

Методическая работа
Эксперимент как метапредметная
деятельность: реализация ФГОС
на примере курса физики

2016-2017 учебный год

Учитель физики Т.В.Милованова

МБОУ Лицей, г. Лобня,

Московская область

С 2015 года наш лицей перешел на работу по Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС).

Ключевой составляющей стандарта являются планируемые образовательные результаты. Требования к освоению основных образовательных программ подразделяются на три параллельные системы действий, которыми должны овладеть лицеисты: личностные, метапредметные и предметные. Учитель должен построить методику преподавания предмета с учётом новых требований, выстроить траекторию обучения учащихся в соответствии с планируемыми образовательными результатами, организовать на уроках соответствующие виды деятельности, продумать необходимые для этого средства и методы обучения.

Учащийся должен уметь среди прочего определять понятия, создавать обобщения, строить умозаключения и т.д. В этом проявляется деятельностный характер Стандарта. Наряду с личностными и метапредметными результатами в Стандарте прописаны действия, которыми ученик должен овладеть на уроках естественно - научного цикла и конкретно на уроках физики. Поскольку физика – наука экспериментальная, действия эти касаются экспериментальных навыков учащихся, и многие из них не могут быть освоены ни на каких других уроках, кроме физики.

Ещё одна особенность Стандарта проявляется в том, что он нацеливает всё педагогическое сообщество на формирование у обучаемых конкретных **компетенций**.

В программных документах и методической литературе встречаются самые разные понимания этого термина:

•*Компетенция* – это совокупность определённых знаний, умений и навыков, о которых человек должен быть осведомлён и иметь практический опыт работы.

- *Компетенция* – способность эффективно использовать на практике полученные знания и навыки.
- *Компетенция* – это вид деятельности, владение которым позволяет человеку успешно решать профессиональные, бытовые, социальные проблемы.

При любом определении этого термина ясно, что речь идёт о видах деятельности, которые *усвоены* учащимися в ходе обучения в школе. Чтобы усвоить определённый вид деятельности, любой человек должен выполнить её многократно. Таким образом, учитель физики не только должен продумывать систему деятельности по формированию компетенций, связанных с экспериментом, но и спланировать её так, чтобы учащиеся имели возможность осуществить эту деятельность многократно.

Умения проводить эксперименты, обнаруживать зависимости между физическими величинами, обрабатывать результаты измерений, оценивать границы погрешностей результатов измерений и выводить из экспериментальных фактов физические законы наводят на мысль об исследовательской деятельности по получению экспериментальных законов. Действия планировать и выполнять эксперименты, объяснять полученные результаты и делать выводы говорят также о качественном экспериментальном исследовании, например, по изучению нового физического явления. освоение видами деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета напрямую приводит к выводу об исследовательском характере деятельности учащихся на уроках. Таким образом, методика преподавания курса физики должна измениться, особенно в части организации фронтального эксперимента и методологической составляющей курса. Лабораторные работы должны приобрести исследовательский характер, а весь курс должен стать более систематичным в части освоения научного метода.

В числе первых метапредметных результатов, перечисленных в материалах ФГОС, упоминается - умение определять понятия. Под *понятием* здесь понимается знание, фиксирующее общие признаки некоторого класса множества объектов или явлений, по которым этот класс отличается от других классов этого множества. Но *понятием* также называется и термин, которым это знание обозначается. Определение понятий – это необходимое умственное действие по сопоставлению *термина* и соответствующего ему *элемента знания*. Обучать определению понятий можно в соответствии с логическим правилом, введённым ещё Аристотелем:

– сначала напиши термин;

- потом поставь тире и укажи род (название того множества, частью которого является класс, который ты в этом множестве выделяешь);
- потом перечисли те признаки, по которым этот класс отличается от всех других классов данного множества (видовые отличия).

Для каждой группы понятий можно выявить, о каких видовых признаках должна идти речь при их определении. Поэтому имеет смысл выяснить содержание самих родовых понятий «состояние», «физическое явление», «физический объект», «физическая величина», «суждение», «свойство», «процесс», «воздействие (взаимодействие)». Раскроем содержание некоторых из этих понятий – они изучаются не на одном уроке, даже если относятся к одной теме, при этом учащиеся должны быть подготовлены к восприятию схем, логики изложения материала и оперированию сокращёнными обозначениями, аббревиатурами.

Состоянием физического объекта называют совокупность его свойств в данный момент времени, а также совокупность его отношений с другими объектами. В качестве видовых отличий следует указать те свойства (характеристики) объекта, которыми он обладает в данный момент и которые могут измениться. При этом определение может соответствовать указанной выше схеме, но выражаться «другими словами».

Процессом называется последовательное изменение состояния объекта. В качестве видовых отличий следует указывать, как именно изменяется состояние.

Физическим явлением называют изменение состояния материального объекта. Чувственно воспринимаемой причиной этого изменения является воздействие на него другого материального объекта. *Взаимодействие* объектов происходит в определённых условиях.

Физическими объектами называют вещественные физические тела (мега-, макро- и микрообъекты), поля (гравитационное, электромагнитное), приборы, разработанные на основе физических явлений.

Понятие «*физическая величина*» определено в ГОСТ 16263-70 так: «Физическая величина – свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта».

Суждением называется мысль, выраженная повествовательным предложением. Физические суждения бывают двух типов. В суждениях *первого типа* выражается достоверная обобщённая информация о некотором общем свойстве множества объектов или отношениях между ними (при этом

само множество обозначается определённым термином, например: тела, вещества, металлы, проводники, магнетики, жидкости, линзы, сообщающиеся сосуды и т.п.). Суждения такого типа называют *научными фактами*. Важным признаком научного факта является предельная, насколько это возможно, степень обобщения информации.

В физических суждениях *второго типа* выражается обобщённая информация об устойчивых связях и отношениях между физическими величинами. Такие суждения называются *законами*.

Физическая теория – это совокупность научных знаний, организованных определённым образом. Она включает в себя и понятия разных типов, и суждения разных типов. Теории создаются для обнаружения сути (внутренней сущности, природы) отдельных явлений (объектов) или конкретного множества явлений (объектов).

С каждым из названных элементов физического знания связаны два вида деятельности учащихся, в которых данный элемент знания является опорным: это деятельность по *созданию* данного элемента знания и деятельность по его *применению*. Деятельность по применению знания можно разделить на несколько видов. Самые распространённые – это деятельность по *распознаванию* данного элемента знаний и деятельность по его *воспроизведению*.

Деятельность по *применению знаний* о физических законах и теориях подразумевает умение решать физические задачи, оценивать применимость модели в конкретной ситуации и т.д. Таким образом, выделив элементы знания, которые должны усвоить учащиеся, можно понять, каким видам деятельности они могут обучиться в ходе урока. Многие виды деятельности по созданию и применению физического знания включают в себя действия, связанные с экспериментом. Эти действия перечислены в Примерной программе по физике в качестве общих предметных результатов обучения учащихся физике: «умения ... планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и формул, обнаруживать зависимости между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы, оценивать границы погрешностей результатов измерений». Таким образом, обучение перечисленным видам деятельности влечёт за собой приобретение учащимися этих экспериментальных умений. За кадром обсуждения в этом разделе остались общеучебные действия, которые учащиеся также осваивают на уроках физики (смысловое чтение,

умение отвечать на вопросы, различать причины и следствия). Обучение этим видам деятельности происходит на всех уроках. Поскольку на уроках физики обсуждаются явления и объекты, окружающие ученика в обыденной жизни, а разнообразие окружающего мира огромно, именно в физике встаёт вопрос о правильном формулировании вопросов учителем.

Итак, в какой последовательности происходит обучение определённым видам деятельности? Сначала формируется мотивационная основа действия, закладывается отношение учащихся к содержанию деятельности, целям её выполнения. При этом ученики должны обучаться деятельности сознательно, мотивированно, иначе возможны пропуски определённых шагов или даже нежелание запоминать те или иные действия. Деятельность в результате не будет усвоена в умственной форме. Затем составляется ориентировочная основа действия. В ходе усвоения действия эта схема постоянно проверяется и уточняется. Процесс усвоения действия в умственной форме проходит в несколько этапов.

Этап формирования действия в материальной (материализованной) форме. Учащийся выполняет усваиваемое действие с опорой на внешние представленные компоненты (в материальной или материализованной форме) схемы ориентировочной основы действия. Деятельность производится в любом случаях руками, но в случае материализованной формы объектом служит не сам предмет, а его модель. Необходимость ручных операций зависит от сложности задач и от уровня интеллектуального развития ученика. При достижении определённого уровня он может усвоить операции без материализации, то есть не руками, а глазом.

Этап громкой социализированной речи (внешнеречевая форма).

На этом этапе опора на внешне представленные средства постепенно замещается опорой на представленные во внешней речи значения этих средств и действий с их помощью. Речь начинает выступать в качестве основной опоры для выполняемого действия. В качестве внешней речи может выступать также письменная речь.

Этап формирования действия во внешней речи «про себя». На этом этапе происходит постепенное исчезновение внешней, звуковой стороны речи; выполняемое действие остаётся внешним лишь в незначительном количестве ключевых моментов, по которым осуществляется контроль (как внешний, так и внутренний – самоконтроль). Основное же содержание переносится во внутренний, умственный план.

Этап внутренней (скрытой) речи (умственная форма) – заключительный этап. На этом этапе в сознании остаётся только конечный результат – предметное содержание действия. Таким образом, для усвоения

конкретной деятельности в умственной форме надо предложить учащемуся достаточное количество упражнений (обычно 10–12). Первые несколько упражнений выполняются с опорой на схему деятельности и ориентировочные знания. Затем ученики проговаривают свои действия вслух (например, объясняют свои действия соседу по парте). Ещё несколько упражнений необходимо для самостоятельного выполнения с проверкой промежуточных результатов. И в конце – упражнения для контрольного выполнения. И ещё один важный момент. Ориентировочная основа действия должна быть составлена самим учеником [18]. При этом опять выделяются все ориентировочные знания, которые необходимы для выполнения деятельности. Деятельность выполняется учителем или учащимися с помощью учителя. Затем, обобщив свой опыт, учащиеся с помощью учителя составляют обобщённую схему деятельности, учатся её конкретизировать и применять в ходе своей дальнейшей деятельности.

Итак, чтобы обучить определённому виду деятельности, необходимы следующие шаги:

1. Выполнять деятельность вместе с учениками, следуя схеме деятельности (ученики со схемой пока не знакомы).
2. Обобщив опыт выполнения деятельности, побудить учащихся к составлению общей схемы деятельности.
3. Создать у учеников мотивацию на усвоение данного вида деятельности.
4. Создать систему упражнений (или запланировать систему уроков) для выполнения учениками данной деятельности.
5. Организовать поэтапное усвоение учащимися данной деятельности.
6. Провести контроль усвоения данной деятельности.

Усвоение некоторых видов деятельности можно организовать в пределах одного урока, включая контроль усвоения. Организация усвоения видов деятельности, связанных с научным методом познания, имеет свои особенности.

Новыми результатами обучения в соответствии с ФГОС должны быть *умения пользоваться методами* научного исследования явлений природы и обнаруживать зависимости между физическими величинами. Это возможно только при преобразовании обычной фронтальной работы в исследование, цель которого (в идеальном случае) самостоятельно формулирует и достигает ученик.

Образовательные цели: «получение» учащихся, усвоивших следующие знания:

- 1) ...
- 2) ...

Цели по развитию: «получение» учащихся, овладевших следующими видами деятельности:

- 1) ...
- 2) ...

В соответствии с формулировкой цели анализируется и результат урока.

Эмпирические законы могут связывать между собой физические величины, характеризующие как интенсивность явления или взаимодействия, так и свойства объектов и условия их взаимодействия. В зависимости от исходной ситуации можно сформулировать различные ПЗ, при решении которых и выявляются искомые связи. Под исходной ситуацией будем здесь понимать такую ситуацию, созданную учителем на уроке, в которой обнаруживается, что некая физическая величина (например, физическая величина A) может принимать различные значения. Исходная ситуация должна быть сформулирована учителем, в результате чего возникает предпосылка для выдвижения учащимися предположений о том, почему, собственно, так может происходить. Учитель или учащиеся (если такой процесс происходит не впервые) формулируют ПЗ, решая которую можно получить искомые связи между физическими величинами, то есть «открыть» экспериментальный закон. Формулировка ПЗ кратко выглядит так: «От каких физических величин, характеризующих ..., зависит физическая величина A ?» В ответ на ПЗ выдвигаются гипотезы. Иногда ситуация настолько очевидна, что учащиеся могут сделать это самостоятельно. Однако для уверенности в полноте выдвигаемой системы гипотез учителю следует руководствоваться некоторыми соображениями. Тогда, при необходимости, он может задать наводящий вопрос или обратить внимание учащихся на некоторые аспекты, которые следует принять во внимание. Соображения эти зависят от той физической величины, с рассмотрением которой связана исходная ситуация. Если речь идёт о физической величине, характеризующей *свойства некоторого объекта*, то естественно предположить, что её значение может зависеть от других физических величин, характеризующих тот же *объект*. Если же речь идёт о физической величине, характеризующей *интенсивность явления или взаимодействия*, то в соответствии со структурной схемой понятия о физическом явлении существенными факторами, определяющими интенсивность явления, являются и свойства *объектов*, участвующих в явлении, и *условия их взаимодействия*. Именно с этими факторами можно связывать искомые гипотезы.

Организация усвоения нового вида деятельности всегда происходит поэтапно. На *первом* этапе учащиеся с помощью учителя накапливают материал для обобщений. На *втором* этапе учитель побуждает их найти

общий путь решения подобных задач. На *третьем* этапе дети учатся конкретизировать схему действий для решения других конкретных экспериментальных задач. Начиная с этого момента и происходит, собственно, основное усвоение новой деятельности: сначала на этапе формирования действия в материализованной форме (с опорой на схему), затем на внешнеречевом этапе, затем на внутреннеречевом и т.д. На основе систем ПЗ можно построить весь процесс обучения. Важно, что на первых уроках, нацеленных на организацию деятельности учащихся по «открытию» эмпирического закона, только учитель ориентируется на обобщённую схему деятельности, побуждая учащихся к необходимым шагам. Поскольку последовательность шагов достаточно логична, учащиеся в основном догадываются о последовательности действий. Этому помогают и чётко сформулированные вопросы учителя.

Есть много других задач, в которых анализ условия можно проводить с опорой на структурную схему понятия о явлении. *Проектирование экспериментальной установки.* Очень часто в эксперименте необходимо воспроизвести то или иное физическое явление. Если явление уже изучено, то, пользуясь обобщёнными знаниями о структурных элементах явления, можно организовать деятельность учащихся по проектированию экспериментальной установки и подбору необходимых её элементов. Для этого необходимо задать определённые вопросы:

- С каким объектом будет происходить явление?
- Под действием какого объекта будет происходить явление?
- Как мы можем фиксировать изменение состояния объекта, каким прибором?
- Каковы условия проведения опыта?

Практическая часть.

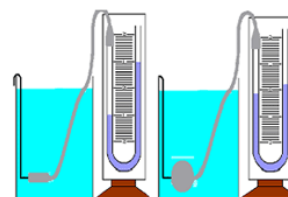
Тема «Давление в жидкостях и газах»

7 класс,

Учебник О.Ф.Кабардин, «Просвещение», 2014 год.

Для изучения темы выбираем следующую логику:

- выполняем опыт с шаром Паскаля (первый опыт - газ с пудрой, второй опыт - с водой) и обнаруживаем, что давление в газе и жидкости распространяется во все стороны одинаково;
- выполняем опыт с резиновым шаром или мыльным пузырьком, видим, что давление передаётся не только в ту сторону, куда мы дуем, но и во все стороны;
- на основании проделанных опытов устанавливаем, что жидкости и газы при передаче давления ведут себя одинаково;
- формулируем закон Паскаля, что «жидкости и газы передают оказываемое на них давление по всем направлениям одинаково»;
- знакомимся с приборами (водяным манометром, манометром для измерения кровяного давления), которые позволяют измерить давление в жидкостях и газах;
- замечаем, что уровни воды в трубках манометра до начала измерения находятся на одной высоте;
- замечаем, что равновесие наступает тогда, когда давление p_1 столба жидкости в левой трубке, находящегося на высоте h выше уровня воды в правой трубке, станет равным избыточному давлению p_2 в сосуде;
- выводим, что эти давления равны: $p_1 = p_2 = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho hSg}{S} = \rho hg$;
- выясняем при помощи водяного манометра, что жидкость оказывает давление не только на дно сосуда, но и на все поверхности тела, находящегося в жидкости;
- выясняем, что давление в жидкости зависит от глубины погружения и давление на этой глубине не зависит от расположения датчика;
- выводим, что давление p на глубине



складывается из давления p_1 столба жидкости высотой h и внешнего давления p_2 , оказываемого на поверхность жидкости: $p = p_1 + p_2 = \rho gh + p_2$.

Схема

по выявлению устойчивых связей отношения между физическими величинами

Последовательность организации деятельности	Закон Паскаля
ИС	Процесс передачи давления в газах и жидкостях
Формулирование ПЗ-I	Как передаётся давление в газах и жидкостях?
Выдвижение гипотез	Передача давления в газах и жидкостях должна отличаться от давления на твердое тело
Идея эксперимента	ЗаклЮчить газ и жидкость в сосуды с эластичными стенками, давить на газ или жидкость при помощи поршня.
Решение ПЗ экспериментальным методом	Серия 1. Демонстрационный эксперимент Опыты с шаром Паскаля Серия 2. Фронтальный эксперимент. Резиновые шарики и мыльные пузыри.
Формулирование частных выводов	1. Газ и жидкость вылетают из шара во все стороны одинаково 2. Воздушный шар и мыльный шар – форма шар
Формулирование закона на качественном уровне	После рассказа учителя о многочисленных исторических опытах и возможности обобщения учащиеся приходят к выводу: жидкости и газы передают оказываемое на них давление по всем направлениям одинаково.
Формулирование ПЗ-II	Как можно измерить давление газа или жидкости? Знакомы ли вам такие приборы? Как они выглядят? Принцип действия жидкостного манометра.
Решение ПЗ экспериментальным методом	Серия 1. Демонстрационный эксперимент Демонстрация жидкостного манометра и манометра для определения кровяного давления Серия 2. Фронтальный эксперимент. Работа с жидкостными манометрами и датчиками
Формулирование частных выводов	Когда приходит в равновесие столбик жидкости? Что происходит с давлением при погружении

	датчика на разную глубину? Что происходит с давлением при повороте датчика на одной и той же глубине?
Формулирование частных выводов	Вывод 1. Столбик жидкости в манометре находится в равновесии, если давления p_1 и p_2 одинаковы Вывод 2. Давление внутри жидкости зависит от глубины погружения. Вывод 3. Давление жидкости на одной и той же глубине одинаково
Обработка результатов каждой серии	Построить графика зависимости давления от глубины погружения (учесть, что у поверхности жидкости есть внешнее давление p_2)
Формулирование частных выводов	Давление внутри жидкости пропорционально глубине погружения, но на одной и той же глубине одинаково во всей направлениях.
Формулирование общего вывода	Жидкости и газы передают оказываемое на них давление по всем направлениям одинаково. Давление в жидкости зависит от глубины погружения и внешнего давления.
Математическая запись	$p_1 = p_2 = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho hSg}{S} = \rho hg,$ $p = p_1 + p_2 = \rho gh + p_2.$

Сценарий урока на тему «Равновесие тел» (45 мин)

7 класс

Виды деятельности, обучение которым посвящён урок:

- Умение определять понятия, создавать обобщения
 - Умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для планирования и регуляции своей деятельности, докладывать о результатах своего исследования
 - Умение планировать и выполнять эксперименты
 - Умение оценивать, объяснять полученные результаты и делать выводы
- Данный урок соответствует этапу обобщения и конкретизации схемы.

Предыстория урока. Это завершающий урок после урока на тему «Рычаг» и лабораторной работы № 7 «Изучение условия равновесия рычага».

Образовательные цели: подготовить учащихся, усвоивших следующие знания:

- 1) что такое центр тяжести;
- 2) знать виды равновесия тел;
- 3) условие равновесия тел.

Цели по развитию: подготовить учащихся, овладевших следующими видами деятельности:

- 1) различать виды равновесия тел и приводить примеры;
- 2) находить центр тяжести тела.

Оборудование: призма, для демонстрации центра тяжести, шар, цилиндр, конус, картонные пластинки с тремя отверстиями, штативы, отвесы, стрелки, карандаши, линейки, гиря 20 г, наборы гирь, плечики, динамометры на 10 Н, ножницы, картон, обруч, игрушка ванька-встанька.

Ход урока

Действия (объяснения, вопросы, выводы) учителя	Действия (ответы) учащихся
1	2
Актуализация знаний и действий (5 мин)	
Что такое рычаг?	Рычагом называется твёрдое тело, вращающееся вокруг неподвижной опоры.
Что такое рычаг первого рода?	Если точки приложения сил находятся по разные стороны относительно оси вращения рычага.
Что такое рычаг второго рода?	Если точки приложения сил находятся по одну сторону относительно оси вращения рычага.
В чём заключается условие равновесия рычага?	Рычаг находится в равновесии при равенстве произведений модулей сил на расстояния от точек их приложения до оси вращения: $F_1 l_1 = F_2 l_2$
Что такое плечо силы?	Наименьшее расстояние от точки вращения до линии, вдоль которой действует сила
Что такое момент силы?	Произведение модуля силы на плечо
Организация деятельности учащихся по получению закона на качественном уровне (30 мин)	

<p>1 часть. Центр тяжести тела. <i>Равнодействующая параллельных сил.</i> Предлагаю провести небольшой опыт: возьмите плечики и подвести в указанных точках гири по 100 г и динамометром измерьте силу, направленную вверх. Как расположены плечики и чему равна сила, направленная вверх? А теперь подвесьте все гирьки к одной точке и вновь определите силу. Почему эта точка выделена? Эта точка называется <i>центром тяжести</i>, а сила – <i>равнодействующая сил</i>.</p>	<p>Выполняют опыт. Отвечают: горизонтально, сила равна 8 Н. Выполняют опыт и вновь сила равна 8 Н. Эта точка, к которой приложена равнодействующая всех сил.</p>
<p>2 часть. Центр тяжести. Как найти точку – центр тяжести тела? Точка приложения равнодействующей сил тяжести находится на вертикальной прямой, проходящей через точку подвеса. Определите эту точку на теле неправильной формы. Докажите экспериментально, что центр тяжести может не совпадать ни с одной из точек тела.</p>	<p>Наблюдают за опытом и предлагают свой вариант опыта. Проводят опыт с картонкой, подвешивая её за разные точки. Проводят опыт с кольцом.</p>
<p>3 часть. Виды равновесия тел. Выясним условия равновесия тел под действием силы тяжести и каких-то других сил. Учитель помогает делать вывод. Демонстрация видов равновесия Приведите примеры устойчивого и неустойчивого равновесия</p>	<p>1) Если равнодействующая всех сил равна по модулю силе тяжести и направлена противоположно ей. 2) Если сумма моментов всех других сил относительно любой оси вращения равна по модулю моменту силы тяжести и имеет противоположное направление. Приводят примеры</p>
<p>Завершающий этап (8 мин)</p>	

<p><i>Решение задач.</i></p> <p>1. Объясните принцип действия игрушки ванька-встанька.</p> <p>2. На фото игрушка орел, объясните, почему он удерживается на клюве?</p> <p>3. Как заставить карандаш стоять устойчиво на кончике грифеля, используя перочинный нож и карандаш.</p>	<p>Объясняют.</p> <p>Объясняют.</p> <p>Объясняют.</p>
<p>Итог урока. (2 мин)</p> <p>Домашнее задание.</p>	

Краткий самоанализ урока.

Данный урок был проведён в параллели седьмых классов

Три седьмых класса: 7 А - 21 человек,

7 Б – 20 человек,

7 В – 20 человек.

По плану 2 часа в неделю. Уровень развития и обученности детей выше среднего. Процент качества в 7 А и 7 Б классах 85%, в 7 В – 90%.

Стараюсь на каждом уроке активно использовать экспериментальные задания. Учащиеся активно работают на уроках. Для многих учащихся мы подобрали темы для проектных работ.

Использованная литература

1. «Эксперимент как метапредметная деятельность: реализация ФГОС на примере курса физики», Д.А. Ивашкина, лекции 1–8, Москва, Педагогический университет, «Первое сентября», 2014

2. Учебник 7 класса, О.Ф.Кабардин, «Просвещение», 2014 год.

3. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Эвенчик Э.Е. и др. Физика: Учеб. для 10 кл. с угл. изучением физики / Под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. М.: Просвещение, 2007.