материала темы не приводит к перегрузке уроков и увеличению времени, отводимого на его изучение.

Четкое определение в каждом случае сил, действующих на тело или части тела, вращающиеся по окружности, способствует четкому пониманию учащимися сути наблюдаемых явлений и объяснению их с точки зрения принятых в науке понятий.

При этом понятие о центробежной силе вовсе не употребляется, все явления объясняются с точки зрения неподвижного наблюдателя.

Выделение основных направлений учета и использования усилий, возникающих при вращении тел, способствует более четкому пониманию учащимися производственного использования их. Примененные в качестве иллюстративного и демонстрационного материала примеры из техники, с которыми учащиеся встречаются в производственном обучении, способствует лучшему пониманию сущности физических явлений и принципов действия технических установок.

Предложенные диссертантом приборы для демонстраций и измерений при изучении темы не вызывают затруднений при проведении опытов, опыты эффективны, понятны учащимся. При-

боры и модели несложные по конструкции, надежные в эксплуатации и доступные для изготовления в каждой школе.

Изучение материала о запуске и движении искусственных спутников и исследованиях с их помощью доступно для учащихся. Материал воспринимается с неизменным интересом и является неоценимым для воспитания у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения, советского патриотизма и национальной гордости, является мощным фактором атеистического воспитания.

Автор надеется, что выполненная им работа окажет некоторую помощь учителям физики в повышении качества преподавания физики, в осуществлении задач политехнического обучения и трудового воспитания учащихся.

По диссертационной теме опубликованы следующие работы:

1. Два прилади для демонстрування обертового руху, Наукові записки Кам'янець-Подільського педінституту, т. II, «Радянська школа», К., 1956, стр. 41—45.

2. До ознайомлення учнів з матеріалами про рух штучних супутників Землі, методична розробка, м. Хмельницький, 1959, 2,75 печ. листа.

3. Викладання теми «Криволінійний та обертовий рух» в курсі фізики середньої школи, Наукові записки Кам'янець-Подільського педінституту, т. IX, 1960, 4,6 печ. листа.

4. Поняття про обертовий рух твердого тіла, Тези доповідей звітної наукової сесії за 1959 рік.

