Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Л. И. ГУБЕРНАТОРОВА

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Общие вопросы

Курс лекций

Владимир 2020

УДК 53(075)
ББК 22.3я73
Г93

Рецензенты:
Доктор педагогических наук, профессор
зав. кафедрой педагогики
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Е. Н. Селиверстова

Директор средней общеобразовательной школы № 15 г. Владимира
Н. В. Кузнецова

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Губернаторова, Л. И.

Г93 Методика обучения физике. Общие вопросы : курс лекций / Л. И. Губернаторова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 228 с.

ISBN 978-5-9984-1133-5

Содержание лекций посвящено наиболее важным общим теоретическим вопросам учебной дисциплины «Методика обучения физике». Описываются особенности, собственный объект и предмет исследования этой дисциплины, обосновываются критерии отбора содержания школьного курса физики, необходимость введения новых целей, задач обучения физике в школе. Особое внимание уделено важнейшим методологическим вопросам и подходам в формировании и усвоении школьниками физических понятий и физических теорий. Дана характеристика современным развивающим и активным подходам, методам и приемам обучения.

Курс лекций подготовлен в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей, учителей и преподавателей.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Рис. 47. Табл. 37. Библиогр.: 10 назв.

УДК 53(075)
ББК 22.3я73

ISBN 978-5-9984-1133-5 © ВлГУ, 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Содержание курса лекций посвящено раскрытию закономерностей и особенностей изучения школьного курса физики. Курс лекций освещает принципиальные теоретические вопросы методики обучения физике как науки. С одной стороны, раскрывается ее связь с философией, педагогикой, психологией, дидактикой, с другой – описываются ее особенности, собственный объект и предмет исследования.

В содержании лекций показана эволюция представлений о целях, задачах обучения физике в школе и содержании, структуре школьного курса физики. Дана характеристика современным развивающим и активным подходам, методам и приемам обучения. Особое внимание уделено важнейшим методологическим вопросам и подходам в формировании и усвоении школьниками физических понятий и физических теорий.

Лекция 1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ НАУКА

План лекции

1. Методика обучения физике как педагогическая наука, ее предмет и задачи.
2. Содержание методики обучения физике как науки.
3. Методы исследования в методике обучения физике.
4. Связь методики обучения физике с другими науками.
5. Актуальные проблемы методики обучения физике.

Вопрос 1. Методика обучения физике как педагогическая наука, ее предмет и задачи

Фокусом проблем любой научной дисциплины являются обоснование необходимости ее создания, определение содержания, функций и задач. Иными словами, важнейшие вопросы, на которые должен быть получен ответ, это вопросы о том, что такое методика обучения физике (МОФ), является ли она наукой? Принципиальность полученных ответов состоит дополнительно и в том, что вопрос, что такое методика обучения физике – наука, искусство, набор приемов обучения или технология – долгое время оставался дискуссионным. Исторический ретроспективный анализ показывает существование попыток лишить методику статуса науки с самого начала ее возникновения. Полагалось, что знание предмета физики достаточно и любой человек, знающий физику, способен обучать других.

Прежде всего обратимся к историческому опыту. Один из создателей классической фундаментальной физики И. Ньютон просиживал время своих занятий в пустых аудиториях. Относительно Дж. К. Максвелла решался вопрос, можно ли ему стать преподавателем учебного учреждения после окончания обучения, несмотря на блестящие успехи в учебе. М. Планк, будучи молодым преподавателем, выяснявшим вопрос о номере аудитории, в которой ему необходимо проводить лекцию, получал наставления от секретарей, принимавших его за студента, не ходить к этому преподавателю на лекцию, так как там ничего не понятно. Таким образом, только великолепное знание предмета физики не гарантирует усвоение учебного материала слушателями.

По определению энциклопедического словаря, «Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; одна из форм общественного сознания; включает как деятельность по получению нового знания, так и ее результат...» (URL: https://dic.academic.ru/).

Какие же объективные знания обобщаются и систематизируются методикой обучения физике? Для ответа на этот вопрос необходимо обратиться к истории появления методики физики.

Каждая наука появляется тогда, когда возникает практическая потребность, определяется специфический, особый объект и предмет исследования. Пока изучение физики в России носило «узкий» характер и касалось сравнительно небольшого числа учащихся, не возникало и потребности в учителях физики. Лица, получившие физико-математическое образование в университетах, работая в школах, эмпирическим путем овладевали методикой обучения.

Физика как учебный предмет возникла лишь в конце XVIII века. Ниже представлена табл. 1, показывающая включение физики в учебные планы различных учебных учреждений.

Таблица 1

Эпоха	Учреждения
1766 г.	Кадетские корпуса
1786 г.	Главные народные училища
Конец XVIII века	Гимназии

Начало XIX века характеризуется бурным развитием промышленности: железнодорожного транспорта, телеграфа, связи, судоходства и т. п. Увеличение обслуживающего технику персонала неизбежно привело к необходимости знания физики, потребности в создании новых учреждений, в которых изучается физика (реальные и коммерческие училища). Именно это обстоятельство стало причиной рационализации всего процесса обучения физике и создания системы подготовки учителей физики. Как правило, в этот период преподавание физики сводилось к разбору и заучиванию текста учебника, не было системы демонстрационных опытов и лабораторного эксперимента, решения задач, что приводило к низкому качеству обучения.

Первыми, кто создавал систему обучения физике в России, разрабатывал учебники и пособия по физике, выдвигая одновременно и методические идеи преподавания этой науки, были такие крупнейшие ученые, как М. В. Ломоносов и Э. Х. Ленц.

По общепринятому мнению, зарождение методики обучения физике связано с выходом в свет книги Ф. Н. Шведова «Методика физики» (1894 г.). В этом обобщающем труде Ф. Н. Шведовым обстоятельно и подробно разбирались основные вопросы методики обучения физике: содержание курса физики того времени, методы его преподавания. В нем он писал, что необходимо «… помочь начинающему преподавателю овладеть тем искусством изложения физики, который без постороннего руководства достигается путем долгих усилий… Но задача методики состоит не только в развитии искусства… виртуозности изложения, а главным образом, в выяснении логических основ наук, которые могли бы послужить точками отправления как для выбора материала, так и для порядка его расположения в каждом излагаемом курсе, цель которого предполагается намеченною». Дополнительно к задачам методики физики им относилась и критика существующих методов изучения физики в показе их сравнительных достоинств и недостатков. В то же время методика, по его мнению, должна указывать примерный путь обучения физике. Таким образом, 1894 г. (конец XIX в.) считается временем создания новой педагогической науки – «Методики физики».

В этот же период вопросами методики преподавания и обучения физике активно занимались такие выдающиеся ученые, как М. Ломоносов, М. Е. Головин, П. И. Гиларовский, В. В. Лермантов, К. Д. Краевич. Их деятельность позволила четко выделить и обозначить объект и предмет методики физики как педагогической науки.

Заметим, что этому предшествовало накопление достаточно обширного физического и методического материала, формирование первоначальных идей и методов этой новой науки. Так, М. В. Ломоносов еще в 1746 г. написал «Вольфианскую экспериментальную физику», далее появились учебники М. Е. Головина (1756 – 1790 гг.), являвшегося учеником Л. Эйлера; в 1793 г. появился учебник П. Гиларовского, в 1797 г. – М. М. Сперанского, в 1808 г. – И. В. Двигубского. Крупным вкладом в методику преподавания физики явилось «Ру-

ководство к физике для гимназий» (1839 г.), написанное Э. Х. Ленцем. Двадцать семь изданий выдержал учебник физики К. Д. Краевича (1833 – 1892 гг.)

Резюмируя, подчеркнем, что исторически методика обучения физике возникла как ответ на возрастающее влияние физики в развитии общества. Встала задача – как эффективно «передать» школьникам наиболее существенные и важные знания, полученные физикой. Соответственно начали выделяться и определяться объект и предмет новой научной дисциплины.

Под объектом науки понимают часть объективной действительности. Предметом той или иной науки считают зафиксированные в опыте отдельные специфические стороны и свойства, отношения изучаемой действительности. Объект исследования – понятие более высокого уровня обобщения, чем предмет исследования. Предмет исследования обозначает некоторый аспект изучения, выделенный из объекта познания.

Именно в этот период начала четко определяться граница, «демаркационная линия» между объектом и предметом физики как науки о природе, от предмета и объекта методики обучения физике как педагогической науки.

Так, объектом изучения физики является природа, окружающий нас мега-, макро- и микромир, предметом физики – различные природные явления (механические, тепловые, электромагнитные, световые и т. п.) и физические тела: элементарные частицы вещества, различные поля, атомные ядра и атомы, которые непосредственно связаны с данными явлениями.

Что же служит объектом и предметом исследования методики обучения физике?

Определение предмета методики имеет достаточно обширную историю. Упомянутый выше известный русский методист Ф. Н. Шведов формулировал его следующим образом: «Методика физики выясняет логические основы науки, которые могли бы послужить точкой отправления как для выбора материала, так и для порядка его расположения». По существу, к предмету методики он относил научные основы содержания, структуры и определение цели изучения школьного курса физики.

Позже, в советский период, П. А. Знаменский, автор одного из учебников по методике преподавания физики для студентов, дал более широкое определение предмета методики: «Предметом методики преподавания физики являются теория и практика обучения основам физики», отождествляя при этом понятия «преподавание» и «обучение» (Советский энциклопедический словарь. М., 1983. С. 863).

Еще шире предмет методики обучения физике трактуется известным методистом В. Ф. Юськовичем, который понимал под ним структуру и содержание школьного курса физики, закономерности обучения и воспитания учащихся в процессе преподавания физики.

В последние годы особое внимание уделяется не только обучению и воспитанию учащихся, но и их развитию, поэтому под *предметом методики обучения физике* следует понимать *теорию и практику обучения физике, воспитания и развития учащихся в процессе обучения физике.* Кроме того, существенным моментом настоящего периода является необходимость формирования универсальных учебных действий и компетенций современных школьников, что представляет инновационный аспект предмета обучения физике.

В то же время различие предмета и объекта исследования относительно и состоит в том, что в предмет входят лишь главные, наиболее существенные (с точки зрения конкретного исследования) свойства и признаки объекта.

В настоящее время в методике обучения физике наиболее актуальны четыре предметных области. Первую предметную область называют методологией физического образования. Известно, что методология – это учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. Методология физического образования включает теорию и методы познания педагогических процессов обучения, тенденции различных методологических подходов к построению физического образования, анализ зарубежного опыта обучения предмету и разработку путей его использования в отечественной школе.

Вторая предметная область исследования объединяет цели и ценности физического образования. Данной области принадлежат разработка целей образования по физике в связи с изменением современной социокультурной ситуации в развитии общества, развивающие и воспитывающие возможности учебного процесса и т. п.

Третья область исследования посвящена технологии оценки качества образования по физике. В данную область входят такие аспекты исследования, как теоретические обобщения передового опыта обучения и воспитания средствами предмета, оценка профессиональной компетенции учителя физики, проблема моделирования структур и отбора содержания курсов физики, методы, средства, формы и технологии предметного обучения, воспитания и самообразования.

Теория и методика внеурочной, внеклассной, внешкольной учебной и воспитательной работы образуют четвертую предметную область. В нее входят теория и практика руководства самодеятельным творчеством, теория и методика дополнительного образования по предмету, разработка вариативных форм взаимодействия общего и дополнительного образования по физике.

Таким образом, объектом и предметом исследования методики обучения физике является учебный процесс по физике, включающий совместную деятельность учителя и учащихся, цели, содержание, методы, средства обучения, формы его организации.

Для большего понимания приведем примеры объектов и предметов исследования ряда диссертационных работ. Объектом исследования выступает процесс обучения учащихся начальной школы, предметом исследования – методика обучения элементам физики на уроках математики и природоведения (С. А. Холина, 1999 г.). Объект исследования – учебный процесс по физике в основных общеобразовательных учреждениях. Предмет исследования – формирование теоретических обобщений в курсе физики в основных общеобразовательных учреждениях (А. А. Синявина, 2005 г.). Объект исследования – процесс обучения физике в основной и средней школе в современных условиях. Предмет исследования – формирование у учащихся знаний и умений гносеологического характера в процессе обучения физике (Н. Е. Важеевская, 2002 г.). Объект исследования – учебный процесс изучения курса общей физики в педагогическом вузе. Предмет исследования – система обучения классической механике в курсе общей физики педагогического вуза (Р. Х. Казаков, 2004 г.).

Таким образом, физика как наука и методика обучения физике как наука обладают принципиально разными объектами исследования (рис. 1).

Важно, что методику обучения физике, как и всякую частную методику, нельзя вывести из соответствующей науки, хотя методики тесно связаны с этими науками.

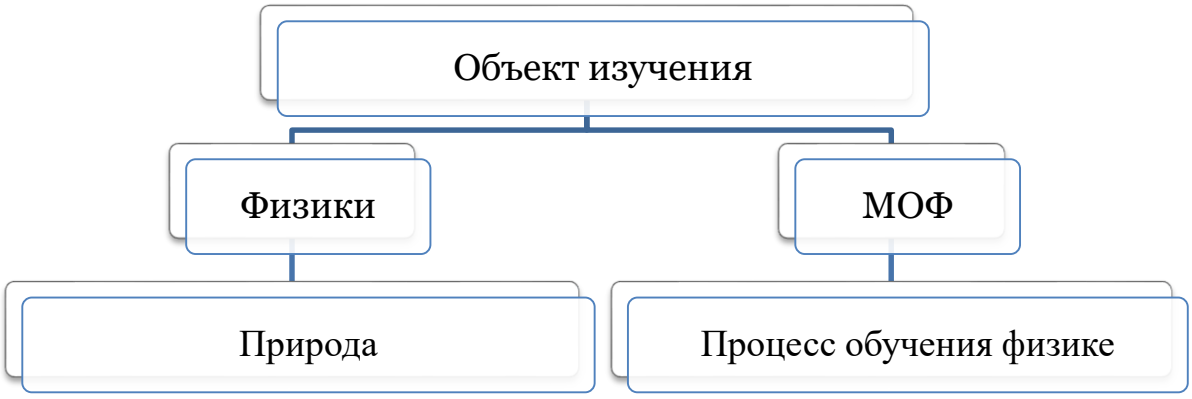


Рис. 1

Известный ученый-методист, автор курса физики для средней школы и курса методики обучения физике, И. И. Соколов в 50-х гг. XX столетия не только проанализировал цели и задачи методики обучения физике, но и определил обязательные условия успешного преподавания физики. Первым обязательным условием он считал твердое знание науки физики и глубокое понимание ее преподавателем. При слабом знании самой науки никакая методика не поможет правильно поставить преподавание. Однако одного научного знания физики недостаточно, чтобы подготовить высококвалифицированного преподавателя. Наука физика – необъятная сокровищница знаний о природе. Она непрерывно пополняется. Из нее только малая часть может быть перенесена в курс физики средней школы. Однако в самой науке физике нет указаний для отбора содержания. Задачу разработки основ науки для курса физики средней школы и других общеобразовательных учреждений решает методика обучения физике.

В то же время отобранный из науки физики определенный объем ее содержания, заимствованный из разных областей, не может и не должен быть перенесен в школу в виде отдельных, не связанных между собой частей. Известно, что каждая наука системна. Чтобы привести учебный материал предмета в систему, необходимо выявить совокупность внутренне связанных и последовательно объясняемых общими законами (принципами) данных. Методика обучения физике способствует систематизации учебного материала. Таким образом,

к ее задачам относится выяснение следующих вопросов: для чего обучать физике, чему и как учить физике?

Ключевым вопросом следует назвать формулировку целей обучения, от ответа на него зависят и ответы на все остальные вопросы.

Как известно, школа как социальная структура не функционирует автономно; она всегда выполняет вполне конкретный социальный заказ. Это означает, что цели школьного образования, и физического в частности, определяются потребностями общества. Развитие общества приводит к изменению целей образования и соответствующему изменению содержания и функций физики как школьного предмета.

Если сформулированы цели, то их достижение реализуется через решение системы педагогических задач. Каждая задача этой системы служит ступенью в общем движении к цели. Поставленные задачи закрепляются в образовательных стандартах.

Ответом на вопрос чему учить является содержание физического образования. В широком смысле слова содержание образования – один из факторов экономического и социального прогресса и развития современного общества. Поэтому содержание физического образования является меняющимся в зависимости от новых социокультурных потребностей российского государства. Оно определяется требованиями образовательного стандарта, который должен обеспечить адекватного мировому уровень общей культуры выпускника, формирование у школьников адекватного мировому уровня знаний и умений по предмету.

Методы обучения, средства и формы организации учебного процесса и есть ответ на вопрос как учить. К этим средствам относятся система физического эксперимента, современные коммуникационные технологии, педагогические подходы и технологии, позволяющие решить конкретные поставленные перед учителем физики образовательные, развивающие и воспитательные задачи.

Следовательно, как наука методика обучения физике несет все основные функции научного знания: объясняет факты и явления учебного процесса, предсказывает результаты обучения, разрабатывает методические проекты для управления процессом обучения, систематизирует знания о различных сторонах процесса изучения физики и др.

В систематизированном виде задачи методики обучения физике как педагогической науки можно представить в виде рис. 2.



Рис. 2

Возвращаясь к определению методики обучения физике как педагогической науки, можно утверждать, что методика обучения физике – это наука, определяющая содержание и структуру школьного курса физики, устанавливающая цели обучения и воспитания учащихся в ходе преподавания физики. Возможно и другое определение: методика – педагогическая наука, исследующая закономерности, пути и средства обучения, воспитания и развития учащихся в процессе изучения физики.

В обобщенном виде теоретическая модель методики обучения физике как метасистемы разработана Ю. А. Сауровым. Она может быть представлена следующим образом (рис. 3).

Данная модель очень четко представляет компоненты методики обучения физике как педагогической науки и ее фундаментальный характер.



Элементы теории учения, преподавания и воспитания. Экспериментальные данные о состоянии преподавания. Факты истории развития методики физики. Требования общества к знаниям (социальный заказ).

Парадигма построения школьного физического образования. Цели и задачи обучения. ***Принципы***. ***Закономерности***: цикличность учебного познания, последовательность усвоения теоретических обобщений и др. ***Методы***: экспериментальный и теоретический. ***Фундаментальные понятия***: методическая система, состояние системы, учение, преподавание, учебная деятельность, метод обучения, учебная задача, методический прием и др.

Методические системы и проекты. Программы, инструкции, методические разработки. Системы обучения. Методика и техника физического эксперимента. Учебно-методический комплекс. Методика решения задач и др.

Рис. 3

Дополнительно следует обратить внимание на терминологию. В литературе употребляются как тождественные понятия «методика преподавания физики», «теория и методика обучения физике», «методика обучения физике». Предпочтительным и более полно отражающим сущность представляется понятие «методика обучения физике», поскольку под преподаванием понимается деятельность лишь учителя, в то время как в учебно-воспитательном процессе участвуют учитель и ученик и *обучение представляет собой целенаправленную педагогическую деятельность учителя и познавательную деятельность учащихся в их взаимосвязи, взаимодействии и единстве.*

За рубежом термин «методика» употребляется сравнительно редко. Там чаще используется понятие «дидактика физики», что по существу означает обучение физике. Вопрос о названии методик обучения дидактиками соответствующих наук обсуждался в XX столетии и в России. М. А. Данилов подчеркивал, что до недавнего времени эти науки назывались методиками преподавания отдельных предметов. Однако он указывал, что такой чисто практический аспект не отража-

ет содержания этих наук, что рациональнее их следует отнести к рангу предметных дидактик. В исторической перспективе данная наука в разные периоды времени называлась по-разному:

- методика физики;
- методика преподавания физики (МПФ);
- теория и методика обучения физике (ТиМОФ);
- методика обучения физике (МОФ).

В настоящее время закрепилось название «методика обучения физике».

Добавим, что методика обучения физике – это особая сфера творческой деятельности исследователей и важнейший элемент человеческой культуры. Для развития методик различных наук, включая и методику обучения физике, в России создана специальная инфраструктура: Российская Академия образования, Международная педагогическая и другие образовательные академии, научно-исследовательские институты, методические кафедры университетов и другие научные учреждения. Уровень развития методик поддерживают профессиональные объединения ученых, научно-практические конференции, издание специального журнала «Физика в школе», учебников, методических пособий, монографий и другой учебной и научной литературы.

Вопрос 2. Содержание методики обучения физике как науки

В содержание методики обучения физике как педагогической науки входят четыре блока вопросов: общие вопросы, частные вопросы (касающиеся методики изложения изучаемых в школьном курсе физики тем), методика и техника школьного физического эксперимента и онтодидактика. В свою очередь, каждый из перечисленных блоков включает в себя достаточно обширную систему отдельных вопросов.

Общий блок методики обучения физике включает следующие вопросы:

- цели и задачи преподавания физики;
- содержание и структура школьного курса физики;
- методологические основы обучения физике;
- психологические основы обучения физике;
- политехническое обучение (связь теории с практикой);

- методы, подходы и технологии преподавания;
- формы организации учебных занятий;
- межпредметные связи;
- воспитание в процессе обучения физике;
- развитие учащихся в процессе обучения физике.

Частные вопросы:

- содержание темы;
- структура темы;
- пути формирования основных элементов знаний, умений, компетенций, общеучебных умений и универсальных учебных действий;
- критерии эффективности усвоения учебного материала и личностных достижений учащихся;
- ожидаемый педагогический эффект;
- приемы и методы контроля (тестирования).

В блоке «Методика и техника школьного физического эксперимента» рассматриваются такие вопросы:

- система демонстраций по теме;
- система демонстрационного оборудования по теме;
- система лабораторного эксперимента по теме;
- система лабораторного оборудования по теме;
- методика проведения демонстрационного эксперимента;
- методика проведения лабораторного эксперимента;
- компьютерные коммуникационные технологии в системе школьного физического эксперимента (виртуальный физический эксперимент).

Особого внимания заслуживает четвертый блок МОФ – онтодидактика. Существование данного блока МОФ обусловлено тем, что при изучении учебного материала по физике не всегда возможно строгое и академически корректное изучение содержания физических понятий и законов. Необходим учет математических знаний учащихся при введении и изучении физических понятий, уровня развития абстрактного мышления учащихся, степени их психолого-физических возможностей. Например, невозможно в силу указанных причин изучать понятие напряженности электрического поля как градиента потенциала, как это было в самой физике. Данное понятие было введено как теоретическое и после включения в научный аппарат физики понятия потенциала электрического поля. Однако такой способ непоси-

лен ни для учащихся 9-х, ни для учащихся 10-х классов. Именно поэтому понятие напряженности электрического поля изучается первым как силовая характеристика электрического поля с введением формулы $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{g}$. Согласно этой формуле единица измерения напряженности должна быть ньютон на кулон (Н/Кл). Тем не менее учитель должен обращать внимание на то, что представленная формула расчета напряженности не является определительной и единицей измерения напряженности следует считать вольт на метр (В/м).

После изучения понятия потенциала учителю необходимо дополнительно показать согласованность этих двух единиц измерения напряженности. Аналогичных примеров в школьном курсе физики достаточно много. Это упрощение введения и изучения таких тем, как мгновенная скорость, механическая и внутренняя энергия, первое и второе начала термодинамики и многие другие.

Вопрос 3. Методы исследования в методике обучения физике

Наука использует различные методы познания. Методы познания классифицируются по разным основаниям. Например, по степени общности и широте применения они подразделяются на философские методы, общенаучные подходы и методы исследования, частнонаучные, дисциплинарные методы, методы междисциплинарного исследования. Эти методы представляют собой сложную динамическую систему способов, приемов, принципов разных уровней и сфер действия. К философским методам относятся диалектический, аналитический, феноменологический и другие методы познания. Философские методы в отличие от других не являются жесткими предписаниями, регуляторами действий. Это система «мягких» принципов, операций, приемов, имеющих всеобщий характер. Философские методы не описываются в строгих терминах логики и эксперимента, не поддаются формализации и математизации. Например, к философским принципам диалектики относятся принцип историзма и принцип противоречия, которые играют роль и метода исследования природы.

Общенаучные подходы и методы исследования формулируются на основе общенаучных понятий, таких как «модель», «вероятность», «система», «деятельность» и др. Соответственно к общенаучным методам исследования относятся моделирование, системный, деятель-

ностный подходы, статистические методы и некоторые другие. Для общенаучных методов характерна возможность формализации, уточнения средствами математической теории, символической логики. Частнонаучные методы – это методы конкретных наук, в частности физики. К специфическим физическим методам относятся метод принципов, основоположником которого был И. Ньютон, метод циклов в термодинамике, спектральный метод и др. Все перечисленные методы с разной степенью полноты используют и в методике преподавания физики.

Дополнительно методы педагогического исследования делят еще на две группы: теоретические и экспериментальные.

К ***теоретическим методам*** относятся теоретический анализ педагогических фактов и явлений (в единстве исторического и логического), восхождение от общих положений (принципов) к конкретному, рассмотрение явлений (проблем) в единстве, всестороннее изучение причинно-следственных, генетических, функциональных и иных связей, выделение существенных черт, моделирование педагогических явлений и их изучение на основе построенных моделей, выдвижение гипотез, системный анализ педагогических явлений. Сюда же входят анализ литературы, конструирование содержания физического образования, разработка инновационных подходов и технологий обучения, обработка результатов педагогического эксперимента и их анализ.

К ***экспериментальным методам*** относятся изучение и обобщение передового педагогического опыта; анкетирование и интервьюирование, наблюдение за учебным процессом, педагогический эксперимент (констатирующий, лабораторный, обучающий), тестирование, экспертная оценка. Анкетирование и интервьюирование – это две формы опроса участников эксперимента. В анкету включают как вопросы открытого типа (ответ должен сформулировать анкетируемый), так и закрытого (дается набор ответов, из которого следует выбрать нужный).

Если говорить о педагогических методах исследования, то они обладают следующей спецификой: качественный анализ и оценка многих явлений, отсутствие «банка» унифицированных методик измерений тех или иных качеств, проблемы однозначной интерпретации результатов исследования и др. Комплексный подход, использование нескольких методик – характерные черты методического исследования.

Вопрос 4. Связь методики обучения физике с другими науками

Методика обучения физике – одна из первых наук, сформировавшаяся как синтез и интеграция многих наук со своим особым научным аппаратом. При этом особенностью включения некоторых элементов других наук в содержание МОФ является не компиляцией, а именно интеграцией. Принципиальный момент заключается в том, что связь между методикой обучения физике и другими предметами есть отражение существующей связи между отдельными науками, изучающими различные аспекты единого природного мира и взаимосвязи природы и человека как части единого целого.

Методика обучения физике как науки – целостная и развивающаяся система, имеющая сложную структуру. На рис. 4 показана ее связь с различными науками.

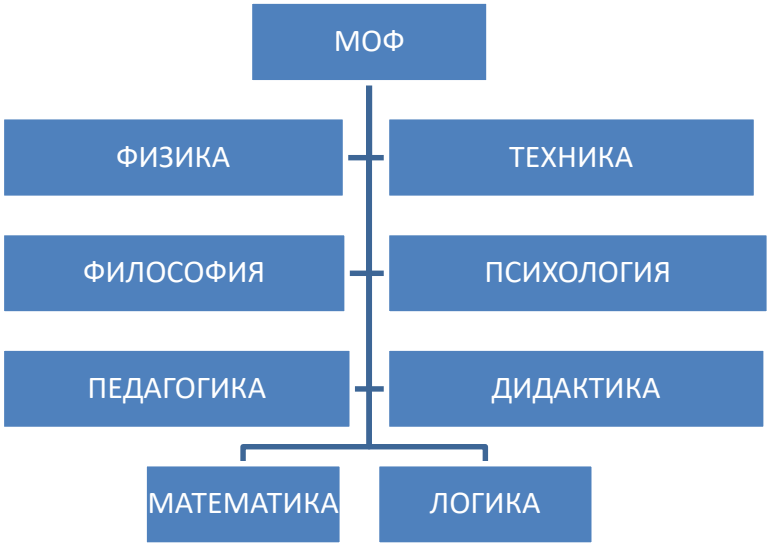


Рис. 4

В первую очередь методика связана с физикой. Именно физика – источник отбираемой системы знаний для формирования специфического учебного предмета. Как уже указывалось, учебный предмет не равен соответствующей науке, поскольку не все содержание физики отражено в школьном курсе физики (ШКФ). Новые цели обучения предопределяют включение нового содержания, в связи с чем происходит постоянное реформирование содержания ШКФ. Так, развитие физики привело к тому, что в программу курса физики были включены физические основы полупроводников, элементы специальной тео-

рии относительности, квантовой физики, изучение основ фундаментальных физических теорий и др. Разное содержание курса физики и в классах различной профилизации. Так, в классах гуманитарной направленности шире представлены культурологический и философско-мировоззренческий аспекты физики.

Связь с техникой находит отражение путем включения изучения тех физических явлений, которые лежат в основе работы главных технических бытовых приборов. Новый технологический социальный ландшафт требует изучения новейших современных технических устройств и сооружений, понимания принципов их работы. Развитие техники приводит дополнительно и к созданию новых средств обучения, что, в свою очередь, требует разработки методики их использования в учебном процессе.

Методика обучения физике очень тесно связана с математикой. Математика дает физике средства и приемы точного выражения зависимостей между физическими величинами – архитектуру физических законов. Содержание, уровень и методы преподавания физики непосредственным образом учитывают уровень математической подготовки учащихся. Именно в этом плане в методике обучения физике существует такой блок, как онтодидактика.

Связь МОФ с философией находит свое отражение во многих компонентах. Прежде всего это использование в процессе преподавания закономерностей и методов познания, учет закономерностей процесса формирования понятий и человеческого мышления. В табл. 2 данная связь представлена более подробно.

Таблица 2

Философия	Методика обучения физике
Методы познания (гипотеза, опыт, теория, эксперимент, индукция, дедукция, анализ, синтез и др.)	Методы физического познания (гипотеза, опыт, теория, эксперимент, индукция, дедукция, анализ, синтез и др.)
Закономерности и процесс формирования понятий в онтогенезе (общечеловеческой истории)	Закономерности и процесс формирования понятий в филогенезе (личностно-субъективной истории)
Закономерности мышления	Закономерности мышления
Становление естественнонаучного мировоззрения (теизм, атеизм)	Аксиологические аспекты ШКФ

Связь МОФ с педагогикой и дидактикой обеспечивается учетом в процессе обучения физике закономерностей обучения, использованием форм, приемов, педагогических подходов и технологий обучения. Методика физики – педагогическая наука, являющаяся приложением принципов дидактики к преподаванию учебного предмета «Физика». Дидактика, в свою очередь, – область педагогики, изучающая закономерности единого процесса образования и воспитания в обучении, дающая научное обоснование целям и отбору содержания образования, выбору средств и методов обучения, определению формы организации обучения.

Связь методики обучения физике с психологией и психологическими теориями чрезвычайно многообразна и системна. Одна из главных задач методики заключается в выборе критериев для отбора содержания учебного материала по физике. Одним из критериев отбора содержания ШКФ в различных классах школы можно назвать соответствие сложности содержания учебного материала реальным учебным возможностям школьников определенного возраста, т. е. отбор материала должен соответствовать уровню умственного развития школьников. В этой связи важно определить, с какого года обучения целесообразно начинать изучение систематического курса физики в основной школе. Известно, что учебный материал систематического курса должен содержать все основные виды знания, необходимые для развития физического мышления (явления, понятия, законы, физические теории, фундаментальные идеи физической картины мира). Ответ на поставленный вопрос связан с психологическими теориями обучения.

Согласно теории развития личности Ж. Пиаже существует несколько стадий развития интеллекта личности. До двух лет детская мысль отражается в предметных действиях. На второй стадии – с двух до семи лет – действия становятся действиями ума. На третьей стадии – от 7 до 11 лет – проявляются конкретные операции. Последний период операционального развития мышления начинается с 11 – 12 лет и продолжается до 14 – 15 лет. В этот период наступает состояние «равновесия» в мыслительных процессах и у ребенка формируется «логика взрослого». На четвертой стадии развития отмечается появление нового свойства способности мыслить – гипотеза. Ж. Пиаже отмечает, что действия, выражающиеся в гипотезе, порождают след-

ствия, а они уже характерны для научно-теоретического мышления. В этом возрасте подростки способны проводить анализ решения логических задач как конкретного, так и абстрактного содержания. По окончании этой стадии, как считает Ж. Пиаже, ребенок становится в умственном отношении взрослым человеком и способен к научному мышлению.

Таким образом, на основе модели становления мышления, учета эволюции стадий развития человеческого мышления изучение систематического курса физики можно начинать с 11 – 14 лет. В этом возрасте учащиеся способны усваивать понятия, законы, идеи в простейших ситуациях. Данное обстоятельство предопределяет и тот факт, что изучение физики в отличие от многих школьных дисциплин начинается только с седьмого класса, в котором ученики начинают получать лишь простейшие физические представления. Систематичный и целостный курс физики начинается позже.

Необходимость развития творческих способностей школьников предопределила появление и разработку моделей развивающего и проблемного обучения, построенных на основе психологических закономерностей творческого процесса.

Спаренные уроки в старших классах, метод погружения в школе Щетинина основаны на учете психологической «кривой забывания Эббингауза» (рис. 5).

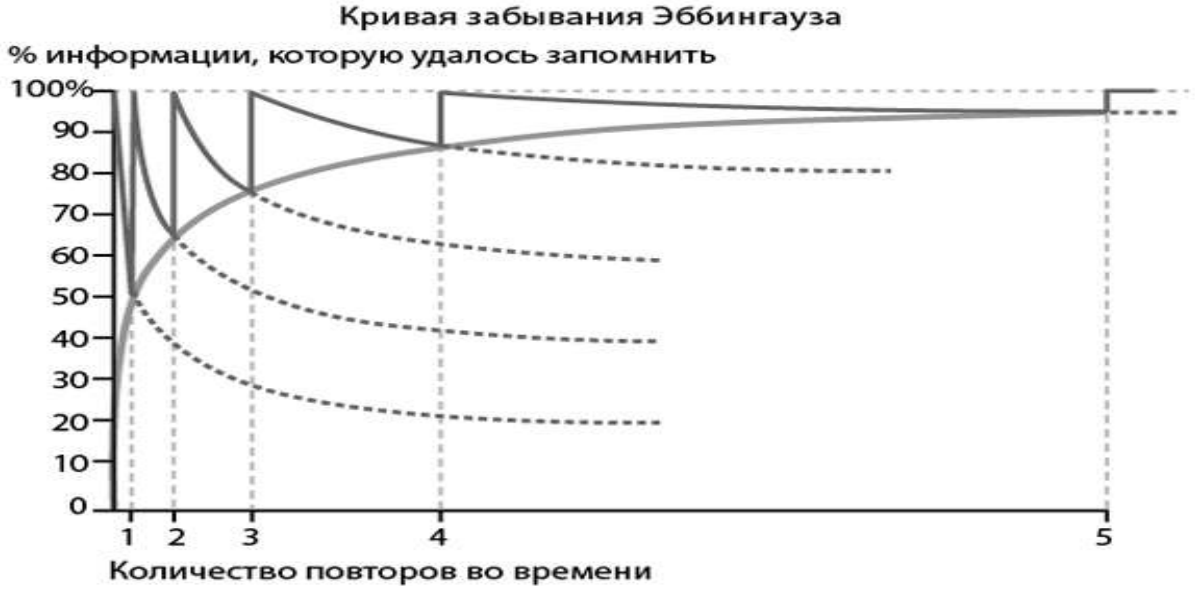


Рис. 5

Экспериментальные психологические исследования показали, что самое интенсивное забывание новой информации происходит в течение первого часа и одного дня, т. е. каждый урок нового предмета как бы «стирает» следы этой информации. Для успешного ее усвоения необходимы именно спаренные уроки (что и осуществляется в учебном процессе вуза) и повторение новой информации в тот же самый день. Иными словами, домашняя работа учащихся должна начинаться не с уроков следующего дня, а с материала только что проведенных уроков. Такая особенность учебы В. И. Ульянова (Ленина) и обеспечивала ему успешность его гимназических результатов. Выявленная особенность подтверждается и кривой забывания с повторением, приведенной на рис. 6.

Учет психофизических особенностей учащихся обусловил появление таких принципов обучения, как индивидуализация и дифференциация; учет способностей и предпочтений школьников привел к профилизации школы.



Время с момента 1-го урока	Запомнено, %
Сразу	100
20 минут	58
1 ч	44
9 ч	36
1 д	33
2 д	28
6 д	25
31 д	21

Рис. 6

Развитие педагогической психологии, создание новых психологических концепций и теорий, в частности теории поэтапного формирования умственных действий (Л. С. Выготский, П. Я. Гальперин,

Н. Ф. Талызина), теории развивающего обучения (Л. В. Занков, Д. Б. Эльконин), концепции теоретических обобщений (В. В. Давыдов), привели к разработке основанных на них технологий обучения физике.

Таким образом, связи с различными науками проявляются как в содержании курса физики, так и в методах, средствах и формах обучения.

Вопрос 5. Актуальные проблемы методики обучения физике

Проблематика педагогических исследований появляется в связи с возникновением противоречий между имеющимися теоретическими знаниями и практическим опытом, невозможностью применения прежней эффективной деятельности к решению новых педагогических задач. Исследовательская деятельность в области методики обучения физике стимулируется также и развитием педагогической психологии, дидактик обучения, информационных средств обучения, что влечет за собой необходимость и актуальность разработки новых технологий обучения физике.

При определении актуальности той или иной проблемы всегда исходят из существующих противоречий между задачами, стоящими перед обучением, и уровнем и степенью разработанности этой проблемы в теории и практике обучения; между возможностями, которые открывают те или иные методы, средства и формы обучения, и их внедрением в учебный процесс. Ниже коснемся таких противоречий, на основе которых можно сформулировать актуальные проблемы, стоящие перед школой вообще и теорией и методикой обучения физике в средней школе, в частности.

Основная и средняя школа современной России строится на основе таких принципов, как демократизация, гуманизация, гуманитаризация, дифференциация и индивидуализация обучения учащихся.

Отражением этих принципов является создание учебных заведений разного типа, различных учебных программ и учебников. Соответственно возникает противоречие между существовавшим до недавнего времени единым уровнем среднего физического образования, единообразием учебных программ и пособий и провозглашенной возможностью выбора учебным заведением и учащимися программ и учебников, а также необходимостью формирования индивидуальной образовательной траектории школьника. Это противоречие обусловливает проблемы определения содержания физического образования в учебных заведениях разного типа, в классах разных профилей (с учетом их специфики и соответствия требованиям стандарта), определения содержания интегрированных курсов и курсов физики для углубленного изучения.

Изменение концепции среднего образования в России, в частности отражение идеи личностно ориентированного образования, приводит к изменению иерархии целей обучения и расстановки приоритетов. Соответственно возникает противоречие между новыми образовательными задачами, сложившимся содержанием и традиционными технологиями обучения. Поэтому возникает проблема определения содержания физического образования и создания технологий обучения физике, соответствующих новой концепции образования и новым образовательным задачам.

В последние годы изменилась структура школьного физического образования. До сравнительно недавнего времени курс физики был ступенчатым; физика изучалась на I и II ступенях всеми учащимися по единообразной программе.

В настоящее время физика изучается в шестых – девятых классах основной школы (обязательный курс) и в десятых – одиннадцатых классах старшей школы. При этом содержание курса физики различных профилей существенно отличается как по объему, так и уровню академической сложности. Таким образом, существует противоречие между новой структурой среднего образования, в том числе физиче-

ского, и содержанием физического образования в основной и старшей школах.

Дополнительно осуществление личностно ориентированного обучения, при котором учитель ориентируется не на «среднего» ученика, а на каждого конкретного ученика, являющегося для него личностью с его способностями, чертами, склонностями и интересами, требует разработки новых методов, средств и организационных форм обучения. Налицо противоречие между новыми целями обучения и традиционными технологиями обучения физике, откуда вытекает проблема создания новых технологий обучения физике, позволяющих реализовать идею личностно ориентированного образования и развивающего обучения. В настоящее время актуализируется проблема становления гармонически развитой личности при учете личностно ориентированного обучения.

Современный период характеризуется интенсивным процессом информатизации общества, всей жизни в России, что привело к массовой информатизации образования. Следовательно, в процессе обучения физике должны использоваться электронные образовательные ресурсы не только как средство для вычислений, но и как средство обучения, развития учащихся, формирования их медиакультуры. Уже сейчас в школе широко используются моделирующие, контролирующие и обучающие компьютерные программы. Создание технологий обучения физике с использованием компьютера – одна из актуальных проблем теории и методики обучения физике. Это требует создания эффективных технологий обучения школьному курсу физики на основе мультимедиатехнологий, создания единого банка данных экспериментального изучения практики преподавания, создания и совершенствования системы подготовки учительских кадров.

Отмеченные выше актуальные направления исследований в области теории и методики обучения физике являются достаточно общими и далеко не исчерпывающими.

В настоящий период наиболее актуальные изменения касаются вопросов, представленных на схеме рис. 7.



Рис. 7

Вопросы для закрепления материала

1. Что такое методика обучения физике?
2. Является ли методика обучения физике наукой? Ответ обоснуйте.
3. Каковы объект и предмет методики обучения физике?
4. В чем заключается отличие объектов и предметов физики и методики обучения физике?
5. Что входит в содержание методики обучения физике?
6. Каковы компоненты методики физики как метасистемы?
7. В чем значение вопросов – зачем учить физике, чему учить, как учить?

8. Какие методы исследования применяются в методике обучения физике?
9. С какими науками связана МОФ, в чем именно заключается эта связь?
10. Какие элементы подготовки по курсу методики обучения физике вы считаете наиболее важными для себя?
11. Какие вопросы МОФ наиболее актуальны в настоящее время?

Лекция 2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

План лекции

1. Основное содержание школьного курса физики как учебного предмета. Критерии его отбора и формирования.
2. Возможные структуры школьного курса физики (радиальная, концентрическая, ступенчатая).
3. Особенности содержания и структуры современного школьного курса физики.

Вопрос 1. Основное содержание школьного курса физики как учебного предмета. Критерии его отбора и формирования

Содержание учебного предмета, его соотношение с содержанием соответствующей науки – до сих пор широко обсуждаемая и дискуссионная проблема. Напомним, что система образования исходит из принципиальной особенности: наука не тождественна и не равна учебному предмету. «Учебный предмет (учебная дисциплина) – система знаний, умений и навыков, отобранных из определенной отрасли науки, техники, искусства, производственной деятельности для изучения в учебном заведении» (URL: http://dic.academic.ru/). Это «основная структурная единица учебно-воспитательного процесса; одно из средств реализации содержания образования в системе общих образовательных и профессиональных учебных заведений» (URL: https://rus-pedagogical-dict.slovaronline.com/3290).

Иными словами, *учебный предмет – это дидактически обработанная в учебных целях система знаний и методов соответствующей науки, воплощенная в определенном отрезке учебного материала,*

удовлетворяющая требованиям учебной программы и подлежащая усвоению учащимися с целью овладения всеми компонентами содержания образования.

В дидактике сложилось определенное представление о модели содержания физического образования в соответствии с определенными факторами и критериями его формирования.

Факторы – те обстоятельства, которые влияют на конструирование содержания образования. Прежде всего содержание физического образования, т. е. содержание физики как школьной дисциплины, непосредственно связано с самим понятием «образование».

Понятие «образование» на основе анализа человеческой культуры В. В. Краевским, И. Я. Лернером, известными отечественными дидактами, представлено в виде совокупности:

- системы знаний (о природе, обществе, технике, человеке), раскрывающей картину мира;
- опыта осуществления известных способов деятельности;
- опыта творческой деятельности по решению новых проблем, обеспечивающего способность человека к дальнейшему развитию культуры, науки и общества;
- опыта ценностного отношения к миру.

Усвоенные знания, информация позволяют человеку ориентироваться в окружающем мире. Опыт осуществления известных способов деятельности помогает воспроизводить технические процессы, явления культуры. Развитие опыта творческой деятельности позволяет преобразовывать действительность, служит прогрессу. Этот опыт дает возможность человеку видеть проблемы, прогнозировать способы их решения. Эмоционально-ценностное отношение к окружающему миру и собственной деятельности определяет направленность деятельности человека в соответствии с его мотивами и потребностями.

Учитывая данные компоненты, И. Я. Лернер предлагает такие цели образования: усвоение системы знаний о природе, технике, обществе, человеке, освоение опыта осуществления известных способов деятельности, развитие опыта творческой деятельности; развитие эмоционально-чувственного опыта и ценностного отношения к миру.

Цели образования, как уже выяснялось ранее (см. 1-ю лекцию), относятся к главным стратегическим факторам, действующим при

функционировании всей системы образования, в том числе и конструировании содержания курса физики.

Таким образом, дидактический критерий соответствия содержания образования компонентам содержания социального опыта (культуры) ориентирует на социальную корреляцию и содержание учебных предметов. Соответственно содержание школьного курса физики должно исходить из общей функции обучения – передачи новому поколению достигнутого обществом уровня культуры для ее сохранения и дальнейшего развития. Ниже в систематизированном и обобщенном виде представлена социальная корреляция компонентов человеческой культуры и содержания физики как учебной школьной дисциплины (табл. 3).

Таблица 3

Компоненты культуры (социального опыта)	Компоненты содержания ШКФ (физического образования)
1. Система знаний о природе, обществе, технике, человеке	1. Система физических знаний
2. Опыт осуществления известных обществу способов деятельности как интеллектуального, так и практического характера	2. Методы добывания физических знаний (методы, способы, приемы – наблюдение, эксперимент, моделирование, гипотеза, физическая теория и др.).
3. Опыт творческой деятельности, призванный обеспечить готовность к поиску решения новых проблем	3. Опыт творческой деятельности, призванный обеспечить готовность к поиску решения новых выявленных физических проблем современной цивилизации
4. Эмоционально-чувственный опыт: опыт эмоционально-ценностных отношений между людьми и природным миром	4. Ценностно-аксиологические аспекты ШКФ (мировоззренческие аспекты предмета, экологический аспект)

Однако требование корреляции содержания физического образования компонентам человеческой культуры не является единственным критерием отбора содержания материала учебного предмета. В качестве других основополагающих критериев следует выделить цели физического образования.

Обратим внимание, что существует несколько классификаций целей обучения физике. В широко принятой в практической дидакти-

ке классификации цели делятся на *образовательные*, *воспитательные* и *развития*. К образовательным целям относят формирование знаний основ физики, методов физического познания, формирование экспериментальных умений, умений применять знания к решению задач и т. п. К воспитательным – формирование естественнонаучного мировоззрения, эстетическое, нравственное воспитание и т. п. К целям развития относят развитие мышления, самостоятельности, творческих способностей, формирование универсальных учебных действий (УУД) и компетенций школьников и пр. Эта классификация положена в основу выявления системы педагогических задач урока при разработке его конспекта, цели изучения того или иного параграфа учебника.

Другая классификация целей обучения физике учитывает социально-личностный подход к их заданию. Социально-личностный подход к заданию целей обучения исходит из того, что одной из основных задач образования в настоящее время считается задача развития личности ребенка, выступающего центральным субъектом учебно-воспитательного процесса. Социальные цели определяются требованиями социума к формированию у детей таких интеллектуальных, моральных, социальных и профессиональных качеств, которые позволят им служить обществу и в то же время в наибольшей степени соответствуют их способностям, интересам, позволяя им успешно социализироваться. В связи с этим цели обучения любому предмету, в том числе и физике, включают два аспекта: социальный и личностный. Социальный аспект отражает требования общества к образованию, а личностный аспект – особенности и потребности обучаемого.

Реализация социально-личностного подхода к заданию целей обучения требует анализа структуры личности. Разработанная теоретическая модель структуры личности включает в себя опыт личности, механизмы психики, типологические свойства и динамику личности (*В. С. Леднев.* Содержание образования, 1989).

Данная модель не потеряла своей актуальности и в настоящий период. На ее основе выделяют четыре группы социально-личностных целей общего образования, и в рамках этих групп они могут быть конкретизированы применительно к обучению физике. В табл. 4 приведены цели обучения физике в средних общеобразовательных учреждениях с учетом инновационных аспектов содержания школьного курса физики.

Таблица 4

Группа целей	Конкретные цели обучения физике
Усвоение личностью опыта предшествующих поколений	Формирование знаний основ физики: фактов, понятий, законов, теорий, физической картины мира. Формирование знаний о физических методах познания
	Формирование знаний о научных основах техники и основных направлениях научно-технического прогресса. Отработка экспериментальных умений, умений объяснять явления, применять знания к решению задач. Формирование знаний о научной методологии познания, естественнонаучного мировоззрения. Становление представлений о роли физики в жизни общества, о связи развития физики с развитием общества, техники, других наук. Подготовка к практической деятельности и выбору профессии
Развитие функциональных механизмов психики	Развитие восприятия, памяти, речи, воображения, мышления, интеллектуальных операций, компетентностей учащихся
Формирование обобщенных типологических свойств личности	Формирование самостоятельности. Развитие общих способностей. Воспитание нравственных качеств личности и эстетического восприятия мира. Формирование оценочных умений
Развитие индивидуальных свойств личности	Развитие способностей к физике. Развитие интереса к физике. Формирование мотивов учения

Представление о социальной корреляции содержания физического образования с содержанием человеческой культуры согласуется и с положениями, отражающими взаимосвязь между наукой и учебным предметом, сформулированными Л. Я. Зориной. Эти положения в содержании школьного курса физики включают в себя следующие моменты:

- физическая наука как система знания отражается во всех элементах физики как учебного предмета (в его содержательном и процессуальном компонентах);

- все элементы физики-науки, в которых фиксируется научное знание, входят в содержание курса физики (научные факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира);
- основные структурные элементы физической науки (факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира) являются дидактическими единицами содержания обучения физике, теми объектами, которые должны быть усвоены целостно с внутренними связями;
- дидактические единицы определяют процесс обучения (методы, формы и средства); предметное и внутрипредметное содержание; способ организации материала, логику его представления (структуру);
- физическая наука влияет на формирование личности (формирование типологических и индивидуальных свойств личности средствами физической науки).

Обратим внимание, что содержание школьного курса физики включает два блока: *содержательный* и *процессуальный*. В содержательный блок входят основные предметные знания, в процессуальный – способы теоретической и практической деятельности, т. е. в процессуальном блоке содержание учебного предмета наука отражает как деятельность. В частности, наука физика как деятельность включается в содержание учебного предмета через систему методологических знаний (знания о процессе и методах познания), через поисковую деятельность учащихся, соответствующую приемам и методам научного познания (наблюдение, постановка проблемы, выдвижение гипотезы, экспериментальная проверка гипотезы, теоретическое обоснование, выводы).

Помимо вышераскрытых критериев отбора содержания ШКФ существуют дидактические и частнометодические принципы отбора учебного материала:

- направленность обучения на комплексное решение задач образования, воспитания и развития;
- научность;
- систематичность и последовательность;
- системность;
- межпредметные связи;
- связи теории с практикой, обучения – с жизнью;

- политехнизм и профессиональная направленность;
- наглядность;
- доступность;
- индивидуализация и дифференциация;
- мотивация и создание положительного отношения к учению.

Эти дидактические принципы связаны с закономерностями обучения и тесно связаны между собой. Содержание данных дидактических принципов подробно раскрыто в учебниках педагогики. Дополнительными критериями отбора содержания школьного курса физики являются частнометодические принципы.

К ***частнометодическим*** принципам конструирования курса физики относят принципы генерализации и цикличности. Принцип генерализации относится к отбору содержания школьного курса физики и его структурированию и предполагает выделение одной или нескольких стержневых идей и объединение вокруг них учебного материала. Такими идеями могут быть принципы, понятия, законы, теории. Реализация принципа генерализации позволяет в определенной степени снять противоречие между необходимостью повышения научного уровня курса физики, отражения в нем вопросов современной физики и сокращением времени на его изучение.

Принцип генерализации реализуется и при построении курса физики в зарубежных странах. Так, в курсе физики школ Венгрии выделены два основных понятия: взаимодействие и энергия, вокруг которых группируется учебный материал. Стержневой идеей американского «Вводного курса физики» служит идея строения вещества, в соответствии с которой курс начинается с изучения количественных характеристик свойств вещества (объем, масса, плотность, тепловое расширение, агрегатные превращения, растворимость). Стержневой идеей хорошо известного в нашей стране курса физики PSSC (Physics Science Study Committee) является концепция вещества и поля как двух видов материи. Курс строится по принципу единого рассмотрения сначала феноменологии, а затем внутреннего механизма явлений.

В отечественной школе настоящего периода в качестве элемента знаний, вокруг которого осуществляется группировка учебного материала, выбрана физическая теория, что определяется значением теории в науке как основной и ведущей формы знания и метода познания окружающей природной действительности. При этом важно, что тео-

рия позволяет не только объяснять процессы и явления, но и предсказывать их ход, устанавливать новые закономерности. Поэтому группировка материала вокруг физических теорий дает возможность передать учащимся определенную сумму знаний и сформировать у них умение использовать эти знания для объяснения и предсказания явлений. Кроме того, поскольку физические теории входят в физическую картину мира, подобная группировка материала способствует формированию у учащихся целостного представления о физической картине мира. С другой стороны, теория содержит в себе современные формы мышления (отражает их), тем самым способствуя формированию теоретического типа мышления школьников, что является одной из задач обучения физике.

Необходимо подчеркнуть, что содержание ШКФ менялось неоднократно (реформы 60-х, 70-х и 80-х годов, постперестроечный период). Это связано и с другими причинами изменения содержания ШКФ, которые представлены ниже:

- НТП и развитие физической науки;
- изменение социального заказа;
- необходимость внедрения результатов дидактических исследований;
- недостатки традиционного содержания.

Первая причина связана с научно-техническим прогрессом и развитием самой физической науки, приводящей к постоянному росту научных знаний, которые должны быть усвоены школьниками. Так, в содержание ШКФ были введены элементы специальной теории относительности, физика полупроводников, квантовая механика, лазеры. В настоящее время стоит вопрос о включении и изучении нанотехнологий. Иными словами, продолжают быть актуальными проблемы уменьшения разрыва между временем открытия новых знаний и временем их изучения, сокращения разрыва между классической и современной физикой. Историческим примером может служить ситуация с открытием явления электромагнитной индукции М. Фарадеем в 1800 г. Когда министр зашел в лабораторию М. Фарадея, экспериментировавшего с электрическими токами и магнитными полями, он задал ученому вопрос: «Какая от всего этого польза»? Фарадей ответил: «Не знаю, но уверен, что когда-нибудь правительство установит плату за это». Действительно, на основе электромагнитной индукции

осуществляется работа практически всех электрических приборов, работающих на переменном токе. В настоящий период бурное развитие физики также требует включения новых содержательных идей и понятий. Особенно это касается развития квантовой физики.

Другими причинами модернизации содержания физического образования можно назвать изменение социального заказа и требований к результатам обучения, необходимость внедрения результатов дидактических и психологических исследований (системно-деятельностный подход, полимодальное обучение и т. п.).

Изменения в содержании школьного курса физики связаны и с недостатками самого́ традиционного содержания ШКФ, который приводил к перегрузке учащихся, недостаточному учету природных задатков и способностей школьников, игнорированию социальных предпочтений и интересов учащихся.

Главное противоречие, которое приводит к трасформации содержания и объема ШКФ – это противоречие между темпом приращения новых физических знаний в обществе, растущих в геометрической прогрессии, и ограниченными возможностями их усвоения индивидом, конкретным школьником. Поэтому уже в советский период со всей остротой встал вопрос о выявлении фундаментального материала, который должен быть усвоен всеми школьниками. В этом отношении чрезвычайно важна модель «ядра» и «оболочек» школьных курсов, разработанная А. И. Маркушевичем (рис. 8).

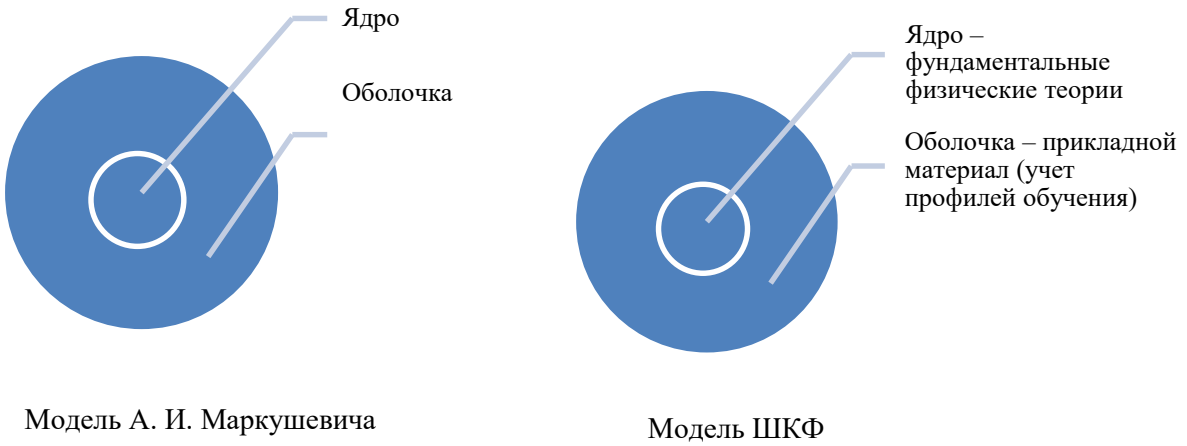


Рис. 8

Согласно его модели в каждом учебном предмете необходимо выявить ядро науки, которое должно быть усвоено школьниками. В отношении ШКФ ядром учебного материала, вокруг которого происходила генерализация всего учебного курса, как уже говорилось ранее, стали фундаментальные физические теории, которые и были введены в содержание физики как учебного предмета.

Заметим, что ранее в школьный курс физики входили лишь отдельные элементы, не структурированные в компоненты соответствующей физической теории.

Документами, определяющими содержание физического образования, являются государственный образовательный стандарт и базисный учебный план, в которых отражены требования к обязательному минимуму этого содержания.

Вопрос 2. Возможные структуры школьного курса физики (радиальная, концентрическая, ступенчатая)

Структура – это последовательность и очередность расположения учебного материала. Учебный курс может быть выстроен разными способами. Однако можно выделить три основные модели построения учебных дисциплин, которые используются наиболее часто и соответственно которым строилась структура школьного курса физики. Это линейная (радиальная), концентрическая и ступенчатая.

Все возможные структуры были воплощены в российской школе в разные этапы развития физического школьного образования (табл. 5).

Таблица 5

Модели построения учебных дисциплин		
Линейная (радиальная)	Концентрическая	Ступенчатая
Начало становления школьного курса физики. Вопросы программы изучаются только один раз	Учебник И. И. Косоногова и современный ШКФ. Материал изучается два раза: 1-й концентр – система элементарных сведений из всех или почти всех разделов курса; 2- й концентр – та же система знаний, но на более глубоком научном уровне	Советский период: две ступени, представляющие единый систематический курс. Предполагает не повторное изучение, а расширение и углубление, развитие знаний. Некоторый материал изучается только на 1-й или 2-й ступени. Фундаментальный материал изучается и на 1-й, и на 2-й ступенях

1. ***Радиальный принцип*** построения программы предусматривает изучение разделов, тем и вопросов программы лишь один раз за весь период учебы. К ранее изученному материалу возвращаются лишь с целью его повторения. При такой модели построения курса каждая тема должна быть изучена полностью (с той степенью глубины, которая необходима для достижения поставленной цели обучения).

Позитивной чертой такой структуры является строгая систематичность изложения учебного материала. Однако она не учитывает возрастных особенностей учеников, тем самым вступая в противоречие с требованиями возрастной психологии и дидактики. Например, изучение молекулярно-кинетической теории (МКТ) или электродинамики в 7-х или 8-х классах требует от учащихся абстрактного мышления, которое только начинает формироваться. Для изучения сложных физических понятий и законов нужно, чтобы ученики накопили некоторые знания и физические представления, что невозможно при радиальном расположении материала. Например, такой большой и математизированный раздел, которым является механика, должен был бы в полном объеме изучаться в 7-м классе, ученики которого не имеют достаточной математической подготовки и развития уровня абстракции и обобщений высокого порядка, что свойственно механике. Курс в этом случае начинается с механики и завершается вопросами современной физики. Попытка построить такой курс была предпринята Н. М. Шахмаевым в XX столетии, однако ее нельзя признать удачной и последовательно реализованной, поскольку некоторые темы так или иначе повторяются.

2. ***Концентрический принцип*** построения курса физики предусматривает изучение его в два этапа, в соответствии с которыми программа разделена на два концентра. При реализации такой модели построения курса каждый этап изучения материала принято называть «концентром» – отсюда название модели. В первом концентре вся физика изучается на упрощенном уровне – уровне элементарных представлений, который доступен для учеников среднего возраста с учетом математической подготовки. Во втором концентре физика изучается повторно, но уже на высоком научном уровне – уровне теорий. Таким образом, на втором концентре повышается глубина освоения материала. Положительной чертой такой структуры расположения

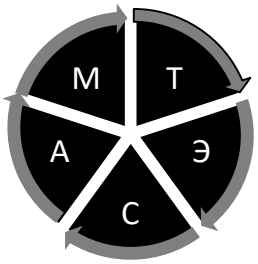
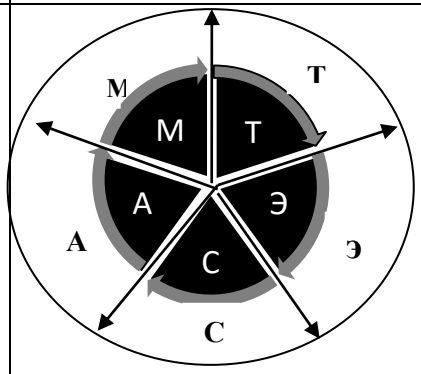
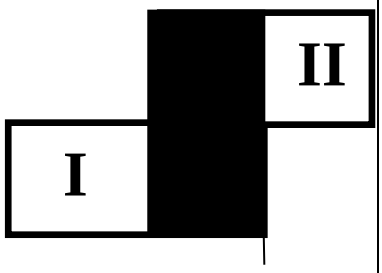
учебного материала будет возможность достижения прочных знаний в результате повторного изучения ранее знакомого материала. Однако в этом случае происходит его дублирование. Главный недостаток концентрического принципа – непродуктивная затрата времени в результате повторного изучения материала в связи с малым числом часов, отведенных на изучение физики. Одновременно происходит и некоторое снижение интереса учеников, поскольку изучается уже знакомый им материал.

3. ***Ступенчатое размещение*** учебного материала по представлениям методики обучения физике советского периода объединяет позитивные черты двух предыдущих способов построения курса физики. От радиальной системы берется систематичность изложения материала, а от концентрической – учет возрастных особенностей учеников. На первой ступени изучения физики проводится пропедевтическое обучение учеников, которые знакомятся с основными явлениями и элементами некоторых физических теорий, усваиваются основные физические понятия и физическая терминология. При таком построении некоторые темы изучаются только на первой или второй ступенях. Например, вопросы гидро- и аэростатики изучаются лишь на первой ступени, а вопросы интерференции, дифракции света и другие – только на второй ступени, т. е. на первой ступени курс физики был неполным и нецелостным. Вторая ступень посвящена изучению систематического курса физики с учетом знаний, полученных на первой ступени.

Ступенчатое построение курса представлялось до недавнего времени наиболее эффективным, поскольку позволяло учесть познавательные возможности учащихся и избежать излишнего дублирования учебного материала. Именно в устранении дублирования заключалось одно из направлений совершенствования ступенчатой структуры курса физики. Как недостаток ступенчатой программы можно отметить непреодоленные элементы концентризма, указанные выше.

Существенной чертой любой структуры расположения физического материала ШКФ является следование главной методической идее расположения физического материала по мере усложнения форм движения материи: от механических и тепловых явлений к электромагнитным, световым и атомным (табл. 6).

Таблица 6

Линейная	Концентрическая	Ступенчатая
		

Отступлением от этого принципа в расположении материала школьного курса физики считается тема «Первоначальные сведения о строении вещества» в 7-м классе. В ней рассматриваются вопросы о молекулярном строении вещества, движении и взаимодействии молекул. Это дает возможность некоторые последующие явления рассматривать не только феноменологически, но и объяснить их внутренний механизм. Молекулярно-кинетические представления применяют к объяснению свойств твердых тел, жидкостей и газов, давления газа на стенку сосуда, передачу внешнего давления газами и жидкостями и т. п.

В систематизированном виде достоинства и недостатки возможных структур представлены в табл. 7.

Ступенчатая структура построения школьного курса физики действительно привела к значительным успехам российского физического образования в школе. Наибольший интерес к его содержанию возник при запуске в СССР первого искусственного спутника Земли. Однако следует иметь в виду, что «консервировать то, что некогда было лучшим в мире – значит обрекать систему на отставание, на стагнацию» (Стратегия модернизации общего образования, с. 1).

Изменение социокультурной среды, сама педагогическая практика накопили множество факторов, свидетельствующих о необходимости изменения структуры школьного курса физики.

Таблица 7

Линейная	Концентрическая	Ступенчатая
Преимущества Строгая логика Стройность Экономия времени Устранение повторения одного и того же материала **Недостатки** Неравномерность в нарастании трудностей Отсутствие пропедевтики для формирования сложных понятий Отсутствие соответствующей математической подготовки Преимущества концентрической системы	**Преимущества** Глубокое овладение материалом Учет возрастных особенностей **Недостатки** Повторение материала, ведущее к перегрузке учащихся Потеря интереса к знакомому материалу Преимущества линейной системы	**Особенности** Объединяет преимущества линейной и концентрической структур В советское время считалось, что недостатков у этой структуры нет

Вопрос 3. Особенности содержания и структуры современного школьного курса физики

Как уже неоднократно указывалось, ведущим фактором изменения содержания, объема и структуры общего образования, включая и физическое, служат стратегические цели социокультурного развития российского государства (социальный заказ). Именно они и предопределили замену структуры физического образования советского периода в связи с формулированием новых педагогических целей (рис. 9).

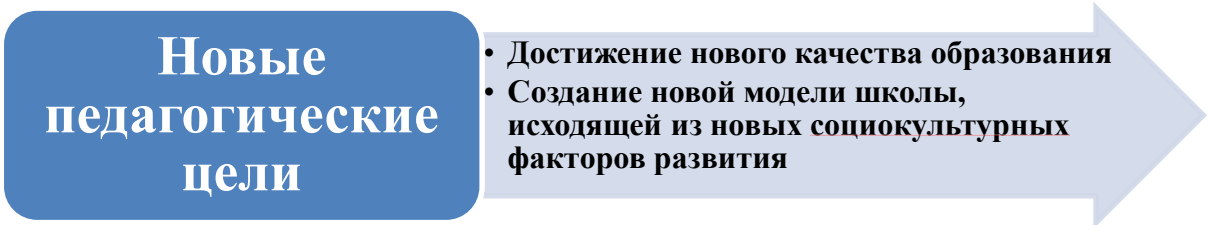


Рис. 9

Стало все более очевидным, что обучение физике школьников по единообразной программе без учета природных задатков и способностей, социальных предпочтений школьников и их родителей начинает тормозить социально-экономическое развитие государства. Именно поэтому введение профильного обучения стало главным фактором изменения ступенчатой структуры ШКФ, замены ее на концентрическую. Введение концентрической структуры ШКФ позволяло:

- сформировать условия для создания содержания образования с широкими гибкими возможностями построения индивидуальных образовательных траекторий;
- расширить возможности более быстрой и успешной социализации учащихся и подготовить к освоению программ вузов необходимого профиля.

Данная структура позволяла ввести профильное обучение, служащее средством индивидуализации и дифференциации обучения, когда за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитываются интересы, склонности и способности учащихся и создаются условия для обеспечения образовательного процесса в соответствии с интересами и намерениями в отношении продолжения образования.

Согласно концентрической структуре построения школьный курс физики разделен на два концентра. В рамках первого концентра (7 – 9-й классы) происходит первоначальное знакомство школьников с основными разделами и понятиями физики, главными физическими законами, теоретическими и экспериментальными методами физической науки. В связи с этим первый концентр включает в себя весь блок тем традиционного ШКФ и становится законченным и целостным. Затем в рамках второго концентра (10 – 11-й классы) происходит повторное изучение материала, но на более глубоком уровне. При этом второй концентр «наследует» от первого систему понятий, законов и методов, но заметно усложняется формируемая физическая картина мира, используются более сложные физические модели и математический аппарат, вводятся новые понятия, изучаются новые физические законы.

В то же время степень изучения материала второго концентра существенным образом зависит от профиля, выбранного школьником (табл. 8).

Таблица 8

Первый концентр	Второй концентр
Система общих первоначальных сведений из всех разделов ШКФ (общая подготовка – основная школа)	Введение профилей: содержание изменяется в соответствии с выбранным профилем (разный объем и научный уровень изучения физического материала)

В период введения профильного образования в российской школе говорилось о достаточно большом количестве различных профилей обучения: физический, математический, физико-математический, физико-технический, исторический, гуманитарный, экономический и т. д. В то же время для эффективной организации учебного процесса и обеспечения его учебно-методической литературой целесообразно ограничить число профилей. В качестве основных выделяются такие профили, как естественнонаучный, социально-экономический, гуманитарный и основной (общеобразовательный). Внутри выделенных профилей в зависимости от конкретных условий возможна более мелкая градация, учитывающая особенности конкретной школы и создание отдельных классов вышеуказанной направленности.

В классах основного профиля обучаются дети, не имеющие ярко выраженных способностей и интереса к изучению определенной группы предметов. Учащиеся классов общеобразовательного и гуманитарного профиля должны усваивать физический материал на уровне, заданном стандартом (минимальный уровень требований). В этих классах на изучение физики отводится по два часа в неделю в каждом году обучения. На высоком уровне должны усваивать курс физики учащиеся классов физико-математического (естественнонаучного) профиля. На изучение физики в этих классах отводится не менее пяти часов в неделю.

В связи с этим указанные в табл. 4 общие цели приобретают разную значимость. Так, для учащихся технических классов цель формирования знаний о научных основах техники является более значимой, чем для учащихся биолого-химического класса. Такая задача, как формирование экспериментальных умений для учащихся гуманитарных классов ставится и решается иначе, чем для учащихся физико-математических или технических классов, поскольку другим является и состав умений.

Очевидно, что любая форма профилизации обучения ведет к сокращению инвариантного компонента. В отличие от привычных моделей школ с углубленным изучением отдельных предметов, когда один – два предмета изучаются по углубленным программам, а остальные – на базовом уровне, реализация профильного обучения возможна только при условии относительного сокращения учебного материала непрофильных предметов, изучаемых с целью завершения базовой общеобразовательной подготовки учащихся. Таким образом, во всех профилях, кроме естественнонаучного, произошел отказ от традиционной идеи полноты системы знаний, от тех научных понятий, которые изучаются исключительно для полноты системы физических знаний.

Основой обновления содержания образования последнего периода, включая структуру и содержание школьного курса физики, становится компетентностный подход, введение которого предусмотрено «Концепцией модернизации общего среднего образования» (Письмо министерства образования от 12.08.2002 г. № 13-51-98/14). Основным результатом деятельности образовательного учреждения и физического образования должна стать не система усвоенных физических знаний, а набор *ключевых компетентностей.*

Существенным моментом данного документа является утверждение понимания содержания образования как социального опыта человечества. Содержание образования представляет собой педагогически адаптированный социальный опыт человечества, изоморфный, т. е. тождественный, по структуре (но не по объему) человеческой культуре во всей ее структурной полноте, и состоит их четырех основных структурных элементов, включающих в себя опыт:

- познавательной деятельности в форме ее результатов – знаний;
- осуществления известных способов деятельности в форме умения действовать по образцу;
- творческой деятельности в форме умения принимать эффективные решения в проблемных ситуациях;
- осуществления эмоционально-ценностных отношений в форме личностных ориентаций.

Освоение этих четырех видов опыта позволяет сформировать у учащихся способности осуществлять сложные культуросообразные

виды действия. Эти способности (умения) в современной педагогической литературе называют *компетентностями*.

Понятие компетентности шире понятия знания или умения, или навыка, оно включает в себя также результаты обучения (знания и умения), систему ценностных ориентаций, привычки и др.

Таким образом, в новой интерпретации модели компонентов культуры, на основе которых строится современная модель школьного физического образования, уточнен только первый компонент. Он акцентирует внимание не на систему физических знаний как таковых, а на опыт познавательной деятельности, в результате которой и создаются ее результаты – физические знания. В результате нового понимания содержания образования, включая и систему школьного физического образования, на первый план выходит познавательная деятельность школьников, формирующая их познавательные компетенции, приводящие к становлению системы физических знаний в рамках физики как учебной дисциплины. В этом заключается принципиальное отличие современного содержания школьного курса физики от традиционного понимания. В систематизированном виде содержание школьного курса физики на основе его социальной корреляции можно представить следующим образом (табл. 9).

Таблица 9

Компоненты культуры (социального опыта)	Компоненты содержания ШКФ (физического образования)
1. Опыт познавательной деятельности, фиксированной в форме ее результатов – знаний	1. Опыт становления познавательной компетенции учащихся, фиксированной в форме ее результатов – системы физических знаний
2. Опыт осуществления известных способов деятельности – в форме умения действовать по образцу	2. Методы добывания физических знаний (специфические методы, способы, приемы: наблюдение, эксперимент, моделирование, гипотеза, физическая теория…)
3. Опыт творческой деятельности – в форме умения принимать эффективные решения в проблемных ситуациях	3. Опыт творческой деятельности, призванный обеспечить готовность к поиску решения новых выявленных физических проблем современной цивилизации
4. Опыт осуществления эмоционально-ценностных отношений – в форме личностных ориентаций	4. Ценностно-аксиологические аспекты ШКФ (мировоззренческие аспекты предмета, экологический аспект)

Вопросы для закрепления материала

1. Совпадают ли понятия «учебный предмет» и «наука»?
2. Что такое учебный предмет?
3. Каковы критерии отбора содержания физики как науки в содержание школьного курса физики как учебной дисциплины?
4. В чем заключаются цели физического образования?
5. Что входит в содержание школьного курса физики в традиционном понимании?
6. Какие структуры построения школьного курса физики вы знаете?
7. В чем заключаются особенности каждой структуры ШКФ?
8. Какова структура современного школьного курса физики?
9. Чем отличается изучение физического материала в основной и старшей школе?
10. Почему введение современной структуры ШКФ обусловлено введением профильного обучения?
11. Каковы особенности изучения физики в классах различного профиля?
12. Какой документ является фактором обновления содержания школьного курса физики?
13. В чем заключается основное изменение, касающееся содержания современного школьного курса физики?

Лекция 3. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

План лекции

1. Постановка вопроса. Определение и компоненты метода.
2. Классификация и содержание методов обучения.
3. Характеристика различных методов обучения.
4. Методические приемы. Связь методов и приемов.

Вопрос 1. Постановка вопроса. Определение и компоненты метода

Проблема методов обучения всегда была и остается одной из основных проблем методики обучения физике. Причина этого заключается в том, что при одном и том же содержании обучение может различаться:

- способами передачи накопленного опыта;
- типами взаимодействия учителя и учащихся или типами и методами обучения.

Тем самым выявляется одна из важнейших особенностей процесса обучения физике: результаты обучения зависят как от правильного определения целей и содержания физического образования, так и от способов достижения целей, иначе говоря, методов.

Существует достаточно много определений методов обучения. До недавнего времени под методом обучения понималась система целенаправленных действий учителя, организующих познавательную и практическую деятельность учащегося, обеспечивающую усвоение им содержания образования. Это определение подчеркивает ведущую роль учителя в процессе достижения учащимися целей обучения.

Однако известно, что цели обучения в российской системе образования менялись и дополнялись в соответствии с инновационными социальными целями общества. Так, на ранних этапах становления школы (в эпоху феодализма) единственной задачей, стоявшей перед учениками, было усвоение преимущественно схоластических знаний. Соответственно и методы, которыми пользовался учитель, сводились в основном к рассказу. От учеников требовалось воспроизведение информации. Позже (в период развития буржуазного строя) появилось требование обучать применению знаний на практике. В этих условиях учитель должен был организовать не только усвоение и воспроизведение знаний, но и практическое их применение.

Особенностью современного этапа является требование достижения совершенно иной цели образования. Наряду с формированием знаний, умений и навыков учащихся, т. е. решением образовательных задач, перед школой стоит комплекс задач, связанных с развитием и воспитанием личности школьника. Задачи развития мышления школьников, их познавательной активности и самостоятельности, формирование современного миропонимания следует считать на сегодняшний день приоритетными. Соответственно изменилась трактовка понятия метода обучения.

В настоящий период метод обучения – это *система взаимосвязанной деятельности учителя и учащихся,* направленная на достижение целей образования. Так, в российской педагогической энциклопедии метод понимается как «система последовательных взаимосвязан-

ных действий учителя и учащихся, обеспечивающих усвоение содержания образования» (URL: https://slovar.cc/). Иными словами, *метод – упорядоченный способ деятельности учителя и учащихся,* направленный на решение учебно-воспитательных задач.

Еще раз подчеркнем, способ и метод обучения – категории социальные, они зависят от социальных условий, определяющих цели обучения и способы их достижения. Поэтому любой метод представляет собой построение совместной деятельности и ее видов учителя и школьников в такой последовательности и такими средствами, которые непременно приводят к достижению намеченной цели. Соответственно метод содержит знание:

- о цели деятельности;
- способе деятельности;
- необходимых и возможных средствах достижения цели;
- об объектах деятельности;
- достигаемом результате.

Сама деятельность по достижению цели обладает признаками, приведенными на рис. 10.

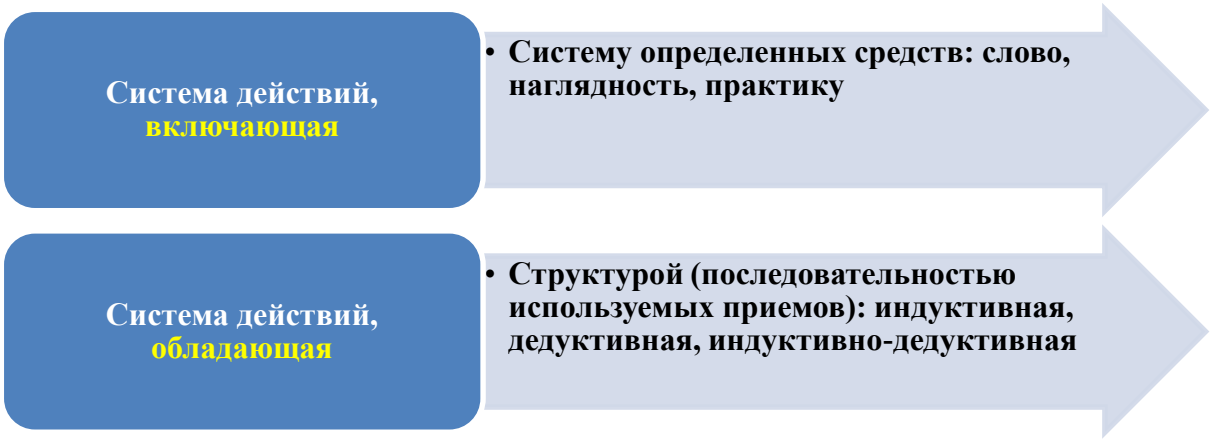


Рис. 10

Вопрос 2. Классификация и содержание методов обучения

Существует обилие точек зрения на классификацию методов обучения. При этом выделяют общие, частные дидактические методы и методы учебных предметов. Остановимся лишь на наиболее распространенных и общепринятых классификациях. Классификации методов обучения зависят от того, какой существенный признак положен в ее основу.

Общедидактические методы обучения могут быть разбиты на две группы:

1) *репродуктивные*, при которых ученик усваивает знания и воспроизводит уже известные ему способы деятельности;

2) *продуктивные,* когда ученик добывает субъективно новые знания в результате самостоятельной или частично с помощью учителя творческой деятельности.

Следует иметь в виду, что различие методов не означает, что в реальном процессе обучения эти методы отделены друг от друга, деление методов на продуктивные и репродуктивные весьма относительно. В самом деле, любой акт творческой деятельности невозможен без деятельности репродуктивной. Решая любую проблему, ученик мысленно воспроизводит уже известные ему знания. Вместе с тем и акт воспроизведения может содержать элементы творчества, если учитель предложит школьнику изменить цель или логику изложения.

В течение многих лет в дидактике и частных методиках использовалась классификация методов обучения по источнику знаний (Ю. К. Бабанский). Затем приоритет был отдан классификации методов по характеру познавательной деятельности, предложенной И. Я. Лернером (рис. 11).

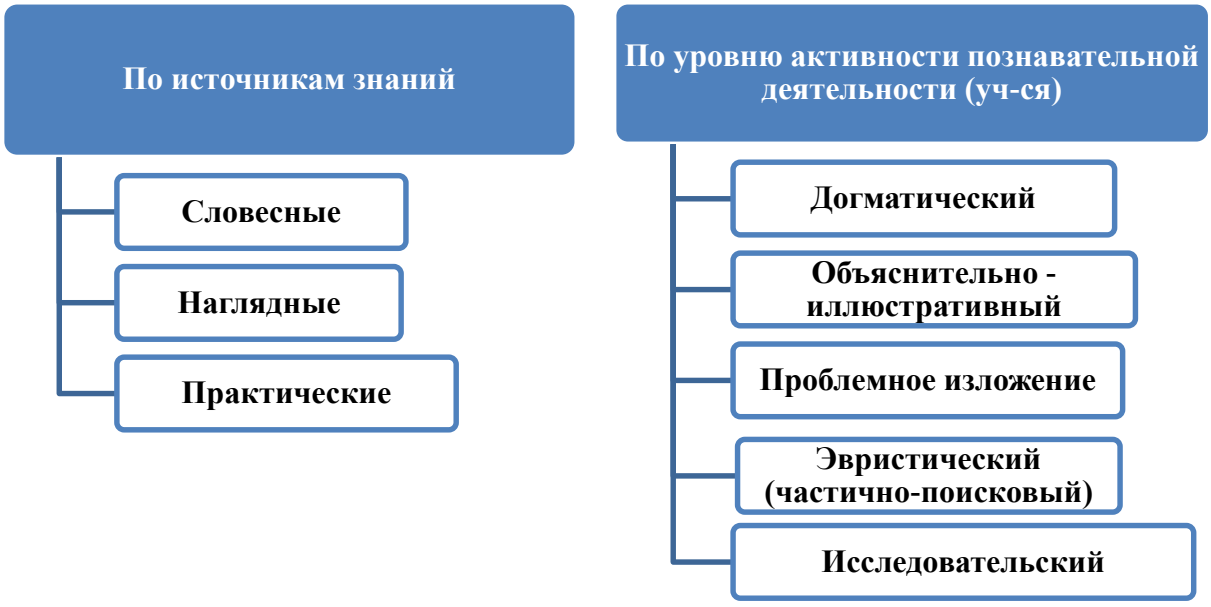


Рис. 11

Словесными называют методы, в которых главным источником знаний является слово. Оно может быть как устным, так и печатным. В группе ***наглядных методов*** используются, прежде всего, демонстрационный эксперимент, рисунки, чертежи, таблицы, механические модели, компьютерные видеоролики и пр. ***Практические методы обучения*** – это решение задач (метод, играющий особую роль в обучении физике) и экспериментальные работы учащихся (лабораторные и фронтальные опыты, физический практикум, домашние эксперименты, работа с раздаточным материалом).

Если в качестве основания классификации методов обучения взять методологию науки, то все методы обучения можно разделить на ***эмпирические*** и ***теоретические.*** Для эмпирических методов обучения физике характерны такие приемы, как наблюдение, эксперимент, обобщение и систематизация опытных фактов. Для теоретических методов обучения характерны идеализация, моделирование, проведение мысленного эксперимента, теоретический анализ, выдвижение гипотез, аналогия, дедукция и т. д.

Интересна классификация М. И. Махмутова, учитывающая принципиально различную деятельность учителя и преподавателя – классификация бинарных методов (табл. 10).

Таблица 10

Методы преподавания	Методы учения
Сообщающий	Исполнительский
Объяснительный	Репродуктивный
Инструктивный	Практический
Объяснительно-побуждающий	Частично-поисковый
Побуждающий	Поисковый

Вопрос 3. Характеристика различных методов обучения

Основу словесных методов обучения, т. е. знаний, получаемых при изложении материала, составляют устное слово учителя и печатное слово (текст учебников). Устные методы изложения материала существуют в форме рассказа, объяснения, беседы, лекции; печатные материалы подразумевают работу учащихся с учебником физики, справочными, дидактическими материалами.

Ниже приведена краткая характеристика данных методов.

Рассказ – это живое, образное эмоциональное изложение событий, содержащее преимущественно фактический материал. Обычно применяется для того, чтобы привлечь внимание учащихся к научному факту, явлению, деятельности ученого, для яркого освещения какого-либо события, процесса. Рассказ обязательно должен быть эмоциональным, образным, доступным. Например, при изучении условия плавания тел необходимо познакомить учащихся с историей воздухоплавания, которая неизменно вызывает неподдельный интерес школьников. При изучении атомной энергетики интерес представляют биографии таких ученых, как Курчатов, Оппенгеймер, Ферми.

Учителю необходимо иметь в виду, что рассказ может быть не только подробным, но и очень кратким, лаконичным. При этом необходимо подбирать достаточно эмоциональные факты, вызывающие живой отклик учащихся. Например, при изучении опытов Резерфорда по выяснению структуры атома можно сообщить ученикам, что в научных кругах он имел прозвище «Крокодил», и обсудить особенность такой характеристики: о чем может свидетельствовать это прозвище. Одно из объяснений сводится к тому, что он вцеплялся в проблему, как крокодил в добычу, и не отпускал до полного ее разрешения.

Достаточно эффективным является зачитывание фрагмента описания события. Например, А. В. Усова приводит фрагмент описания заседания физического отделения физико-химического общества, проходившего в физической аудитории Петербургского университета: «Перед заседанием все собравшиеся ознакомились с устройством радиоприемной станции, а затем, усевшись на студенческих скамьях, с волнением приготовились к опыту передачи телеграмм без проводов… Атмосфера в физической аудитории была напряженной. Все собравшиеся сознавали, что присутствуют при демонстрации изобретения, будущее которого уже тогда представлялось величайшим. … Старейший физик Ф. Ф. Петрушевский повторял мелом на большой аудиторной доске появляющиеся на ленте приемника Морзе буквы. Постепенно появились слова «Генрих Герц». Трудно описать восторг многочисленных присутствующих и овации А. С. Попову». Чтение данного фрагмента, несомненно, произведет впечатление на учащихся и обеспечит активную работу на уроке.

Рассказ на уроках физики обычно сопровождается показом демонстраций, таблиц и рисунков, поясняющих учебный материал, а также фрагментов кинофильмов, компьютерных учебных материалов и т. п. В арсенале учителя физики находится достаточно большой перечень средств обучения, которые могут сопровождать устное изложение материала и способствовать восприятию, пониманию и запоминанию учебной информации.

В последние годы все более распространенной формой организации уроков физики в старших классах становится лекция.

Школьная лекция, в отличие от рассказа и объяснения, характеризуется большей длительностью изложения учебного материала; она ставит своей целью обобщенное раскрытие сравнительно большого по объему материала. Лекция применяется в школе либо на вводном занятии к разделу, теме, когда учитель заинтересовывает учащихся, либо в качестве обобщения на обобщающих занятиях в конце изучения темы или курса физики. Примерами обобщающих лекций могут быть такие, как: «Основные законы электродинамики и их техническое применение», лекции на тему «Концепция корпускулярно-волнового дуализма света», «Современная научная картина мира», «Физика и научно-технический прогресс» и т. п.

В качестве примера вводной лекции может служить лекция для учащихся 11-го класса «История и этапы создания атомной энергетики». План лекции может быть следующим:

- открытие радиоактивности. А. Беккерель, М. Склодовская-Кюри, П. Кюри;
- опыт Э. Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения;
- открытие протона и нейтрона. Опыты Ф. Жолио-Кюри и И. Кюри, Чедвика;
- открытие цепной ядерной реакции. Опыты группы Э. Ферми, группы И. В. Курчатова.

Перед началом любой физической лекции можно использовать элемент технологии критического мышления, который называется «Вызов». То есть учащимся можно задать вопросы по тематике лекции, на основании которых можно выяснить, что учащиеся знают по обозначенной теме, какие вопросы у них возникают, что им непонятно в самом названии лекции. Это мобилизует активность учащихся на лекции. Для поддержания внимания учащихся в течение длительного

времени (что необходимо для лекционной подачи учебного материала) целесообразно разнообразить использующиеся средства, сопровождающие лекцию. В процессе лекции следует задавать учащимся вопросы, организовать беседу, желательно использование электронных образовательных ресурсов (виртуальный эксперимент, презентация и т. п.). В процессе изложения материала желательно обратить внимание учащихся на научную и общественную, а иногда и личную жизнь ученых, внесших вклад в развитие науки. В конце лекции обычно делают обобщение и вместе с учащимися отвечают на те вопросы, которые были обозначены до лекции и в процессе ее.

Обратим внимание, что лекция наиболее эффективна на втором концентре обучения, на первом предпочтителен рассказ с объяснением.

Объяснение – это такое изложение учебного материала, при котором учитель анализирует, обосновывает, доказывает, а не просто излагает новую информацию, как при рассказе.

Таким образом, характерными признаками объяснения можно назвать обоснованность и доказательность, т. е. установление истинности какого-либо суждения посредством приведения других суждений, истинность которых является несомненной. Например, объяснение принципа действия тепловой машины в 10-м классе происходит через обоснование ее конструкции на основе известных ученикам начал термодинамики и сопровождается демонстрацией ее модели. Другим примером объяснения служит доказательство связи давления – макропараметра идеального газа с микропараметрами газа – среднеквадратичной скоростью частиц, средней кинетической энергией поступательного движения частиц и т. п.

Беседа – метод обучения, при котором учитель, опираясь на имеющиеся у учащихся знания и практический опыт и пользуясь вопросами, подводит учащихся к пониманию и усвоению знаний. Характерной особенностью беседы считается диалог между учителем и учениками. На основе вопросов учитель побуждает учеников к использованию ранее полученных знаний для объяснения новых явлений, процессов, результатов опыта.

Беседа – весьма сложный метод обучения. Для успеха ее проведения необходима очень тщательная подготовка, *учет всех основных требований, предъявляемых к беседе.* Эти требования можно разделить на *требования к вопросам учителя, к ответам учащихся и к организации беседы на уроке.*

При построении беседы необходимо придерживаться следующих правил. 1. Поставленный вопрос должен быть кратким, сформулирован доступно для учащихся данного возраста. 2. Каждый последующий вопрос связан с предыдущим. 3. Вопросы сформулированы так, чтобы ученики могли воспользоваться имеющимися у них знаниями для ответа. Общее число вопросов должно быть оптимальным, т. е. небольшим, но достаточным для достижения дидактической цели.

Главное требование к ответам учащихся заключается, прежде всего, в требовании полноты ответов, особенно в основной школе, где задача овладения языком физики-науки является актуальной. Ответы должны быть осознанными и аргументированными, отражать самостоятельность мышления.

Требования к организации беседы касаются в первую очередь приемов задавания вопросов и вызова учащихся для ответа. Так, учителю рекомендуется задать вопрос классу в целом, дать учащимся мысленно подготовиться к ответу, а затем уже назвать ученика для ответа на поставленный вопрос.

Наиболее часто беседа применяется в 7-х и 8-х классах. Этот метод универсален и может быть использован при проведении практически каждого урока физики.

Практические методы позволяют ученикам получать новые знания и формировать новые умения через выполнение практических заданий. Как уже указывалось, практические методы при обучении физике – решение задач, выполнение домашних опытов, фронтальных лабораторных работ, работ практикума. В процессе практической деятельности у школьников формируются экспериментальные умения: наблюдать, измерять, выполнять эксперимент, описывать эксперимент. Для того чтобы все ученики овладели данными умениями, необходимо организовать разноуровневую практическую деятельность, постепенно наращивая самостоятельность учеников в выполнении заданий.

Желательно, чтобы ученики разрабатывали ход практической деятельности совместно с учителем, а не использовали только готовые инструкции учебника. Для проектирования хода работы и практического ее выполнения ученики могут объединиться в группы. Состав группы не должен превышать четырех человек.

Наглядные методы. Наглядные методы позволяют ученикам получать новые знания через наблюдение, направляемое учителем. Эти методы позволяют задействовать разные органы чувств, поэтому необходимо использовать их совместно со словесными методами. Наглядность на уроках физики достигается за счет демонстрационного эксперимента, применения учебных видеофильмов, слайдов, плакатов и таблиц, компьютерных видеороликов и т. п. В настоящее время наиболее распространенное средство наглядности – презентация к уроку. Презентации учитель может взять готовые или создать самостоятельно. Следует сказать, что презентации не должны занимать значительное время урока, не стоит увлекаться динамическими процессами, включаемыми в презентации, так как ученики не только не успевают осмыслить «движущиеся картинки», но и отвлекаются от осмысления сути изучаемого материала. Применение наглядности всегда следует сопровождать комментариями, пояснениями, вопросами к учащимся.

Догматический метод. «Это такое изложение науки, при котором объясняются ее положения в том виде, в каком они существуют теперь» (URL: http://spiritual_culture.academic.ru/). Иначе говоря, это сообщение информации в готовом виде, без каких-либо пояснений и доказательности. Краткая характеристика догматического метода приведена в табл. 11.

Таблица 11

Основное назначение	Изложение знаний в готовом виде
Содержание деятельности	Сообщение знаний (правил, законов, биографических и исторических сведений, знакомство с устройством и работой технических приборов, установок, сооружений)
Используемые средства	Устное и печатное слово, натуральные объекты и модели, различные наглядные пособия, измерительные приборы и лабораторные установки
Используемые формы деятельности	Устное сообщение, рассказ, показ, демонстрация
Особенность	Сообщение учащимся очень большого количества информации за кратчайшее время

Необходимо иметь в виду, что данный метод не обеспечивает достижения современных целей физического образования и может использоваться учителем эпизодически и при остром дефиците времени.

Объяснительно-иллюстративный метод обучения (или информационно-рецептивный, как его иногда называют) заключается в том, что *учитель передает учащимся информацию с помощью различных средств обучения, а учащиеся воспринимают, осознают и фиксируют в памяти эту информацию.* Этот метод – один из наиболее экономных способов передачи знаний. Эффективность его проверена многовековой практикой работы образовательных учреждений; он завоевал себе прочное место в школах всех стран и на всех ступенях обучения. Очень важно, однако, понимать, что использование объяснительно-иллюстративного метода предполагает только осознание, восприятие и запоминание переданной информации. Очевидно, что ограничиваться лишь только этим уровнем знаний учащихся невозможно, это противоречит современным целям обучения, воспитания и развития школьников. Объяснительно-иллюстративный метод обучения часто используется учителями на уроках физики в начале изучения какой-либо новой темы или нового фрагмента учебного материала, когда у учащихся отсутствуют знания, необходимые для усвоения этого материала. Решение этих вопросов зависит от характера изучаемого материала и уровня подготовленности класса, т. е. знаний, которые уже накопились у учащихся к моменту изучения новой темы. Например, изучение электрических явлений в основной школе учитель может начать с рассказа, объяснения происхождения термина «электричество», привлечь элементы истории физики, а затем проиллюстрировать рассказ демонстрационными опытами. Возможно и другое построение изложения материала. Учитель начинает с опытов и, поскольку явления электризации тел могут быть в какой-то степени знакомы школьникам (из курсов природоведения, повседневного опыта), опираясь на зрительный образ и предшествующие знания, объясняет наблюдаемые явления и излагает новый учебный материал.

В основной школе объяснительно-иллюстративный метод используется всегда в сочетании с другими методами обучения. В систематизированном виде характеристика метода представлена в табл. 12.

Таблица 12

Основное назначение	Организация усвоения информации учащимися
Содержание деятельности	Учитель сообщает учащимся готовую информацию разными средствами, а учащиеся воспринимают, осознают и фиксируют в памяти эту информацию
Используемые средства	Устное и печатное слово, натурные объекты и модели, различные наглядные пособия
Используемые формы деятельности	Устное изложение, работа с книгой, лабораторные работы, наблюдение, работа с раздаточным дидактическим материалом
Особенность	Один из наиболее экономных способов передачи обобщенных и систематизированных знаний. Эффективность проверена многолетней практикой, он завоевал прочное место в школе всех стран, во всех уровнях и звеньях обучения

В последние годы в связи с изменениями целей и задач обучения (приоритет отдается задачам воспитания и развития учащихся через приобретаемые знания и умения) методисты рекомендуют такую организацию усвоения информации, при которой учащиеся усваивают не только сами знания, но и их структуру, методы их получения. Все перечисленные особенности находят отражение в методах проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и поисковый методы). Характеристика данных методов будет дана в следующей лекции по проблемному обучению.

Особого внимания заслуживает еще одна классификация методов обучения, применяемая в процессе обучения физике. Опыт обучения свидетельствует, что наиболее эффективными признаны те методы обучения, которые трансформированы из методов науки. В настоящее время данная особенность считается одним из принципов обучения: метод преподавания должен соответствовать методологии науки, т. е. соответствовать методам исследования, применяемым в науке. С одной стороны, учащиеся усваивают физические методы познания как элемент физической науки, а с другой – они выступают как эффективный прием обучения физике. Подобные методы обучения относятся к частнодидактическим (табл. 13).

Таблица 13

Частнодидактические методы обучения		
Теоретические	Теоретико-экспериментальные	Экспериментальные
Метод принципов Метод модельных гипотез Метод анализа размерностей Метод графов	Мысленный эксперимент Моделирование Метод черного ящика	Наблюдение Демонстрационный эксперимент Лабораторный эксперимент Домашний эксперимент

В физике метод принципов представляет собой метод физических теорий, которому будет посвящена отдельная лекция.

Ниже коснемся только одного из частнодидактических методов – метода моделирования, который играет в процессе обучения физике чрезвычайно важную роль.

Моделирование – один из широко применяемых методов познания действительности в любых научных сферах. Смысл моделирования заключается в замене исследуемого объекта другим, специально для этого созданным, но сохраняющим характеристики реального объекта, необходимые для его изучения. *Под моделью следует понимать такую мысленно представляемую или материально реализованную систему, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает новую информацию об объекте.*

В физических исследованиях моделирование как метод познания всегда использовалось очень широко. Создание модели идеального газа дало толчок развитию молекулярно-кинетической теории газа и помогло объяснить эмпирические газовые законы (Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Математические модели Максвелла позволили построить единую теорию электромагнетизма. Модель атома Резерфорда – Бора благодаря своей «полуклассичности» стала одной из первых моделей современной физики и послужила толчком развития квантовой физики и т. д.

В школьном курсе физики широко представлены самые разнообразные *физические модели:* материальная точка, абсолютно упругое тело, идеальный газ, кристаллическая решетка, математический маят-

ник, световой луч и пр. При изучении этих понятий очень важно подчеркивать их модельный характер. Так, материальная точка может быть моделью реального объекта только при конкретных условиях, усвоение которых представляет одну из образовательных задач урока физики. Дополнительно данная модель помогает школьникам усвоить, что для изучения механического движения все свойства тела, кроме его размеров, не имеют значения и от них можно абстрагироваться.

В процессе обучения очень важно показать учащимся, что один реальный объект может быть замещен разными моделями в зависимости от целей исследования. Иными словами, в различных условиях физического познания наиболее существенны разные стороны отображаемого моделью объекта. Так, в физике известны две модели ядра: протонно-нейтронная и капельная. Для одной существенны структурные элементы объекта, для другой – его энергетические характеристики. В физике существует около 20 моделей ядра. Другой пример связан с изучением природы и свойств света. Процесс распространения и взаимодействия света с веществом описывается принципиально разными моделями – корпускулярной и волновой. На основе этих моделей была сформулирована концепция корпускулярно-волнового дуализма света.

Понимание возможности существования различных моделей одного и того же физического объекта позволит избежать традиционных для учащихся ошибок, когда физическая реальность (объект) отождествляется в сознании школьников с моделью.

Не менее важно показать школьникам, как менялись модели в процессе познания. Так, модель атома Томсона, традиционно изучающаяся в школьном курсе физики, является одним из примеров ограниченности физической модели. В течение многих лет, вплоть до опытов Резерфорда по рассеянию альфа-частиц, модель атома Томсона, хотя и не позволяла объяснить все известные к тому времени физические явления (например, линейчатые спектры), широко использовалась в научных изысканиях. На смену модели Томсона пришла планетарная модель, последнюю сменила модель Резерфорда – Бора и т. д.

Особая роль в обучении физике принадлежит *учебным моделям,* т. е. специально сконструированным наглядным моделям, в которых существенные характеристики изучаемого реального объекта пред-

ставлены в более доступной и наглядной форме. Число подобных учебных моделей, используемых в процессе преподавания физики, достаточно велико (модель двигателя внутреннего сгорания, модель броуновского движения, модели электрических и магнитных полей с помощью железных опилок, модель продольной и поперечной волн и многие другие).

Таким образом, в процессе обучения физике возможно использование огромного разнообразия видов деятельности учителя и учащихся (методов обучения). Более того, один и тот же учитель одинаковый материал в разных классах может объяснять, используя разные методы: в одном – метод рассказа, в другом – метод беседы, а в третьем – метод исследовательской фронтальной работы и т. д. В то же время один и тот же метод обучения может быть совершенно поразному организован в зависимости от предполагаемого уровня познавательной активности школьников и их самостоятельности. Например, лабораторную работу можно провести по инструкции, в которой обозначены все этапы работы, и учащиеся лишь воспроизведут инструкцию, представленную в учебнике, или названные учителем действия, а можно организовать самостоятельное исследование. Это будет уже исследовательская деятельность, или метод самостоятельной работы.

В педагогической и методической литературе существуют и другие классификации методов обучения. Многие классификации представляют собой комбинацию уже известных систем методов. Все это говорит о многогранности каждого метода, разнообразии его содержания и различных форм осуществления. Такие возможности связаны с существованием различных методических приемов.

Вопрос 4. Методические приемы. Связь методов и приемов

В педагогике кроме понятия «метод» существует понятие «методический прием». *Методический прием* – частное понятие по отношению к методу, это часть метода, его элемент, выражающий лишь отдельные действия учителя и учащихся.

Следует отметить, что разделение понятий метода и методического приема относительно. Один и тот же вид деятельности в одних случаях может выступать как метод обучения, в других – как прием.

Если учитель объясняет принцип работы прибора (например, амперметра) и в этом состоит дидактическая задача урока, то он пользуется методом демонстрации, а сопровождающий демонстрацию рассказ учителя – лишь методический прием. Если же демонстрация сопровождает объяснение учителя, то ее можно рассматривать как прием, методом же будет объяснение учителя.

Классификаций приемов, как и методов, существует множество. Наиболее обобщенной представляется классификация, приведенная на рис. 12.

Логические приемы достаточно часто отождествляют с аналогичными подходами, на основе которых осуществляется структура метода, с использованием целого ряда приемов. Индуктивный подход проводится на основе индуктивного умозаключения. У этого термина существует и другое название – индукция. Индукция (лат. inductio – наведение) – процесс логического вывода на основе перехода от частного положения к общему (URL: htts:/ dic.academic.ru/).

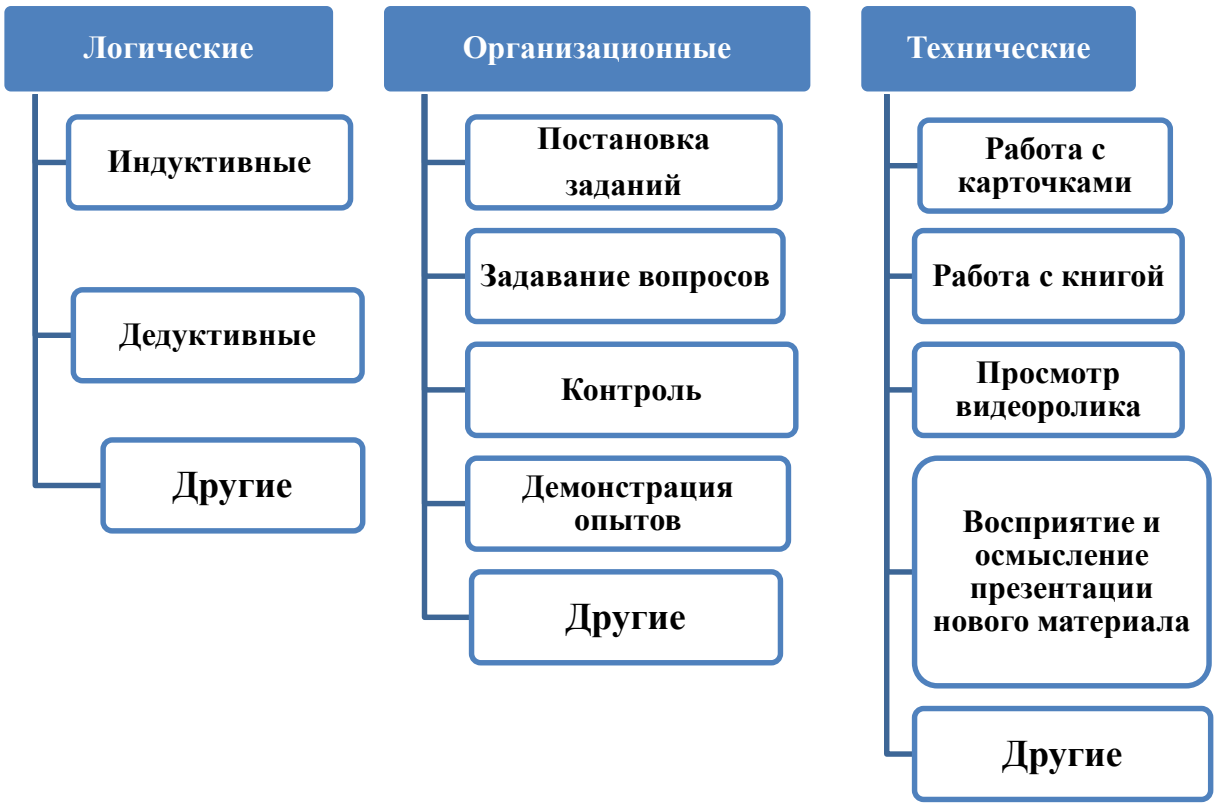


Рис. 12

Таким образом, ***индуктивное умозаключение*** – такое умозаключение, в результате которого на основании знания об отдельных предметах данного класса получается общий вывод, содержащий общее, обобщенное знание о всех предметах этого класса. Здесь происходит движение от частного к общему.

Индуктивный подход к изложению учебного материала наиболее эффективен на начальных этапах обучения физике (в основной школе). Он широко используется в преподавании физики как *прием объяснения учителем нового материала:* в процессе рассказа, эвристической беседы, через обсуждение результатов фронтальных работ и пр. В процессе работы (уяснения информации, анализа и сравнения результатов демонстрационных опытов или самостоятельных практических работ и т. д.) школьники учатся построению индуктивных обобщений.

Широкое использование индукции в основной школе вполне методически оправдано, поскольку уровень развития мышления школьников еще недостаточно высок. Изучение «правила рычага», закона отражения света, зависимости сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и рода материала и многого другого обычно происходит с использованием индуктивного умозаключения. При этом анализируемые результаты наблюдений могут иметь числовое значение, но могут быть и качественными. Например, закон прямолинейного распространения света (а это типичный эмпирический закон) обосновывается многочисленными наблюдениями и демонстрациями природных явлений.

Традиционно индуктивно вводится, например, зависимость силы тока от напряжения. Результаты эксперимента с различными проводниками дают возможность ученикам сделать вывод о том, что сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника. Подобный вывод – типичное эмпирическое обобщение.

Следует иметь в виду, что индуктивное умозаключение, индуктивный вывод носят *вероятностный характер,* поскольку опыт не может охватить всех возможных случаев. В преподавании также надо помнить, что результаты одного опыта или наблюдения не могут служить достаточным основанием для получения вывода. Необходимо подтвердить полученные результаты на других школьных опытах

или привлечь информацию из жизненных наблюдений либо других источников.

В процессе ***дедуктивного умозаключения*** происходит переход от посылок, принимаемых за истинные, к логическим выводам. Посылками дедуктивного умозаключения может быть любое теоретическое знание, в том числе аксиома, постулат, принцип науки. Иначе говоря, сущность дедукции состоит в выведении заключений, которые с необходимостью вытекают из посылок на основании применяемых законов и правил логики.

Между индуктивными и дедуктивными умозаключениями существует принципиальное отличие. Индукция всегда опирается на результаты наблюдения, на опытные факты, дающие в результате анализа и обобщения вероятностные суждения. Дедукция – это метод организации «готового» знания, движение от одних суждений к другим, при истинности посылок и соблюдении правил логики дающее истинное заключение. Однако следует иметь в виду, что сама истинность посылок не может быть доказана дедуктивным путем.

На уроках физики учитель широко пользуется дедукцией при объяснении нового материала, когда из общих теоретических положений выводятся частные случаи.

Напомним, что в связи с тем, что одним из принципов отбора и структурирования содержания школьного курса стал принцип генерализации учебного материала, существенно возросла роль дедуктивных выводов. Так, объединенный газовый закон вводился ранее в школьных учебниках как результат обобщения эмпирических законов изопроцессов; сегодня же отдается предпочтение дедуктивному выводу самих газовых законов из объединенного закона или уравнения Клапейрона – Менделеева.

Можно привести большое число примеров использования дедукции в преподавании физики: объяснение принципа действия гидравлической машины, вывод закона Ома на основе электронной теории, расчет первой космической скорости, объяснение невесомости, перегрузок и многое другое.

Обратим внимание, что структура объяснительно-иллюстративного метода соответствует структуре именно индуктивного подхода:

- сообщение фактов;
- иллюстрация;

- анализ изложенных фактов;
- формулировка определения;
- объяснение отдельных положений;
- контроль понимания;
- коррекция;
- закрепление;
- повторение.

При этом выделенные приемы, в свою очередь, могут быть реализованы различными формами (рис. 13).



Рис. 13

Изучение и формулировка экспериментальных законов также происходят на основе индуктивной структуры метода: постановка цели опыта, описание опытной установки и способов фиксирования результатов, проведение серии однотипных опытов, анализ результатов, индуктивный вывод.

Классическим примером реализации индуктивного подхода может служить выяснение действия жидкости на погруженные в нее тела. Ниже представлена система индуктивного вывода о существовании выталкивающей силы (силы Архимеда) (рис. 14).



Рис. 14

Существенным моментом, который должен учитывать учитель, является то, что индуктивный и дедуктивный подходы могут осуществляться с помощью одних и тех же мелких приемов. Разница заключается лишь в последовательности (структуре) их применения (рис. 15).

Существуют и специфические дедуктивные приемы, такие как выведение следствий, теоретическое пояснение и дедуктивное предсказание.

Выведение следствий представляет собой рассуждение с использованием соответствующего математического аппарата. Примером может служить выведение газовых законов из основного уравнения молекулярно-кинетической теории (МКТ) или вывод формулы расчета перемещения равноускоренного движения, не зная времени движения.

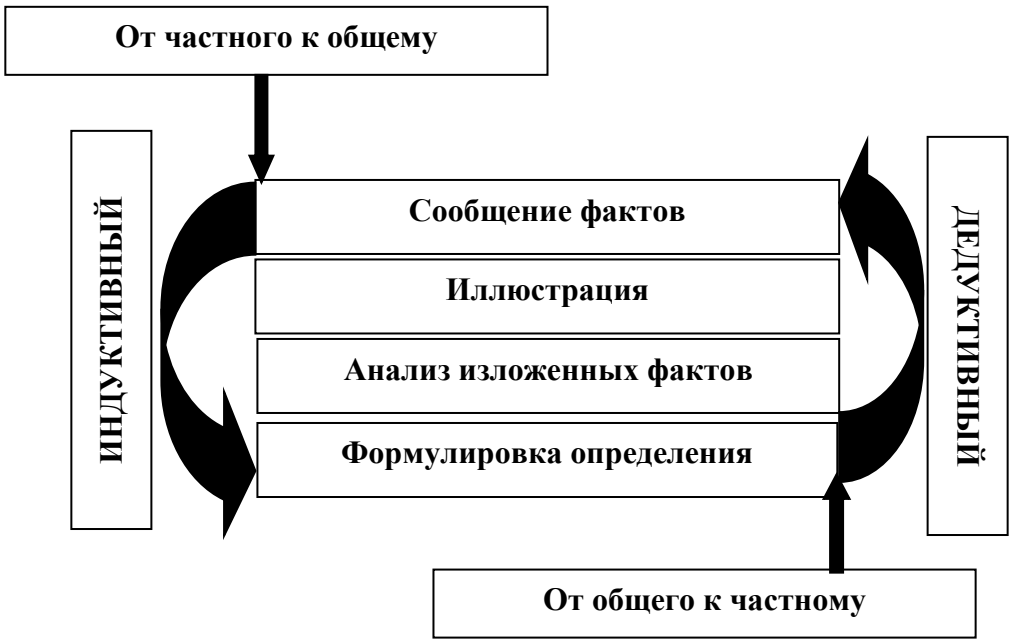


Рис. 15

Теоретическое пояснение отличается от выведения следствий тем, что результат уже известен. Происходит пояснение той или иной зависимости на основе теории. Таким способом могут поясняться образование волн на основе принципа Гюйгенса – Френеля, законы последовательного и параллельного соединения проводников, формула расчета сопротивления проводника с учетом его геометрических размеров и многое другое. На рис. 16 показана логика теоретического

пояснения на основе классической электронной теории формулы расчета сопротивления проводника с учетом его геометрических размеров и удельного сопротивления.

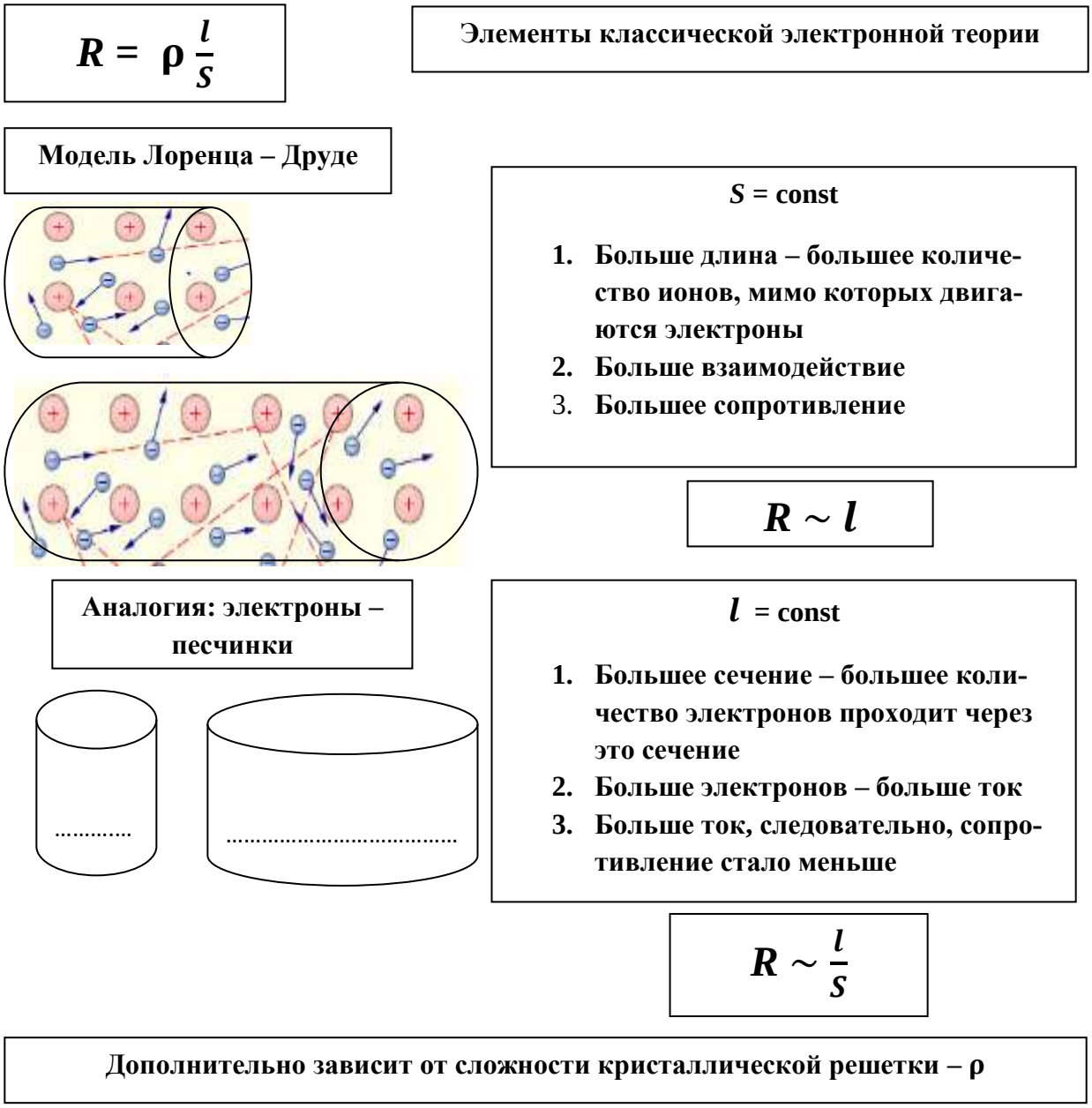


Рис. 16

Теоретическое дедуктивное предсказание состоит из последовательного ряда следующих этапов:

- построение модели изучаемого явления;
- теоретический анализ модели, или мысленный эксперимент;
- выведение нового дедуктивного умозаключения (предсказание).

Особенность этого приема в том, что для учащихся результат не известен, они его прогнозируют и лишь потом убеждаются в справедливости полученных выводов. Такой подход может быть использован при выводе величины выталкивающей силы, выяснении устройства калориметра, предположении о формуле сопротивления проводника, учитывающего его геометрические размеры, и других вопросов.

Необходимо иметь в виду, что число приемов безмерно, очень часто граница между методом и приемом условна. При определенных обстоятельствах метод может переходить в прием и наоборот. Многообразие сочетания приемов и составляет методику обучения и воплощение того или иного конкретного метода обучения.

В конце затронем вопросы о критериях выбора метода и реализующих его приемах. Выбор методов обучения – один из центральных моментов оптимизации учебного процесса. Как свидетельствует практика, проблемы выбора методов обучения связаны со следующими моментами:

- всех понемногу, всех поровну;
- использование «модных» методов в ущерб их оптимальному сочетанию;
- путь проб и ошибок;
- интуитивно.

При выборе метода обучения, которым предполагается изучать, осмысливать или углублять учебный материал, необходимо учитывать, что ни один метод нельзя считать универсальным и пригодным для решения всех учебных задач. То, что для одних условий является удачным и эффективным, для других условий (другой темы, другой формы работы) может оказаться совершенно неприемлемым. Для этого учителю необходимо четко представлять, при каких условиях наиболее целесообразен тот или иной метод. Каждый метод обладает главным целевым назначением (то, ради чего создавался метод). Выбор метода предопределен, прежде всего, главной дидактической целью урока. Дополнительно выбор метода существенно зависит от реального времени, которым располагает учитель.

Вопросы для закрепления материала

1. Что такое метод обучения?
2. Какие методы обучения входят в группу методов обучения, скомпонованных по источнику знаний?
3. Какова основа словесного метода?
4. Какие формы словесного метода обучения вы знаете?
5. В чем суть практического метода обучения?
6. Что относится к формам практического метода обучения?
7. В чем суть наглядного метода обучения? Приведите примеры.
8. В каких формах применяется наглядный метод в процессе обучения физике?
9. Что такое методический прием? Какие методические приемы вы знаете?
10. Какие существуют методические приемы индуктивного изучения физического материала? Приведите примеры.
11. Какие существуют методические приемы дедуктивного изучения физического материала? Приведите примеры.

Лекция 4. ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ

План лекции

1. Причины появления проблемного обучения. Значение, цели и особенности проблемного обучения.
2. Теоретические основы проблемного обучения.
3. Этапы проблемного обучения и структура урока. Понятие проблемной ситуации. Средства и способы ее создания.
4. Характеристика содержания и структуры различных методов проблемного обучения.
5. Проблемное обучение и проблематизация учебного процесса по физике.

Вопрос 1. Причины появления проблемного обучения. Значение, цели и особенности проблемного обучения

Школа как социальный институт всегда реагирует на существенные изменения в социально-экономической жизни общества, готовя школьников к решению наиболее значимых социально-экономических задач. Именно поэтому каждому периоду развития общества соответствует свой уровень развития теории обучения, разные типы взаимодействия учителя и ученика – виды, типы и методы обучения. Еще раз обратим внимание, что одно и то же знание при разных способах изложения и характера взаимодействия учителя и ученика приводит к совершенно разным образовательным эффектам.

Широкое и массовое применение догматического заучивания, иллюстративного обучения вскоре обнаружило свои существенные проблемы и недостатки. Ученик находился в роли пассивного потребителя информации, испытывая значительные затруднения при необходимости её практического применения, особенно в нестандартных ситуациях. К тому же в практике обучения значительные усилия преподавателя были направлены на поиск путей облегчения процесса обучения. В связи с этим весьма интересно мнение К. Д. Ушинского: «Вряд ли есть что-нибудь противнее, чем тот легкий шутовской оттенок, который стараются придать учению некоторые педагоги, стремящиеся позолотить ребенку горькую пилюлю науки» (URL: profhelp.net/3124679).

Таким образом, стала осознаваться необходимость поиска путей активизации учебного процесса, формирования развивающего ученика обучения. Если говорить об исторической ретроспективе, то в дидактике произошел последовательный переход от догматического типа обучения к словесно-наглядному (традиционному) и от него – к развивающему.

В кратком виде цели и особенности каждого типа обучения представлены на рис. 17.

Теория развивающего обучения берет свое начало в работах И. Г. Песталоцци, К. Д. Ушинского и др. Научное обоснование этой теории дано в трудах Л. С. Выготского. Термин «развивающее обучение» был введен в научный педагогический аппарат В. В. Давыдовым. Это новый, активно-деятельностный способ (тип) обучения, идущий на смену объяснительно-иллюстративному способу (типу). Развивающее обучение учитывает и использует закономерности развития личности ученика.

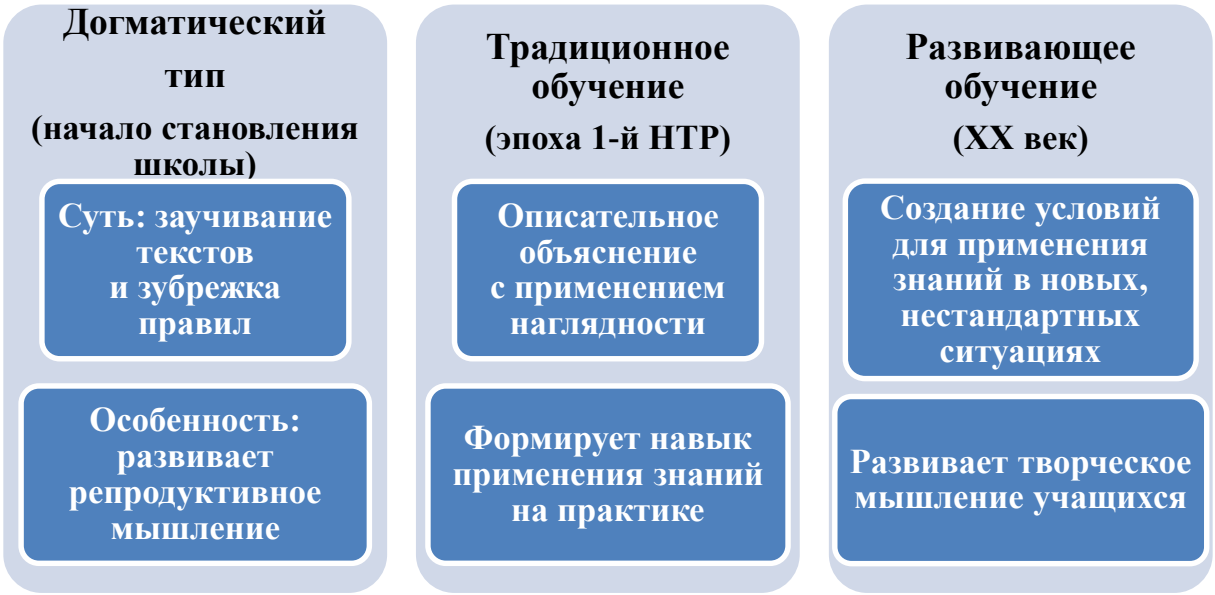


Рис. 17

Одной из форм становления развивающего обучения стало проблемное обучение. Оно связано с поиском резервов умственного развития учащихся и прежде всего творческого мышления, способности к самостоятельной познавательной деятельности.

В развитии теории проблемного обучения определенных результатов достигли педагоги Польши, Болгарии, Германии и других стран.

Зарождение идей проблемного обучения в отечественной школе относится к первой четверти XX в. Идеи проблемного обучения в русле исследований психологии мышления начали разрабатываться в 1950-х гг. под руководством известных психологов А. Н. Леонтьева,

С. Л. Рубинштейна, Л. С. Выготского, В. В. Давыдова. Опыт применения отдельных элементов проблемного обучения в школе исследовали И. Я. Лернер, М. И. Махмутов, А. В. Усова, Р. И. Малафеев и др.

Весьма интересна предыстория становления проблемного обучения. Людей всегда интересовала непостижимая загадка – управление таинственным процессом творчества, поиск приемов и способов, призывающих «Музу». Так, в XIX веке полагалось, что творчество не поддается управлению, что счастливыми обладателями врожденных творческих способностей являются только 20 % людей. Достаточно оригинальными были и индивидуальные приемы, способствующие возникновению творческого состояния. Например, Ф. Шиллер клал в ящик стола гнилые яблоки и, по его уверению, это благотворно влияло на его поэтическое творчество; Герман фон Гельмго́льц, немецкий физик, врач, физиолог, психолог, совершал восхождение на закате по освещенному солнцем и покрытому лесом склону горы.

Именно по этой причине наш знаменитый соотечественник И. И. Павлов утверждал: «Метод – самая первая, основная вещь. От метода, способа действия зависит вся серьезность исследования. Все дело в хорошем методе. При хорошем методе и не очень талантливый человек может сделать много. А при плохом методе и гениальный человек будет работать впустую» (URL: http://webcache. googleusercontent.com/search?q=cache:XTGWoGeV2zEJ:www.bibliotekar.ru/psihologia-4/9.htm+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru).

Если говорить о школьном обучении, то весьма интересны слова А. Эйнштейна: «Это почти чудо, что современные методы обучения еще не совсем удушили святую любознательность…» (URL: https://books.google.ru/books?isbn=5040860692).

Сошлемся и на слова нашего знаменитого соотечественника В. А. Сухомлинского: «Чтобы не превратить ребенка в хранилище знаний, кладовую истин, правил и формул, надо учить его думать» (В. А. Сухомлинский «Сердце отдаю детям»).

В данном плане интересны результаты дидактических исследований, проведенных на физическом факультете МГУ еще в советский

период. Проходило наблюдение за учебой двух групп студентов, имеющих на «входе» одинаковый балл (рис. 18).



Рис. 18

В чем же причина разных успехов? Очевидно, что школьники первой группы для сдачи экзамена прошли «школу натаскивания». Поэтому они оказались беспомощными в усвоении вузовской программы. У учащихся физико-математических школ были развиты культура мышления и самостоятельная поисковая деятельность, что и привело к успешному усвоению сложного академического материала.

Иначе говоря, установлено, что для формирования творческого мышления необходимо сочетание передачи знаний с обучением способам поиска этих знаний. Дидактический вывод также очевиден: творческую деятельность невозможно сформировать путем передачи знаний в «готовом» виде. Условием формирования творческого мышления является только путь специального конструирования проблем и проблемных задач, включенных в контекст изучаемых знаний, разрешая которые учащиеся должны проявить творческие черты, благодаря чему они и формируются**.** Для этого должен применяться специальный тип обучения, специальные методы организации познавательной деятельности учащихся – проблемное обучение.

Отличия проблемного обучения от традиционного заключаются как в целях обучения, так и принципах организации учебного процесса. Принципиально важным представляется то, что при проблемном

обучении происходит не только усвоение основ науки (как при традиционном), но и механизма самого процесса получения знаний, что обеспечивает развитие познавательных и творческих способностей школьников.

Проблемный подход в обучении способствует:

- активизации познавательной деятельности учащихся;
- более полному, глубокому и осознанному усвоению знаний;
- формированию творческого подхода к решению возникающих учебных и практических задач;
- умению применять знания в новых, нестандартных ситуациях.

Вопрос 2. Теоретические основы проблемного обучения

Каким образом можно реализовать проблемное обучение в школьной практике обучения? Здесь дидактика физики опирается на закономерности психологической науки, исследующей особенности человеческого мышления. «Наличие в проблемной ситуации противоречивых данных с необходимостью порождает процесс мышления, направленный на их снятие» (URL: poisk-ru.ru/s8970t11.html). Следовательно, если в учебный материал вводить противоречивые данные или организовать и представить его в форме противоречий, то он будет порождать процесс мышления, т. е. обеспечит особый вид взаимодействия субъекта и объекта и тем самым будет способствовать творческому усвоению знаний.

Таким образом, теоретическими основами проблемного обучения признаны основные психологические закономерности творческого познавательного процесса. Центральной идеей является вывод о том, что процесс мышления осуществляется, прежде всего, как процесс решения проблем.

Этапы творческого познавательного процесса:

- 1-й этап. Характеризуется возникновением (в ходе практической или познавательной деятельности) проблемной ситуации, первоначальным ее анализом и формулировкой проблемы;
- 2-й этап. Этап решения проблемы;
- 3-й этап. Процесс претворения найденного (или угаданного) принципа решения проблемы и проверка правильности данного решения.

Именно такой и должна стать логика разворачивания учебного познания, обеспечивающая условия развития творческой познавательной деятельности школьников. Именно это обстоятельство стало фактором становления проблемного обучения. Сущность проблемного обучения сводится к тому, что в процессе обучения принципиально изменяется как характер, так и структура познавательной деятельности школьников.

Существует достаточно много определений проблемного обучения. Так, В. Оконь пишет, что «под проблемным обучением мы разумеем совокупность таких действий, как организация проблемных ситуаций, формулирование проблем (постепенно к этому приучаются сами ученики), оказание ученикам необходимой помощи в решении проблем и, наконец, руководство процессом систематизации и закрепления приобретенных знаний». Т. В. Кудрявцев обращает внимание на то, что «проблемное обучение – это система активного обучения, базирующаяся на психологических закономерностях самостоятельной мыслительной деятельности человека. Основа такого обучения – создание и организация различного типа проблемных ситуаций перед учащимися и управление их деятельностью в ходе решения системы познавательных и практических задач». М. И. Махмутов писал: «Проблемное обучение – новая система правил применения ранее известных приемов учения и преподавания, построенная с учетом логики мыслительных операций и закономерностей поисковой деятельности учащихся. … Поэтому оно более всего обеспечивает развитие мыслительной деятельности школьника, его общее развитие».

Каждое из определений подчеркивает и выделяет какой-то особый аспект проблемного обучения, но есть и инвариантный момент – создание, как это требуют психологические закономерности творческого познавательного процесса, проблемной ситуации, становящейся пусковым моментом поисковой мыслительной деятельности школьников. Следовательно, проблемное обучение можно определить как обучение, при котором знания не сообщаются в готовом виде, а приобретаются учащимися в процессе разрешения проблемных ситуаций.

Существенно важно: между понятиями «проблема» и «учебная проблема» есть разница. Решая учебные проблемы, учащиеся имеют дело с проблемами, которые объективно перестали ими быть, так как они уже решены наукой, обществом, человеком, но для учащихся остаются проблемой, т. е. ее решение им только предстоит узнать, это субъективная проблема.

Вопрос 3. Этапы проблемного обучения и структура урока. Понятие проблемной ситуации. Средства и способы ее создания

Этапы творческого познавательного процесса, описанные в психологических исследованиях, выступают основой выделения и этапов проблемного обучения в школе. Особенность проявляется только в более детальном описании действий; эта детализация еще более усиливается при разработке проблемного урока (табл. 14).

Таблица 14

Этапы творческого познавательного процесса	Этапы проблемного обучения	Этапы проблемного урока
1. Возникновение (в ходе практической или познавательной деятельности) проблемной ситуации, первоначальный ее анализ и формулировка проблемы 2. Этап пути решения проблемы 3. Процесс претворения найденного (или угаданного) принципа решения проблемы и проверка правильности данного решения	1. Создание проблемной ситуации 2. Формулирование проблемы 3. Нахождение способов ее решения 4. Формулирование выводов 5. Подведение итогов	1. Актуализация знаний 2. Создание проблемной ситуации 3. Формулирование проблемы 4. Решение проблемы 5. Формулирование выводов 6. Применение полученных знаний на практике

Еще более детальная процедура познавательных действий в проблемном обучении может включать следующие элементы проблемного урока:

- актуализация знаний;
- создание и осознание проблемной ситуации;
- анализ проблемной ситуации;
- формулировка проблемы;
- выдвижение идей, предположений по выходу из ситуации;
- обоснование выдвинутых идей, предположений;
- определение следствий;
- сопоставление проблемы с имеющимися знаниями и умениями;

- планирование плана решения проблемы;
- оказание ученикам необходимой помощи в решении проблемы;
- решение проблемы;
- проверка решений;
- сравнение результатов с первоначальными идеями;
- формулировка вывода;
- руководство процессом систематизации и закрепления приобретенных знаний;
- применение полученных знаний на практике.

Самой существенной чертой проблемного обучения является проблемная ситуация, которая обеспечивает решение двух задач: вызывает интерес к изучаемому материалу и включает учащихся в активный познавательный процесс.

Важно иметь в виду, что проблемная ситуация не всегда связана с вопросом, на который не могут ответить школьники. На данную особенность обращал внимание известный польский ученый В. Оконь: «Самой существенной чертой проблемного обучения является не постановка вопроса, а создание проблемной ситуации» (URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24731).

Действительно, типы вопросов могут быть самыми разными: информационные, неадекватные классу обучения, вызывающие интеллектуальное затруднение, и те, с помощью которых создается проблемная ситуация. Информационные вопросы способствуют уяснению степени усвоения учащимися учебного материала и используются при беседе в диалоге учителя с учащимися. Вопросы, неадекватные классу обучения, связаны с материалом, который школьники еще не изучали. Например, учащиеся 7-го класса не могут ответить на вопросы, чем отличается корпускулярная теория света от волновой или что лежит в основе принципа работы теплового двигателя. Таких вопросов бесчисленное множество. К проблемным вопросам относятся только те, которые вызывают не просто познавательное затруднение, но выявляют противоречие с предыдущей системой знаний.

Указанная особенность проблемных вопросов предопределяет такие условия проблемности:

- вопрос должен иметь логическую связь с ранее изученным материалом;
- содержать в себе познавательную трудность и видимые границы известного и неизвестного, дополнительно вызывая чувство удивления при сопоставлении нового с ранее известным.

Таким образом, главная особенность – постановка вопроса – должна быть логически связана с прежними знаниями школьников и *в явном виде обозначать возникшее противоречие.* Соответственно условиям проблемности определяется и структура проблемного вопроса (рис. 19).

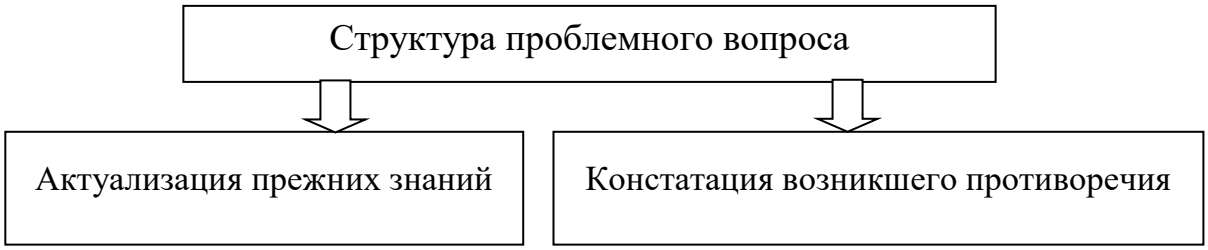


Рис. 19

Ниже приведены примеры непроблемных и проблемных вопросов (табл. 15).

Таблица 15

Непроблемые вопросы	Проблемные вопросы
Почему греет шуба?	Вы все знаете, что обогревание жилищ происходит за счет какого-либо топлива (печное и водяное отопление используют внутреннюю энергию воды или угля). А почему же греет шуба? Вы все знаете, что любое обогревание происходит за счет каких-либо видов энергии. А почему же греет шуба?
Почему жидкость оказывает выталкивающее действие?	Известно, что жидкость или газ давят на находящиеся в них тела. Почему же в таком случае жидкости выталкивают погруженные в них тела?
Почему плавают тела?	Мы выяснили, что на любые тела, погруженные в жидкость, действует выталкивающая сила. Почему же одни тела плавают, а другие тонут? Мы выяснили, что на любые тела, погруженные в жидкость, действует выталкивающая сила. Почему же тонет брошенный в воду гвоздь, а тяжелое судно плавает?
Почему во вторичной обмотке трансформатора возникает ток?	Известно, что для создания в цепи тока необходим источник питания. Почему же во вторичной обмотке трансформатора, не содержащей источника питания, возникает электрический ток?

Еще раз подчеркнем, проблемные вопросы – это такие вопросы, с помощью которых создается проблема, неожиданное противоречие, стимулирующее умственный поиск. Проблемный вопрос отличается от информационного тем, что он ориентирован на противоречивую ситуацию и побуждает к поиску неизвестного, нового знания.

Тем не менее существуют проблемные вопросы скрытого типа, где учителю необходима дополнительная работа по оказанию учащимся помощи в осмыслении *скрытого* противоречия. Это и вопросы-загадки, и вопросы-софизмы и др. Например:

- При наполнении бочки водой возможна ли такая ситуация, что от «лишней кружки воды» прочная бочка даст течь?
- Может ли выпасть снег в теплой комнате?
- Можно ли обычной ниткой поднять слона?
- Можно ли, не обжигаясь, пить кипящий чай?

Проблемные ситуации на уроках физики можно создавать различными способами: это и *ситуации неожиданности, конфликта, ситуации предположения, опровержения, ситуация несоответствия.*

Например, ситуация неожиданности, которая создается при ознакомлении учащихся с явлениями, выводами, фактами, вызывающими удивление, кажущимися парадоксальными, в частности, замерзание воды в теплой комнате при испарении эфира. Это и ситуация конфликта, которая возникает при изучении теорий, когда новые факты, выводы противоречат теории. Например, вывод о неизбежности «ультрафиолетовой катастрофы». И многие другие примеры.

Также многообразны и средства создания проблемных ситуаций. К ним относятся проблемый вопрос, демонстрационный опыт, чтение отрывков из научной и приключенческой литературы, решение задач.

Более подробно необходимо коснуться проблемного опыта. Проблемный опыт – это такой физический эксперимент, который обнаруживает несоответствие (противоречие) между имеющимися у учащихся знаниями и теми требованиями, которые выдвигаются при решении новых познавательных задач. Существует целый ряд условий для осуществления проблемного опыта:

- содержание опыта должно быть построено на явлениях и закономерностях, изученных учащимися ранее;

- демонстрации проблемного опыта должен предшествовать другой опыт, легко объясняемый школьниками на основе ранее имеющихся у них знаний (актуализация знаний);
- возникшая на основе опыта проблемная ситуация должна не только создавать противоречие, но и вызывать эмоциональное удивление, потенциальную возможность снятия осознанного противоречия. Содержание опытов должно быть таким, чтобы в самом эксперименте не было подсказывающих моментов.

Конкретизируем данные требования на ряде примеров. Так, при изучении явления конвекции при опросе учащихся им предлагается в процессе повторения явления теплопроводности объяснить демонстрируемый учителем опыт.

Первый опыт (актуализация). Прогревают сверху воду, налитую в пробирку. На дне пробирки с помощью груза укрепляют кусочек льда. Верхний слой воды закипает, а нижний остается холодным (лед не тает). Учащиеся свободно объясняют опыт плохой теплопроводностью воды.

Второй опыт (проблемный). Нагревают воду снизу, а кусочек льда помещен на поверхность воды. Вода в пробирке закипает и лед тает (рис. 20).

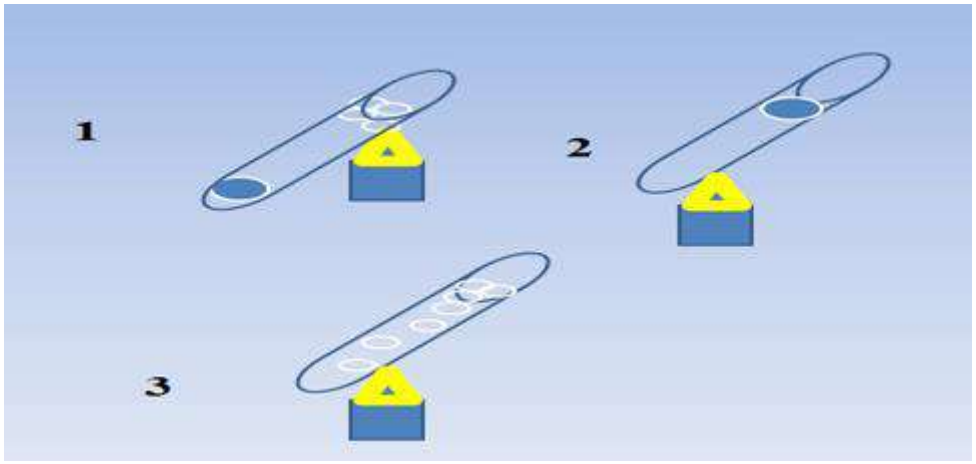


Рис. 20

Начинается анализ проблемной ситуации. Выделяются известное и неизвестное. На основании знаний, полученных учащимися при изучении явления теплопроводности, вода не должна прогреваться и

во втором случае, так как она плохой проводник теплоты и ее слой такой же, как и в первом случае. Проведенный опыт показывает, что это не так. Возникает проблемная ситуация, которая должна осознаться самими учащимися: почему при подогревании пробирки снизу закипает вся масса воды, а при нагревании сверху – ее верхний слой? Школьникам понятен результат нагревания пробирки с водой сверху, но совершенно непонятен результат опыта с нагреванием ее снизу, так как они еще не изучили явление конвекции. Таким образом, в самом начале урока создается проблемная ситуация. Она заставляет учащихся понять, что ранее приобретенных знаний недостаточно для объяснения наблюдаемого явления и необходимо изучить новые явления и их закономерности, которые рассматриваются в теме «Конвекция».

Второй пример связан с изучением капиллярных явлений. Цель: показать, что на жидкость, помещенную в сосуд, действуют не только сила тяжести и давление воздуха, но и силы другой природы: молекулярное взаимодействие. Наиболее ярко это проявляется в узких капиллярных трубках.

Первый опыт (актуализация). Демонстрируют широкие сообщающиеся сосуды и вспоминают с учащимися закон об уровне жидкости в сообщающихся сосудах. Он одинаковый.

Второй опыт (проблемный). Наливают воду в сообщающиеся сосуды, один из которых широкий, а другой очень узкий. Предварительно просят школьников спрогнозировать, каким будет уровень жидкости в этих сосудах? Почему же в реальном опыте в узкой трубке одного из сообщающихся сосудов уровень жидкости выше, чем в широком сосуде? В этом и состоит проблемная ситуация.

Еще один пример связан с изучением дифракции. Логика познавательной деятельности должна быть следующей:

- актуализация законов геометрической оптики;
- закон прямолинейного распространения света;
- закон отражения и преломления;
- наблюдение предмета в «дырочной» камере;
- при сужении отверстия наблюдается сужение пучка, что не противоречит актуализированным знаниям;

- создание проблемной ситуации с помощью прогнозирующего вопроса: что произойдет с пучком, если отверстие будем сужать и дальше?
- наблюдение «размывания» светового пучка.

Механизм создания проблемной ситуации связан с известным фактом прямолинейного распространения света. Известно, что при сужении отверстия, через которое проходит световой пучок, световое пятно тоже сужается. Почему же при дальнейшем сужении отверстия на экране происходит «размывание» светового пучка?

Создание проблемной ситуации возможно и при изучении явления поляризации. С помощью первого опыта происходит актуализация знаний о поведении светового луча, падающего перпендикулярно поверхности (наблюдение опыта при падении света на стеклянную поверхность). Затем задается прогностический вопрос: как пойдет луч света, падающего перпендикулярно поверхности полевого шпата? Второй – проблемный опыт – наблюдение расщепления луча. Почему во второй ситуации второй луч преломляется, если он падает перпендикулярно к границе раздела двух сред, ведь по законам геометрической оптики такого быть не должно.

Проблемный опыт на уроке можно проводить на мотивационном этапе урока, при закреплении и осмыслении материала, при контроле знаний учащихся и т. п.

Вопрос 4. Характеристика содержания и структуры различных методов проблемного обучения

Классификация методов проблемного обучения была дана в предыдущей лекции. В их фундаменте лежит деятельность по созданию проблемной ситуации, но они различаются степенью познавательной активности школьников. К ним относятся проблемное изложение, эвристический (частично-поисковый) и поисковый (исследовательский) методы. Ниже представлена сравнительная таблица, в которой дано краткое сопоставление деятельности учителя и учащихся (табл. 16).

Таблица 16

Проблемное изложение	Частично-поисковый метод	Исследовательский метод
Учитель создает проблемную ситуацию; формулирует ее; показывает способ решения выявленной проблемы (рассуждает или рассказывает, каким образом решалась данная проблема в физической науке); иллюстрирует правильность решения проблемы (опыты или решение задач)	Учитель создает проблемную ситуацию; Совместно с учащимися формулируют проблему; отыскивают способ и приемы решения; проверяют правильность решения проблемы	Учитель создает условия для возникновения проблемной ситуации Учащиеся самостоятельно обнаруживают проблему; формулируют ее; отыскивают способ решения; проверяют правильность своих прогнозов

Таким образом, при использовании проблемного изложения учитель знакомит учащихся с научными образцами решения физических проблем, которые реально были в науке. Дидактическая цель при методе проблемного обучения заключается в усвоении образца умственных действий в решении проблемной ситуации; при частично-поисковом методе происходит формирование элементарных умений и навыков поисковой деятельности. Исследовательский метод позволяет создать условия для сформированности механизма творческого познавательного процесса во всей его полноте.

Далее представлена краткая характеристика каждого метода.

Метод проблемного изложения учебного материала

Сущность метода проблемного изложения учебного материала заключается в том, что учитель не только организует передачу информации, но и знакомит учащихся с процессом реального научного поиска решения той или иной физической проблемы, показывает движение мысли от одного этапа познания к другому, иллюстрирует логику этого движения, возникающие противоречия. Учащиеся контролируют убедительность и логику этого процесса, усваивают этапы решения проблем.

Таким образом, в ходе проблемного изложения ставятся проблемы (реально возникавшие в истории физики или сконструированные учителем специально), разъясняются гипотезы ученых, делаются выводы, исходящие из различных предположений, показываются, если возможно, реальные эксперименты или их учебные модификации, подтверждающие полученные выводы.

В курсе физики средней школы содержится достаточно много примеров учебной информации, которую целесообразно сообщать, используя метод проблемного изложения. Например, при рассказе о развитии взглядов на природу света учитель показывает остроту научных дискуссий, переход от одной точки зрения к другой, ей диаметрально противоположной: от ньютоновских корпускул света – к волновому движению света по Гюйгенсу и далее через новое противоречие – возврат к корпускулам, но уже в новом образе – квантам. В таком подходе раскрываются эволюция и рождение концепции корпускулярно-волнового дуализма, двойственной природы света.

Рассмотрим возможности метода проблемного изложения при изучении закона всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения решается как обратная задача механики. Известны траектории движения тел, по ним нужно найти силы, действующие на тела.

Решение нашел И. Ньютон. Проблема состояла в следующем. Многочисленные наблюдения свидетельствуют о том, что все тела, находящиеся на Земле и вблизи ее поверхности, падают на Землю. Далее учитель знакомит учащихся со знаменитой историей с «яблоком Ньютона» и закономерного возникновения у него вопроса, если яблоко падает на Землю, почему же Луна, находящаяся вблизи Земли, не падает на Землю, почему планеты, которые вращаются вокруг Солнца, не падают на Солнце? Под действием какой силы эти тела движутся? Гипотеза состоит в том, что все небесные тела движутся за счет силы тяготения. Обоснование гипотезы состояло в следующем. Представим, что ядро вылетает из пушки и падает на Землю на определенном расстоянии. А если оно полетит с большей скоростью, то поднимется на такую высоту, что при своем падении поверхность Земли из-за своей кривизны будет «уходить» от него, и ядро будет бесконечно падать. Так же бесконечно «падает» и Луна на Землю. Значит, тела падают на Землю и планеты движутся вокруг Солнца под

действием одинаковой силы – силы притяжения. Далее учитель показывает путь доказательства гипотезы, знакомя школьников с открытиями Тихо Браге и И. Кеплера.

Следующий этап проблемного изложения связан с расчетом центростремительного ускорения планет и математическим выводом закона всемирного тяготения. Остается вопрос – какова природа этой силы? Ньютон предположил, что эта сила сродни силе тяжести. Чтобы обосновать свое предположение, он вычисляет значение ускорения свободного падения тела на орбите Луны. Затем сравнивает полученное на основании своих расчетов значение ускорения с рассчитанным по законам кинематики значением. И вновь неожиданная и серьезная проблема – оба значения не совпали, что послужило причиной молчания Ньютона в течение многих лет о найденном решении природы притяжения. И лишь после открытия кометы Галлея и новых поправок в математические вычисления Ньютона предположение о том, что между всеми телами действует гравитационная сила, подтвердило всемирный характер сил тяготения. Эвристичность и справедливость гипотезы о всемирном характере тяготения получила неоспоримое доказательство при открытии «на кончике пера» новой девятой планеты солнечной системы (Нептуна) двумя учеными – Адамсом и Леверье.

При проблемном изложении учебного материала учитель использует устное слово, печатные тексты (учебника или других источников, например хрестоматии), *демонстрационные или фронтальные опыты и другие необходимые средства обучения.* Роль этих средств зависит от того, какая с их помощью организуется познавательная деятельность учащихся.

Таким образом, своеобразие метода проблемного изложения материала заключается в том, что ученики не только воспринимают, осознают и запоминают информацию, но и следят за логикой доказательства, за движением мысли учителя, контролируют ее убедительность, могут при побуждении учителя участвовать в прогнозировании следующего этапа рассуждения или опыта. Тем самым учащиеся знакомятся с этапами процесса реального научного познания, видят его образец. Обобщенная характеристика метода проблемного изложения представлена в табл. 17.

Таблица 17

Возможности, преимущества метода	Условия эффективного применения	Недостатки
Показывает образец творческой деятельности в готовом виде (образец поиска в науке, пути и способы, приемы решения проблем и познавательных задач) Формирует познавательный интерес к физике Возбуждает внимание, эмоции учащихся Посилен для всех учащихся	При высоком уровне сложности нового материала Когда недостаточно знаний для самостоятельного анализа ситуации При постановке дидактической цели усвоения элементов творческой деятельности При изучении принципиально новых разделов, не имеющих опоры на ранее изученное Когда самостоятельный поиск слишком сложен	Ограниченное участие самих школьников Требует больше времени, чем традиционные способы и приемы

Эвристический метод (частично-поисковый)

Эвристический (или частично-поисковый) метод – это метод, при котором учитель организует участие школьников в выполнении отдельных шагов поиска решения, проблемы, обнаруженной с помощью проблемной ситуации, т. е. степень познавательной активности выше, чем при реализации проблемного изложения.

Роль учителя состоит в конструировании проблемной ситуации, определении тех этапов, которые школьники могут выполнить самостоятельно, т. е. учитель тем или иным способом подключает учащихся к поиску решения обнаруженной проблемы, организует самостоятельную познавательную деятельность учащихся. В одних случаях школьников учат видеть проблемы, в других – строить доказательство, в третьих – делать выводы из изложенных или продемонстрированных фактов, в четвертых – высказывать гипотезы, в пятых – составлять план проверки высказанного предположения и т. д. Для этого разрабатывается целая система вопросов, побуждающая учащихся принимать активное участие в исследовании проблемы. Иначе говоря, организуется поэлементное усвоение опыта творческой деятельности, овладение отдельными этапами решения проблемных задач.

В качестве примера использования частично-поискового метода можно привести урок по изучению опытов Герца и А. Н. Столетова по фотоэффекту.

На данном уроке при опросе следует еще раз актуализировать знания учащихся о волновой природе света. Далее необходимо привести краткую справку об опытах, проводимых Герцем и А. Н. Столетовым для обнаружения закономерностей поведения вещества, облучаемого светом, который по тем представлениям, как уже указывалось, обладал волновой природой. Для обнаружения фотоэффекта учитель может частично воспроизвести элементы установки А. Н. Столетова и использовать электрометр с цинковой пластиной, которая освещается электрической дугой. Пластина заряжается сначала положительным зарядом, затем отрицательным. Причину того что разряжается только отрицательно заряженная цинковая пластина, учитель просит учеников найти самостоятельно. В этом состоит первый этап самостоятельного поиска учащихся. Далее учитель продолжает демонстрации и ставит перед учащимися новую подпроблему: на пути светового потока помещается обыкновенное стекло, и отрицательно заряженная пластина не теряет электроны. Учащиеся вновь побуждаются к самостоятельному объяснению причины наблюдаемого явления. Увеличивая световой поток, учитель демонстрирует независимость наблюдаемого явления (отрицательно заряженная цинковая пластина не разряжается) от интенсивности излучения. Этот третий этап исследования, как и в самой истории физики, приводит к противоречию: наблюдаемое явление нельзя обосновать, пользуясь волновой теорией света. Невозможно объяснить, почему световые волны, хотя и малой частоты, но большой интенсивности, не могут вырвать электроны. Ведь при большой интенсивности велика амплитуда световой волны, следовательно, должна быть велика и сила, действующая на электроны. Возникает проблемная ситуация: противоречие между новыми знаниями, полученными в результате наблюдения опытного факта, и знаниями предшествующими.

Используя возникшую проблемную ситуацию, учитель переходит к раскрытию законов фотоэффекта, одновременно по мере возможности включая учащихся в решение отдельных подпроблем. Таким образом, использование частично-поискового (эвристического) метода проблемного обучения позволяет учителю не только объяснять

новый учебный материал, но и создавать условия для приобщения учащихся (через частичный поиск) к опыту творческой деятельности.

Частично-поисковый метод может использоваться там, где решение проблемной ситуации посильно для самостоятельной деятельности школьников. В обобщенном виде характеристика метода представлена в табл. 18.

Таблица 18

Возможности, преимущества метода	Условия эффективного применения	Недостатки
Обеспечивает высокую осознанность и осмысленность учебного материала Отрабатывает навык осуществления познавательных задач, развивает мышление Обеспечивает высокую активность школьников Формирует и инициирует познавательный интерес к физике	Когда материал не очень сложный и возможен самостоятельный поиск При постановке дидактической цели развития и целенаправленного формирования мышления учащихся При постановке дидактической цели развития творческих способностей школьников	Требует гораздо больше времени по сравнению с традиционными способами и методом проблемного изложения Может быть непосилен для «слабых» и неуверенных в себе школьников

Третьим методом проблемного обучения выступает исследовательский метод.

Исследовательский метод

Назначение данного метода – полноценное усвоение школьниками опыта творческой деятельности. *Сущность исследовательского метода заключается в организации учителем самостоятельной поисковой, творческой деятельности учащихся для решения учебных проблем и проблемных задач.* Исследования психологов и дидактов показали, что ограничение учебного процесса участием школьников только в частичном решении творческих задач (как это имеет место в процессе использования эвристического метода проблемного обучения) не приводит к формированию умений исследовать и решать целостные проблемы. Целостная задача требует умений анализировать ее условие в соответствии с вопросом задачи; преобразовывать основную проблему в ряд частных проблем; составлять план и этапы

решения проблемы; формулировать гипотезу; проверять полученное решение теоретически и экспериментально и т. д. Поэтому именно исследовательский метод можно считать наиболее эффективным методом обучения опыту творческой деятельности. С помощью исследовательского метода организуется *творческое усвоение знаний,* т. е. этот метод учит школьников применять известные им знания для решения проблемных задач и добывания новых знаний в результате такого решения. Кроме того, он обеспечивает *овладение методами научного познания* в процессе деятельности по поиску этих методов. Очевидно, что исследовательский метод является условием формирования интереса, потребности в самостоятельной, творческой деятельности у учащихся.

Характер заданий при исследовательском методе может быть самым разным: классные лабораторные работы и домашние практические задания; решение аналитических проблем; задания кратковременные и предполагающие достаточно длительный срок (неделю, месяц). В этом случае в настоящее время говорят о различных школьных проектах.

Такую деятельность организует учитель во время урока (урок-исследование) или в процессе внеурочной работы по физике. В процессе внеурочной деятельности исследование ученика более индивидуально, учитель уже не направляет его активно, а консультирует, корректирует исследовательскую деятельность ученика.

Чтобы добиться активного включения школьников в исследовательскую деятельность, учителю необходимо сначала погрузить учеников в проблему, организовав ее обсуждение. В результате дискуссии выдвигается и обосновывается гипотеза, формулируется исследовательская задача, которую необходимо решить на основе исследования, чтобы доказать гипотезу и превратить вероятностное знание в реальное.

Для планирования и выполнения исследования в классе рационально организовать исследовательские группы учащихся, в которых поставленная проблема решается на основе эксперимента. В группе происходит обсуждение плана эксперимента, распределяются роли для его выполнения, оценки результатов и формулировки выводов, представления выполненной работы. Такая совместная деятельность стимулирует решение проблем и обучает деятельности по их решению.

Наиболее благоприятные условия для использования данного метода создаются при выполнении лабораторных работ. Лабораторные работы, являющиеся неотъемлемой частью учебного процесса по физике, организуются, как правило, по инструкции учебника. В подобных инструкциях учащимся даются точные и подробные указания о действиях с представленными приборами, о необходимости проведения тех или иных измерений и пр. При подобной организации лабораторных работ школьники только фиксируют результаты необходимых измерений. Такие лабораторные работы, безусловно, полезны и необходимы, особенно на начальном этапе обучения физике. Однако цели и задачи обучения в современной школе требуют приобщения учащихся к самостоятельному, творческому поиску. Поэтому возникает необходимость в проведении исследовательских лабораторных работ, в инструкциях к которым определяются только условия деятельности, в рамках которых школьники смогут самостоятельно выявить возникшую проблему. Этапы исследования (план работы) школьники должны разработать сами (а иногда определить и подобрать необходимые для работы приборы и приспособления). Особенно целесообразно организовывать исследовательские лабораторные работы во время физического практикума.

Основным условием организации исследовательских заданий любого типа является прохождение учащимися всех или большинства этапов процесса исследования (с учетом требований посильности и доступности предлагаемых заданий). Целостное их решение и обеспечит выполнение исследовательским методом его функций (табл. 19).

Таблица 19

Возможности, преимущества метода	Условия эффективного применения	Недостатки
Обеспечивает самую высокую познавательную активность и самостоятельность учащихся Развивает творческие способности Учитывает индивидуальный уровень развития «сильных» учащихся	Сравнительно несложный материал Если учащиеся имеют навыки планирования и постановки самостоятельной работы с учебником и владеют приемами осуществления физического эксперимента	Требует очень большого количества времени Часто ставит «в тупик» «слабых» учащихся; непосилен для них, «выключает» из познавательной учебной деятельности

Очевидно, что вся группа продуктивных методов проблемного обучения (проблемного изложения, эвристический и исследовательский) призвана способствовать усвоению знаний и умений школьников на уровне их творческого применения. Однако учителю следует иметь в виду, что проблемное обучение вводится постепенно, по уровням, отражающим его сложность. Этапы применения методов представлены на рис. 21.



Рис. 21

Важным моментом является то, что проблемным обучение называют не потому, что весь учебный материал усваивается только путем самостоятельного решения проблем и «открытия» новых понятий. Здесь есть и объяснение учителя, и репродуктивная деятельность учащихся, и постановка задач, и выполнение учащимися упражнений. Но организация учебного процесса базируется на принципе проблемности, а систематическое решение учебной проблемы – характерный признак этого обучения. Важность отмеченных функций проблемного обучения состоит в том, что они отвечают задаче, поставленной обществом перед школой: научить молодых людей творчески мыслить, подготовить их к жизни, к практической работе.

Вопрос 5. Проблемное обучение и проблематизация учебного процесса по физике

Говоря о проблемном обучении, выделяя его как важный и необходимый элемент педагогического инструментария современного учителя физики, необходимо обратить внимание на одну важную тенденцию. В последнее время происходит некоторое «размывание» и расширение границ в понимании условий его использования.

В педагогической литературе достаточно часто встречаются утверждения, что эвристический метод (частично-поисковый) можно использовать в ходе почти каждого урока физики как в основной, так и старшей школе, постепенно приближая учащихся к самостоятельному решению проблем.

В рамках такого понимания часто отождествляют эвристический метод проблемного обучения с эвристической беседой.

В отличие от репродуктивной беседы, по мнению сторонников такой позиции, эвристическая беседа требует от учащихся не только воспроизведения своих знаний, но и осуществления небольшого творческого поиска. При эвристической беседе учитель направляет поиск, последовательно ставит проблемы или подпроблемы. В качестве примера приводится урок в 7-м классе по изучению темы о сообщающихся сосудах и выяснению закономерностей установления уровня жидкости в сообщающихся сосудах. Рекомендуется в начале урока продемонстрировать сообщающиеся сосуды (чайник, кофейник) и задать вопрос, как располагается жидкость в большом сосуде и в носике чайника или кофейника. Далее выясняется, что может произойти, если налить в чайник или кофейник жидкость выше уровня носика. Общий вывод: жидкость (вода) располагается в сообщающихся сосудах на одном уровне. Для теоретического обоснования этого экспериментального факта путем беседы определяется, что давления в сосудах одинаковы: $p_1 = p_2$. После актуализации формулы расчета давления (давление находится произведением плотности жидкости, высоты ее подъема h, константы g) обосновывается вывод, что однородная жидкость в сообщающихся сосудах устанавливается на одинаковом уровне $h_1 = h_2$. Далее рекомендуется организовать беседу, в результате которой определяется, как будут устанавливаться уровни

разнородной жидкости в сообщающихся сосудах. На опыте данный прогноз подтверждается.

К преимуществам такого урока, проведенного с использованием эвристической беседы, относят активизацию работы учащихся на уроке. Ученики приобретают умения задавать вопросы, аргументированно отвечать на них, делать предположения по решению проблемы, обосновывать свои предположения, делать выводы, т. е. приобретают умение решать проблемы.

В качестве других примеров по использованию исследовательского метода проблемного обучения можно включить задание такого типа: придумайте способ определения внутреннего сопротивления источника тока, если в вашем распоряжении имеются только амперметр и реостат.

Безусловно, в приведенной выше беседе и задании создаются условия для активизации познавательной деятельности школьников, но проблемной ситуации ни в первом, ни во втором случае нет; здесь нет противоречия наблюдаемого и прогнозируемого на основе системы актуализированных знаний. Уместнее говорить о проблематизации учебного процесса по физике.

Данное расширение понятия проблемного обучения связано с интерпретацией содержания понятия «проблемная ситуация», являющаяся фундаментом любого метода проблемного обучения.

В психолого-педагогических исследованиях последнего времени существует большое число определений проблемной ситуации и проблемы. Одни авторы трактуют проблему как практическую или теоретическую трудность, которая должна быть преодолена путем исследовательской работы школьников; другие определяют понятие проблемы через понятия «сложный вопрос», «исследовательская задача». Имеется сходная позиция и в трактовке проблемной ситуации. Проблемная ситуация в таком ракурсе представляет собой особый вид взаимодействия субъекта и объекта, при котором возникает явно или смутно осознанное затруднение, пути преодоления которого требуют поиска новых знаний и способов действий. Можно встретить и такое понимание: проблемная ситуация – это психическое состояние учащегося, испытывающего интеллектуальное затруднение, которое направляет его мыслительную деятельность.

Таким образом, любое практическое, познавательное и интеллектуальное затруднение начинают отождествлять с проблемной противоречивой ситуацией. При таком расширенном понимании проблемного обучения можно действительно считать любой урок изучения нового материала, на котором организуется беседа, проблемным, поскольку новый материал предполагает невозможность ответить на вопросы учителя по неизвестному материалу и вызывает познавательное затруднение. Вряд ли подобное понимание позволит решить задачи, которые решает проблемное обучение, даже несмотря на активизацию познавательной деятельности.

Дополнительную сложность в путанице понятий «проблемная ситуация» и «познавательное затруднение» представляет активное внедрение в школьную практику системно-деятельностного подхода. Здесь необходимо иметь в виду, что во многих случаях при организации исследования учитель начинает не с проблемы, а с исследовательской задачи. При выполнении исследовательской практической работы чаще всего решается именно исследовательская задача (без вызывания противоречивой ситуации).

Например, фронтальную лабораторную работу для 10-го класса «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» предлагается провести следующим образом.

На столах выставлены необходимые приборы: две-три последовательно соединенные батареи, реостат ползунковый, амперметр и вольтметр, ключ замыкания тока, резистор известного сопротивления, соединительные провода. На доске записаны задания. Задание 1 (основное): определите внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов. Задание 2: вычислите силу тока в цепи, если внешнее сопротивление равно R Ом. Проверьте полученное значение на опыте. Если результаты расчета и опыта не совпадут, укажите возможные причины. Значение сопротивления каждому ученику дается разное и отличное от того, которое было выбрано им при выполнении первого задания.

По мнению учителя, такой подход при осуществлении лабораторной работы можно считать воплощением проблемного метода обучения, что не совсем корректно. Здесь, действительно, идет исследование, осуществляется деятельностный подход в обучении, но только в рамках проблематизации учебного процесса по физике.

Аналогичная путаница возникает и при многих попытках реализовать проблемное обучение при решении физических задач. По мнению одного из учителей, проблемная (творческая) задача – это задача, в которой отсутствуют какие-либо прямые и косвенные указания на те физические явления, законами которых следует воспользоваться для решения. Например, почемучка из второго класса рассказал Пете: «Я взял детский шарик, надул его, туго завязал. Потер шарик о свою голову и, подбежав к стене, прислонил его. Затем убрал руку – шарик висел на вертикальной стене. Ты знаешь, почему шарик прилип к стене и не падает?» – спросил он Петю. Происходит отождествление понятий «творческая задача» и «проблемная задача».

Резюмируя, подчеркнем, что проблемное обучение может осуществляться любым из трех методов – проблемным изложением, частично-поисковым, поисковым (исследовательским), но в любом случае каждый метод проблемного обучения начинается с разработки и конструирования учителем проблемной ситуации, основой которой является противоречие. В остальных случаях необходимо говорить о проблематизации. Проблематизация учебного процесса по физике становится все более актуальной в связи с необходимостью придания учебному процессу по физике деятельностного характера обучения (включения системно-деятельностного подхода). Иными словами, как и в физической науке, в дидактике физики уточняются содержание понятийного научного аппарата, условия применимости и эффективности того или иного методического подхода или средства. Таким образом, в настоящее время более четко выясняются преимущества, функции и достоинства педагогического инструментария с тем, чтобы учитель имел возможность использовать именно тот метод (подход, средство, форму), который наиболее адекватен поставленным целям или задачам урока.

Вопросы для закрепления материала

1. Какие причины послужили истоками разработки проблемного обучения?
2. Каковы теоретические основы проблемного обучения?
3. В чем состоит сущность проблемного обучения?

4. Какие основные выводы из исследований А. Н. Леонтьева и С. Л. Рубинштейна по психологии мышления были положены в основу разработки теории проблемного обучения в отечественной школе?
5. В чем преимущество проблемного метода обучения?
6. Какова структура проблемного урока по физике?
7. Что такое проблемная ситуация?
8. Какими приемами и средствами может создаваться проблемная ситуация на уроках физики? Приведите примеры.
9. Какими методами может осуществляться проблемное обучение?
10. В чем отличие в целях методов проблемного обучения?
11. В чем заключается особенность проблемного изложения?
12. Какова особенность эвристического метода?
13. В чем особенность исследовательского метода?
14. Когда наиболее целесообразно использовать каждый метод проблемного обучения?
15. В чем отличие проблемного обучения от проблематизации учебного процесса по физике?

Лекция 5. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

План лекции

1. Понятия, их краткая характеристика. Содержание и объем понятий.
2. Методические подходы при формировании физических понятий.

Вопрос 1. Понятия, их краткая характеристика. Содержание и объем понятий

Формирование у школьников системы научных понятий – важнейшая задача каждого учителя. Важность данной задачи обусловлена компонентами и структурой системы физических знаний. Система физических знаний включает в себя:

- научные факты;
- научные понятия;

- физические законы;
- физические теории;
- принципы;
- физические картины мира.

В то же время все компоненты системы физических знаний, кроме научных фактов и принципов, включают в себя физические понятия.

Таким образом, полноценное усвоение школьниками содержания физических понятий выступает условием и залогом успешного обучения физике как школьному учебному предмету. В первую очередь необходимо обратить особое внимание на правильное понимание содержания деятельности учителя и учащихся в процессе работы над физическими понятиями.

Деятельность учителя будет эффективной только при условии, если он знает современное содержание формируемого понятия, его особенности, научные функции, этапы формирования понятий и условия полноценного усвоения содержания понятия школьниками. Особенность процесса обучения состоит в том, что в школе на уроках физики понятия вновь не формируются. Уже возникнув в самой науке, физические понятия становятся объектом изучения в школе. Следовательно, в первую очередь самому учителю необходимо осознать, что такое понятие, знать содержание физических понятий, изучаемых в различных классах.

В философском понимании понятие – одна из форм отражения мира на ступени познания, связанной с применением языка, форма (способ) обобщения предметов и явлений (URL: philosophydic.ru/ponyatie).

В «Новейшем философском словаре» понятие представляется как форма мысли, обобщенно отражающая предметы и явления посредством фиксации их существенных свойств. В «Современной энциклопедии» – это форма мышления, отражающая существенные свойства, связи, отношения предметов и явлений (URL: dic.academic.ru).

Таким образом, понятие можно определить как форму мышления, отражающую и фиксирующую существенные признаки вещей и явлений объективной действительности. В понятии фиксируется знание только существенных свойств (сторон) предметов и явлений окружающей действительности. Существенными называются те свой-

ства класса объектов, по которым данный класс объектов (явлений) отличается от других объектов (явлений).

В научном понятии выделяют его содержание и объем. В кратком виде эти аспекты понятий представлены на рис. 22.

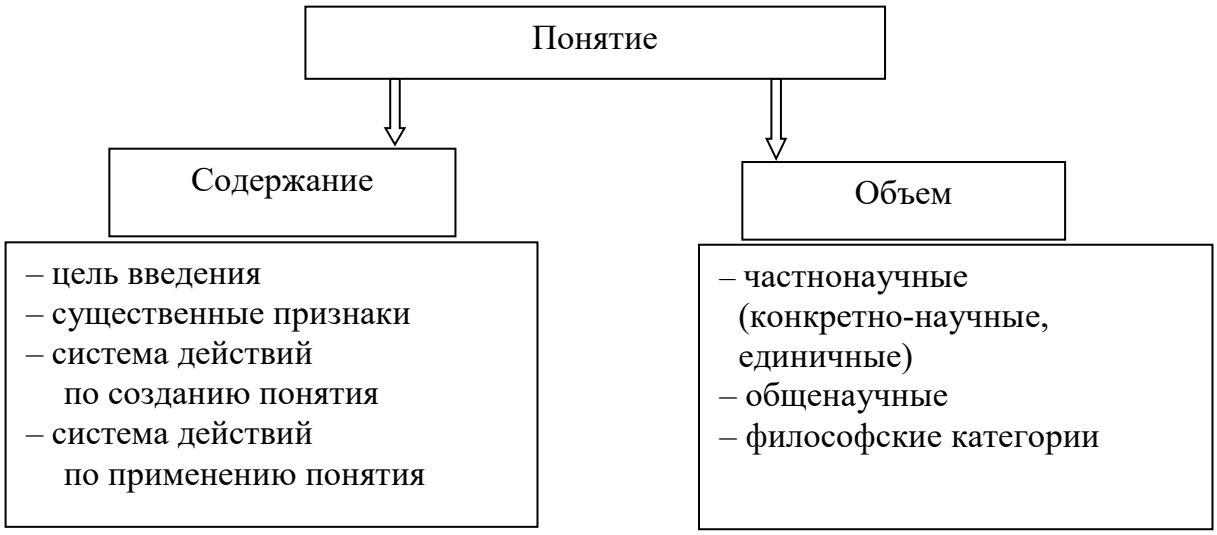


Рис. 22

Под объемом понятия понимается количество объектов, охватываемых данным понятием. По объему понятия подразделяются на единичные (частнонаучные), общенаучные и философские категории. В физике используются и изучаются все виды научных понятий. В данной лекции будет рассматриваться вопрос о формировании только конкретно-научных физических понятий.

В физике различают следующие основные группы понятий:

- структурные виды материи – вещество и поле;
- свойства тел, вещества и полей;
- физические величины, количественно характеризующие свойства тел и явлений;
- физические явления;
- приборы, машины, установки.

Содержание понятия обычно связывается с совокупностью существенных свойств (сторон) класса предметов или явлений, отражаемых в сознании с помощью данного понятия. Однако в содержание понятия входят и другие компоненты, обычно не затрагиваемые при их изучении. Именно поэтому с изучением содержания физиче-

ских понятий и связаны многочисленные проблемы при их усвоении школьниками. Одна из причин кроется в учебниках по физике. В них часто отсутствует системное изложение всего содержания понятия. Это касается практически всех компонентов его содержания. Наибольшие сложности связаны с таким элементом, как система действий по созданию понятия. В предыдущей лекции по проблемному обучению уже подчеркивалась важность знакомства школьников с *механизмом получения* физических знаний для развития мышления. Здесь же следует обратить внимание, что научное понятие само по себе в природе не существует, фактически любой компонент системы физических знаний – интеллектуальный конструкт, *интеллектуальный продукт системы деятельности ученых,* оформленный в виде логической модели (понятия, закона, теории и физической картины мира).

М. Планк подчеркивал, что «наука находит понятия, с которыми она работает, не готовыми: она их впервые искусственно создает и только потом постепенно совершенствует» (URL: indbooks.in/mirror3.ru?p=148627).

Таким образом, учителю необходима специальная дополнительная работа с научной, методологической, исторической и методической литературой по физике, чтобы восполнить данный пробел и знакомить школьников с деятельностью ученых по созданию понятия. На следующей лекции, касающейся методики изучения физических величин, этот вопрос будет рассмотрен более подробно. В этой лекции основное внимание уделено рассмотрению системы существенных признаков изучаемых физических понятий.

Наибольший вклад в данный вопрос был внесен работами А. В. Усовой, создавшей челябинскую методическую школу по методике обучения физике. Ею проведено специальное философско-психологическое исследование, касающееся вопросов становления содержания научных понятий в плане определения существенных признаков физических понятий различного класса. Результаты исследования представлены в форме известных в методике обучения физике планов обобщенного характера. Обобщенными они называются потому, что в них отражена общая, одинаковая структура существенных признаков понятий конкретного класса из любой области есте-

ствознания. Для методики обучения физике это означает, что существует общий подход по изучению системы физических понятий, относящихся к конкретному классу. Педагогическая практика показала большую эффективность данных планов как при подготовке учителя к уроку, так и при контроле усвоения знаний школьников.

План изучения явления

1. Признаки, по которым обнаруживается явление.
2. Условия, при которых протекает явление.
3. Сущность явления, механизм его протекания (объяснение на основе теории).
4. Определение явления.
5. Связь данного явления с другими (или факторы, от которых зависит протекание явления).
6. Количественные характеристики явления.
7. Использование явления на практике.
8. Способы предупреждения вредного действия явления на человека и окружающую среду.

План изучения физических величин

1. Какое явление или свойство тел характеризует данная величина?
2. Определение величины.
3. Определительная формула.
4. Какая это величина – скалярная или векторная.
5. Единицы величины в СИ.
6. Способы измерения величины.

План изучения приборов

1. Назначение прибора.
2. Принцип действия прибора.
3. Схема устройства прибора (основные части, их назначение).
4. Правила пользования прибором.
5. Область применения прибора.

Планы обобщенного характера разработаны и для других компонентов системы физических знаний.

План изучения законов

1. Связь между какими явлениями или величинами выражает данный закон?
2. Формулировка закона.
3. Когда и кто впервые сформулировал данный закон?
4. Математическое выражение закона.
5. Опыты, подтверждающие справедливость закона.
6. Учет и использование закона на практике.
7. Границы применимости закона.

План изучения теории

1. Научные факты, послужившие основанием для разработки теории.
2. Понятийный аппарат теории.
3. Основные положения (постулаты, принципы или законы) теории.
4. Математический аппарат.
5. Экспериментальные факты, подтверждающие справедливость основных положений теории.
6. Круг явлений, объясняемых теорией.
7. Явления и свойства тел, предсказываемые теорией.

Цель введения понятия достаточно часто отражена в определении понятия, рассмотрение которого будет чуть позже. Такой компонент содержания понятий, как система действий по применению понятия, отражен в очень большом блоке методических исследований, посвященном методике решения физических задач, и является предметом специального рассмотрения.

Вопрос 2. Методические подходы при формировании физических понятий

Вопросы формирования понятий рассматривались большим количеством методистов, такими как С. В. Анофрикова, А. В. Усова, С. В. Москвин, Э. Д. Новожилов, О. П. Терехова, А. Н. Шимина, Н. В. Шаронова и др. Наиболее значимыми для дидактик обучения, включая методику обучения физике, можно признать три подхода: традиционный подход, теория поэтапного формирования умственных действий и теория формирования понятий на теоретическом уровне обобщения. В кратком виде содержание и структура данных методических подходов отражены в табл. 20.

Таблица 20

Традиционный подход	Теория поэтапного формирования умственных действий	Формирование понятий на теоретическом уровне обобщения
Разработчики: М. Н. Шардаков, А. В. Усова Идея: понятие есть результат цепочки: ощущение – восприятие – представление – понятие *Этапы деятельности* Наблюдение единичных объектов или явлений Обогащение наблюдений Выделение существенных признаков Уточнение понятия Определение понятия Практическое применение и проверка его усвоения Расширение и углубление понятия	Разработчики: П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина Идея: понятие есть результат преобразования внешних материализованных действий во внутренний умственный план *Этапы деятельности* Мотивационный этап Материализованные действия с объектами (моделями) Определение в громкой речи Формирование действия во внутреннем плане (умственное оперирование понятием)	Разработчики: В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин Идея: логика формирования понятия должна идти «от абстрактного к конкретному» (от общего к частному) *Этапы деятельности* Знакомство с генетически исходной клеточкой определенного класса понятий (принципом образования) Введение понятия Конкретизация понятия Расширение содержания понятия Проверка усвоения содержания понятия

Ниже приведена подробная характеристика данных подходов.

Традиционный подход связан с исследованиями психолога М. Н. Шардакова и методиста (и психолога) А. В. Усовой. Они исходят из положения о том, что наше познание проходит через последовательный ряд таких этапов, как ощущение – восприятие – представление – понятие.

Ощущение – первоначальная форма отражения действительности. Это отражение в сознании отдельных свойств предметов (физических объектов) при их непосредственном воздействии на органы чувств человека. Ощущение входит в состав восприятия. Восприятие –

это отражение в сознании окружающих предметов и явлений, действующих при непосредственном воздействии их на органы чувств. Например, поверхность мы можем воспринимать по цвету, неровности, шероховатости. Вместе с ощущением в состав восприятия входит прежний опыт и имеющиеся знания. Это первая ступень познания.

На второй ступени происходит переход к абстрактному мышлению, т. е. мышлению в понятиях. Представление является уже особой ступенью познания, ступенью перехода от живого созерцания к мышлению. Представление связано с образами ранее воспринятых предметов. Эти предметы в данный момент могут не действовать на наши органы чувств. Представления возникают на основе предшествующих восприятий как результат их обобщения. Наконец, в результате работы мышления над воспринимаемыми и представляемыми предметами создаются понятия. Рассмотрим содержание деятельности на каждом этапе более подробно.

Этапы формирования понятия

Этап 1-й. Организация наблюдений единичных объектов или явлений

Этот этап связан с чувственно-конкретным восприятием**,** которое может осуществляться в различных условиях (домашние наблюдения, наблюдения за объектами, демонстрируемыми учителем или в процессе фронтального эксперимента, просмотре видеороликов и т. п.). К числу воспринимаемых объектов относятся и знаковые изображения объектов (на схемах, графиках, в формулах и т. д.).

Вначале учащиеся наблюдают за единичными объектами. Например, ведут наблюдение за изменением объема воды, налитой в пробирку со вставленной в нее узкой трубкой, при ее нагревании. Учащимся предлагается зафиксировать начальный уровень жидкости до нагревания, затем – после нагревания. Обнаруженное при этом повышение уровня жидкости в трубке объясняют следствием увеличения ее объема. Однако на этом чувственное восприятие учащихся не должно заканчиваться. Учитель целенаправленно обращает внимание, что наука не может ограничиться наблюдением лишь одного объекта, поскольку не исключено, что наблюдаемая особенность может быть присуща только для случайно выбранного объекта.

Этап 2-й. Обогащение наблюдения

После наблюдения за единичными объектами должно быть организовано «обогащение наблюдений» (по терминологии М. Н. Шардакова). Так, при изучении теплового расширения учитель предлагает ученикам понаблюдать за изменением объема при нагревании других жидкостей. Для этого используется набор пробирок или колб с различными жидкостями. Вначале резиновыми колечками фиксируют уровни жидкостей в трубках при комнатной температуре (до нагревания). Они одинаковы. Затем в ванночки наливают заранее подогретую воду и предлагают учащимся наблюдать изменение уровня жидкости в различных пробирках (разных жидкостей). Вновь подтверждается факт изменения объема и уровней жидкостей.

Этап 3-й. Выделение общих существенных признаков изучаемых объектов (предметов, явлений, свойств тел)

Проводимое ранее наблюдение сопровождается сравнением, сопоставлением, что позволяет выделить общие существенные признаки (свойства), связи и отношения и тем самым подготовить учащихся к обобщению. В приведенном примере таким общим существенным признаком для всех наблюдаемых жидкостей следует назвать увеличение объема при нагревании. Учащиеся приходят к выводу о том, что при нагревании расширяются все жидкости. Далее учитель задает вопрос, может быть, эта особенность присуща только жидкостям? Учащихся побуждают прийти к выводу о проведении аналогичных опытов с другими агрегатными состояниями вещества. С этой целью организуется наблюдение за изменением при нагревании объема газов твердых тел. Только после проведенной серии опытов с твердыми, жидкими и газообразными телами учащиеся приходят к более общему выводу: при нагревании увеличиваются объемы всех тел: твердых, жидких и газообразных.

Данный этап сопровождается абстрагированием. В рассмотренном примере для обозначения общего, существенного для всех тел свойства вводится термин «тепловое расширение». Теперь, пользуясь данным термином, говорят о тепловом расширении как о чем-то существенном, что присуще всем веществам, независимо от того, в каком состоянии они находятся – в твердом, жидком или газообразном.

Этап 4-й. Уточнение и закрепление в памяти существенных признаков понятия

Уточнение понятия происходит на основе отграничения существенных признаков от несущественных (варьирование несущественных). Упражнения по варьированию несущественных признаков впервые были описаны советским психологом Е. Н. Кабановой-Меллер. Суть их заключается в том, что в объектах, предлагаемых вниманию учащихся, при наличии общих существенных признаков имеются свои индивидуальные различия, индивидуальные (несущественные) признаки. Наблюдая за разнообразными признаками, учащиеся должны выделить из них существенные.

В разобранном примере уточнение связано также с выделением общего существенного признака, который должен быть далее отделен от несущественного. Жидкости могут быть налиты в сосуды различной формы и взяты в разном объеме. Но во всех случаях их объем при нагревании увеличивается. То же самое устанавливается и относительно твердых тел. Здесь возможны наблюдения с шаром Гравезанда или монетой, расположенной между двумя вбитыми в деревянный брусочек гвоздями, или металлической пластинкой. Все они независимо от формы и вещества, из которого сделаны, при нагревании расширяются и изменяют свой объем.

Данный этап чрезвычайно важен. Например, при изучении явления отражения и решении задач на закон отражения учащиеся допускают ошибки из-за недопонимания того, что такое угол падения и угол отражения. За угол отражения они часто принимают угол между отраженным лучом и поверхностью. Многие испытывают затруднения при определении направления отраженного луча. На этом этапе должен варьироваться такой несущественный признак, как ориентация в пространстве отражающей поверхности. Обычно в задачах, предлагаемых по геометрической оптике, отражающая поверхность располагается горизонтально. В этом случае учащиеся сравнительно легко находят угол отражения и определяют направление отраженного луча, используя механическую память. Но стоит только изменить в задаче ориентацию отражающей поверхности, как у учеников возникают затруднения. Если же до начала решения задач предлагаются 1 – 2 упражнения рассмотренного выше типа, трудности в решении задач на закон отражения снимаются.

Выполнение аналогичного упражнения по различному расположению в пространстве рычага способствует уяснению школьниками понятия «плечо силы» (рис. 23).

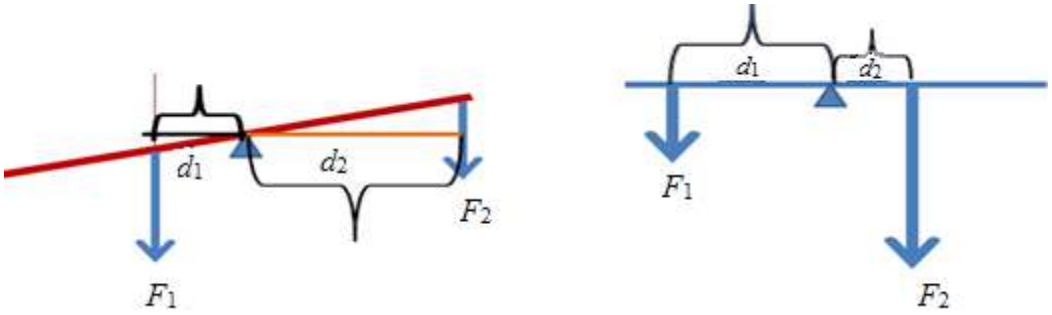


Рис. 23

Другой прием уточнения понятия – отграничение данного понятия от других, сходных с заданным понятием по каким-либо признакам, очень важно при изучении различных сил. Педагогическая практика показывает, что ученики часто связывают силу давления с силой тяжести и считают, что она направлена вертикально вниз, перпендикулярно к горизонтальной поверхности. Происходит это потому, что при изучении давления опираются только на такие примеры, когда сила давления направлена вертикально вниз: брусок давит на поверхность стола, лыжник производит давление на снег, поезд давит на рельсы. Чтобы исключить ошибку, нужно приводить примеры, когда сила давления направлена горизонтально, под углом к горизонту и т. д. Например, необходимо указать направление силы, действующей в следующих случаях: на доску кнопкой прикалывают объявление; кровельщик на крыше прибивает гвоздями лист железа; кусачками перекусывают проволоку и др.

Варьирование несущественными признаками особенно эффективно осуществляется с помощью решения графических задач.

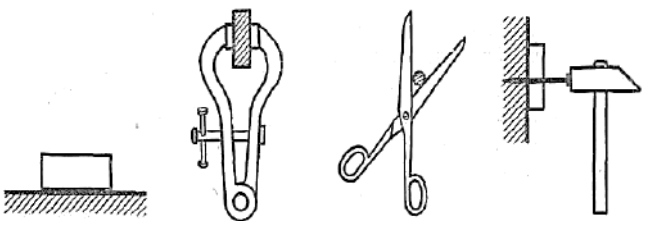


Рис. 24

Примером может служить задача с изображением силы давления, действующей в различных направлениях, как показано на рис. 24. Здесь несущественным признаком вновь является ори-

ентация в пространстве поверхности, на которую производится давление. Существенный признак – перпендикулярность направления действия силы к этой поверхности.

Варьирование несущественными признаками понятий обеспечивает правильное и прочное усвоение учащимися существенных признаков понятий, учит легко находить данное понятие в любой ситуации по его существенным признакам.

Этап 5-й. Определение понятия

Способы определения понятий. Наиболее эффективным подходом для формирования у учащихся умения давать определение понятия является определение нового понятия путем указания ближайшего рода и видовых отличий. При таком подходе определение понятия начинается с указания рода, в который в качестве вида входит определяемое понятие. Далее указывается видовое отличие понятия по специфическому существенному признаку отличия от других видов.

В рассматриваемом примере ближайшим родовым понятием служит «явление» (точнее, физическое явление), видовым отличием – увеличение объема тела при его нагревании. В итоге можно дать следующее определение понятия: тепловым расширением называется явление увеличения объема тел при их нагревании.

Рассмотрим этот подход на примере двигателей. Один вид двигателя отличается от другого видом энергии, которая преобразуется в механическую. Для электрического двигателя – это энергия электрического тока. Для теплового двигателя – внутренняя энергия, получаемая при сгорании топлива. Так, электрическим называется двигатель, в котором энергия электрического тока преобразуется в механическую. В данном случае электрический двигатель – определяемое понятие, т. е. понятие, существенные признаки которого отыскиваются. Определяющее понятие имеет родовые и видовые признаки, в данном случае – это двигатель. Родовой признак должен указывать ближайшее высшее понятие, не перескакивая через него. Например, определение «паровая турбина есть двигатель, преобразующий энергию пара в механическую» – неверно, так как ближайшим по роду к паровой турбине будет не просто двигатель, а тепловой двигатель.

Есть понятия достаточно широкие, которые нельзя подвести под названный способ определения. В этих случаях в логике прибегают к следующим приемам: указание, объяснение, описание, характеристи-

ка, сравнение, различение. К указанию прибегают в том случае, когда к пониманию смысла определения учащиеся не готовы.

Этап 6-й. Практическое применение и проверка его усвоения

На данном этапе учитель организует деятельность школьников по применению понятия в решении элементарных задач учебного характера. Задачи могут быть как качественными, так и количественными с использованием тех законов, куда входит изучаемое понятие.

Этап 7-й. Расширение и углубление понятия

Данный этап предполагает установление связи этого понятия с другими (ранее усвоенными) понятиями, что осуществляется различными методами в зависимости от типа понятия. При формировании понятия о явлениях организуются опыты и наблюдения, на основе которых устанавливается зависимость явления от условий, в которых оно протекает, например, зависимость интенсивности испарения жидкости от величины свободной поверхности и ее температуры. При формировании понятия о температуре кипения учащиеся могут самостоятельно выполнить опыты, на основе которых устанавливают факт постоянства температуры жидкости при кипении, а на опытах, демонстрируемых учителем, убеждаются в зависимости температуры кипения от давления. Выявлению (уточнению) связей между величинами способствуют построение графиков зависимости между величинами и их анализ, а также анализ формул, полученных на основе опытов или теоретических рассуждений.

Иначе говоря, суть данного этапа заключается в том, что изучаемое включается в новые связи с понятиями, формируемыми в процессе изучения новых тем или разделов курса, а также с понятиями, формируемыми при изучении других учебных дисциплин. В силу этого данный этап может быть распределенным и рассредоточенным по времени. Например, понятие «квант энергии», которое было введено при изучении темы «квантовые свойства света», включается в систему понятий теории относительности. Здесь устанавливается связь импульса фотона, частоты и скорости распространения света. Другой пример касается установления общности (справедливости) законов сохранения энергии и импульса для макротел и частиц вещества и поля. Еще один пример связан с понятием «сопротивление», где изучается связь данной величины не только с током и напряжени-

ем, но и устанавливается связь с геометрическими размерами проводника и его веществом.

Данный этап становится еще более значимым при введении концентрической структуры школьного курса физики, где на втором концентре фундаментальные физические понятия изучаются более углубленно и в разных разделах физики.

Заметим, что имеются и такие методические исследования, где указанные А. В. Усовой этапы детализируются и вводятся дополнительные (классификация понятий, применение понятия при решении творческих задач, новое обогащение понятия и вторичное определение и др.).

Для учителя физики чрезвычайно важно выделить такой факт: проведенные исследования показали, что исключение из процесса формирования сложных понятий хотя бы одного из описанных этапов приводит к определенным недостаткам в усвоении понятия учащимися, вызывает у них определенные трудности по оперированию понятием при решении различного рода задач и, прежде всего, задач творческого характера.

Без активной познавательной деятельности школьников на всех этапах формирования понятий ни одно из них не может быть полностью усвоено учащимися. Они могут запомнить название термина, дать формальное определение понятия, но если оно не будет должным образом уточнено, отдифференцировано от других, сходных с ним по каким-либо признакам, если не будут усвоены его многообразные связи и отношения, то ученик не сможет им оперировать в решении задач не только творческого характера, но и задач элементарного уровня.

Рассмотренный традиционный подход при формировании физических понятий используется в педагогической практике наиболее широко, но не лишен и недостатков. Проблемы связаны со следующими моментами:

- недостаток времени (для проведения многочисленных опытов при обогащении понятия и установления его связи с другими понятиями требуется достаточно большое время, которым учитель просто не располагает);
- отсутствие у учащихся критериев разграничения существенных признаков от несущественных.

Например, существенный признак силы давления (перпендикулярность направления силы по отношению к поверхности) был выявлен в течение всей человеческой практики, когда было установлено, что наиболее сильные разрушения и деформации происходят в этом направлении. Именно социальная практика предопределила необходимость выделения перпендикулярной составляющей силы и обозначения ее термином. Установить этот момент, лишь наблюдая за двумя или тремя демонстрационными опытами учителя, школьники не в состоянии. Да и сами исследователи признают, что ученики оперируют понятиями, но указать их существенные признаки не могут. Это касается практически всех понятий.

Именно поэтому в методике обучения физике происходил активный поиск других методических подходов в осуществлении процесса формирования физических понятий.

Теория поэтапного формирования умственных действий

Данный подход разработан психологами П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной. Главная идея подхода заключается в утверждении первичности внешней человеческой деятельности по отношению к процедуре формирования интеллектуальных конструктов (понятий). Лишь после опыта этой деятельности должно происходить преобразование внешних материализованных действий во внутренний умственный план (интериоризация). Отсюда следует вывод, что в учебной деятельности при формировании научных понятий генетически исходной признается внешняя предметно-чувственная деятельность школьников, от которой будут произведены дальнейшие психические и интеллектуальные действия.

Одной из особенностей данной модели, используемой для формирования физических понятий, является введение мотивационного этапа, цель которого направлена на создание условий для возникновения у школьников интереса и потребности в дальнейшей деятельности. Только после осуществления мотивационного этапа можно переходить к материализованным действиям с объектами или их моделями. При этом все действия школьников должны сопровождаться внешним проговариванием своей деятельности (определение в громкой речи, внешнее проговаривание). И лишь после успешного выполнения этого этапа возможен переход к формированию действия во внутреннем плане (внутренней речи, умственным оперированием понятием).

Данный подход в экспериментальном обучении показал значительную эффективность и обеспечил хорошее качество знаний школьников. Однако и здесь были выявлены методические сложности. Первая из них связана, как и в традиционном подходе, с большим недостатком времени. К примеру, изучение понятия «давление» в экспериментальном обучении 7-го класса потребовало проведения 7 – 10 двадцатиминутных занятий. В условиях массового школьного обучения это вряд ли возможно. Вторая, более существенная причина сложности использования этого подхода, связана с необходимостью знания основы ориентировочных действий (ООД) по созданию конкретного понятия и действий материализованного плана, которые должны быть осуществлены школьниками. Следующая проблема касается необходимости пооперационной отработки каждого необходимого действия, поскольку непременным условием перехода к следующей операции становится отработка предыдущей. Поэтому рассмотренный подход широкого распространения в педагогической практике не получил.

Еще один подход разработан В. В. Давыдовым и Д. Б. Элькониным – **методика формирования понятий на теоретическом уровне обобщения**. Фундаментальная основа подхода связана с идеей о том, что у каждого класса научных понятий есть генетически исходная «клеточка», или принцип образования всех понятий данного класса. Генетически исходная клеточка связана с целью создания того или иного класса научных понятий. Эта цель тождественна у понятий, которые относятся к этому классу, поэтому принцип конструирования каждого единичного понятия конкретного класса один и тот же, отличаются лишь приемы реализации общего принципа. Отсюда вытекает особенность данного подхода:

- выявление и знакомство с генетически исходной клеточкой класса понятий (принципом образования);
- усвоение генетически исходной клеточки прежде изучения конкретного понятия;
- понятия должны усваиваться путем рассмотрения предметно-материальных путей их происхождения;
- знание приемов реализации общего принципа;
- действия в основном в умственном плане.

Данный подход применим к любым научным понятиям. Если говорить о физических понятиях, то усвоение физического понятия школьником идет в логике от абстрактного (первоначального усвоения принципа образования физических понятий одного класса) к конкретному (усвоению содержания отдельного единичного понятия), т. е. от общего к частному.

Ниже приведена систематизирующая таблица, в которой деятельность по формированию физических понятий в рамках данного подхода рассмотрена более подробно (табл. 21).

Таблица 21

Этапы деятельности	Действия учителя
1. Предъявление учащимся генетической основы изучаемой группы понятий	1. Раскрыть перед школьниками причины, цели введения в физику изучаемой группы понятий 2. Ознакомление с принципом и приемами конструирования понятий данного типа
2. Введение изучаемого понятия	1. Введение термина понятия 2. Подведение термина под соответствующую группу понятий 3. Актуализация принципа конструирования понятий данного типа 4. Показ становления понятия как нахождения конкретного приема реализации общего принципа
3. Конкретизация понятия	1. Уточнение признаков понятия (вариативность несущественных признаков) 2. Применение понятия
4. Расширение содержания понятия	1. Определение места понятия в системе понятий 2. Установление связей данного понятия с другими внутри теории 3. Определение места и значения понятия в соответствующей физической картине мира
5. Проверка усвоения содержания понятия	Проведение различного рода проверочных работ

Конкретизация этого подхода будет показана в следующей лекции, посвященной вопросу методики формирования физических величин на теоретическом уровне обобщения.

Главная сложность данного подхода связана с незнанием генетически исходной клеточки (принципа) образования различных классов физических понятий. Это требует специальных научных методологических и методических исследований.

Таким образом, для успешного формирования у учащихся физических понятий необходимо соблюдение учителем целого ряда условий:

- знание учителем современного содержания формируемого понятия на основе работы с научной литературой, анализа определения понятия, его интерпретации в вузовских и школьных учебниках;
- знание возможных источников образования понятия и их влияния на качество усвоения формируемых понятий;
- соблюдение этапов формирования понятий в рамках того или иного методического подхода;
- организация активной познавательной деятельности учащихся на всех этапах формирования понятия.

Вопросы для закрепления материала

1. Какова роль понятий в познании мира, мышлении личности?
2. Почему усвоение школьниками физических понятий является одной из основных задач учителя физики?
3. Что такое понятие?
4. Какие характеристики понятий вам известны?
5. Что входит в содержание понятий?
6. Какие физические понятия входят в систему физических знаний?
7. Какова роль обобщенных планов изучения понятий?
8. Какие методические подходы по формированию понятий вы знаете?
9. На какую основную идею опирается традиционный подход при формировании физических понятий?
10. Какие ученые разработали традиционный подход?
11. Какие этапы входят в традиционную методику формирования физических понятий?
12. Что такое «вариативность несущественных признаков»?

13. Что представляет собой деятельность учителя по уточнению содержания изучаемого понятия?

14. В чем заключаются проблемы традиционного подхода?

15. Какие этапы входят в теорию поэтапного формирования умственных действий? Кто является создателем данного подхода?

16. Какие проблемы связаны с внедрением в педагогическую практику теории поэтапного формирования умственных действий?

17. Каковы особенности теории формирования научных понятий на теоретическом уровне обобщения? Кто является создателями данного подхода?

18. Какие этапы входят в модель формирования научных понятий на теоретическом уровне обобщения?

19. Почему теория формирования научных понятий на теоретическом уровне обобщения не находит широкого распространения в педагогической практике?

Лекция 6. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ О ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ НА ТЕОРЕТИЧЕСКОМ УРОВНЕ ОБОБЩЕНИЯ

План лекции

1. Особенности методических подходов при формировании физических понятий.
2. Содержание деятельности учителя при формировании знаний о физических величинах на теоретическом уровне обобщения.
3. Примеры раскрытия содержания некоторых физических величин.

Вопрос 1. Особенности методических подходов при формировании физических понятий

Самую многочисленную группу понятий, изучаемых в школьном курсе физики, составляют физические величины. Это особые понятия, поскольку в них сочетаются качественная и количественная характеристики свойств объектов и явлений. ГОСТ 16263-70 дает следующее определение физической величины: «Физическая величи-

на – свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта» (URL: physics.altspu.ru/Metodist?...).

В общем случае при формировании знаний учащихся о физических величинах учитель может использовать три подхода: традиционный (М. Н. Шардаков, А. В. Усова), теорию поэтапного формирования умственных действий (П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина) и методику формирования знаний на теоретическом уровне обобщения (В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин).

Все подходы принципиально отличаются друг от друга.

Традиционный подход основан на эмпирическом (опытном) обобщении и является результатом цепочки: ощущение – восприятие – представление – понятие. Исходным этапом данной методики считается организация наблюдений учащихся на уровне чувственно-конкретного восприятия. Далее в результате индуктивного исследования целого ряда физических экспериментов школьников подводят к выделению существенного свойства, формулируя общий эмпирический вывод. Достоинством данного подхода следует назвать создание условий для формирования экспериментальной культуры учащихся и знакомство с опытным методом исследования природы.

Недостаточно высокий уровень усвоения школьниками содержания физических величин связан с тем, что в обычной школьной практике учитель, не знакомя с причинами и системой действий по созданию класса физических величин, излагает материал параграфа школьного учебника, в котором целостное содержание понятия не представлено. В лучшем случае содержание понятия изучают, используя план обобщенного характера. Как показывает практика, многими учителями пропускаются этапы обогащения и уточнения понятия (вариативности несущественных признаков и отграничения от других, имеющих некоторые общие черты).

Имеются ситуации, когда учитель ведет рассказ, зная систему существенных признаков, но не знакомя школьников с планом обобщенного порядка в явном виде. Однако учащиеся сами не в состоянии увидеть общую схему изучения различных физических величин, идет опора только на механическую память.

В основном на эмпирическом уровне осуществляется методика формирования знаний учащихся о физических величинах (понятиях) в рамках теории поэтапного формирования умственных действий, поскольку первичной является материализованная деятельность школьников с реальными объектами или их моделями. Эти действия становятся основой и источником формирования деятельности школьников в умственном, интеллектуальном плане. В этом подходе предполагается обширная индивидуальная практическая деятельность школьников, пооперационная отработка этой деятельности первоначально в громкой речи и только потом переход к деятельности в умственном плане. Обучение при таком подходе занимает большее время, чем предусмотрено программами.

Развитие данной теории привело к различению типов обучения по видам основы ориентировочных действий. Основа ориентировочных действий первого типа включает в себя только действия и их продукты. Никаких указаний о порядке выполнения не дается. Ученики действуют самостоятельно путем проб и ошибок. Действия в этом случае оказываются неустойчивыми и несформированными. ООД второго типа предполагает включение указаний относительно состава и порядка выполнения действий. Обучение в таком случае идет гораздо быстрее, но выделенная система действий пригодна только для единичных конкретных ситуаций. При третьем типе ООД формирование того или иного действия начинается с выяснения его основ и принципов. Обучение по этому типу связано с овладением учащимися общим принципом построения структуры осваиваемого действия. Сравнительный анализ 2-го и 3-го типов ООД дан В. В. Давыдовым. Он показал, что обучение по 2-му типу – это ориентировка без проникновения в сущность, он формирует эмпирическое мышление. Третий тип – это ориентировка на сущность, путь к формированию теоретического мышления.

Таким образом, первые два подхода (кроме использования ООД третьего типа) способствуют появлению у школьников эмпирического типа мышления, создают условия для знакомства и усвоения учащимися механизма эмпирической научной деятельности. Эти методики формирования знаний учащихся о физических величинах реализуются в рамках логики индуктивного подхода, индуктивного обобщения.

Третий подход исходит из принципиально иной идеи и ориентирован на формирование теоретического типа мышления. Он отличается глубиной проникновения в сущность изучаемого понятия (физической величины). Процесс усвоения содержания понятия возможен при анализе единичного наблюдения. Мыслительная деятельность при этом направлена на вскрытие исходного всеобщего отношения всей группы аналогичных понятий, на постижение сущности понятия. Принципиальные установки теоретического мышления и принципы организации познавательной деятельности учащихся представлены в табл. 22.

Таблица 22

Принципиальные установки теоретического типа мышления	Принципы организации познавательной деятельности учащихся
Процесс выработки понятия идет в процессе анализа конкретного случая	Возможна организация анализа единичного или минимального количества демонстраций
Мыслительная деятельность направлена на вскрытие Генетически исходного отношения	Формирование понятия основано на изучении причин, истоков, принципа образования данного понятия
Конкретизация понятия сводится к показу конкретных способов реализации возникновения отдельных понятий из генетически исходного отношения	Процесс овладения содержанием понятия основан на отработке в сознании учащихся конкретного способа реализации принципа конструирования понятий данной группы

Таким образом, общая постановка вопроса об изучении понятия осуществляется на основе показа действия генетической основы соответствующего класса понятий. Вычленение генетически общего сразу ставит школьника в теоретическое отношение к предмету изучения, формирует теоретический подход к действительности. Соответственно изменяется и структура познавательной деятельности учащихся. Она происходит *в логике разворачивания дедуктивного подхода*. Вначале формируются учебно-познавательные мотивы, ставится задача овладеть общим подходом изучения однотипного материала. Последующая методическая деятельность учителя направлена на овладение школьниками обобщенного способа создания целостного класса физических величин и постановку задачи его использования в дальнейшем как средства осмысления содержания каждой конкретной физи-

ческой величины. В систематизированном виде особенности методики формирования знаний учащихся на теоретическом уровне обобщения описаны в табл. 23.

Таблица 23

Формирование учебно-познавательного мотива	Возможность овладения содержанием понятия физической величины через их общую основу – принцип образования
Постановка учебной задачи	Усвоение содержания изучаемой величины на основе работы общего принципа
Овладение средством достижения цели	Усвоение принципа образования класса физических величин
Изучение учебного материала	Усвоение содержания конкретной изучаемой физической величины через принцип образования данного класса понятий

Такой подход возможен не ранее 9-го класса, что связано с необходимостью развития достаточного уровня абстрактного мышления.

Вопрос 2. Содержание деятельности учителя при формировании знаний о физических величинах на теоретическом уровне обобщения

Структура методической деятельности учителя

Требования формирования теоретического типа мышления, логика разворачивания теоретического понятия предопределяют исходный пункт развертывания процесса формирования понятия физических величин, его первоначальный этап. Им должен быть показ, предъявление школьникам генетически исходного отношения – принципа образования класса физических величин. Цель данного этапа – усвоение школьниками основы, фундамента, принципа образования этого класса физических понятий. Одновременно на доступном для учащихся материале учитель должен подвести школьников к осознанию способов конструирования величин различных типов и видов, для чего необходимо привлечение материала о физических величинах, изученных в 7-м и 8-м классах.

В дальнейшем будет осуществляться движение «по спирали». При изучении содержания новой величины каждый раз будет происходить «возврат» к этому принципу, его актуализация и выяснение того, каким конкретным приемом был реализован общий принцип. Развитие понятия будет происходить по мере расширения и обогащения содержания понятия в процессе дальнейшего изучения. Более детально действия учителя по раскрытию содержания конкретных физических величин можно представить в виде дидактической модели, представленной в табл. 24.

Таблица 24

Этапы деятельности	Действия учителя
1. Предъявление учащимся генетической основы класса физических величин	1. Раскрыть перед школьниками причины, цели введения в физику класса понятий физических величин 2. Ознакомить с принципом и приемами конструирования класса физических величин
2. Введение изучаемого понятия	1. Введение термина понятия 2. Подведение термина под класс физических величин 3. Актуализация принципа конструирования понятий класса физических величин 4. Показ становления величины как нахождения конкретного приема реализации общего принципа (принципа образования класса физических величин)
3. Конкретизация понятия	1. Уточнение признаков понятия (вариативность несущественных признаков) 2. Применение понятия
4. Расширение содержания понятия	1. Определение места изучаемой величины в системе понятий 2. Установление связей данной величины с другими внутри теории 3. Определение места и значения изученной величины в соответствующей ФКМ
5. Проверка усвоения содержания понятия	Проведение различного рода проверочных работ

В свою очередь, деятельность учителя, позволяющая осуществить осмысление и осознание школьниками содержания конкретной величины, должна осуществляться поэтапно. Таких этапов может быть пять, содержание их описано в табл. 25.

Таблица 25

Этапы	Дидактическая цель	Уроки
Пропедевтический	Подведение школьников к осознанию «сделанности» понятия путем выполнения определенной системы действий	Уроки в 7 – 8-х классах
Предъявление генетической основы класса физических величин	Выявление принципа конструирования класса понятий «физическая величина»	Дополнительный урок, обобщающий материал 1-го этапа
Знакомство с приемами реализации общего принципа	1. Совместная реконструкция действий, приводящих к созданию основной физической величины 2. Совместная реконструкция действий, приводящих к созданию производной физической величины	1. Дополнительный урок (часть урока) по введению понятий длины и времени 2. Урок по введению понятия скорости
Овладение содержанием категории «физическая величина»	1. Отработка системы действий по созданию основных величин 2. Отработка системы действий по созданию производных величин	1. Уроки по изучению понятия «масса» 2. Уроки по изучению понятий скорости, ускорения, силы
Применение категории	Превращение категории в средство осмысления содержания физических величин	Уроки по изучению остальных величин

При таком подходе учителю необходимо изменить тематическое планирование и включить либо дополнительные уроки, либо изменить части урока, на котором школьники будут знакомиться с методологическими знаниями по созданию класса физических величин. Успех будет зависеть от понимания самим учителем этапов становле-

ния класса физических величин, принципа его образования и приемов создания величин различного вида.

Этапы становления класса физических величин

Ядром, центральным звеном рассматриваемой методики является урок, на котором раскрываются причины, цель и принцип конструирования категории «физическая величина». В лекции приведем краткий пример рассказа учителя по объяснению принципиально нового материала на основе возможного варианта опорного конспекта, поскольку этот материал в учебнике не затрагивается (рис. 25).

Цель урока – понимание школьниками «созданности» любой физической величины. Развитие физической науки показывает, что физические величины, как и другие физические понятия, «строят», «конструируют». В известном смысле любая величина – созданная учеными физическая мысленная модель познанного природного свойства. Физические величины появились так же, как и другие приспособления, созданные человеком: дом, лопата и т. д., т. е. для достижения и удовлетворения какой-либо потребности. Что же заставило ученых ввести в физику физические величины? Оказывается, необходимость сравнения одинакового свойства у разных тел. Зачем это понадобилось? Для ответа кратко ознакомимся с этапами познания человеком окружающего мира.

Среди окружающих человека предметов в первую очередь запоминались те, которые могли ему пригодиться. Этот предмет запоминался и ему давали имя. Затем по мере освоения мира обнаружилось, что для достижения одной и той же цели можно использовать сразу несколько предметов. Поэтому в языке людей стали появляться слова, обозначающие выделенное и замеченное общее свойство, например, упругость, твердость, нагретость, наэлектризованность и др. Затем предметы, имеющие одинаковое свойство, стали объединять в одну общую группу, класс. Появились слова, обозначающие эти выделенные классы: упругие и жесткие тела, нагретые тела и т. п. По мере обнаружения различной степени проявленности одинакового свойства у разных тел возникли понятия, позволявшие сравнивать интенсивность этого свойства. Это было нужно для того, чтобы выяснить, какое из тел удобнее использовать в том или ином случае.

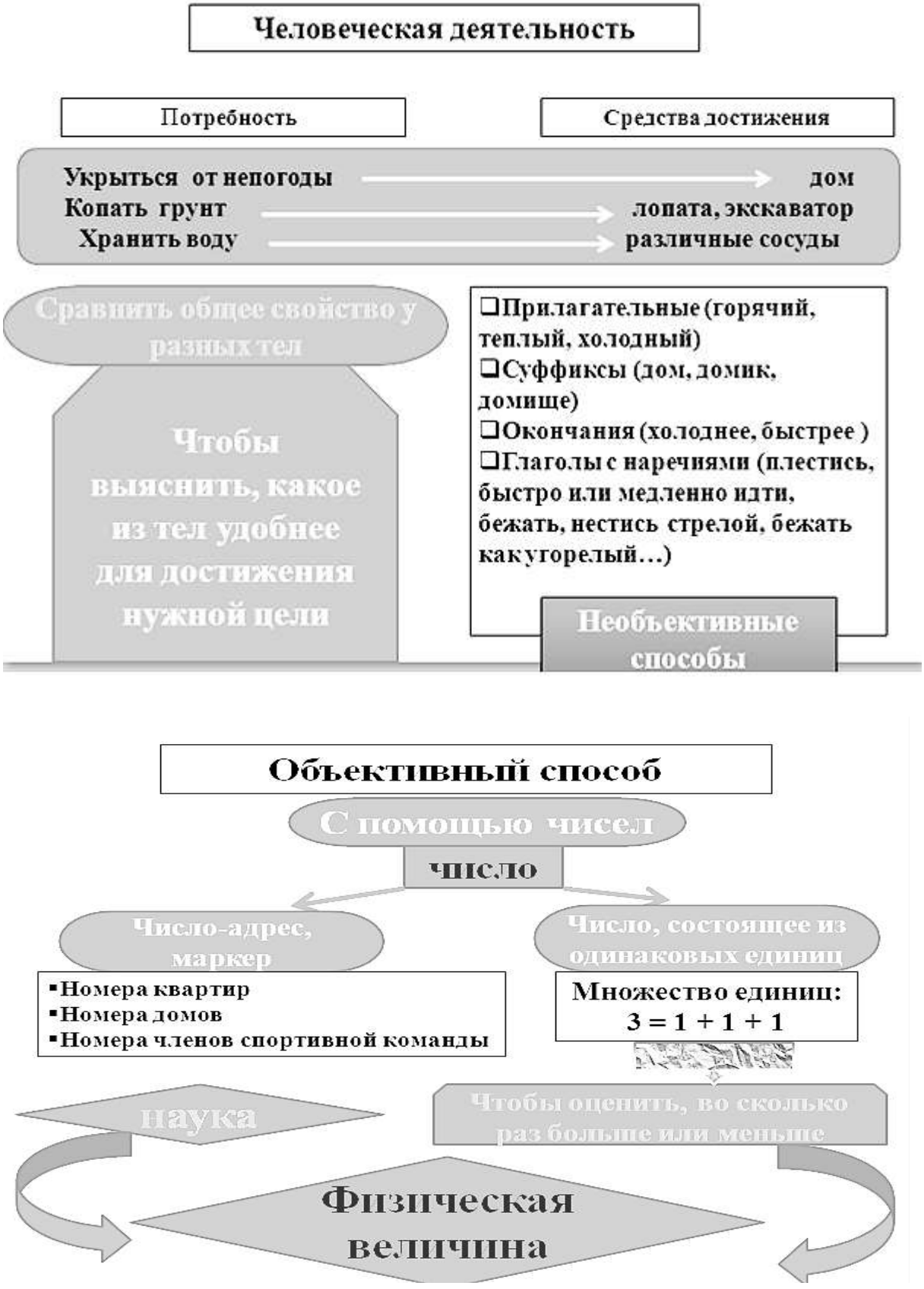

Человеческая деятельность
Потребность
Средства достижения
Укрыться от непогоды
дом
Копать грунт
лопата, экскаватор
Хранить воду
различные сосуды
Сравнить общее свойство у разных тел
Чтобы выяснить, какое из тел удобнее для достижения нужной цели
❑Прилагательные (горячий, теплый, холодный)
❑Суффиксы (дом, домик, домище)
❑Окончания (холоднее, быстрее)
❑Глаголы с наречиями (плестись, быстро или медленно идти, бежать, нестись стрелой, бежать как угорелый…)
Необъективные способы
Объективный способ
С помощью чисел
число
Число-адрес, маркер
Число, состоящее из одинаковых единиц
▪Номера квартир
▪Номера домов
▪Номера членов спортивной команды
Множество единиц:
3 = 1 + 1 + 1
наука
Чтобы оценить, во сколько раз больше или меньше
Физическая величина

Рис. 25

Например, копать (вырыть яму) можно и при помощи сучка, и при помощи палки, лопаты, экскаватора и т. п. Все указанные предметы обладают большей твердостью по сравнению с землей. Но только некоторыми из них пользоваться удобнее, так как их твердость и размеры, объем выкапываемой ими земли больше.

В бытовом языке появилось достаточно много средств для отображения различной степени проявленности нужного свойства. Это и специальные суффиксы (дом, домик, домище), прилагательные (белый, беловатый, светло-серый, серый, темно-серый, черноватый, черный, угольно-черный), глаголы с наречиями (плестись, медленно идти, идти, быстро идти, бежать, бежать стремглав), окончания (медленнее, быстрее, мягче, холоднее) и т. д. Однако они обладали существенными недостатками: для каждой степени проявленности надо было придумать новый термин, запоминать его в ряду слов, характеризующих то же самое свойство, и, самое главное, выбираемые слова зависели от субъективных ощущений различных людей.

Например, есть люди, которые не воспринимают определенные цвета, – дальтоники, некоторые люди различают до ста оттенков черного цвета (ткачи). Надо было найти такой способ, который был бы объективным, не вызывал споров. Особенно важно это было для науки. Такой способ был найден – числовой. Каждой степени проявленности свойства было предложено соотнести конкретное число. Порядок расположения тел с убывающим или возрастающим по интенсивности свойством будет обеспечен в таком случае порядком расположения чисел. Однако числа бывают различными. Есть числа-адреса, с их помощью невозможно определить, во сколько раз изучаемое свойство больше или меньше аналогичного свойства, но у другого предмета. Например, спортивное мастерство члена футбольной команды под номером 2 не меньше в четыре раза спортивного мастерства члена команды под номером 8. Аналогична ситуация с номерами квартир и домов. Для науки потребовалось использование особых чисел, которые состоят из одинаковых единиц: 3 = 1 + 1 + 1. Но при использовании таких чисел возникла проблема, так как существу-

ет только целостное тело. Как сопоставить степени проявленности свойства и конкретное число? Дан предмет с оцениваемым свойством. Все свойство должно быть разбито на одинаковые части, но как? Выход был найден и сводится к следующему приему. Берут конкретное тело и считают его свойство единичным. Такое общепринятое выбранное тело было названо мерным телом – мерой. Число потребовавшихся мерных тел (мер) и будет равно численному значению физической величины, а само свойство, которое численно оценили, стали называть физической величиной.

Вначале мера являлась одновременно и измерителем, и единицей, так как давала последней свое название. Мера, равная длине ступни, получила в русском языке название лапоть, мера, равная длине локтя – локоть и т. п. Процедура, посредством которой определялось число необходимых мер, получила название измерение. При этом часто использовали меры с одним и тем же названием, но отличающиеся друг от друга. Локти и лапти у каждого разные. Чтобы обеспечить максимум удобства для измерения одних и тех же величин, применялись различные меры. Например, для измерения силы использовалось более 10 единиц, работы и энергии – более 30, длины – более 280. Все это создавало неудобства для развития науки, промышленности, торгового обмена и т. п. Стала намечаться тенденция упорядочения мер и единиц. Вначале стали выделяться меры, которые имели наибольшее хождение на той или иной территории. Они становились обязательными. В результате выделились общепринятые меры, которые впоследствии стали оформляться в виде эталонов, хранящихся в специализированных учреждениях с целью сохранения их размеров.

Таким образом, при измерении находят численное значение величины опытным путем с помощью специальных приспособлений – мер. Численно значение величины первоначально равнялось числу потребовавшихся мерных тел, одновременно являющихся и единицами.

Итак, основные выводы, к которым должны быть подведены учащиеся, следующие:

- возникновение любой физической величины объясняется необходимостью объективного сравнения общего свойства у разных тел. Таким способом является числовой;
- физическая величина – свойство, оцененное количественно;
- принципом получения величины выступает приписывание свойству числа;
- наиболее простым способом соотнесения свойству числа считаются прием прямого измерения – прием непосредственного взаимодействия с мерой, размер нужного свойства которой принят за единичный;
- при прямом измерении численное значение величины равно числу потребовавшихся мер, или одноименных затем единиц.

$X = \{X\}$ (X)

ФВ = {число} (Мер-единиц).

Здесь же обобщается система действий по созданию величин, измеренных прямым способом (рис. 26).



Рис. 26

Понимание и осознание учащимися метода конструирования производных величин начинается на уроке, посвященном изучению скорости. Дидактическая цель данного урока заключается в раскры-

тии механизма косвенных измерений, нахождении и осознании способов соотнесения числа свойству в условиях отсутствия мер-единиц, т. е. тел с постоянным размером соответствующего свойства. Первой в истории физики производной физической величиной была скорость. Поэтому именно на этом примере целесообразно показать прием создания в физике единиц производной физической величины.

Исследователи по истории и методологии физики отмечают, что современному механику или физику кажется, что нет ничего проще и легче, чем дать определение скорости (Кульвецас Л. Л. К истории определения понятия скорости // Исследования по истории механики. М. : Наука, 1983. С. 31).

Определительная формула скорости в настоящее время не вызывает ни сомнения, ни удивления. Тем не менее «разделить путь на время, сделать для скорости такой небольшой, но великий шаг решился, должно быть, первым Эйлер» (Гернет М. М. К истории становления основных понятий кинематики точки // Исследования по истории физики и механики. М. : Наука, 1981. С. 106). Он решился не сразу, пытаясь обосновать и доказать правомерность и возможность данного шага. Почему? Скорость уже в средние века рассматривалась как интенсивность движения, величина, характеризующая быстроту изменения телом своего положения. В трудах Г. Галилея она стала предметом специального рассмотрения. Но Галилей, как и во времена античной и средневековой механики, для сравнения скоростей сопоставлял либо расстояния, проходимые телом за одинаковое время, либо промежутки времени, за которые были пройдены одинаковые расстояния

Если $t_1 = t_2$, то $\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_1}{S_2}$.

Если $S_1 = S_2$, то $\frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1}$.

Подобным отношением скоростей пользовался позже в своих «Началах» И. Ньютон. Однако знание отношения скоростей не означает знание самой скорости. Почему же ни Галилей, ни Ньютон не осмелились разделить путь на время?

Напомним, что согласно принципу однородности сравнивать можно было только одинаковые свойства и «…деление футов на секунды считалось абсурдным» (Гернет М. М. К истории становления основных понятий кинематики точки. С. 106). Все сводилось к пропорциональным отношениям однородных величин (либо перемещений, либо времен).

Определение скорости (деление пути на время), данное Эйлером, сразу же вызвало многочисленные возражения со стороны видных математиков и механиков того времени. Д. Бернулли писал: «Скажите мне, ради Бога, кто из геометров когда-нибудь сравнивал линию и прямоугольник, которые являются разнородными величинами. Я бы не прочь сравнивать также звук и цвет или время и вес» (Кульвецас Л. Л. К истории определения понятия скорости. С. 41).

Это обстоятельство отметил Э. Мариотт: «Можно сравнивать скорость одного тела со скоростью другого тела, выражая их числами, которые обозначают их отношения; когда, например, скорость одного тела относится к скорости другого тела как 6 к 11, то говорят, что скорость одного тела в 6 градусов, а скорость другого тела в 11 градусов» [Там же].

Да и сам Эйлер понимал необычность своего предложения. Он писал в «Основах динамики»: «… может, пожалуй, возникнуть сомнение по поводу того, каким образом можно делить путь на время, так как это разнородные величины и, следовательно, невозможно указать, сколько раз промежуток времени, например в 10 минут, содержится в пути, например в 10 футах».

В физике произошла своеобразная революция. Суть ее заключалась в предположении Эйлера: основой сравнения может служить само отношение пути ко времени, т. е. отношение единиц разнородных величин само становится новой единицей. Произошло изменение конструкции формулы физической величины. Конструирование формулы скорости по аналогии с формулами величин прямого измерения стало выглядеть следующим образом:

$X = \{X\}\ (X)$;

$$\frac{s}{t} = \left\{\frac{s}{t}\right\}\left(\frac{s}{t}\right);$$

$V = \{V\}\ (V)$.

ФВ = {число} (произведенных единиц)

Другими словами, единицы были произведены и лишь впоследствии стали называться производными. В обобщенном виде система действий по созданию производных физических величин представлена на рис. 27.



Рис. 27

Таким образом, учитель целенаправленно обращает внимание школьников на то, что путь введения в физику, принцип конструирования всех величин одинаков. Отличаются только приемы соотнесения степени проявленности свойства числа. Для величин, измеряемых прямым способом, численное значение равно числу мер-единиц. Для величин, измеренных косвенным путем, для введения единицы отыскивается наиболее простая связь с величинами, измеряемыми прямым путем, т. е. создается определительная формула, из которой и создается, производится единица для косвенных

измерений. В обобщенном виде общность и отличия в создании величин различных видов представлены на рис. 28.



Рис. 28

На последующих уроках учитель иллюстрирует данные системы действий при изучении конкретных физических величин, а далее привлекает учащихся к самостоятельному извлечению информации из указания, какая физическая величина будет изучаться – основная или производная. Эта информация становится средством самостоятельного проникновения школьниками в сущность изучаемого понятия, самостоятельного восстановления логики формирования данного понятия в науке.

Экспериментальное апробирование методики формирования знаний учащихся на теоретическом уровне обобщения свидетель-

ствует о высокой его эффективности и повышении качества обучения физике.

Другой вариант методики изучения физических величин предлагается С. В. Анофриковой. Этот подход сочетает в себе эмпирический и теоретический уровни и является формой осуществления деятельностного подхода в обучении физике. Учитель проводит учащихся через серию этапов деятельности и выделения познавательной задачи для каждого этапа решения. В каждом конкретном случае изучения физической величины создаются условия для выполнения общей логической схемы деятельности по «созданию» понятия о физической величине (рис. 29).

Для обучения учащихся по приведенной на рисунке учебной карте разработаны девять уроков.

Урок № 1

1. Ознакомление с деятельностным подходом.

2. Обучение написанию определения физической величины.

Урок № 2

1. Обучение учащихся введению единицы физической величины.

2. Обучение учащихся написанию определения единицы физической величины.

Уроки № 3, 4

Обучение учащихся деятельности по «созданию» понятия о физической величине.

Урок № 5

Показ образца деятельности учителя по учебной карте.

Уроки № 6, 7, 8

Тренировка по учебной карте.

Урок № 9

Контрольный урок.

Апробирование предлагаемого деятельностного подхода свидетельствует о его достаточно высокой эффективности.

Особое значение при воплощении предлагаемых вариантов имеет генетическое определение физической величины.

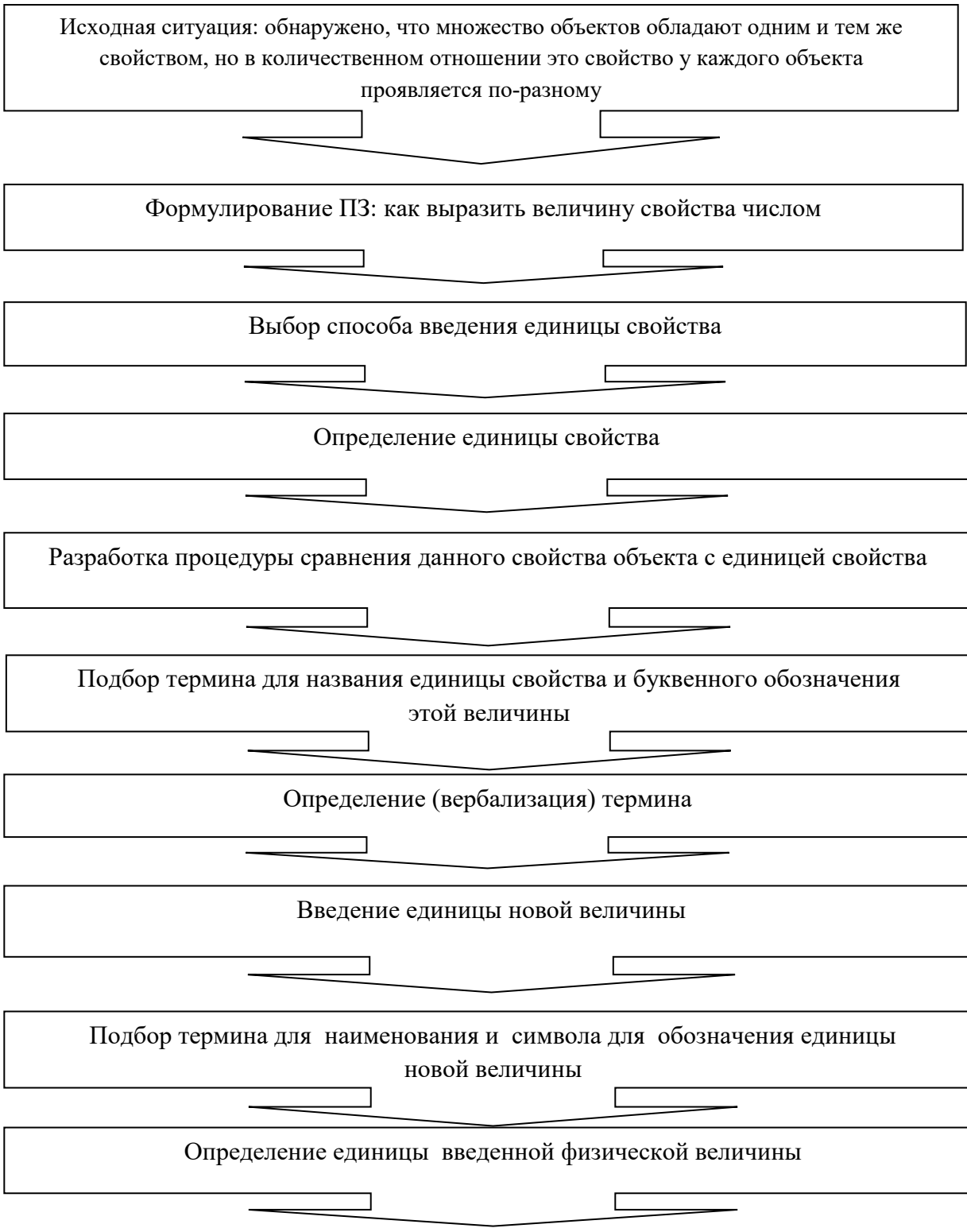

Исходная ситуация: обнаружено, что множество объектов обладают одним и тем же свойством, но в количественном отношении это свойство у каждого объекта проявляется по-разному
Формулирование ПЗ: как выразить величину свойства числом
Выбор способа введения единицы свойства
Определение единицы свойства
Разработка процедуры сравнения данного свойства объекта с единицей свойства
Подбор термина для названия единицы свойства и буквенного обозначения этой величины
Определение (вербализация) термина
Введение единицы новой величины
Подбор термина для наименования и символа для обозначения единицы новой величины
Определение единицы введенной физической величины

Рис. 29

Генетическое определение физических величин

Вопрос об определении физических величин рассматривался многими исследователями: А. И. Бугаевым, А. В. Усовой, Г. А. Гурьяновым и др. Суть многих предложений сводится к использованию формально-логической структуры через род и видовое отличие (рис. 30).



Рис. 30

Конкретный вид предлагаемой структуры разными авторами детализируется по-разному. Так, А. В. Усова детализирует видовое отличие через качественную и количественную определенность. К качественному отличию относятся свойство или признак, отражаемый величиной, принадлежность к группе основных или производных, векторность или скалярность. К количественному – способ измерения и количество единиц величины. В стороне остается смысл введения понятия, поскольку основные усилия учителя направлены на классификацию величин по их принадлежности к ближайшему роду, так как необходимо указывать только ближайший род, иначе определение будет либо слишком узкое, либо слишком широкое. Однако известно, что к сущности понятия относятся причины возникновения, принцип и способ создания понятия. Именно эти моменты и находят отражение в генетическом определении, являющемся одновременно полным определением, включающем качественную определенность. В структурном отношении генетическое определение физической величины будет включать в себя следующие элементы (рис. 31).

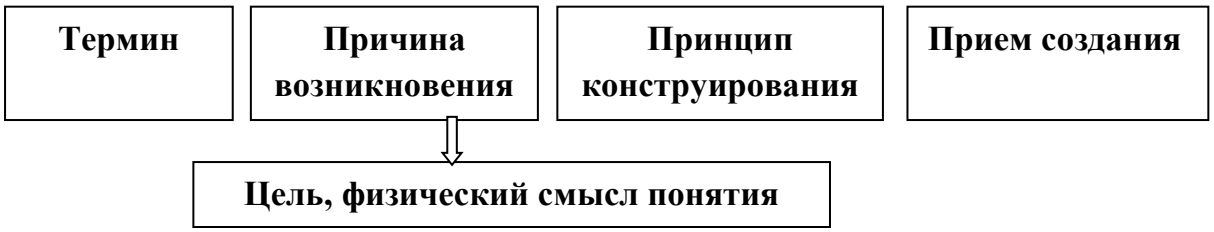


Рис. 31

Так, определение скорости должно даваться следующим образом. «Скорость – векторная физическая величина, численно оценивающая быстроту движения тела и равная отношению

перемещения к соответствующему промежутку времени». В такой форме словосочетание «физическая величина» должно сразу «сигнализировать» школьнику о причине (цели, физическом смысле) введения данного понятия в науку – «для объективного оценивания какого-то свойства». Словосочетание «численно оценивающая быстроту движения тела» отражает принцип создания понятия: приемом объективного сравнения является числовой способ, т. е. свойству будет приписано и соотнесено конкретное число. Словосочетание «и равная отношению перемещения к соответствующему промежутку времени» является отражением конкретно найденного приема соотнесения свойства с числом.

В связи с последним высказыванием представляется целесообразным при определениях основных величин употреблять слово «измеряемая», а производных – «равная», поскольку в таком случае сразу же внимание будет обращаться на отличие приема соотнесения числа – через прямое измерение с помощью мер или на основе определительной формулы. Такой вид определения, заключая в себе систему познавательных действий, отраженных в цели, способе и приеме конструирования понятия, позволяет тем самым раскрыть и восстановить в мысленном плане эту систему действий и, следовательно, восстановить логику формирования понятия в физической науке.

Еще одним преимуществом генетического определения можно назвать создание условий во избежание школьниками путаницы между основными и производными величинами. Достаточно часто в учебной литературе по физике силу тока определяют как физическую величину, равную отношению заряда ко времени протекания заряда. Это существенное недопонимание статуса и роли понятия силы тока, поскольку она относится к основным физическим величинам. Определительная формула (через которую вводится единица измерения) у силы тока отсутствует. Единица измерения – ампер – не определяется как отношение кулона к секунде. Ампер воспроизводится эталоном – установкой по взаимодействию параллельных проводников. Рассматриваемая формула – формула связи данной величины с другими физическими величинами. Силу тока можно определить и через закон Ома. В табл. 26 приведены примеры определений физических величин на основе генетических определений.

Таблица 26

Основные физические величины	Производные физические величины
Время – это физическая величина, численно оценивающая длительность протекания процессов и измеряемая в секундах *Длина* – это физическая величина, численно оценивающая протяженность пути (предмета) и измеряемая в метрах *Сила тока* – это физическая величина, численно оценивающая интенсивность протекания тока и измеряемая в амперах	*Скорость* – векторная физическая величина, численно оценивающая быстроту движения тела и равная отношению перемещения к соответствующему промежутку времени *Сила* – векторная физическая величина, численно оценивающая такое действие одного тела на другое, в результате которого происходит деформация или изменяется скорость, и равная произведению массы тела на сообщаемое телу ускорение

Таким образом, для превращения категории «физическая величина» в действенное орудие осмысления содержания изучаемых величин необходимо видение школьниками в полном определении величины структуры генетического определения. В связи с этим необходимо ознакомить учащихся с ролью и значимостью генетических определений, их структурой.

Вопрос 3. Примеры раскрытия содержания некоторых физических величин

Преимуществом формирования знаний учащихся о физических величинах на теоретическом уровне, как уже отмечалось, является целенаправленная деятельность учителя на проникновение в сущность понятия, его физический смысл, восстановление, реконструкцию создания понятия в физической науке. Для большей конкретизации приведем некоторые примеры.

В любом случае рассказ или реконструирование содержания понятия должно идти согласно выявлению качественной и количественной определенности изучаемой величины.

Понятие «время»

Введено в физику для описания механического движения. Для полной характеристики движения недостаточно указать занимаемую

телом координату. Движение тела может быть мгновенным или длительным, т. е. характеризоваться длительностью протекания. Разная длительность процессов стала обозначаться словом «время». Для описания различных движений надо было научиться сравнивать длительности различных процессов. Наиболее объективным способом можно назвать числовой. Для получения числовой характеристики длительности процесса необходимо было подобрать меру – тело, длительность движения которого могла быть принята за единичную. Число, показывающее, сколько раз единичная длительность уложится в измеряемом процессе, и будет числовым значением времени изучаемого процесса. Именно эта мысль лежит в основе первых водяных и песочных часов. Песочные часы обычно делались в виде двух воронкообразных сосудов, поставленных друг на друга. Длительность высыпания песка из одного сосуда в другой и служила единицей времени. Время события равнялось числу длительностей высыпания песка, т. е. числу перевертывания песочных часов.

В Китае широкое распространение получили огненные часы. Они изготовлялись из специальных сортов дерева. На местах, соответствующих одинаковым длительностям, прикреплялись шарики, которые при сгорании палочки падали в специальные вазы. В Европе пользовались другим вариантом огненных часов. Там были распространены свечи с нанесенными на них метками. По количеству упавших шариков и числу сгоревших меток на свечах и определялась длительность события. Затем Г. Галилей предложил за единичную длительность принять длительность качания маятника, или период колебания маятника. Так время события стало равняться числу прошедших периодов за время протекания события. Впоследствии на этой основе были изобретены маятниковые часы.

Выбор процесса, длительность которого будет основой измерения времени, в принципе произволен. В настоящее время после создания интернациональной системы измерения (СИ) за единичную длительность принята длительность такого процесса, при котором она по современным представлениям остается строго постоянной. Эта единичная длительность получила название секунды. Секунда равна строго определенному числу периодов излучения, происходящего при переходе электрона в атоме цезия – 133 с одного уровня на другой.

Заметим, что здесь приведена лишь канва содержания понятия. Методику изучения разрабатывает учитель. Аналогично представлено и содержание понятия «расстояние» (длина).

Понятие «расстояние» (длина)

- Исследуется движущееся тело.
- Было обнаружено, что оно может удаляться или приближаться к выбранному телу отсчета.
- Для отображения свойства удаления или приближения стали говорить о расстояниях, путях, проходимых этими телами. Введенные термины «расстояние», «длина», «путь» означали, насколько тело отстоит, удаляется, его дистанцию, смещение.
- Были выделены классы далеко или близко удаляющихся тел.
- Необходимо было научиться сравнивать проходимые телами расстояния, пути, их длины.
- Для числового оценивания надо было выбрать меру. Поиск мер – тел, протяженность которых можно принять за единичную длину. В человеческой практике использовалось более 280 мер, такие как лапоть, локоть, бычий крик, стертая подкова, стертые железные сапоги и т. п. Общепринятым стал «метр» (по греч. – «мера»).
- Изготовление эталона (платиново-иридиевый стержень метровой длины хранится в г. Севре, Франция).
- Прием измерения – укладывание метра вдоль длины или пройденного расстояния.
- Численное значение длины показывает, из скольких единичных длин (метров) состоит измеряемая длина.

Понятие «ускорение»

В механике при изучении закономерностей движущихся тел было выявлено новое свойство таких тел – свойство изменять свою прежнюю скорость. Для его обозначения были выработаны различные понятия: коснеть, замедляться, убыстряться и др. Возникли парные понятия, отображающие противоположные степени изменения: борзше – тише, ускорение – замедление. Позже все термины исчезли, а термин «ускорение» стал обозначать любую степень изменения скорости. Постепенно выделились классы замедленно и убыстренно движущихся тел. Появилась необходимость их объективного сравнения. Обычный способ приписывания числа путем прямого измерения

оказался невозможным. Поиск мер (тела, сохраняющего темп изменения скорости постоянным) оказался безрезультатным. Численное оценивание пошло по пути поиска связи данного свойства с уже известными, а именно, с самим изменением скорости и времени этого изменения. Обе функциональные связи объединили в одну формулу: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, из которой было предложено произвести новую сложную единицу 1 м/с^2. С этой произведенной (производной) единицей стали сравнивать все подобные отношения. Таким образом, численное оценивание ускорения свелось к созданию определительной формулы и вычислению с ее помощью значения величины. Впоследствии был создан измерительный прибор, непосредственно измеряющий ускорение – акселерометр.

Понятие «абсолютная влажность»

В краткой форме логику становления понятия абсолютной влажности можно представить следующим образом.

Благодаря испарению воды с поверхностей водных бассейнов (озер, рек, морей, океанов) воздух всегда содержит в себе водяной пар. Воздух, как говорят, всегда влажен. Различная скорость испарения, зависящая от площади поверхности, температуры и давления воздуха, его циркуляции приводит к тому, что в атмосфере над различными местами или одним и тем же местом в разное время находится неодинаковое количество водяного пара. Потребовалось введение специальной величины, позволяющей сравнивать эти количества. Такая величина получила название абсолютной влажности. Таким образом, абсолютная влажность введена для численной оценки свойства атмосферного воздуха, содержащего в себе различное количество пара, над определенными местами земной поверхности. В дальнейшем были найдены другие способы приписывания числа этому свойству, этой физической величине. Первоначально абсолютную влажность определяли по массе водяного пара. Но в связи с тем, что вычленить границы атмосферного воздуха над определенным местом практически невозможно, стали определять массу водяного пара, содержащегося в единице объема, что представляет собой не что иное, как плотность водяного пара. Следовательно, абсолютная влажность определяется плотностью находящегося в воздухе водяного пара и тогда ее единицей является килограмм на метр кубический (кг/м^3). Плотность паров при разных температурах определяется экспериментально и

приводится в специальных таблицах. В связи с тем что плотность пропорциональна давлению, что вытекает из основного уравнения молекулярно-кинетической теории, в дальнейшем о числовом значении абсолютной влажности стали судить по значению давления водяного пара, получившего название парциального давления, что значительно облегчило практическое определение абсолютной влажности.

Резюмируя, еще раз подчеркнем, что знание логики создания любой основной или производной физической величины позволяет мысленно воспроизвести становление любой физической величины в науке и извлечь дополнительную информацию из текста учебника, используя фактически лишь определение величины и знание единицы ее измерения. В этом и заключается преимущество формирования знаний о физических величинах на теоретическом уровне обобщения.

Вопросы для закрепления материала

1. Какие подходы при формировании физических величин вы знаете?
2. В чем заключается особенность традиционного подхода методики формирования физических величин?
3. Какие сложности связаны с традиционным подходом?
4. В чем заключается основная идея формирования знаний о физических величинах в рамках теории поэтапного формирования умственных действий?
5. Какие сложности связаны с формированием знаний о физических величинах в рамках теории поэтапного формирования умственных действий?
6. В чем принципиальное отличие методики, предложенной В. В. Давыдовым и Б. Д. Элькониным?
7. Что представляют собой этапы формирования знаний о физических величинах на теоретическом уровне обобщения?
8. Что является причиной появления в физике класса физических величин?
9. В чем заключается принцип создания класса физических величин?
10. Какие приемы числовой оценки свойства вы знаете?
11. В каких случаях величина становится производной?
12. Что такое генетическое определение, каковы его преимущества?

Лекция 7. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

План лекции

1. Обоснование необходимости изучения фундаментальных физических теорий в школьном курсе физики.
2. Роль и значимость физических теорий в физике как науке.
3. Физическая теория как система научного знания. Структура и компоненты физической теории.
4. Классификация и особенности изучения теорий различного вида.

Вопрос 1. Обоснование необходимости изучения фундаментальных физических теорий в школьном курсе физики

В середине XX столетия проходили широкие дискуссии по вопросу, допустимо ли и возможно ли вводить в школьный курс элементы молекулярно-кинетической или электронной теории? Причем речь шла о старших классах школы. На первой ступени (ступенчатая структура школы того времени) речи о физических теориях не шло и весь материал школьного курса физики излагался феноменологически (сугубо описательно). Полагалось, что включение физических теорий в учебный процесс будет излишне усложнять и затруднять изучение физики.

Однако содержание и методика обучения в современной школе претерпевают закономерный процесс периодического обновления и непрерывного совершенствования. В некотором смысле можно говорить о череде своеобразных педагогических революций.

Формирование современной личности школьника требует уточнения целей, функций, содержания образовательных задач и комплексного их решения, включая и процесс обучения физике.

Модернизация содержания школьного курса физики, начиная со второй половины XX столетия, логически прошла два этапа:

1. Генерализация учебного материала по физике вокруг стержневых фундаментальных физических идей и принципов.

2. Освобождение учебного материала от второстепенного и выявление фундаментального материала, который должен быть усвоен всеми школьниками.

В этом отношении чрезвычайно важна модель «ядра» и «оболочек» школьных курсов, разработанная А. И. Маркушевичем.

Необходимость выделения «ядра» и «оболочек» в школьных дисциплинах приобрела наибольшую остроту с возникновением информационного взрыва, противоречия между объемом и содержанием школьного курса физики и тем временем, которое необходимо для его усвоения. Физические знания человека о мире огромны, причем их объем продолжает расти. Не случайно цивилизация современного периода называется информационной.

Уместно привести воспоминания ученика О. Ю. Шмидта Ф. Яницкого, который приводит очень интересный факт из биографии своего учителя о том, что тот, стремясь познать необъятное море знаний, составил список необходимой литературы, отведя на все это определенное число часов. «Я сел подсчитывать – все же я был математиком. Оказалось, необходимо 1000 лет, чтобы все намеченное одолеть… Тысячу лет прожить нельзя, и все знать невозможно. С болью в душе я стал вычеркивать то, что хотя и интересно, и нужно, но без чего все же можно обойтись. Оставил себе только то, без чего не мыслил себе пути в науку. Вновь подсчитал… Осталось еще на 250 лет» (URL: e-libra.ru/read/406863-otto-...).

Таким образом, необходимость определения фундаментального ядра учебного предмета физики стоит чрезвычайно остро.

В отношении ШКФ ядром учебного материала, вокруг которого начала происходить генерализация и группировка всего учебного материала, стали фундаментальные физические теории, которые и были введены в содержание физики как учебного предмета еще в советский период развития российской школы.

Обратим внимание еще на одно чрезвычайно важное обстоятельство. На содержание и структуру школьного курса физики существенно влияют цели и задачи образования (см. лекцию 2). Если ставится задача передачи знаний, умений и навыков, то это можно сделать на чисто эмпирическом уровне:

- получить из эксперимента определенный набор фактов;
- ввести соответствующие понятия;
- сформулировать основные экспериментальные законы.

Данный методический подход обучения доминировал до второй половины XX века (знаниевая парадигма). В то же время такой под-

ход полностью соответствовал одной из важнейших задач системы обучения – передачи молодежи способа, стиля мышления человеческой цивилизации того периода развития. Речь идет именно о передаче способа мышления, а не только развития мышления индивида. Природа человеческого мышления связана не только с индивидом. Мышление не является индивидуальным психологическим феноменом. Это явление историческое, т. е. способ мышления социума существует независимо от индивида. Именно его и должен усвоить школьник, находясь в стенах школы.

Если же говорить о современном этапе, то необходимо иметь в виду, что современный тип мышления – теоретический, формой которого является теория. Очень образно о важной роли теории говорил А. Пуанкаре. Он сравнивает всю физику с огромной библиотекой. Отдельные опытные данные, отдельные явления – это те тома, из которых библиотека состоит. Теория – это каталог нашей библиотеки. Как без каталога библиотека, особенно большая, представляет собой лишь сборище книг, очень ценных книг, которыми, в сущности, продуктивно пользоваться нельзя, точно так же физика без теории не есть наука, а лишь малоценная масса отдельных фактов, разобраться в которых невозможно.

Сведение задач науки к сбору фактов означает, как выразился А. Пуанкаре, «полное непонимание истинного характера науки». Он же писал: «Ученый должен организовать факты. Наука слагается из фактов, как дом из кирпичей. И одно голое накопление фактов не составляет еще науки, точно так же как куча камней не составляет дома» (URL: bibliotekar.ru/estestvoznanie-2/...).

Однако знание может быть систематизированным не только в науке. Кулинарная книга, справочник, дорожный атлас и т. п. – везде знание классифицируется и систематизируется. Научная систематизация специфична. Научное знание должно быть логически организовано. Знания превращаются в научные, когда целенаправленное собирание фактов и их описание доводится до уровня их включения в систему понятий. Эта целостная система понятий и воплощается в виде физических теорий.

Что касается сложностей изучения физических теорий в процессе обучения, на которые указывали сторонники феноменологического подхода, то их роль и значимость очень ярко подчеркнута академиком

Л. И. Мандельштамом. Еще в 1918 г. в своей вступительной лекции к курсу физики в Одесском политехническом институте он обращал внимание на следующий факт: «В достижении нашей конечной цели – познания природы – могучим подспорьем, систематизирующим наш опыт и дающим возможность пользоваться материалом, является теория. Теория, …не является балластом и чем-то искусственно «пристегнутым» к науке о природе. Нет, она есть то орудие, без которого мы не были бы в состоянии осилить окружающий нас мир как в практическом смысле, так и в смысле удовлетворения умственных потребностей. *Поэтому я нахожу – не считайте это парадоксом, – что нельзя требовать знания только опытной физики, но вовсе не потому, что это слишком мало, а потому, что это слишком трудно.* Более или менее полное знание опытной физики без помощи теории человеку не под силу… Физика без теории не есть наука, а лишь довольно малоценный конгломерат отдельных фактов, разобраться в которых невозможно» (URL: vivovco.astronet.ru/VV/PAPERS/NATURE/MAND/MANDESSA.HTM).

За десятилетия, прошедшие с того времени, когда Л. И. Мандельштам выдвинул этот тезис, роль теории в физической науке существенно возросла.

В настоящее время школьный курс физики структурирован вокруг нескольких фундаментальных физических теорий: классической механики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики, квантовой теории, специальной теории относительности. Дополнительно включены элементы классической электронной теории проводимости металлов. Таким образом, теоретическое ядро школьного курса физики включает несколько фундаментальных теорий, специально адаптированных для школьного курса. Это позволяет выделить в курсе физики содержательные направления в виде учебно-методических линий и затем формировать весь материал вокруг этих линий. Такое содержание позволяет осуществить теоретический способ обучения, глубокое и цельное восприятие определенной области знаний, формирование и развитие творческого, научно-теоретического способа мышления учащихся.

Дополнительным и весьма существенным аргументом необходимости включения в содержание ШКФ физических теорий является дидактическое обоснование повышения качества обучения физике на

основе выбора наиболее эффективных методов обучения. Опыт обучения свидетельствует, что наиболее эффективными признаны те методы обучения, которые трансформированы из методов науки (см. лекцию 3). Как уже указывалось, в настоящее время данная особенность считается одним из принципов обучения: метод преподавания должен соответствовать методологии науки, т. е. методам исследования, применяемым в науке.

Следовательно, при изучении физических теорий, с одной стороны, учащиеся усваивают физическую теорию как элемент физической науки, а с другой – она выступает как эффективный метод обучения физике.

Таким образом, можно утверждать, что, исходя из современных целей физического образования, только курс физики, построенный на теоретической основе, соответствует общеобразовательным, развивающим целям обучения физике, реализации компетентностного подхода в процессе ее обучения.

Вопрос 2. Роль и значимость физических теорий в физике как науке

Один из известнейших российских физиков XX века и прекраснейших популяризаторов науки академик С. И. Вавилов, описывая биографию и научные заслуги И. Ньютона, подчеркивал: «В истории естествознания не было события более крупного, чем появление «Начал» Ньютона. Причина была в том, что эта книга подводила итоги всему сделанному за предшествующие тысячелетия в учении о простейших формах движения материи» (URL: phscs.ru/physics1/newton-laws).

Такая характеристика дана величайшему труду И. Ньютона «Математические начала натуральной философии». «Сложные перипетии развития механики, астрономии, физики, выраженные в трудах Аристотеля, Птолемея, Коперника, Кеплера, Галилея, Декарта заменялись гениальной математической строгостью «Начал» [Там же]. Далее С. И. Вавилов указывает, что перед взорами всего человечества во всем величии и великолепии предстала целостная картина мира. То, что предложил автор «Начал», давало общую теоретическую схему решения любых конкретных задач механики, физики и астроно-

мии, новый метод физического познания – физическую теорию. «...Возникла «классическая физика» по образу и подобию «Начал», продолжавшая свое победное развитие в течение веков до нашего времени» (URL: phscs.ru/physics1/newton-laws).

В 1642 г. умер Галилей, в 1643 г. родился Ньютон. В 1687 году была издана гениальная книга Ньютона «Математические начала натуральной философии». Ее издание символизирует новую эпоху в изобретении особого физического метода познания природы. В несколько упрощенном виде этапы развития физики по доминирующим методам познания окружающего мира можно представить следующим образом (рис. 32).

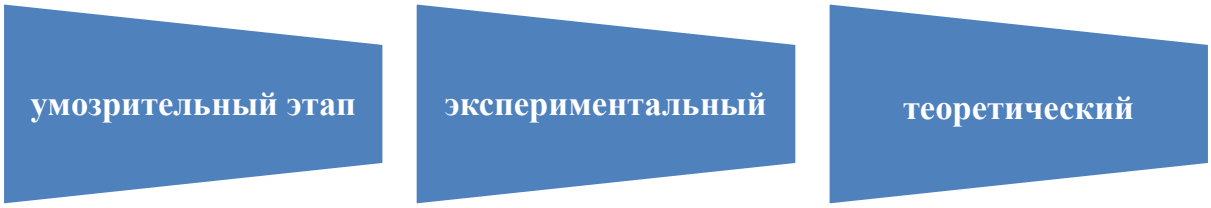


Рис. 32

Родоначальником и идеологом умозрительного этапа называют Аристотеля (IV в. до н. э.). Он стал родоначальником многих наук о природе. Труды Аристотеля – это энциклопедия, обобщающая опыт и знания многих поколений; они прослужили точкой опоры для науки почти два тысячелетия, вплоть до эпохи Возрождения. Краткая формула познания, предложенная Аристотелем, выглядела таким образом:

Наблюдение + логические рассуждения = достоверный вывод

Именно данная научная методология познания предопределила отрицание в научных исследованиях всего последующего периода опыта, эксперимента как такового. По представлению Аристотеля, опыт искажает протекание естественных процессов и не позволяет открыть истинные природные законы. На протяжении примерно полутора тысяч лет развитие физики шло по пути, указанному Аристотелем, и только на исходе средних веков ученые вновь обратились к той альтернативе, которую заслонил Аристотель: к идее опытной и математической физики.

Родоначальником второго, экспериментального, этапа в физике является Галилео Галилей (1564 – 1642 гг.). В «Диалогах о двух новых науках» Галилей дал математическое описание движения тел, обратившись к эксперименту как методу исследования. Многократные эксперименты с движением тел по наклонной плоскости, а также с использованием маятника позволили Галилею сформулировать законы свободного падения и движения тел по наклонной плоскости. Галилей установил, что если на тело не действуют никакие силы, то оно покоится или движется равномерно и прямолинейно (закон инерции). Для формирования динамики как раздела механики важнейшее значение имело экспериментальное установление независимости ускорения свободного падения от массы тела (опыты с Пизанской башней).

Математическое описание экспериментов, осуществленное Галилеем, имело большое значение для развития естествознания, ввело в научный инструментарий физиков физический эксперимент как эффективный метод познания природы. И до сих пор физика без эксперимента немыслима, она является экспериментальной наукой. Вся система физических знаний своим происхождением обязана именно эксперименту. Тем не менее развитие науки, связанное с исследованиями И. Ньютона, выделило и еще одно направление физических исследований, связанное с использованием принципиально нового инструментария – физической теории как одного из наиболее эффективных методов познания природы.

Вклад Ньютона в развитие естествознания, как это и следует из названия его фундаментального труда, – его математический метод. В своей работе о математических началах физики (натуральной философии) им был осуществлен идеал – построить физику наподобие геометрии. Долгое время геометрия Евклида считалась идеалом науки, которая была построена по аксиоматическому принципу: из нескольких простых, не требующих доказательств истин, выводятся все ее сложные «сооружения» – теоремы и леммы. Ньютон хотел, чтобы также была построена и физика: из немногих физических аксиом, не требующих доказательств, математически выводились бы знания-следствия. Все содержание и структура «Начал» соответствует построению учебника геометрии: определения, задачи, теоремы, следствия, примечания («схолии»), выводы («королярии»). На эту особенность указывал и сам Ньютон. «Сочинение это предлагается

как математические основания физики. Вся трудность физики …состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам объяснить все остальные явления… Было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы» (URL: https://books.google.ru/books?isbn=5458454057).

Средством осуществления этого метода был разработанный им математический аппарат исчисления бесконечно малых величин. Ньютон применил этот метод математического анализа для решения проблем физики. С его помощью оказалось возможным определять положение тела в пространстве в любой момент времени, если известны соотношение между положением тела и его скоростью или величина его ускорения в определенное время.

Теоретико-математический метод познания открыл перед физикой и в целом перед естествознанием колоссальные перспективы. Тем самым И. Ньютоном были заложены основы теоретического фундамента классической физики. Физическая концепция Ньютона, оформленная в виде физической теории, явилась венцом физики XVII века, позволившим решить многие проблемы физики того времени и ставшим, как уже указывалось, образцом построения научного знания не только в других отраслях физического знания, но и естествознания в целом.

Таким образом, И. Ньютон впервые сформулировал и провозгласил естественнонаучный манифест, идеал, назначение науки, функции физической теории:

- описать (соответствующую область физических явлений);
- объяснить (механизм протекания явлений именно таким образом);
- предсказать (получить новые знания на основе фундаментальных законов-принципов).

Тем самым отчетливо прорисовывается принципиально новая роль и функция физической теории – эвристическая, или предсказательная. Для осуществления поставленной задачи требовалась работа чрезвычайной сложности и изощренности. Определить, какие законы можно считать законами-принципами, мог только незаурядный ум. Физические принципы должны быть извлечены из всей совокупности человеческой практики, опыта человеческой деятельности и представлять собой самые общие законы природы, законы-принципы. Фи-

зика принципов несокрушима, принципы могут обобщаться, несколько уточняться, дополняться, но рушиться не могут, поскольку они – квинтэссенция совокупного человеческого опыта. Именно это и удалось сделать И. Ньютону.

Вопрос 3. Физическая теория как система научного знания. Структура и компоненты физической теории

Одним из структурных элементов системы физических знаний следует рассматривать физическую теорию, представляющую собой строго структурированную систему физических знаний. В своей форме она демонстрирует тот идеал, к которому стремится любая область знаний, когда на основе сравнительно небольшого количества принципов, опираясь на математический аппарат, можно логически строго вывести массу следствий и точно предсказать конечный результат процесса по исходным данным.

Отличительный признак физической теории – замкнутость систем понятий, исчерпывающе описывающих определенный круг явлений.

Любая научная теория, в том числе физическая, – система научных положений и законов, которая дает качественное и количественное объяснение целой области явлений природы с единой точки зрения. В современной физике такими теориями стали классическая механика, молекулярно-кинетическая теория, общая и специальная теории относительности, квантовая механика, классическая электродинамика, квантовая электродинамика и т. д.

Ряд исследователей, занимающихся методологическими вопросами школьного курса физики (В. Ф. Ефименко и др.), выделяют такие компоненты теории, как основание, ядро и следствия, которые, в свою очередь, включают систему подкомпонентов.

Основание теории соответствует описательной функции. Для описания соответствующей области физических явлений производится моделирование. Все объекты исследования заменяются идеализированными объектами, свойства которых описываются с помощью особого математического языка – языка физических величин и опытных закономерностей. Например, в механике Ньютоном введено несколько идеализированных объектов: модель материальной точки,

модели пространства и времени (ньютоновское пространство и ньютоновское время). Уместно выделить основные модельные объекты электромагнетизма: материальная точка, наделенная дополнительно электрическим зарядом, электрический ток точечных зарядов, электрическое и магнитное поля.

Обычно к основанию теории относится группа экспериментальных фактов, не укладывающихся в существующее теоретическое объяснение. Эти факты являются источником эмпирических обобщений. В качестве «моста» между эмпирическим базисом теории и основными научными понятиями выступает идеализированный объект теории. С этой точки зрения теория действительно опирается на результаты наблюдений, эксперимент, т. е. имеет вполне объективное обоснование. Но простое описание фактов и эмпирических наблюдений еще не составляет физической теории. Физическая теория представляет собой новое, более обобщенное знание, являющееся результатом проникновения человека в окружающий мир с помощью абстрактного мышления. Эта особенность теории отображена в ядре теории.

Отражение в мышлении сущностных связей и отношений объективного физического мира осуществляется в конструктивной деятельности мышления. Эта деятельность заключается в определении ***причинно-следственных связей*** в изучаемой физической системе. Эти связи выражаются в теории отношениями между теоретическими объектами и теоретическими законами теории.

Ядро теории представляет систему общих фундаментальных законов, выражающих в математических уравнениях связи между научными понятиями. В то же время законы, входящие в ядро теории, – это особые физические законы-принципы. Ранг, статус и условия получения этих законов принципиально отличаются от законов, открываемых опытным путем. В истории физики специальных экспериментальных установок для их открытия никогда не создавалось. Экспериментальной, опытной базой теоретических законов является человеческая практика во всей своей целостности и совокупности. С помощью теоретических законов в математической форме записываются причинно-следственные природные связи и тем самым объясняется поведение идеализированного объекта. При объяснении раскрываются природа и причина возникновения природного явления, закономерности его существования.

В то же время фундаментальные законы физической теории – это законы-обобщения, из которых, как из аксиом геометрии, получаются многочисленные знания-следствия (выводы). Впоследствии сюда стали входить и некоторые другие подкомпоненты.

Следствие теории включает все выводные законы, получаемые математическим путем из теоретических законов. Именно в следствии (выводах) теории наиболее ярко проявляется причина введения физической теории в физику как науку – ее эвристическая, предсказательная функция, ее прогностическая способность в получении новых знаний. Назначение теории в конечном счете и состоит в возможности получения из ядра теории выводного знания, значение которого резко возрастает по сравнению с опытным познанием природы.

В рамках теоретического познания посредством дедуктивного вывода формируется система теоретических ***следствий*** разного уровня обобщений. Так, примерами следствий ядра классической механики можно считать механику твердого тела, теорию механических колебаний, теорию ламинарного течения жидкости. Таким образом, теоретические следствия, входящие в следствия выводы теории, получаются дедуктивным путем из концептуального ядра теории.

Следует иметь в виду, что теоретический метод познания природы в своей завершенной форме физической теории был создан сравнительно недавно (XVII в.) и поэтому многочисленны случаи, когда те или иные физические законы в истории физики открывались экспериментально, и лишь впоследствии выяснилась возможность их математического вывода из соответствующих фундаментальных законов конкретной теории.

Подчеркнем, каждая из физических теорий исследует свой фрагмент природы, однако содержательная структура всех физических теорий одинакова. Каждый из выделенных компонентов теории выполняет специфическую научную гносеологическую функцию. Основание выполняет описательную функцию, но данный аспект всегда был присущ научному знанию, его особенность заключалась лишь в использовании особого языка – языка научных понятий. Преимущество физической теории связано с другими гносеологическими функциями теории. «Физическая теория, во-первых, позволяет единооб-

разно объяснить широкий круг фактов и законов, а во-вторых, она позволяет сделать ряд новых предсказаний и выводов, и в этом ее функция и значение» (В. Н. Мощанский) (URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13313).

Соответствие функций и компонентов теории представлено на рис. 33.

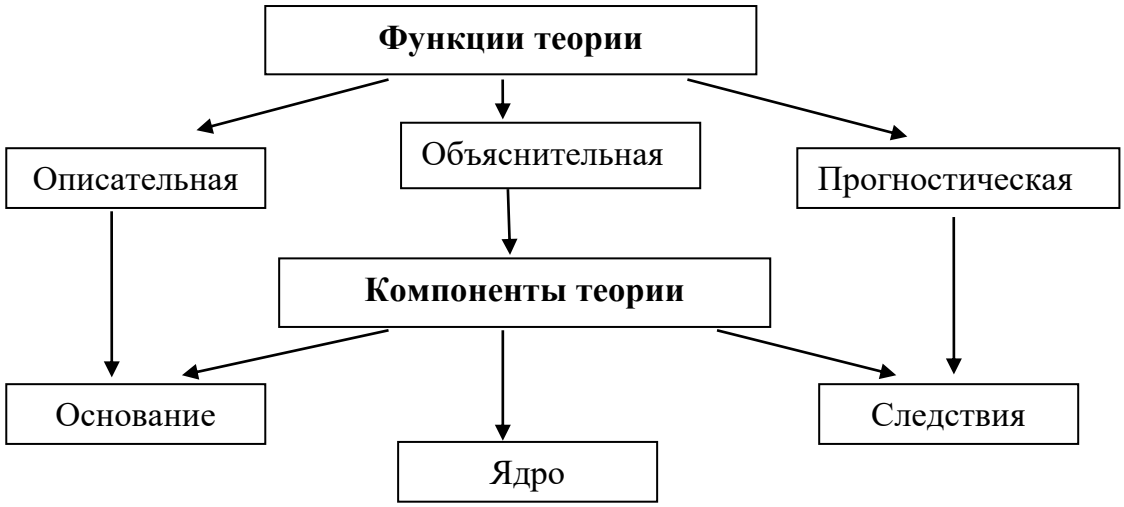


Рис. 33

В структурированном виде содержание теории приведено в табл. 27.

Таблица 27

Основание	Ядро	Следствия
Модели Эмпирический базис	Фундаментальные законы Принципы и постулаты Фундаментальные физические постоянные	Выводное знание

Некоторые исследователи добавляют еще один компонент теории – интерпретацию, куда входят истолкование основных понятий и законов и границы применимости теории.

В более развернутом и детализированном виде содержание компонентов физической теории дано в табл. 28.

Таблица 28

Основание	Ядро	Следствия
Модели: – идеализированные объекты теории (ИО) Эмпирический базис: – свойства ИО; – физические величины, характеризующие свойства ИО; – опытные законы; – приборы и установки	Фундаментальные теоретические законы, объясняющие поведение ИО Принципы и постулаты Фундаментальные физические постоянные Законы сохранения Принцип соответствия Принцип дополнительности	Выводное знание, полученное математическим путем из фундаментальных законов теории

Конкретное физическое содержание теорий, изучаемых в школьном курсе физики, будет раскрыто при рассмотрении методики их изучения. В этой лекции ограничимся лишь примерами классической механики (табл. 29) и классической электронной проводимости металлов (табл. 30).

Таблица 29

Основание	Ядро	Следствия
Идеализированные объекты: математическая точка, абсолютное пространство и абсолютное время *Свойства ИО:* местоположение, смещение, быстрота движения, быстрота изменения скорости, действие одного тела на другое, передача движения и др. *Физические величины*: *x, l, v, a, F* и др. *Опытные законы:* кинематические уравнения движения (прямолинейного, криволинейного, вращательного)	*Фундаментальные законы:* 1, 2, 3-й законы Ньютона, закон всемирного тяготения Законы сохранения: закон сохранения и превращения механической энергии, импульса, момента импульса *Принципы:* дальнодействия, независимости действия сил, относительности Галилея *Постулаты:* абсолютности пространства и времени, однородности и изотропности пространства, однородности времени *Фундаментальные физические постоянные:* гравитационная постоянная	*Решение* прямой и обратной задачи механики (определение координат тела при любом виде механического движения и т. п.) *Применение законов* Строительство (статика), в технике (авиатехника, наземный транспорт…), космонавтика, военное дело *Предсказание:* Открытие планет Нептун и Плутон Разработка задачного подхода

Таблица 30

Основание	Ядро	Следствия
Эмпирический базис: 1. Опыт Рикке (1901); 2. Опыт Мандельштама и Папалекси (1913); 3. Опыт Толмена и Стюарта (1916)	*Идеализированные объекты:* модель электрона, металлического проводника, электронного газа *Основные положения теории:* 1. Движение электронов подчиняется законам классической механики 2. Электроны друг с другом не взаимодействуют 3. Электроны взаимодействуют только с ионами кристаллической решетки, взаимодействие это сводится к соударению 4. В промежутках между соударениями электроны движутся свободно 5. Электроны проводимости образуют электронный газ; подобно идеальному газу «электронный газ» подчиняется законам идеального газа	Вывод закона Ома Вольт-амперная характеристика металлов Объяснение природы сопротивления металлов Вывод закона Джоуля – Ленца

К интерпретации классической механики относятся границы применимости теории – она применима в инерциальных системах отсчета для тел, которые можно считать материальными точками, и при условии, если скорости движения этих тел во много раз меньше скорости света.

Границы применимости и недостатки теории заключаются в том, что классическая теория проводимости металлов не может объяснить закон Дюлонга и Пти, температурную зависимость удельного сопротивления металлов, сверхпроводимость.

Обратим внимание на то, что в ядро теорий входят дополнительно принципы соответствия, дополнительности, симметрии и принцип причинности. Данные принципы введены как результат обобщения развития физики.

Так, ***принцип соответствия*** отражает связи между теориями. Этот принцип предполагает, что теории, «...справедливость которых установлена для той или иной предметной области, с появлением новых более общих теорий не устраняются как нечто ложное, но сохраняют свое значение для прежней области как предельная форма и частный случай новых теорий» ([URL: mylektsii.ru/9-25841.html).

Иными словами, это возможность редукции (сведения) новой теории в какую-либо уже известную теорию в рамках их общей области применимости. Принцип соответствия ввел Н. Бор. Так связаны классическая и релятивистская механика, волновая и геометрическая оптика, классическая и квантовая статистики и т. д. Принцип соответствия в настоящее время является одним из методологических принципов современного естествознания.

Принцип дополнительности также был введен в науку Нильсом Бором при обсуждении проблем интерпретации квантовой теории. В дальнейшем Бор распространил этот принцип и на световые явления. Позже дополнительность стала пониматься достаточно широко, в частности, в физике термодинамический и статистический методы описания макроскопических систем дополняют друг друга так же, как теории Максвелла, Друде – Лоренца, с разных точек зрения описывающие явление электропроводимости.

Принцип дополнительности, подобно принципу соответствия, является в настоящее время общенаучным принципом, поскольку ему подчиняются процессы любой природы. Знания, полученные на этих уровнях, взаимно дополняют друг друга и позволяют создать более полную картину явления.

Принцип симметрии также понимается как методологический общенаучный принцип познания. Понятие симметрии неразрывно связано с понятиями однородности и неоднородности, изотропности и анизотропности, равномерности и неравномерности, однообразия и разнообразия, порядка и беспорядка, покоя и движения, сохранения и изменения, равенства и неравенства и т. д. Наиболее заметную роль играет принцип симметрии в физике, поскольку все физические законы пронизаны теми или иными свойствами симметрии, которые от-

ражаются в них. С симметрией непосредственно связаны законы сохранения.

Принцип причинности в физике – один из наиболее общих принципов, устанавливающий допустимые пределы влияния физических событий друг на друга [URL: dic.academic.ru]. Именно в соответствии с данным принципом в ядро теории входят те законы, которые в математической форме выражают причинно-следственные связи описываемой области природной действительности. Формой выражения причинно-следственных связей могут быть как динамические, так и статистические законы. Введение в ядро теории статистических законов сопровождалось активными научными дискуссиями, поскольку в рамках механической картины мира (создания первой физической теории) сложилось представление о динамической причинности, суть которой заключается в существовании однозначных связей между причиной и следствием. В частности, состояние тела во время механического движения однозначно определяется его начальным состоянием и действующими силами.

С развитием науки на смену динамической причинности пришла вероятностная, означающая невозможность однозначного определения состояния системы по заданному начальному состоянию и закону его изменения (статистические законы). Однако первоначально считалось, что статистические законы обусловлены неполнотой наших знаний и что со временем будут найдены и соответствующие динамические законы.

Развитие физики и возникновение квантовой теории привело к пересмотру представлений о соотношении динамических и статистических законов и теорий. В настоящее время полагается, что и динамические, и статистические законы выражают объективно существующие причинно-следственные связи. В то же время по современным представлениям статистические теории и законы глубже отражают причинно-следственные связи. Именно они являются более фундаментальными (по сравнению с динамическими), так как включают в себя и случайные события.

Вопрос 4. Классификация и особенности изучения теорий различного вида

Существует множество классификаций научных теорий: дедуктивные и индуктивные, фундаментальные и прикладные, формальные и содержательные и др. А. Эйнштейн различал в физике два основных типа теорий – конструктивные и фундаментальные. Одной из общепринятых классификаций физических теорий считается классификация В. Гейзенберга, который выделил четыре большие системы понятий и аксиом, уже нашедшие к тому времени свою окончательную форму: механика Ньютона, (включая небесную механику), статистическая механика, электродинамика (включая волновую оптику и специальную теорию относительности) и квантовая теория. Данная классификация проведена в соответствии с формами движения материи и учитывает динамику развития физической науки, в частности, эволюцию физических картин мира.

Иная классификация физических теорий была дана Г. Я. Мякишевым (физик, философ, автор учебников физики). Он проводит классификацию по двум признакам: формам движения материи и уровням глубины познания окружающего мира. В соответствии с этим выделяются теории макроскопических систем и теории микроскопических объектов. В число этих теорий входят как динамические, так и статистические теории, между которыми могут быть установлены связи. Помимо фундаментальных существуют теории, обладающие меньшей степенью общности, так называемые частные теории. Например, квантовомеханические процессы описывались и объяснялись с помощью таких частных теоретических схем, как боровская модель атома, теория фотоэффекта, теория излучения абсолютно черного тела и др. При построении фундаментальной теории частные теории включаются в ее состав в качестве компонентов ее содержания. При этом частные теории сохраняют свою значимость в области явлений, для объяснения которых они были созданы.

Поскольку в школьном курсе физики изучаются фундаментальные физические теории, то основное внимание будет уделено именно им. Фундаментальные физические теории делятся на два вида – теории, построенные по методу принципов, и теории, построенные по методу модельных гипотез. Ниже приведена систематизирующая схема с уточнением примеров теорий данных видов (рис. 34).

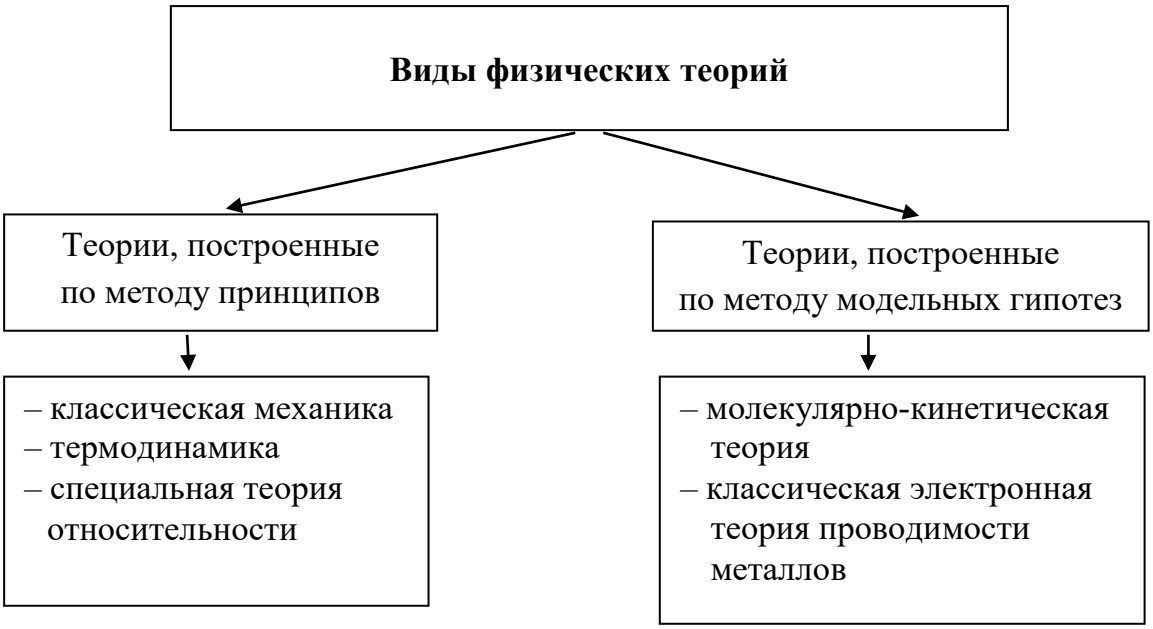


Рис. 34

Классификация данного вида основана на отличии законов, которые положены в ядро теории.

В теориях, построенных по методу принципов, в ядро теории входят законы-обобщения, или законы-принципы, по аналогии с классической механикой. Напомним, что физические принципы должны быть извлечены из всей совокупности человеческой практики, опыта человеческой деятельности и представлять собой самые общие законы природы. Физика принципов несокрушима, поскольку принципы не могут быть отвергнуты, это фактически физические аксиомы, аналогичные аксиомам геометрии. Выполнимость принципов уже подтверждена тысячелетней практикой человеческой цивилизации. Они могут несколько уточняться, но рушиться и отменяться не могут, поскольку принципы – квинтэссенция совокупного человеческого опыта. Так, в термодинамике такая система фундаментальных теоретических законов-принципов представлена началами термодинамики, в специальной теории относительности они представлены постулатами теории.

В ядро теорий, построенных по методу модельных гипотез, в отличие от теорий первого вида включаются модели-гипотезы идеализированного объекта теории, а в основание – те факты, которые стали основой создания модели-гипотезы идеализированного объекта. Например, в ядро молекулярно-кинетической теории входит модель-

гипотеза молекулы (атома), поскольку реальность ее существования стала научным фактом лишь сравнительно недавно. Эти физические теории имеют *гипотетико-дедуктивную организацию* знания. Основные законы теории, находящиеся в ядре теории – это гипотезы о причинно-следственных связях в реальной физической системе. Они могут правильно отражать эти связи, но могут быть и ложными, и впоследствии отбрасываются. Например, в физике были отброшены представления о теплороде, флогистоне, электрических жидкостях и др. Далее из этих гипотез можно формально с использованием математики – дедуктивно – вывести следствия о поведении реальных физических систем. Если гипотеза верно отражает связи, то теоретические следствия будут подтверждаться экспериментом.

Специфика различных видов теорий предопределяет и различные методические подходы их изучения. Теории, построенные по методу принципов, наиболее целесообразно изучать по логике структуры теории: основание – ядро – следствия. Тем самым вначале обозначается круг явлений, описываемых теорией, и вводится модель идеализированного объекта. Затем выясняются свойства идеализированного объекта и изучаются величины, количественно характеризующие эти свойства. Связи между введенными величинами отражены в опытных законах. Таким образом, изучаемые явления вначале описываются – изучаются основания теории. Затем ставится задача объяснения описанного поведения идеализированного объекта. На вопросы «почему?» отвечают теоретические законы, фиксирующие причинно-следственные связи и объясняющие именно наблюдаемое поведение объекта исследования. Затем изучаются выводы и следствия теории. Следовательно, при изучении теорий, построенных по методу принципов, эффективным методическим способом является индуктивный подход.

Теории, построенные по методу модельных гипотез, изучаются иначе. Вначале также указывается область изучаемых природных явлений, но затем должна ввестись модель-гипотеза идеализированного объекта, т. е. элемент ядра физической теории. Введение идеализированного объекта предопределяет необходимость знакомства с фактами, послужившими разработке этой модели, а это элементы основания теории. Затем вновь необходимо обратиться к ядру теории, чтобы изучить законы поведения идеализированного объекта. Таким обра-

зом, методика напоминает «слоеный пирог» – изучение компонентов теории происходит «послойно»: от ядра к основанию и от него – снова к ядру. Дальнейшее изучение физического материала аналогично предыдущему варианту.

Конкретизация указанных подходов будет осуществлена в лекциях по методике изучения соответствующих конкретных физических теорий.

Вопросы для закрепления материала

1. Какие причины обусловили необходимость введения в систему физических знаний физических теорий?
2. Какие существуют методы физического познания?
3. Как выглядит формула познания, введенная Аристотелем?
4. Почему Аристотель отрицал использование эксперимента при изучении природных явлений?
5. До какого времени в физике не применялся эксперимент?
6. Кто является родоначальником экспериментального метода познания в физике?
7. В чем заключается заслуга И. Ньютона? Какой метод исследования природы он предложил?
8. Как понимается идеал физического познания по И. Ньютону?
9. Каковы функции физической теории?
10. Какие компоненты входят в структуру физической теории?
11. Какова корреляция между структурой и функциями физической теории?
12. Что входит в основание теории?
13. Что входит в ядро физической теории?
14. Что входит в следствия физической теории?
15. Чем отличаются теоретические законы, входящие в ядро теории, от опытных законов?
16. Какие виды фундаментальных физических теорий существуют, в чем их принципиальное отличие?
17. Каковы особенности методики изучения физических теорий различного вида?

Лекция 8. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

План лекции

1. Физические законы в системе физического знания. Понятие закона. Типы законов.
2. Методика изучения экспериментальных законов.
3. Методика изучения теоретических законов.
4. Использование электронных образовательных ресурсов при изучении физических законов.

Вопрос 1. Физические законы в системе физического знания. Понятие закона. Типы законов

Модернизация системы физического образования (модернизация содержания школьного курса физики) в современной школе, выдвижение на первый план задачи развития личности школьника, введение компетентностной парадигмы обучения совершенно не отменяют одну из базовых задач – прочного и глубокого усвоения школьниками основ целостной системы физических знаний. Однако система физических знаний не представляет собой только систему научной информации или научных фактов. Сведение задач науки к сбору фактов означает непонимание истинного характера науки, накопление фактов не составляет еще науки. Физическое знание, как и любое научное, должно быть систематизировано и логически организовано. Знания превращаются в научные, когда целенаправленное собирание фактов, описание этих фактов доводятся до уровня их включения в систему понятий. При этом происходит различный уровень обобщенности знаний; системы более широкого масштаба включают в себя в качестве своих элементов обобщения более частного уровня.

Соответственно система физического знания не только структурирована, но в ней четко отражена логическая связь перехода от одного уровня обобщения к более высокому обобщению (рис. 35).

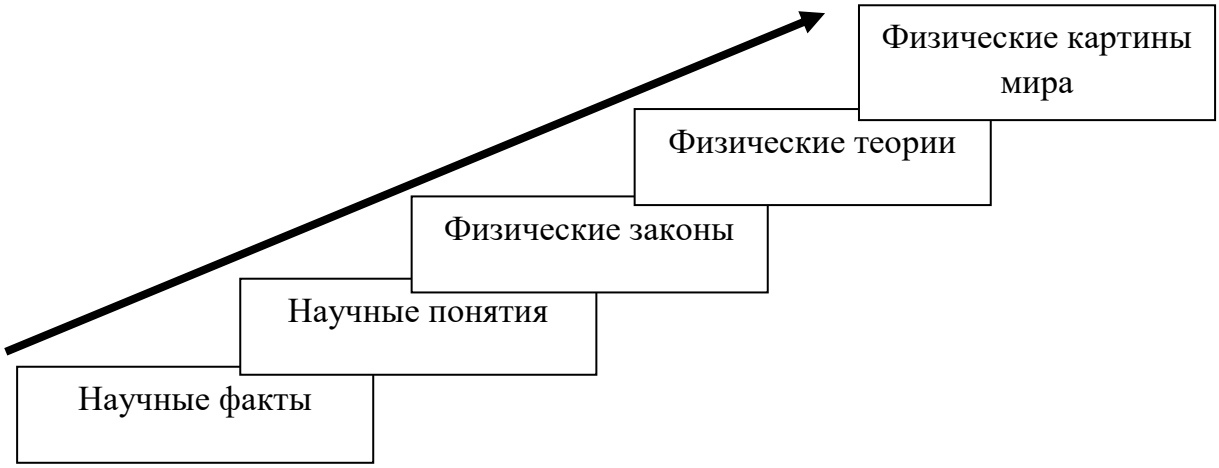


Рис. 35

Физические законы как целостная система знаний и конкретного уровня обобщенности включают в себя знание и о научных фактах, и о связях между научными понятиями, описывающими эти факты. При изучении физических явлений устанавливают связи между величинами, выраженными на математическом языке, что обычно и представляет собой физический закон. Значимость установленных физических законов чрезвычайно важна. В курсе физики основной и средней школы закладывается и дается представление об их практическом значении в нашей жизни. Курс физики призван передать красоту физики как науки об окружающей природе, пробудить интерес и показать необходимость выявления основных законов для объяснения природных явлений, их бытового и технического применения.

Современная цивилизация – это не только информационная, но и технологическая цивилизация высокого уровня. Научное физическое познание ведется с целью проникновения в тайны природы с возможностью их применения. Весь современный технологический ландшафт (интернет, телевидение, радио, машины, самолеты, ракетная техника, освоение космоса и т. п.) – это воплощение в материализованном виде познанных физических законов. Следовательно, дальнейшее развитие и научно-технический прогресс человеческой цивилизации возможны только при усвоении школьниками смысла и физического содержания изучаемых в школе законов.

Поэтому одна из дидактических задач учителя физики заключается в знании эффективных методических подходов при изучении содержания физических законов.

Что же представляет собой физический закон? «Закон в физике – модель, необходимая, существенная, устойчивая, повторяющаяся связь между явлениями, процессами и состояниями тел. Познание физических законов составляет основную задачу физической науки» (URL: dic.academic.ru).

Часто под законом понимают эмпирически установленную и выраженную в строгой словесной или математической формулировке, устойчивую и повторяющуюся во множестве опытов связь между физическими величинами в явлениях, процессах и состояниях тел и других материальных объектов в окружающем мире. Однако это относится только к одному виду законов – *законам эмпирического уровня познания*.

Весьма важным представляется следующее обстоятельство: чтобы некая связь могла быть названа эмпирическим физическим законом, она должна удовлетворять следующим требованиям:

- эмпирическая подтвержденность. Физический закон считается верным, если подтвержден многократными экспериментами. Отличительной особенностью научного эксперимента является то, что его способен воспроизвести каждый исследователь в любое время;
- универсальность. Закон должен быть справедлив для всех объектов изучаемой области физических явлений;
- устойчивость. Со временем могут уточняться лишь границы применимости физического закона;
- физические законы, как правило, выражаются в виде короткого словесного утверждения или компактной математической формулы. По выражению нобелевского лауреата Поля Дирака, «физический закон должен обладать математической красотой». Тем не менее было отмечено, что из 35 законов элементарной физики лишь 17 формулируются при помощи математических уравнений, а из более чем 300 понятий лишь около 50 вводятся при помощи формул, остальные формулируются и вводятся лишь словесно (URL: cruer.com/max7612/Закон_(физика)).

Таким образом, каждый физический закон имеет определенную область применения. Физические законы, имеющие наиболее обширные области применения, называются *фундаментальными законами*. Эти законы носят универсальный характер в рамках области приме-

нения и по своей сути являются теоретическими законами, *или принципами*. Они выступают обобщением всей совокупности опытных фактов человеческой практики и входят в ядро соответствующей физической теории. К ним относятся, например, законы Ньютона, закон сохранения энергии, начала термодинамики и др. (см. 7-ю лекцию).

Таким образом, все физические законы можно разделить на эмпирические (экспериментальные) и теоретические. При изучении любого вида закона целесообразно использовать план обобщенного характера, отражающий наиболее существенные моменты содержания закона. Напомним, что обобщенные планы изучения различных элементов физических знаний, в том числе и закона, были введены А. В. Усовой и показали свою методическую эффективность.

План изучения законов

1. Связь между какими явлениями или величинами выражает данный закон?
2. Формулировка закона.
3. Когда и кто впервые сформулировал данный закон?
4. Математическое выражение закона.
5. Опыты, подтверждающие справедливость закона.
6. Учет и использование закона на практике.
7. Границы применимости закона.

В методической литературе встречаются и несколько иные планы, но по сути они все практически тождественны. Отличие заключается только в детализации и изменении порядка включенных пунктов. При желании учитель может использовать любой план. В качестве примера приведем еще один план обобщенного характера:

1. Что устанавливает, определяет, утверждает закон?
2. Кем установлен закон, в каком году?
3. На основании каких данных сформулирован?
4. Какие величины связывает?
5. Основная формула.
6. Частные случаи.
7. Опытное подтверждение.
8. Причинная обусловленность.
9. Границы применимости.
10. Практические применения.
11. Определение закона (формулировка).

Данные планы несут двоякую функцию. С одной стороны, они ориентируют учителя при подборе содержания учебного материала, который должен изучаться на уроке (при необходимости использования различных информационных источников), с другой – они выступают нормами оценивания знаний школьников, поскольку позволяют оценить степень усвоения ими существенных аспектов содержания закона.

В то же время необходимо иметь в виду, что усвоение содержания физического закона может происходить на нескольких уровнях. Наиболее широко распространенной в методике обучения физике является таксономия, разработанная на основе таксономии Блума:

1. Уровень запоминания знаний.
2. Уровень понимания знаний.
3. Уровень применения знаний в знакомой ситуации.
4. Уровень применения знаний в новой (и нестандартной) ситуации.

Знания третьего уровня представляют умение школьников выполнять деятельность по образцу, а четвертого уровня – творческую деятельность.

С помощью данных уровней осуществляется оценивание школьников по умению применять закон для объяснения природных явлений, принципов работы машин и технических установок, основ технологических процессов и решения задач разного уровня сложности.

Конкретизируем применение указанных уровней на примере закона Ома для участка цепи. Усвоение этого закона на первом уровне предполагает, что учащиеся могут узнать формулу закона среди других, воспроизвести формулировку закона и записать формулу, описать опыт, на основе которого он был введен. Усвоение содержания этого закона на втором уровне предполагает, что учащиеся могут объяснить смысл этого закона и обосновать форму причинно-следственной связи между представленными в формуле физическими величинами. Третий уровень усвоения предполагает, что школьники могут решать тренировочные задачи на применение его формулы. На четвертом уровне предоставляется возможность решать задачи усложненные, нестандартные. Но достижение этого уровня возможно только после более широкого знакомства школьников с другими зна-

ниями по электричеству, например, знание законов соединения проводников и т. п.

Следует обратить внимание, что достижение того или иного уровня усвоения идет постепенно и поэтапно. Кроме того, четвертый уровень является достаточно индивидуальным; усвоение знаний содержания закона на данном уровне всеми учащимися фактически невозможно в силу различных способностей и задатков учеников или их социальных предпочтений.

Для практической деятельности учителя физики важно понимать, что экспериментальные законы и законы теоретические предполагают использование различных методических подходов.

Вопрос 2. Методика изучения экспериментальных законов

Экспериментальные законы – это законы эмпирического уровня. В истории физики они получены индуктивным способом, т. е. опираются на результаты многочисленных наблюдений и опытов, физического эксперимента.

На основе индуктивного подхода результаты наблюдений и экспериментов подвергаются анализу, и путем сравнения происходит индуктивное умозаключение. Индуктивное умозаключение – это такое умозаключение, в результате которого на основании знаний об отдельных предметах данного класса получается общий вывод. Затем происходит экстраполяция результатов конечного числа опытов на все аналогичные случаи. Механизм и структура его получения представлены на рис. 36.



Рис. 36

Такой подход является одновременно и одним из эффективных способов его изучения в школьном процессе. Уже указывалось, что опыт обучения свидетельствует, что наиболее эффективными будут те методы обучения, которые трансформированы из методов науки,

т. е. метод преподавания должен соответствовать методологии науки и методам исследования, применяемым в науке. С одной стороны, учащимися усваиваются физические методы познания как элемент физической науки, а с другой – они выступают как эффективный метод обучения физике. Это требование относится и к методике изучения физических законов.

Следовательно, наиболее целесообразно экспериментальные законы, входящие с систему физических знаний, изучать в рамках индуктивного подхода на основе учебного физического эксперимента. В школьном курсе физики таких законов большинство: условие равновесие рычага, закон прямолинейности распространения света, законы отражения и преломления света, закон сообщающихся сосудов и др.

Анализ литературы показал, что проблема использования школьного физического эксперимента при изучении физических законов находится в центре научных интересов отечественных и зарубежных ученых. Этим вопросом занимались В. Ф. Шилов, Р. И. Малафеев, В. А. Буров, Г. А. Бутырский, Ю. А. Сауров и др.

Педагогическая практика свидетельствует, что эксперимент служит надежным фундаментом в усвоении физических законов.

Слово «эксперимент» происходит от лат. *experimentum* – проба, опыт. В научном языке термин «эксперимент» обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: опыт, целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, организация особых условий его существования. В отличие от наблюдения под экспериментом понимают такую практически познавательную деятельность человека, когда человек активно вмешивается в протекание изучаемого процесса. Таким образом, эксперимент – это метод изучения объектов и явлений, при котором изучаемые объекты ставятся в специальные, созданные экспериментатором, контролируемые и управляемые условия. Эксперимент позволяет получать явления в чистом виде, останавливать процесс на любой стадии и многократно его повторять. Основные требования к эксперименту: объективность, воспроизводимость, точность.

Учебный физический опыт, или эксперимент, – это такое исследование явления и «получение закона», в котором все воздействия на исследуемую систему, влияющие на данное явление, поддаются учету.

При изучении экспериментальных законов следует придерживаться следующих этапов:

- описание экспериментальной установки;
- знакомство со способами фиксации результатов (схема, таблица, график);
- описание способа записи выявленной связи;
- проведение системы опытов (как можно большее количество);
- условия выполнимости (для старших классов).

Ниже приведен один из возможных вариантов изучения закона Ома в 8-м классе.

Сначала обращают внимание школьников на то, что использование электрических цепей основано на многочисленных полезных для человека свойствах тока – тепловом, магнитном, механическом и т. п. Но использование человеком полезных эффектов возможно только при условии «управления» электрическим током, понимания того, как можно его изменять. Для этого актуализируют знания учащихся, что электрический ток в цепи – это упорядоченное движение зарядов в проводниках под действием электрического поля. Вспоминают, что действие электрического поля характеризуется напряжением. Выдвигается гипотеза: чем сильнее действие электрического поля, тем, очевидно, и больше сила тока, т. е. сила тока должна зависеть от напряжения. Данную гипотезу необходимо проверить экспериментально.

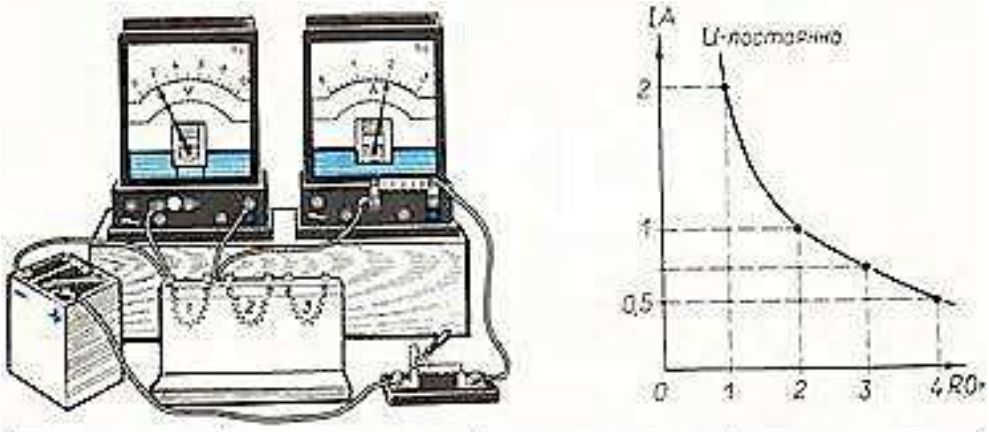
Собирают цепь, как показано на рис. 37, и, несколько раз изменяя напряжение, определяют показания тока, которые заносят в таблицу. Делается вывод: во сколько раз увеличивается напряжение, приложенное к одному и тому же проводнику, во столько же раз увеличивается сила тока в нем. Строится вольт-амперная характеристика металлического проводника.

Обращают внимание на то, что при проведении опыта сопротивление проводника не менялось и что при выполнении любых экспериментов по установлению зависимости одной величины от другой все остальные величины не должны меняться, иначе «установить» зависимость будет невозможно.



Рис. 37

Зависимость силы тока от сопротивления изучают также экспериментально. Для этого собирают цепь, как показано на рис. 38. Логика исследования тождественна предыдущему опыту.



№ опыта	Напряжение на концах проводника, В	Сопротивление проводника, Ом	Сила тока в цепи, А
1	2	1	2
2	2	2	1
3	2	4	0,5

Рис. 38

Изменяя сопротивление цепи при неизменном напряжении, фиксируют получающиеся показания амперметра. Результаты заносят в таблицу и строят график зависимости силы тока от сопротивления. Соединив две зависимости, формулируется закон Ома в словесной формулировке и форме математической записи. Желательно, чтобы учитель ознакомил школьников с историческими исследованиями Г. Ома, раскрыл сложности опытов и их количество (в школьном эксперименте их достаточно мало).

К преимуществам такого подхода можно отнести следующее:

- знакомство школьников с экспериментальными методами изучения природы;
- использование деятельностного подхода и поисковых методов формирования знаний, а не передача их готовыми;
- обучение графическому методу представления информации;
- обучение методике экспериментального получения (или проверки) зависимостей одной величины от другой.

Обратим особое внимание, что в методологическом отношении учебный эксперимент резко отличается от научного по задачам, сложности и числу проведенных опытов, их вариативности, оборудованию, технике измерения и расчетов, соотношению запланированности и случайности и т. д. Вот почему наряду с традиционной системой учебного эксперимента необходимо широкое внедрение в школьный курс физики разработанной и обоснованной системы методологических знаний о физическом научном эксперименте. В содержание такой системы включаются знания о роли эксперимента в научном познании и практической жизни; видах физического эксперимента – наблюдении и опыте; о методологическом принципе наблюдаемости; о сущности процедуры измерения; требованиях к современному эксперименту и др.

Методика изучения экспериментального закона может быть самой разнообразной и проводится любым известным методом. В то же время необходимо учитывать новые цели и задачи физического образования, поэтому структура и этапы деятельности по мере возможности должны соответствовать научно-методологическим основам и логике творческой познавательной деятельности.

1. *Введение закона:*

- мотивационный этап;
- постановка познавательной задачи или проблемы и поиск путей ее решения;
- прогнозирование компонентов экспериментальной установки (или знакомство с реальной установкой, использовавшейся в науке (зависит от метода обучения);
- организация чувственного восприятия на основе постановки учебного эксперимента (многократное проведение эксперимента);

- анализ системы опытов с целью выявления устойчивых связей между явлениями или свойствами объектов;
- выделение устойчивых, существенных связей;
- формулировка закона и его математическое выражение;
- установление границ применимости закона.

2. *Конкретизация закона:*
- проверка усвоения сущности закона (на уровне воспроизведения);
- упражнения в применении закона для объяснения явлений мира и решения задач.

3. *Итоговая проверка и оценка усвоения закона* на уровне применения в соответствии с таксономией усвоения качества знаний о законе.

Такая методическая структура в наибольшей степени соответствует раскрытию сущностных аспектов содержания закона (на основе плана обобщенного характера), логике эмпирического познания и методическим этапам структуры современного урока.

Вопрос 3. Методика изучения теоретических законов

Все теоретические законы относятся к фундаментальным физическим законам, входящим в ядро соответствующей физической теории. Они вводятся на основе анализа всех накопленных наукой к тому времени знаний о соответствующем фрагменте природного мира (механическом движении, тепловых явлениях, электрических и магнитных явлениях и т. п.). Истинность этих законов никогда не подвергалась экспериментальной проверке. Доказательством служит вся человеческая практика.

Данное обстоятельство накладывает особый отпечаток на методику изучения данных законов. Фундаментальные теоретические законы нельзя вводить на основе индуктивного подхода, как в случае с изучением экспериментальных законов. Иными словами, его не рекомендуется вводить на основе эксперимента. Эксперимент здесь будет выполнять совершенно иную функцию. В противном случае при использовании индуктивного подхода будет создаваться видимость возможности выведения основополагающих физических идей и принципов из школьного опыта, что значительно затруднит осознание

учащимися значимости и особенностей теоретических законов по сравнению с экспериментальными. При таком подходе они «утонут» в большом количестве частных, менее значимых экспериментальных законов (которые впоследствии могут быть выведены из фундаментальных).

Иными словами, нельзя закладывать неправильное понимание у учащихся процесса научного познания, роли и статуса фундаментальных законов в самой физике легковесное отношение к процессу научного творчества.

Любая физическая теория имеет фундаментальную идею, положение, т. е. свой синтетический принцип или совокупность принципов, которые подчинят себе все остальные элементы. Именно эти положения и выступают в качестве теоретических законов, сформулировать которые удалось далеко не каждому ученому. Например, в классической механике в качестве такого краеугольного камня положен принцип инерции (первый закон Ньютона). Найденная Ньютоном физическая аксиома (не требующая доказательств) не признавалась в физике около 100 лет со времени ее появления в науке (Г. Галилей).

Основные положения теории – фундаментальные теоретические законы – не могут быть введены и дедуктивно, так как они сами являются предельно широкими обобщениями и не существует других положений, из которых они могли бы выводиться.

Таким образом, наиболее целесообразным и эффективным методом изучения фундаментальных законов является проблемное изложение. Его использование позволит учителю показать реальный образец решения научной проблемы в науке, поскольку абсолютное большинство фундаментальных физических законов, входящих в ядро соответствующей теории, – это найденный ответ на реальную научную физическую проблему. Допусти́м и генетический метод изложения, если нет возможности «сконструировать» учебную проблему, а только познавательную задачу. При недостатке времени возможно использование и догматического метода.

Но в любом случае *эксперимент должен выполнять лишь иллюстрирующую функцию.* Его необходимо использовать для подтверждения широчайшего и абсолютного проявления фундаментального закона в соответствующем фрагменте природной действительности.

Особое внимание необходимо обратить на некорректные в методическом и методологическом планах достаточно широко распространенные рекомендации по использованию эксперимента при введении законов Ньютона.

При изучении первого закона Ньютона предполагается, что учащиеся смогут его самостоятельно сформулировать, наблюдая за демонстрациями учителя с желобом Галилея. В опыте по желобу, установленному на демонстрационном столе, скатывается шарик: сначала в кучку песка, находящуюся у основания наклонной плоскости, затем на шероховатую поверхность (например, на сукно), на гладкую поверхность (например, стекло). Обращают внимание школьников на то, что по мере уменьшения сопротивления движение шарика увеличивается во времени. Для изменения направления движения шарика (стального) сбоку располагают магнит. И на основании этих опытов делают вывод: чем меньше взаимодействие, тем медленнее изменяется скорость. Продолжая далее рассуждение (на основе уже мысленных опытов) о том, что если бы на движущееся тело не действовали никакие другие тела, учащихся подводят к выводу о постоянстве модуля и вектора скорости. Далее школьникам предлагается сформулировать закон инерции.

При таких рекомендациях упускается из виду множество факторов:

- почему со времен Аристотеля (до мысленного эксперимента Г. Галилея) в физике утверждалось, что для того чтобы тело двигалось, необходимо применить силу?
- почему около 100 лет вывод Г. Галилея не признавался?
- представление о существовании силы трения в науку было введено только в XVII веке И. Ньютоном;
- чрезвычайная сложность для учащихся – самостоятельно сделать «логический скачок» и довести логику рассуждения до мысленного эксперимента (практика показывает, что это не под силу многим школьникам).

Следует также иметь в виду, что первый закон динамики содержит противоречие между научными знаниями и жизненным опытом учащихся, который согласуется с аристотелианскими представлениями. Эти противоречия возможно ликвидировать только при проблемном изложении материала.

Как уже указывалось, при экспериментальном изучении закона инерции – фундаментального закона – целенаправленно создаются условия для легковесного отношения к возможности школьников самостоятельно на основе 3 – 4 школьных опытов открыть то, что в физике выявлялось тысячелетиями. Этот опыт (как и другие опыты с установкой на воздушной подушке) необходимо проводить после рассказа учителя о научной дискуссии по поводу необязательного присутствия силы для того, чтобы тело начало двигаться или двигалось равномерно и прямолинейно, т. е. в рамках проблемного изложения первого закона Ньютона.

Аналогичны и некорректности в отношении рекомендаций изучения второго закона Ньютона также на основе серии опытов, в которых вначале исследуется зависимость ускорения тела от приложенной силы (не меняя массы тела, увеличивая действующую на него силу), а затем – зависимость ускорения тела от его массы (действуя постоянной силой на тела разной массы). Предполагается, что этот опыт позволит сформулировать второй закон Ньютона, раскрывающий причинно-следственные связи: ускорение, приобретаемое телом, прямо пропорционально приложенной к нему силе и обратно пропорционально его массе.

Здесь также игнорируется множество факторов:

- формулировка закона в таком виде не соответствует формулировке самого Ньютона;
- формулировка закона дана Ньютоном без формульной записи;
- закон был дан Ньютоном без введения понятия ускорения (этого понятия в науке того времени не существовало);
- фундаментальный закон не может быть сформулирован через частнонаучное понятие ускорения, применимое лишь в ограниченных областях физики;
- существование принципа однородности, «запрещавшего» физикам соединять в одной формуле разнородные физические величины;
- существование острейшей научной дискуссии по поводу того, что имел в виду Ньютон, вводя в закон понятие «изменение движения» – ускорение или импульс (количество движения).

В этом случае для уяснения школьниками сущности физического закона наиболее целесообразно использовать или проблемное из-

ложение, или генетическое объяснение с раскрытием всех вышеперечисленных моментов.

Таким образом, еще раз подчеркнем: при изучении теоретических фундаментальных законов учебный эксперимент может выполнять лишь иллюстрирующую функцию и использоваться как средство наглядности.

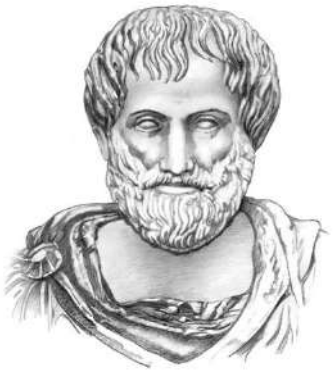
Ниже показан возможный вариант изучения первого закона Ньютона как фундаментального теоретического закона на основе проблемного изложения в 9-м классе (фрагмент урока). Объяснение рекомендуется вести на основе опорного конспекта, который графически в краткой форме показывает этапы научной дискуссии по поводу становления и утверждения этого закона в физической науке (рис. 39).

Заметим, что данный вариант изучения идет без знания школьниками структурных компонентов физической теории (материал дается только в 10-м классе). В то же время данный вариант учитывает все особенности методических требований к изучению теоретических физических законов.

Проблемная ситуация создается путем сообщения школьникам, что на данном уроке они приступают к изучению закона, который физиками XX века был назван «самым безумным физическим законом» (см. начало опорного конспекта на рис. 39). Но самое удивительное заключается в том, что с содержанием этого закона они уже знакомы с 7-го класса. Далее школьники побуждаются к анализу изученных законов и выяснению, показался ли им один из них «безумным»? После созданной учебной интриги сообщается, что это закон инерции и предлагается вспомнить его формулировку. Вновь задается вопрос: могут ли они определить «безумие» в содержании закона? Как показывает практика, ученики не в состоянии ответить на поставленный вопрос. Потом учитель знакомит школьников с дискуссией по поводу важнейшего вопроса механики, а именно: нужно ли что-либо делать, чтобы тело начало двигаться? Иными словами, важнейшая научная задача заключается в ответе на вопрос, нужна ли причина для того, чтобы тело начало двигаться? Последующее изложение посвящено трудам Аристотеля и раскрытию его взглядов: чтобы тело начало двигаться, необходимо приложить силу. Аргументация представлена в конспекте (движение лодок, стрелы, повозки и т. п.) (см. рис. 39).

учёные XX века

Проблема с IV в. до н. э.



Аристотель
384—322 до н. э.







Самый «безумный» физический закон

В чем безумие?

Тело покоится или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют тела или действие тел скомпенсировано

Для движения тела нужна внешняя сила:

- **Гребцы**
- **Воин**
- **Лошадь**

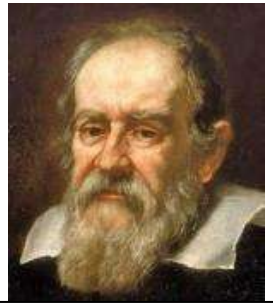
Реальные эксперименты Галилея с наклонной плоскостью

- **Исследование законов равномерного движения**
- **Исследование законов равноускоренного движения**

Выводы не признавались около 100 лет!

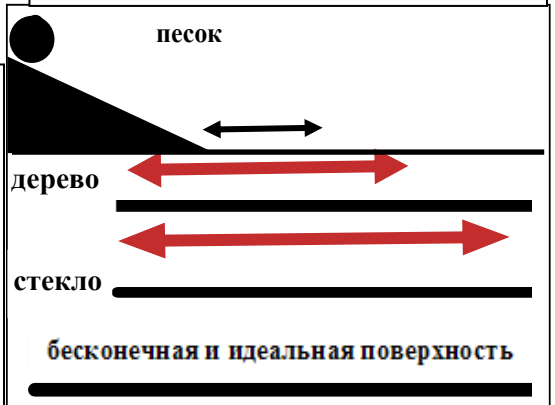
учёные XX века

XVI век



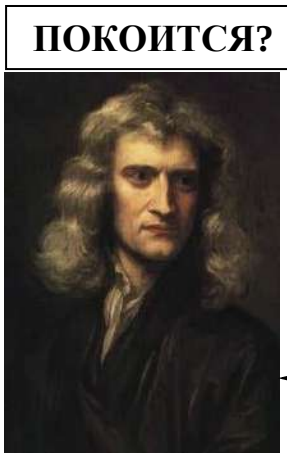
Главная идея

Чтобы тело двигалось, никаких сил *НЕ НУЖНО!*



бесконечное равномерное движение

Рис. 39. (продолжение и окончание см. на с. 174 и 175)



ПОКОИТСЯ?

ФОКУС ПРОБЛЕМ

ОТНОСИТЕЛЬНО ЧЕГО ТЕЛО

ДВИГАЕТСЯ?

СИСТЕМА ОТСЧЕТА

ВВЕДЕНИЕ

АБСОЛЮТНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

поиски

В ТЕЧЕНИЕ ТРЕХ ВЕКОВ: С СЕМНАДЦАТОГО ПО ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

ОТСУТСТВУЕТ!

XX век

Изменение формулировки 1-го закона Ньютона

Существуют такие системы отсчета, относительно которых тело покоится или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют тела или действие тел скомпенсировано

Введение систем отсчета

ИСО (инерциальные)

НИСО (неинерциальные)

Рис. 39. Продолжение (начало см. на с. 173, окончание на с. 175)

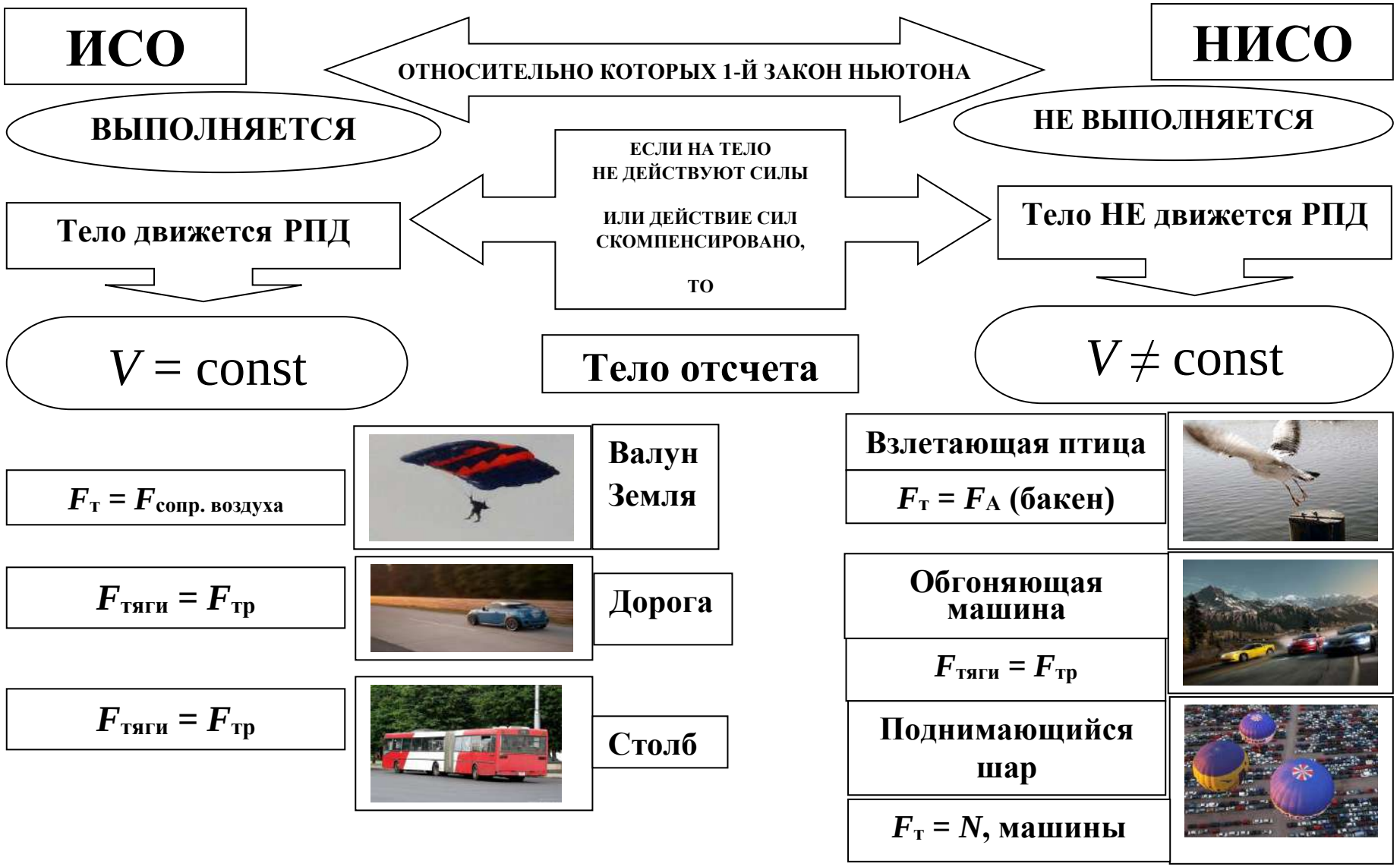


Рис. 39. Окончание (начало см. на с. 175, 174)

Далее учеников побуждают к анализу мнения Аристотеля: согласны ли с ним, могут ли они привести альтернативные примеры? Как правило, ученики соглашаются с показанными примерами и точкой зрения Аристотеля. Здесь снова интрига усугубляется, так как учитель начинает раскрывать реальные исследования Г. Галилея по изучению движения тел по наклонной плоскости и введению в физику принципиально нового вида эксперимента – мысленного, на основе которого ученый пришел к совершенно иному, противоречащему убеждению Аристотеля выводу: сила не нужна. Это настолько противоречило обыденным наблюдениям, что данный вывод не признавался в физике около 100 лет, вплоть до трудов И. Ньютона.

Именно в этом и «безумие» закона – он не соответствует обыденным наблюдениям и повседневной человеческой практике.

Тем не менее И. Ньютон выбрал этот закон – закон инерции, открытый Галилеем, – в качестве базового фундаментального закона механики. Но для его признания надо было выяснить причину несоответствия взглядов Аристотеля и вывода Галилея на основе его мысленного эксперимента. На этом этапе урока учитель раскрывает исследования Ньютона и введение им в физику понятий «трение» и «сила трения». Кажущееся противоречие обыденных наблюдений объясняется существованием силы трения поверхности, которая «вцепилась» в тело, находящееся на этой поверхности. Сила тяги нужна *только для компенсации* этой силы трения. При равенстве силы тяги силе трения тело двигается равномерно и прямолинейно.

Последующее изложение ведется в соответствии с опорным конспектом (см. рис. 39). Методические сложности связаны с вопросом об абсолютной системе отсчета, введенной Ньютоном, ее неудавшимися поисками и введением понятия инерциальной системы отсчета (ИСО). Необходимо убедить школьников, что существуют и неинерциальные системы отсчета, в которых при компенсации действий сил тело двигается ускоренно. Выявление неинерциальных систем отсчета (НИСО) стало причиной изменения формулировки первого закона Ньютона. Учителю необходимо добиться понимания школьниками, что инерциальных и неинерциальных систем множество, но только в инерциальных выполняется закон инерции. Это можно сделать на ряде примеров, которые сможет привести только учитель, поскольку материал для школьников трудный.

Дополнительные сложности при изучении первого закона Ньютона связаны с демонстрациями, подтверждающими выполнимость закона. Следует отметить, что в физике и методике обучения физике существуют две альтернативные научные школы. Согласно первой опытами, подтверждающими выполнимость закона инерции, является множество примеров на торможение движущихся тел (транспорта, человека на лошади или в поезде и т. п.), на выдергивание листа бумаги из-под стакана с водой или картонки из-под шарика. Другая научная школа считает данные рекомендации некорректными. Связано это с тем, что в ИСО тело двигается равномерно и прямолинейно, следовательно, скорость все время постоянна. При торможении скорость изменяется, хотя некоторое время тело и продолжает двигаться. Эти опыты демонстрируют не инерцию, а свойство инертности. Инертность проявляется в том, что тело не может мгновенно изменить свою скорость, для этого требуется время. Именно на этом свойстве и основано в последующем введение понятия массы.

Итак, еще раз обратим внимание: системы отсчета, относительно которых тела движутся равномерно и прямолинейно, называют инерциальными, само явление (процесс) сохранения вектора и модуля скорости – инерцией, а закон – законом инерции. Непосредственно на опыте на Земле проверить это трудно, так как нельзя изолировать движущееся тело от воздействия на него других тел. В этом смысле закон является идеализацией. Следовательно, одна из дидактических задач, которая стоит перед учителем при рассмотрении этого закона, – разъяснить школьникам, что ни один опыт не может абсолютно точно подтвердить закон инерции, так как не существует в природе абсолютно свободных, ни с чем не взаимодействующих тел.

Таким образом, при проблемном изложении школьники знакомятся с образцом решения сложнейшей научной физической проблемы реальными физиками-учеными и более чем двухтысячелетним сроком острейших дискуссий по ее решению.

При таком подходе дополнительно создаются условия для знакомства учащихся с заслугами Галилея, который ввел в физику физический эксперимент как метод научного познания природы.

Еще одна трудность состоит в знакомстве школьников с понятием «мысленный эксперимент». Как свидетельствует практика обучения, мысленный эксперимент, с которым знакомит школьников учи-

тель, тот логический «скачок», который им необходимо сделать, представляет для них большую сложность. Но ведь не случайно такой «скачок» не могли сделать и физики, современники Галилея, отказываясь принимать логический итог рассуждений за научно достоверный вывод, вплоть до трудов Ньютона и введения им понятия силы трения. Тем не менее для учащихся создаются реальные условия для того, чтобы осознать особое значение для физики фундаментальных физических законов и не путать их с экспериментальными, т. е. с законами совершенно иного уровня обобщенности.

На данном уроке эксперимент с желобом Галилея можно провести после раскрытия содержания этого опыта в исторической реальности. То же относится и к возможности постановки опыта с установкой на воздушной подушке.

Новые возможности изучения физических законов в школьном курсе физики связаны с таким педагогическим инструментарием современного учителя физики, как электронные образовательные ресурсы.

Вопрос 4. Использование электронных образовательных ресурсов при изучении физических законов

В настоящее время имеется достаточно большое количество электронных образовательных ресурсов, которые может использовать современный учитель физики. В нашу задачу не входит подробный анализ возможностей и достоинств разнообразных компьютерных моделей.

Рассмотрим использование в качестве виртуальной физической лаборатории программу «Открытая физика». Учебный компьютерный курс «Открытая физика» соответствует программе курса физики для общеобразовательных учреждений России. Изменяя параметры и наблюдая результат компьютерного эксперимента, учитель и учащийся могут провести интерактивное физическое исследование по каждому эксперименту.

Однако использование компьютерных моделей в процессе обучения физике выявило ряд серьезных проблем. Опыт их использования на уроках физики показывает, что если учащимся предлагать данные модели для самостоятельного изучения, то учебный эффект оказывается чрезвычайно низким. Учащиеся увлеченно исследуют

модель 3 – 5 минут. При этом они знакомятся главным образом с регулировкой, не вникая в суть моделируемого процесса, а затем теряют интерес к данной модели и не понимают, что делать дальше. Контрольные вопросы, задаваемые учащимся после знакомства с моделью, показывают, что какого-либо осознания и понимания физики рассматриваемого явления не происходит.

Реальные возможности изменить положение дел связаны с разработкой методики использования имеющихся программных продуктов. Их использование должно соответствовать всем требованиям, предъявляемым к проведению натурного учебного эксперимента. Дополнительные сложности связаны лишь с умением школьников работать с компьютером.

С помощью виртуальной физической лаборатории можно выполнять все дидактические формы постановки физического эксперимента:

- исследовательский;
- иллюстративный;
- репрезентативный (термин образован от английского *representation* (представление, образ);
- фанталогический (мысленный).

Для нас интерес представляет использование компьютерных моделей при изучении физических законов. При постановке эксперимента в *исследовательской форме* учащиеся приходят к обобщениям на основе ряда полученных экспериментальных данных. Эта форма хорошо вписывается в урок при индуктивном методе изучения учебной информации и при изучении эмпирических законов, т. е. открытых в физике экспериментально.

Иллюстративная форма учебного физического эксперимента удобна и логически оправдана при изучении фундаментальных физических законов. С помощью эксперимента иллюстрируется их правильность и выполнимость. Такой эксперимент занимает сравнительно мало времени и хорошо вписывается в урок.

При *репрезентативной форме* постановки эксперимента (комбинированная форма, или форма сочетания реального и мысленного эксперимента) явление воспроизводится частично или даже совсем не воспроизводится. Такая форма вполне оправдана. Производя мыслительные операции, учащиеся очень часто испытывают необходимость

опереться на чувственные образы, воображение. Данную форму используют и тогда, когда опыт сложен для воспроизведения на уроке или даже принципиально невыполним в условиях школьного кабинета.

Фанталогическая форма постановки эксперимента (мысленный эксперимент) представляет мыслительную деятельность учащихся по созданию некоторого воображаемого образа. Этот образ либо принципиально не может быть реализован, либо его реализация связана с серьезными трудностями. Мысленный эксперимент используется, например, при изложении методов определения гравитационной постоянной, при изучении опытов Майкельсона, Резерфорда, Физо, Френеля и многих других.

При использовании и постановке эксперимента на уроках физики необходимо учитывать, что эксперимент, проводимый учащимися самостоятельно (т. е. учебный эксперимент) в условиях традиционной методики принципиально отличается от научного физического эксперимента.

Научный эксперимент предполагает многократное повторение опытов с измерением величин, проверку результатов с использованием различных экспериментальных методов. Учебный эксперимент не претендует ни на проверку законов, ни тем более на их установление. Этого не позволяют сделать не только условия школьного физического кабинета, но и неразвитость мышления школьников. Задача опытов, поставленных для учебных целей – помочь осмыслить, усвоить изучаемый материал, а также понять, представить условия проведения научного эксперимента. При этом имеется возможность показать учащимся, что при решении любой познавательной проблемы перед исследователем стоят две противоречивые задачи: необходимо сосредоточить внимание на самом существенном (т. е. проявить изобретательность) и одновременно учесть как можно больше других свойств и сторон изучаемого явления. Однако *использование новых информационных технологий, ПК позволяет сблизить учебную познавательную деятельность учащихся с методологией научного познания, сформировать информационно-познавательную компетентность школьников.*

Именно компьютер может с успехом использоваться для реализации идей и принципов современного развивающего обучения, компенсируя недостатки традиционной системы физического школьного

эксперимента. При изучении физических законов наибольший интерес вызывают компьютерные модели, в рамках которых можно управлять поведением объектов на экране компьютера, изменяя величины числовых параметров, заложенных в основе соответствующей математической модели. Многие компьютерные программы позволяют буквально за считанные минуты провести такое полноценное научное исследование.

При работе с компьютерной моделью можно выделить два подхода к организации исследования: экспериментальный и теоретический.

Экспериментальный подход заключается в выявлении учащимися закономерностей и формулировке выводов на основе результатов опытов с моделью. При обсуждении работы может иметь место выдвижение и обсуждение гипотез о причинах существования выявленных закономерностей. Идея *теоретического подхода* состоит в том, что гипотеза о существовании и причинах той или иной закономерности выдвигается учащимися предварительно, а работа с компьютерной моделью служит для подтверждения или иллюстрации гипотез или выводов, сделанных теоретическим путем.

Можно рекомендовать следующую технологию обучающей и познавательной бинарной деятельности учителя и учащихся на уроках физики при включении в них компьютерного моделирования.

Первый этап. Осмысление и формулировка возникшей в учебном процессе познавательной задачи.

Второй этап. Формулировка (уяснение) цели опыта.

Третий этап. Планирование эксперимента:

- выдвижение гипотезы, которую можно было бы положить в основу опыта;
- определение условий, необходимых для проведения опыта;
- теоретический анализ, выяснение и подбор оборудования, необходимого для опыта.

Четвертый этап. Знакомство с компьютерной моделью (отвечает ли она необходимым условиям и цели постановки эксперимента).

Пятый этап. Многократное выполнение учителем или учащимся эксперимента на модели.

Шестой этап. Обработка и обобщение результатов (подтверждение или опровержение выдвинутой гипотезы. Формулировка вывода).

Седьмой этап. Контроль усвоения знаний учащимися.

При этом время проведения эксперимента при изучении экспериментальных физических законов значительно сокращается. Так, при выяснении зависимости силы тока от напряжения и сопротивления проводника (закон Ома для участка цепи) при традиционной методике пришлось бы несколько раз собирать и разбирать электрические цепи только для того, чтобы провести измерения силы тока и напряжения. Естественно, что такая организация работы требует времени. Кроме того, не всегда удается получить строгое экспериментальное подтверждение закона Ома вследствие неточности измерений, нагревания проводников при пропускании по ним электрического тока и других причин.

Использование компьютерных моделей этого недостатка лишено. Поэтому изучение закона Ома можно осуществить и с помощью виртуальной модели, где все действия проводятся учителем не на натурном эксперименте, а с моделью. Однако программа «Отрытая физика» дает возможность реализации исследовательской поисковой деятельности при изучении этого закона. Ниже приведен вариант организации возможной работы.

После проведения мотивационного этапа урока, формулировки познавательной задачи (см. пример о законе Ома выше) учащимся предлагается выполнить следующие задания.

1. Откройте в разделе «Электричество и магнетизм» тему «Цепи постоянного тока».
2. Соберите электрическую цепь, состоящую из источника тока, резистора, амперметра и вольтметра.
3. Не изменяя сопротивления проводника, увеличьте напряжение в два раза (4 В).
4. Нажмите кнопку «Счет» и определите силу тока.
5. Как при этом изменилась сила тока?
6. Не изменяя сопротивления проводника, увеличьте напряжение в три раза (6 В).
7. Как при этом изменилась сила тока?
8. Не изменяя сопротивления проводника, уменьшите напряжение до 1 В.
9. Что произошло с силой тока?
10. Сделайте вывод о зависимости силы тока от напряжения.

11. Установите напряжение в цепи 4 В, сопротивление проводника 4 Ом.

12. Нажав кнопку «Счет», определите силу тока.

13. Не изменяя напряжения, увеличьте сопротивление в два раза (8 Ом).

14. Определите силу тока. Как изменилась сила тока в цепи?

15. Повторите эксперимент при прежнем напряжении (4 В) и сопротивлении 2 Ом (в два раза меньше первоначального).

16. Определите силу тока.

17. Как изменилась сила тока по сравнению с первоначальной?

18. Как зависит сила тока от сопротивления?

После обсуждения результатов работы учащиеся сами смогут сформулировать закон Ома для участка цепи. На первых этапах деятельности с виртуальным экспериментом справедливость полученного на его основе вывода можно проверить с помощью демонстрационного эксперимента. Затем эта необходимость отпадает.

Обратим внимание, что прямые указания учителя с действиями виртуальной модели школьников связаны с первоначальным этапом интеграции электронных образовательных ресурсов в самостоятельную исследовательскую деятельность учащихся. В старших классах школьники могут использовать подобные модели самостоятельно.

Второй пример показывает возможность использования программы «Открытая физика» при изучении закономерностей баллистического движения тел, одного из самых сложных учебных вопросов, так как натурный эксперимент здесь используется очень ограниченно.

При изучении этого вопроса актуализируется целая система кинематических знаний школьников: законы прямолинейного равномерного движения, законы свободного падения тел; дополнительно вводится представление о наличии сложных криволинейных движений, являющихся комбинацией простых, отражающейся в принципе независимости действий.

Один из вариантов использования виртуальной модели связан с реализацией эвристической беседы, где модель заменяет натурный эксперимент. В то же время данная модель позволяет решить более сложные дидактические задачи по формированию эксперименталь-

ных умений школьников и культуры изучения экспериментальных законов.

Для этого в процессе изучения нового материала о физических законах необходима организация такой деятельности учащихся, которая включала бы в себя:

- постановку и осмысливание цели исследования;
- выдвижение и обоснование гипотезы, которую следует проверить с помощью эксперимента;
- выяснение условий, необходимых для его постановки;
- планирование хода эксперимента;
- конкретное осуществление плана;
- анализ данных и формулирование выводов.

Как один из вариантов осуществления совместной исследовательской деятельности учителя и учащихся на основе компьютерной модели предлагаем рассмотреть фрагмент урока физики на тему «Баллистическое движение». На уроке при организации мотивационного этапа учитель проводит краткий экскурс в причины возникновения такой области военного дела, как баллистика.

Учитель: В многочисленных войнах на протяжении всей истории человечества враждующие стороны, доказывая свое превосходство, использовали сначала камни, копья и стрелы, а затем ядра, снаряды и бомбы.

Успех сражения во многом определялся точностью попадания в цель. При этом точный бросок камня, поражение противника летящим копьем или стрелой фиксировалось воином визуально. Это позволяло (при соответствующей тренировке) повторять свой успех в следующем сражении.

Значительно возросшая с развитием техники скорость и соответственно дальность полета снарядов и пуль сделали возможными дистанционные сражения. Однако разрешающей способности глаза было недостаточно для точного попадания в цель.

До XVI века артиллеристы пользовались таблицами, в которых на основе практических наблюдений были указаны углы, ветер, дальность полета, но меткость попадания была очень низкой. Встала проблема научного исследования и получения возможности предсказания, как достигнуть высокой меткости попадания снаряда.

Впервые разрешить возникшую проблему удалось великому астроному и физику Галилео Галилею, исследования которого стимулировало появление баллистики (от греческого слова *ballo* – бросаю). Баллистика – раздел механики, изучающий движение тел в поле силы тяжести Земли.

Именно поэтому тема нашего урока: «Баллистическое движение». Цель: изучить баллистическое движение, исследуя экспериментально его особенности.

Заслугой Галилео Галилея стало то, что он впервые предложил рассматривать баллистическое движение как сумму простых движений, в частности, он предложил данное движение представить как результат сложения двух прямолинейных движений: равномерного движения по оси *Ox* и равнопеременного движения по оси *Oy*.

Для описания баллистического движения в качестве первого приближения удобнее всего ввести идеализированную компьютерную модель, в данном случае модель «Движение тела, брошенного под углом к горизонту». В условиях данной модели тело будем рассматривать как материальную точку, движущуюся с постоянным ускорением свободного падения $\vec{g}$, при этом пренебрегая изменением высоты подъема тела, сопротивлением воздуха, кривизной поверхности Земли, ее вращением вокруг собственной оси.

Это приближение существенно облегчает расчет траектории тел. Однако такое рассмотрение имеет определенные границы применимости. Например, при полете межконтинентальной баллистической ракеты нельзя пренебрегать кривизной поверхности Земли. При свободном падении тел нельзя не учитывать сопротивление воздуха. Но для периода достижения поставленной цели в условиях данной модели мы можем пренебречь вышеуказанными величинами.

Итак, посмотрим внимательно на модель. Какие параметры мы имеем возможность изменять?

Учащиеся: Модель позволяет изменять, во-первых, начальную скорость, во-вторых, начальную высоту, в-третьих, угол направления движения тела.

Учитель: Верно. С помощью данной модели мы постараемся экспериментально решить первую задачу, которую ставил перед со-

бой Галилео Галилей, т. е. попытаемся выяснить, какова форма траектории баллистического движения? Для этого зададим первоначальные значения параметров модели: скорость, равную 25 м/с, угол, равный 30º. Выберем точку вылета снаряда в начале отсчета, для этого выставим значение высоты, равное нулю. Теперь посмотрим эксперимент. Что представляет собой траектория баллистического движения?

Учащиеся: Траекторией баллистического движения является парабола.

Учитель: Правильно. Но можем ли мы сделать окончательный вывод о том, что форма баллистической траектории – парабола?

Учащиеся: Нет. Необходимо проверить правильность высказанной Галилеем гипотезы, произведя несколько экспериментов, изменяя каждый раз параметры модели.

Учитель: Хорошо. Давайте вначале изменим угол направления движения снаряда. Для этого изменим данный параметр на модели, т. е. вместо 30º выставим 20º. А остальные величины оставим неизменными. Рассмотрим эксперимент. Изменилась ли форма траектории баллистического движения?

Учащиеся: Нет, форма траектории осталась прежней.

Учитель: Теперь попробуем увеличить значение угла до 40º, оставив остальные параметры. Посмотрим, что происходит с формой траектории? (ставит эксперимент).

Учащиеся: Форма траектории остается прежней.

Учитель: Давайте посмотрим, изменится ли ее форма, если мы будем уменьшать или увеличивать другие параметры модели. Например, увеличим скорость движения снаряда до 40 м/с, оставив угол и высоту прежними, и понаблюдаем за движением снаряда. Изменилась ли траектория баллистического движения?

Учащиеся: Нет. Форма траектории не меняется.

Учитель: А сейчас уменьшим значение скорости движения до 15 м/с. Значения угла и высоты оставим прежними. Понаблюдаем, изменится ли при этом форма траектории?

Учащиеся: Форма траектории не изменяется.

Учитель: Как вы думаете, изменится ли форма траектории, если мы будем уменьшать либо увеличивать значение высоты подъема тела?

Учащиеся: Наверное, форма траектории останется прежней.

Учитель: Проверим это с помощью компьютерного эксперимента. Для этого изменим значение высоты подъема снаряда до 15 м. Внимательно проследим за траекторией движения снаряда. Какова ее форма?

Учащиеся: Форма траектории по-прежнему парабола.

Учитель: Итак, можем ли мы на основе всех проделанных опытов сделать окончательный вывод: меняется ли форма траектории баллистического движения?

Учащиеся: Изменив все параметры, мы доказали экспериментально, что при любых значениях угла, высоты, скорости движения снаряда форма траектории остается постоянной.

Учитель: Таким образом, первая задача нами решена. Гипотеза Галилео Галилея оказалась верной – формой траектории баллистического движения является парабола. Но Галилей также предложил баллистическое движение рассматривать как результат сложения двух прямолинейных движений: равномерного по оси *Ox* и равнопеременного по оси *Oy*. Поэтому второй нашей задачей будет доказать экспериментально справедливость гипотезы Галилея, т. е. убедиться в том, действительно ли движение по оси *Ox* является равномерным.

Если движение является равномерным, то какой, по вашему мнению, параметр должен оставаться неизменным?

Учащиеся: Скорость, так как равномерное движение – это движение с постоянной скоростью.

Учитель: Верно. Это означает, что проекция скорости на ось *Ox – Vx* останется неизменной.

Итак, исследуем движение снаряда, выпущенного из начала координат в режиме «Стробоскоп», имеющемся на модели. Именно в этом режиме на траектории через равные промежутки времени указывается направление вектора скорости выпущенного снаряда и его проекции на горизонтальную и вертикальную оси: *Vx, Vy*. Зададим скорость, равную 25 м/с. Какие параметры мы должны изменять, проводя экспериментальное доказательство?

Учащиеся: Мы должны менять угол и высоту.

Учитель: Хорошо. Зададим угол движения снаряда, равный 45º, а значение высоты, равное нулю. Понаблюдаем за проекцией скорости на ось *Ox – Vx*. Что с ней происходит во время движения?

Учащиеся: Она останется постоянной.

Учитель: Т. е. движение по оси *Ox* в данном случае является равномерным. Уменьшим значение угла вылета снаряда до 15º. Является ли теперь движение по оси *Ox* равномерным при условии, что высота подъема останется прежней?

Учащиеся: Да. Движение по оси *Ox* по-прежнему равномерное.

Учитель: Увеличим высоту подъема тела до 20 м, а угол оставим прежним. Какое движение совершает тело по оси *Ox*?

Учащиеся: Снаряд совершает равномерное движение по оси *Ox*.

Учитель: Итак, мы попробовали изменить все параметры, но при этом задали лишь один модуль скорости, равный 25 м/с. Попробуем проделать вышеописанные действия, задав другое значение модуля скорости, например, равное 10 м/с (рассуждения проводятся по аналогии).

Какой вывод можно сделать о характере движения вдоль оси *Ox,* выполнив несколько экспериментов, изменяя каждый раз значения параметров модели?

Учащиеся: Экспериментально мы доказали верность гипотезы Галилея о том, что движение тела вдоль оси *Ox* является равномерным.

Учитель: Верно. Тем самым мы решили вторую познавательную задачу.

Третья задача заключается в доказательстве справедливости гипотезы, высказанной Галилеем, о том, что движение вдоль оси *Oy* является равнопеременным. Какие параметры мы должны изменять в данном случае?

Учащиеся: Мы будем изменять угол, высоту и скорость движения снаряда.

Учитель: Хорошо. Тогда зададим первоначальные значения: угла, равное 15º, высоты, равной 10 м, и скорости, равной 20 м/с. Понаблюдаем, что происходит со значением скорости и величиной вектора скорости движения снаряда? Для этого один из ребят в классе

поможет мне зафиксировать значения проекции вектора скорости на ось *Oy – Vy* через равные промежутки времени, например, через каждые 5 секунд. (Проводят опыт, фиксируя значения на доске). Сравним эти значения между собой, для этого найдем разницу: из V_2 вычтем V_1, из V_3 вычтем сумму $V_2 + V_1$ и т. д. Что мы видим, сравнив значения проекции скорости на ось *Oy* через равные промежутки времени?

Учащиеся: Эти значения равны между собой.

Учитель: Правильно. А сейчас еще раз внимательно посмотрите эксперимент и ответьте на вопрос, как изменяется вертикальная составляющая вектора скорости *Vy* до точки, показывающей максимальную высоту подъема тела, и после того, как тело прошло через эту точку?

Учащиеся: В начале движения до точки h_{max} значение проекции скорости на ось *Oy – Vy* уменьшается до нуля, затем увеличивается до тех пор, пока тело не упадет на землю.

Учитель: Итак, мы убедились в том, что в результате баллистического движения, значение проекции вектора скорости на ось *Oy* изменяется через равные промежутки времени на одинаковую величину. Таким образом, мы можем сделать вывод, что движение тела вдоль оси *Oy* является равнопеременным. Но можем ли мы считать сформулированный нами вывод окончательным?

Учащиеся: Нет. Необходимо проверить правильность высказанной Галилеем гипотезы, произведя несколько исследований, изменяя каждый раз параметры модели.

Учитель: Давайте увеличим угол вылета снаряда до 30º, а остальные параметры оставим прежними. Посмотрим, что будет происходить с величиной вектора скорости? (Проводятся аналогичные рассуждения и подсчеты, приведенные выше, и учащимся предлагается сделать вывод).

Учащиеся: Величина вектора скорости изменяется за равные промежутки времени на одинаковую величину.

Учитель: Что можно сказать о движении тела вдоль оси *Oy*? Какое оно?

Учитель: Что следует сделать дальше?

Учащиеся: Уменьшим угол вылета снаряда до 10º и проверим, изменится ли характер движения? (Проводятся аналогичные рассуждения и подсчеты, приведенные выше, и учащимся предлагается сделать вывод).

Учащиеся: Нет. Движение вдоль оси *Oy* по-прежнему будет равнопеременным.

Учитель: Попробуем изменить значение скорости движения снаряда, увеличим ее до 30 м/с. Остается ли движение вдоль оси *Oy* по-прежнему равнопеременным? (Проводятся аналогичные рассуждения и подсчеты, приведенные выше, и учащимся предлагается сделать вывод).

Учащиеся: Да. Характер движения не изменяется.

Учитель: А если мы изменим высоту подъема тела, увеличим ее до 15 м, каким сейчас будет его движение вдоль оси *Oy*? (Проводятся аналогичные рассуждения и подсчеты, приведенные выше, и учащимся предлагается сделать вывод).

Учащиеся: Движение вдоль оси *Oy* остается равнопеременным.

Учитель: Выставим значение высоты подъема тела, равное нулю. Понаблюдаем, как будет двигаться снаряд вдоль оси *Oy* в данном случае? (Проводятся аналогичные рассуждения и подсчеты, приведенные выше, и учащимся предлагается сделать вывод).

Учащиеся: Снаряд будет двигаться равнопеременно.

Учитель: Изменяя все параметры, убедились ли мы в справедливости гипотезы Галилео Галилея?

Учащиеся: Да, мы убедились в справедливости высказанной Галилеем гипотезы и доказали экспериментально, что движение тела вдоль оси *Oy* в условиях баллистического движения является равнопеременным. (Учитель вводит формулы расчета основных величин согласно теории). Далее актуализируются формулы равномерного и равнопеременного движения при свободном падении.

Учитель: Но хочу вам напомнить, что все полученные нами результаты справедливы лишь для идеализированной модели, когда можно пренебречь сопротивлением воздуха. Реальное движение тел в земной атмосфере происходит по баллистической траектории, существенно отличающейся от параболической из-за сопротивления воз-

духа. Чем больше скорость тела, тем больше сила сопротивления воздуха и тем существенней отличие баллистической траектории от параболы. При движении снарядов и пуль в воздухе максимальная дальность полета достигается при угле вылета $30^{o} – 40^{o}$. Расхождение простейшей теории баллистики с экспериментом не означает, что она не верна в принципе. В вакууме или на Луне, где практически нет атмосферы, эта теория дает правильные результаты. Отметим лишь, что расчет баллистической траектории запуска и выведения на требуемую орбиту спутников Земли и их посадки в заданном районе осуществляют с большой точностью мощные компьютерные станции.

Вопросы для закрепления материала

1. Что представляет собой физический закон?
2. Какие виды физических законов вы знаете?
3. Каким образом в физике устанавливаются физические законы?
4. Чем отличается теоретический закон от экспериментального?
5. На каком уровне необходимо изучение физических законов по таксономии Блума?
6. В какую часть теории входят экспериментальные законы?
7. В какую часть теории входят теоретические законы?
8. Какие методические подходы и методы можно использовать при изучении экспериментальных законов? Почему?
9. Какие методические требования необходимо выполнять при изучении экспериментальных физических законов в школьном курсе физики?
10. Какие методические подходы и методы можно использовать при изучении теоретических законов? Почему?
11. Какие методические требования необходимо выполнять при изучении фундаментальных физических законов в школьном курсе физики?
12. Каковы причины изучения физических законов на основе электронных образовательных ресурсов?
13. Каким образом можно использовать виртуальные модели при изучении содержания физических законов?
14. Каковы достоинства использования виртуальных моделей при изучении экспериментальных физических законов?

Лекция 9. АКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

План лекции

1. Тенденции современной дидактики обучения.
2. Понятие активных методов обучения. Типология и характеристика современных активных методов обучения.
3. Использование кейс-метода в процессе обучения физике.

Вопрос 1. Тенденции современной дидактики обучения

Современный этап развития отечественной системы образования характеризуется повышенным вниманием правительства к проблемам его качества и эффективности. Образование открыто признается стратегической областью, обеспечивающей экономическое развитие и конкурентоспособность страны. Уровень образовательной подготовки подрастающего поколения становится ключевым критерием, определяющим будущность всех составляющих общественного развития.

От российской системы образования требуется «внедрение на уровнях основного общего и среднего общего образования новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий, обеспечивающих освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышение их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс, а также обновление содержания и совершенствование методов» (выдержка из Национального проекта «Образование»).

Особое внимание требуется уделить:

- развитию культуры инноваций. Школы стали рассматриваться как средство стимулирования инноваций, в центре внимания – содействие в поиске новых идей для того, чтобы идти в ногу со временем;
- более глубокому подходу к обучению. Эти подходы включают исследования, основанные на запросах, которые поощряют развитие личности школьников по формированию способности к творческому решению проблем;

- переосмыслению роли учителя. Основные обязанности учителей, которые ранее заключались в формировании знаний, умений и навыков, становятся принципиально другими. От современного учителя требуется руководство и наставничество, создание мотивации учащихся к обучению, внедрению привычки обучаться на протяжении всей жизни и оказание помощи ученикам в нахождении собственных траекторий обучения;
- изменению содержания оценивания учащихся. Эта тенденция характеризует не только интерес к оценке и внедрению широкого спектра инновационных методов и инструментов, но и принципиально иной предмет и содержание оценивания.

Общеобразовательная школа современного этапа развития должна формировать целостную систему универсальных действий, а также опыт самостоятельной деятельности и личной ответственности обучающихся, т. е. ключевые компетенции, определяющие современное качество содержания образования.

В соответствии с ФГОС нового поколения система образования отказывается от традиционных представлений о результатах обучения в виде знаний, умений и навыков (ЗУН) и переходит к универсальным учебным действиям (УУД), т. е. к тем видам деятельности, которыми учащийся должен овладеть к концу учебного периода. Именно на формирование *универсальных учебных действий* и должен быть направлен весь образовательный процесс по физике в основной школе и на формирование компетентностей в старшей школе. Универсальные учебные действия открывают возможность широкой ориентации обучающихся как в различных предметных областях, так и в строении самой учебной деятельности, включая осознание обучающимися ее целей. Обобщая, можно сказать, что универсальные учебные действия – это инструменты для освоения, преобразования и создания знания, то, из чего складывается умение учиться, то, благодаря чему ребенок становится субъектом учебной деятельности. Сегодня многие уже понимают, что эти навыки играют ключевую роль для дальнейшей социализации и достижения успеха в профессиональной и общественной деятельности.

Категория УУД является новой дидактической категорией, ее содержание только формируется и уточняется, поэтому имеются различные подходы к пониманию понятия «универсальные учебные действия».

Под универсальными учебными действиями понимается совокупность действий учащегося, обеспечивающих социальную компетентность, способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса, культурную идентичность и толерантность (А. Г. Асмолов).

В широком смысле термин «универсальные учебные действия» определяется как «умение учиться», т. е. как способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта.

В узком понимании УУД – совокупность способов действий учащегося, обеспечивающих его способности к самостоятельному усвоению новых знаний и умений.

Разработчики института стратегических исследований в образовании универсальные учебные действия подразделяют на три типа: личностные, метапредметные и предметные.

Личностные результаты обучения включают готовность учащихся к самоопределению, смыслообразованию и морально-этической ориентации. Метапредметные УУД должны отражать регулятивные, коммуникативные и познавательные умения.

Предметные результаты обучения предполагают умение структурирования знаний, выбор наиболее эффективных способов решения учебных задач, смысловое чтение, т. е. понимание и оценка информации, постановка и формулирование проблемы.

УУД представляют собой целостную систему, в которой происхождение и развитие каждого вида учебного действия определяется его взаимосвязью с другими видами учебных действий и общей логикой возрастного развития. В их основе лежит, как уже указывалось, «умение учиться», которое предполагает усвоение всех компонентов учебной деятельности.

Таким образом, в настоящее время происходит переход от идеологии преподнесения учителем информации в готовом виде к созданию условий для активного поиска школьниками решения учебных проблем и возникающих познавательных задач; от освоения отдель-

ных предметов к межпредметному изучению, к активному сотрудничеству между учителем и учащимися и школьниками между собой.

Именно поэтому основой российского образования по ФГОС является системно-деятельностный подход, при котором обучающийся выступает активным субъектом педагогического процесса.

Таким образом, в рамках ФГОС нового поколения учителю при подготовке к учебному занятию по физике необходимо ориентироваться на организацию продуктивной деятельности школьников.

Однако лишь традиционными подходами поставленной задачи достичь невозможно. Как показали исследования немецких ученых, человек запоминает только 10 % того, что он читает, 20 % того, что слышит, 30 % того, что видит, 50 – 70 % информации запоминается при участии в групповых дискуссиях, 80 % – при самостоятельном обнаружении и формулировании проблем. *И лишь когда обучающийся непосредственно участвует в реальной деятельности, в самостоятельной постановке проблем, выработке и принятии решения, формулировке выводов и прогнозов, он запоминает и усваивает материал на 90 %.* Аналогичные данные были получены также американскими и российскими исследователями (URL: http://Электронный курс образовательного портала «Мой университет»).

Решить инновационные цели и задачи российского образования возможно лишь при широком и массовом использовании методов активного обучения. Поэтому широкое внедрение активных методов обучения (АМО) в школьный образовательный процесс становится стратегической задачей сегодняшнего дня.

Следующая веская причина, по которой важно использование АМО в обучении, связана с интенсивным становлением информационного общества. Процесс возрастания объема информации и знаний в информационном обществе стремителен и повышается в геометрической прогрессии. Чтобы обеспечить конкурентоспособность специалистов, экономики, страны на мировом рынке, необходимо непрерывно осваивать постоянно появляющиеся новые знания, формировать новые навыки и умения. Однако бесконечно увеличивать сроки обучения невозможно. Решение данного противоречия связано с интенсификацией образования, именно поэтому активные методы обучения сегодня становятся важной составляющей образовательного процесса.

Вопрос 2. Понятие активных методов обучения. Типология и характеристика современных активных методов обучения

Родоначальниками идей активного обучения считаются Я. А. Коменский, Ж.-Ж. Руссо, И. Г. Песталоцци, Г. Гегель, Ф. Фреббель, А. Дистервег, Дж. Дьюи, К. Д. Ушинский и др. Так, А. Дистервег подчеркивал: «Сведений науки не следует сообщать учащемуся готовыми, но его надо привести к тому, чтобы он сам их находил, сам ими овладевал. Такой метод обучения наилучший, самый трудный, самый редкий…» (URL: www.informio.ru/publications/.../Dejatelnostnyi-podhod-v-obrazovanii).

Проблему активности в разное время рассматривали множество отечественных ученых, в их число входили К. Д. Ушинский, Н. Г. Чернышевский, Н. А. Добролюбов, Б. Г. Ананьев, Н. А. Бердяев, Л. С. Выготский, А. Н. Леонтьев, Л. М. Лопатин, А. С. Макаренко, С. Л. Рубинштейн, В. А. Сухомлинский и др.

Эффективность процесса и результатов обучения с использованием активных методов обучения определяется тем, что разработка методов основывается на серьезной психологической и методологической базах.

Активные методы обучения – это система методов, обеспечивающих активность и разнообразие мыслительной и практической деятельности учащихся в процессе освоения учебного материала. АМО строятся на практической направленности и творческом характере обучения, интерактивности, разнообразных коммуникациях, диалоге и полилоге, групповой форме организации работы школьников, вовлечении в процесс всех органов чувств, деятельностном подходе к обучению, рефлексии собственной деятельности (URL: http://Электронный курс образовательного портала «Мой университет»).

Сегодня существуют различные определения и классификации активных методов обучения. Это связано с тем, что пока нет общепринятого определения активных методов. Поэтому иногда понятия АМО расширяют, относя к ним, например, современные формы организации обучения, такие как интерактивный семинар, тренинг, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве, обучающие игры. Строго говоря, это формы организации и проведения цельного обра-

зовательного мероприятия или даже предметного цикла, хотя, конечно, принципы данных форм обучения можно использовать и для проведения отдельных частей урока. Поэтому некоторые исследователи относят к активным те методы, которые используются внутри образовательного мероприятия, в процессе его проведения. Для каждого этапа урока используются свои активные методы, позволяющие эффективно решать конкретные задачи этапа урока.

В других случаях авторы сужают понятия АМО, относя к ним отдельные методы, решающие конкретные задачи, как, например, в определении, размещенном в глоссарии федерального портала российского образования.

Все активные методы обучения обладают следующими признаками.

1. Проблемность (основная задача педагога – ввести учащихся в проблемную ситуацию или дать осознать возникшую познавательную задачу, для выхода из которой необходимо искать недостающую информацию, взаимодействовать с другими участниками педагогического процесса, анализировать свою деятельность).

2. Взаимообучение (подразумевает групповое или коллективное обучение).

3. Самостоятельность взаимодействия учащихся с учебной информацией.

4. Мотивация.

5. Исследование изучаемых проблем и явлений.

6. Индивидуализация (происходит развитие личности каждого учащегося).

В настоящее время существует множество разработок по активным методам обучения, поэтому появилась необходимость их систематизировать и классифицировать.

Ю. Н. Емельянов разделяет активные методы обучения на три группы: дискуссионные, игровые и сенситивный тренинг. По типу деятельности обучающихся выделяют дискуссионные, игровые, рейтинговые и тренинговые методы. Наиболее распространенной является классификация, предложенная А. М. Смолкиным, где АМО подразделяются на имитационные (формы проведения занятий, в которых учебно-познавательная деятельность построена на имитации профессиональной деятельности) и неимитационные (не предполагают по-

строения моделей изучаемого явления). Имитационные, в свою очередь, разделяют на игровые и неигровые (табл. 31).

Таблица 31

Активные методы обучения		
Неимитационные	Имитационные	
	Игровые	Неигровые
Проблемное обучение Лабораторная работа Практические занятия Эвристическая лекция Семинар Тематическая дискуссия Курсовая работа Программное обучение Научно-практическая конференция Самостоятельная работа с литературой	Деловая игра Разыгрывание ролей Игровое проектирование	Анализ конкретных ситуаций Имитационные упражнения Действия по инструкции

В данной лекции особое внимание уделяется активным методам и приемам обучения по критерию их возможного использования на различных этапах урока физики (табл. 32).

Таблица 32

Этап урока	Приемы и методы
Начало урока	«Мой цветок», «Галерея портретов», «Список покупок», «Кластер», «Фрейм», «Дерево ожиданий», «Лицензия на приобретение знаний», «Вызов», «Магазин» и др.
Изучение и осмысление нового материала	«Инфо-угадайка», «Сводная таблица», «Бортовой журнал», «Фишбоун», «Кластер», «Фрейм», «Мозговой штурм», «Ульи», «Визитные карточки», «Экспертиза», «Светофор», «На линии огня», «Приоритеты», «Ярмарка», «Автобусная остановка» и др.
Закрепление нового материала	«Мухомор», «Мудрый совет», «Кластер», «Фрейм», «Фишбоун», «Итоговый круг», «Что я почти забыл?», «Город мастеров» и др.
Рефлексия	«Мухомор», «Мудрый совет», «Письмо самому себе», «Все у меня в руках», «Комплименты» и др.

Анализ данной таблицы показывает, что на каждом этапе учебного процесса целесообразно использование целого спектра активных методов обучения. Таким образом, учитель имеет возможность выбора того или иного метода в зависимости от особенностей содержания материала и учащихся в классе. Часть методов можно использовать на различных этапах урока, т. е. с разной дидактической целью.

Ниже даны краткое описание и характеристика таких активных методов обучения, как «Кластер» и «Фрейм». Описание некоторых других методов приведено с конкретными примерами.

Метод «Кластер» (автор Гудлат). Суть метода состоит в выделении смысловых единиц текста и графическом оформлении выделенных единиц в виде гроздей (кластеров). Делая какие-то записи, зарисовки для памяти, мы часто интуитивно распределяем их особым образом, компонуем по категориям. Грозди – графический прием в систематизации материала. Правила очень простые. Рисуется своеобразная «модель солнечной системы»: звезда, планеты и их спутники. В центре звезда – это тема урока, вокруг нее планеты – крупные смысловые единицы, затем планеты соединяются прямой линией со звездой, у каждой планеты свои спутники, у спутников – свои (рис. 40).

Иными словами, кластер можно понимать как пучок, созвездие – это не просто графическая организация материала, а графическое представление информации. Кластер показывает смысловые поля того или иного понятия, позволяет выявить ключевые идеи темы и указывает на логические связи между текстовыми субъектами, которые придают картине целостность и наглядность.

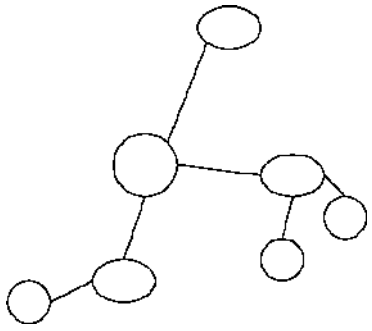


Рис. 40

Прием может быть применен на разных этапах урока. С помощью кластера можно систематизировать информацию, полученную до знакомства с основным источником (текстом), в виде вопроса или заголовков смысловых блоков, например, на стадии «вызова» в технологии критического мышления. Но особенно большой потенциал он имеет на стадии рефлексии, поскольку способствует обобщению и систематизации материала, установлению причинно-следственных

связей между отдельными смысловыми блоками, более глубокому осмыслению содержания.

Следует заметить, что аналогичная форма использовалась в советский период в виде создания структурно-логических схем изучаемого физического материала (СЛС). Максимальная продуктивность такой формы активизации познавательной деятельности учащихся определяется наглядностью, компактностью, насыщенностью информацией, простотой исполнения.

В ходе работы над составлением кластера обучающиеся не только систематизируют учебный материал, но и происходит формирование следующих универсальных учебных действий:

- предметные: знания о природе важнейших физических явлений окружающего мира;
- метапредметные: формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной и символической формах.

«Фрейм». Характерной особенностью метода является использование технологии на основе схемных и знаковых моделей в рамках интенсивных методов обучения. Интенсивное обучение исходит из идеи необходимости переконструирования учебного материала, его сжатия, «упаковки», уплотнения путем дополнительной систематизации и обобщения, чтобы создать укрупненные дидактические единицы, зафиксированные в закодированном виде, которые называются крупноблочными опорами.

В переводе с английского «*frame*» имеет несколько значений: сооружать, обрамлять, вставлять в рамку; каркас, скелет, рама.

Применительно к дидактике обучения выделяют несколько основных фреймовых моделей организации учебного материала:

- фрейм-рамка (определенный объем информации заключается в рамку, т. е. вычленяется из общего массива информации);
- фрейм-логико-смысловая схема (фрейм выполняет функции скелета, каркаса, устанавливающего наиболее типичные, значимые, системообразующие связи между смысловыми ячейками);
- фрейм-сценарий (устанавливается последовательность определенных действий, ситуаций, процедур в заданных условиях).

«Фрейм-рамка» представляет собой «окно», в котором представлена определенная система учебной информации. В рамку можно заключить определения физических величин, формулировки физических законов, формулы. Такое выделение в тексте основополагающих единиц учебного знания не только повышает наглядность определенной учебной информации, но и создает предпосылки для формирования системы знаний.

Для акцентирования и выделения причинно-следственных связей в рамку можно поместить рисунок, отображающий ситуацию в серии описания явления (процесса). Например, иллюстрацией явления полного внутреннего отражения света может служить серия кадров, на которых показано перераспределение световой энергии падающего луча между отраженным и преломленным лучами в зависимости от величины угла падения луча (рис. 41).

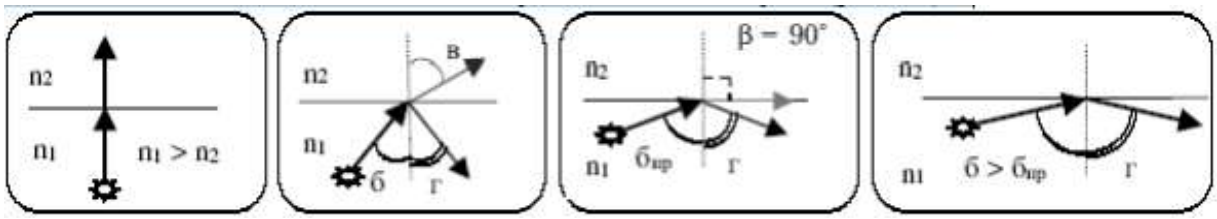


Рис. 41

Для систематизации, обобщения и уплотнения информации в рамку можно загрузить опорный конспект по учебному содержанию модуля (см. опорный конспект по первому закону Ньютона, рис. 39), логико-структурную схему для установления иерархии и связей ее элементов. В этом случае конструируется схема, отражающая связи между определенными структурными элементами физических знаний. Например, при изучении элемента знания «закон» могут быть выделены следующие смысловые ячейки: основание теории → ядро теории → приложение теории.

«Сводная таблица» (описана Дж. Беллансом) используется в технологии развития критического мышления (табл. 33). Суть данного приема заключается в том, что материал осмысливается через выделенные «линии сравнения», т. е. характеристики, по которым учащиеся сравнивают различные явления, объекты и прочее. Отличие от обычной таблицы связано с тем, что линии сравнения формулируют сами ученики. Первоначально можно вывести на доску абсолютно все

предложения учащихся относительно «линий», а затем попросить их определить наиболее важные. Важность необходимо аргументировать. Таким образом, мы избежим избыточности. И сделают это сами учащиеся.

Таблица 33

Определение понятия приема	Цель применения	Рекомендации по использованию приема	Эффективность приема
Сводная таблица – графический способ организации материала	Научить систематизировать информацию, проводить параллели между событиями, явлениями, фактами	Прием особенно полезен, когда предполагается сравнение трех и более аспектов или вопросов. Таблица строится так: по горизонтали располагается то, что подлежит сравнению, а по вертикали – различные черты и свойства, по которым это сравнение происходит	Помогает увидеть не только отличительные признаки объектов, но и позволяет быстро и прочно запоминать информацию, качественно подготовить домашнее задание

В таблице выделена средняя колонка, которая называется «линией сравнения» (табл. 34). В ней перечислены те категории, по которым мы предполагаем сравнивать какие-то явления, события, факты. В колонки, расположенные по обе стороны от линии сравнения, заносится информация, которую и предстоит сравнить.

Таблица 34

		Линия сравнения		

Сравнительные таблицы помогают учащимся увидеть не только отличительные признаки объектов, но и быстро и эффективно запомнить информацию. Составление сравнительных таблиц возможно на всех стадиях урока. Сводная таблица позволяет более качественно

подготовить домашнее задание, так как является уже готовой памяткой, сделанной на уроке.

Например, на уроке «Три состояния вещества. Различие в молекулярном строении твердых тел, жидкостей и газов» в 7-м классе на стадии рефлексии учащимся предлагают линии сравнения для твердого, жидкого и газообразного вещества. Заполнение таблицы позволяет систематизировать изученный материал. Данная таблица послужит готовой памяткой для выполнения домашнего задания (табл. 35).

Таблица 35

Твердое вещество	Линия сравнения	Жидкость	Газ
	Форма		
	Объем		
	Движение молекул		
	Расстояние между молекулами		
	Взаимодействие молекул		

Заметим, что линии сравнения могут быть записаны в первом столбце, что общепринято в российской системе образования.

«Бортовой журнал». Данный метод обучения описал К. Берк. Он совершенствует умение фиксировать информацию. Этот подход позволяет школьнику, с одной стороны, оценить слабые и сильные стороны понимания проблемы, а с другой – дает возможность педагогу получить адекватную обратную связь о степени усвоения темы учащимся (табл. 36).

Используя стратегию проведения урока в рамках метода «Бортовой журнал», учащиеся совершенствуют качества, необходимые для развития мышления, и следующие умения:

- определять неисследованные (неизвестные им) области в теме;
- самостоятельно определять направление в изучении темы;
- самостоятельно обобщать и систематизировать потоки информации;
- задавать вопросы;
- письменно формулировать свое отношение к теме, оценивать и анализировать материал;
- сопоставлять различные точки зрения;
- обосновывать свою точку зрения.

Таблица 36

Определение понятия приема	Цель применения	Рекомендации по использованию приема	Эффективность приема
Бортовой журнал – прием обучающего письма, согласно которому учащиеся во время изучения темы записывают свои мысли	Научить фиксировать свои мысли, связывать полученную информацию со своим личным опытом	Прием представляет собой работу с таблицей, состоящей из двух граф. В первую необходимо записать, что ученику известно по данной теме на стадии вызова, а во вторую – что нового узнал, уяснил для себя	Школьник, имея теоретические знания, сможет осознанно использовать их в своей жизни, так как материал изучается, основываясь на личном опыте

Например, уже на первом уроке физики в 7-м классе, где рассматривается содержание физики как науки о природе, учитель предлагает школьникам вспомнить, что в 5-м классе на уроках природоведения были введены формулировки терминов «тело» и «вещество». Свои знания школьники заносят в левую колонку таблицы. После объяснения учителя или прочтения и разбора текста параграфа заполняется правая колонка. В результате становится понятным, что называют физическим телом, что такое материя, чем отличаются наблюдения от опытов. Практический пример бортового журнала по теме «Физика – наука о природе» представлен в табл. 37.

Таблица 37

Что мне известно по данной теме?	Что нового я узнал из текста?
Определение терминов «тело», «вещество»	Что изучает физика. Задачи физики. Что такое физическое тело, материя. Чем отличаются наблюдения от опытов. Физика – наука обо всем, что есть в природе

«Фишбоун». Дословно с английского переводится как «рыбная кость», или «скелет рыбы». Направлен на развитие мышления учащихся. Содержательная особенность этого приема заключается в том, что логика рассуждений представлена в наглядно-содержательной форме. Суть данного методического приема – установление причин-

но-следственных взаимосвязей между объектом анализа и влияющими на него факторами, совершение обоснованного выбора. Дополнительно метод позволяет развивать навыки работы с информацией и умение ставить и решать проблемы.

Основой фишбоуна является схематическая диаграмма в форме рыбьего скелета. В мире данная диаграмма широко известна под именем Ишикавы (Исикавы) – японского профессора, который изобрел метод структурного анализа причинно-следственных связей. Таким образом, схемы фишбоун дают возможность:

- организовать работу участников в парах или группах;
- развивать мышление;
- визуализировать взаимосвязи между причинами и следствиями;
- ранжировать факторы по степени их значимости.

С помощью схемы можно найти решение любой рассматриваемой сложной ситуации, при этом каждый раз возникают новые идеи.

В зависимости от возрастной категории учащихся, желания и фантазии учителя схема может иметь горизонтальный или вертикальный вид (рис. 42).

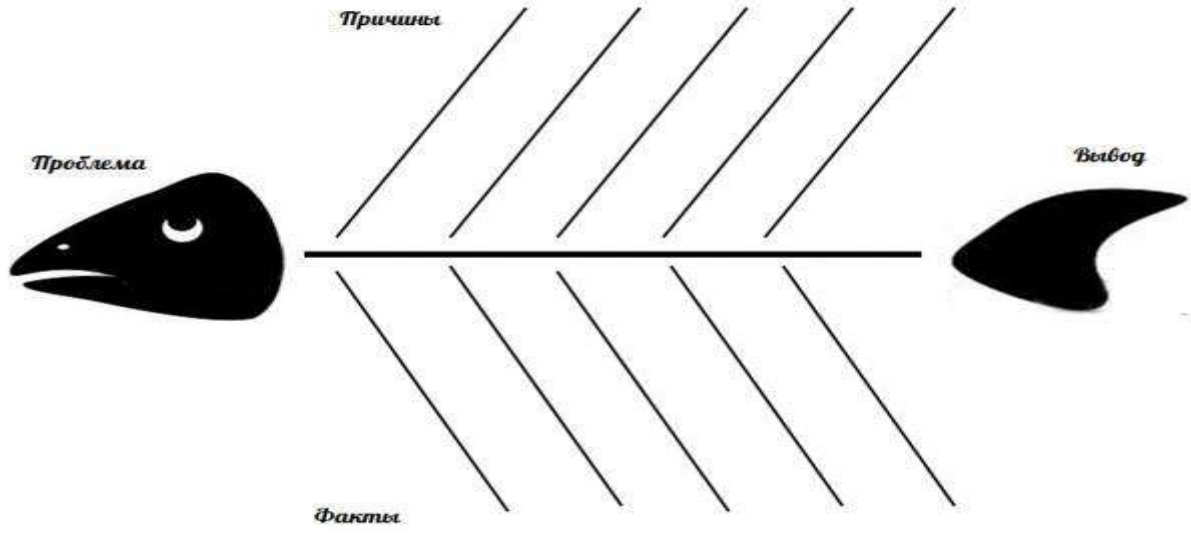


Рис. 42

Прием «Фишбоун» предполагает ранжирование понятий, поэтому наиболее важные из них для решения основной проблемы располагают ближе к голове. Все записи должны быть краткими, точными, лаконичными и отображать лишь суть понятий.

Схема фишбоун может быть использована в качестве отдельно применяемого методического приема для анализа какой-либо ситуации либо выступать стратегией целого урока. Особенно эффективным будет ее применение во время мозгового штурма и урока обобщения и систематизации знаний, когда материал по теме уже пройден и необходимо привести все изученные понятия в стройную систему, предусматривающую раскрытие и усвоение связей и отношений между ее элементами.

Далее приведены примеры фрагментов уроков физики с использованием других активных приемов и методов.

Начало урока. Организационный этап можно провести на основе метода «Дерево ожиданий» (рис. 43).



Рис. 43

Предполагаемый фрагмент урока можно провести следующим образом. Учитель: «Здравствуйте, ребята! Наверное, вы обратили внимание, что на доске изображено дерево. Назовем его «деревом ожиданий». Каждый из вас маркером должен написать на одном листочке, что вы ожидаете от сегодняшнего урока, а в конце урока подведем итог, удалось ли нам выполнить ваши ожидания». *(Учащиеся берут маркеры и пишут ожидания).*

Ниже показан пример фрагмента урока в 7-м классе при актуализации знаний о давлении жидкости на дно и стенки сосуда на основе составления кластера.

Примерная речь учителя может быть следующей. «У Вас на столах лежит кластер, такой же изображен на слайде. Нам необходимо заполнить пропуски, тем самым вспомнив, что мы изучали на прошлом уроке. В большом овале мы напишем то, что изучали на прошлом уроке. По направлению стрелочки «формула расчета» записываем формулу расчета давления жидкости на дно и стенки сосуда. Далее видим две стрелки с надписью «от чего зависит?» и записываем, от чего зависит давление жидкости на дно и стенки сосуда (рис. 44).

Как изменится давление жидкости на дно и стенки сосуда, если высота столба жидкости увеличивается в два раза?



Рис. 44

Примечание. На доске обозначены фигуры, пустое поле которых необходимо заполнить по мере ответов учащихся, и изображение стрелок.

Еще один пример создания кластера рассматривается на уроке по изучению выталкивающей силы (силы Архимеда). Результатом экспериментальной групповой работы в графическом виде будет прямая зависимость выталкивающей силы от объема тела, плотности жидкости и глубины погружения тела в жидкость. При составлении кластера нижний прямоугольник остается пустым до момента выведения формулы (рис. 45).

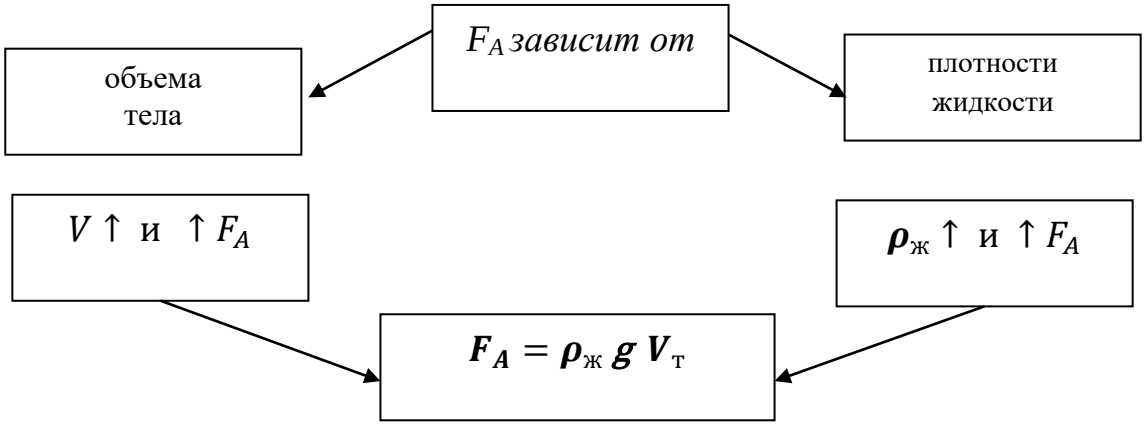


Рис. 45

Повторение или актуализацию знаний можно провести в игровой форме, например, *«Физическое домино».* Учитель предлагает в виде игры вспомнить, какие источники тока известны учащимся. Объясняются правила: в левой части прямоугольной карточки, которые они видят у себя на столах, помещен рисунок, в правой – название к нему (рис. 46). Ученики должны правильно сопоставить карточки друг с другом. На выполнение задания дается 2 – 3 минуты, затем проверяется правильность исполнения.

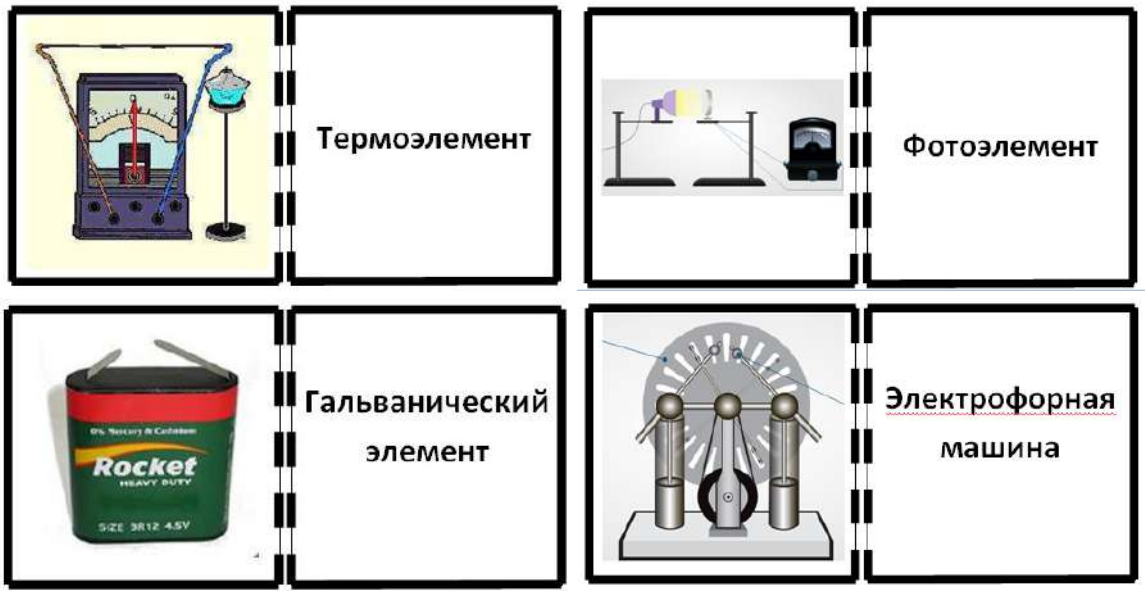


Рис. 46

В качестве следующего примера на данном этапе представлен фрагмент урока в 9-м классе с применением АМО *«Магазин»*.

Учитель предлагает вспомнить, что изучали на прошлом уроке, но не в виде устного или письменного опроса, а в виде игры «Магазин». На доске представлены понятия, которые изучались на прошлом уроке (рис. 47). Если какая-то команда готова их «купить», она должна назвать их определения. Класс делится на три группы (по рядам). Выигрывает та группа, которая совершит больше покупок.

Данный метод позволит учителю быстро и эффективно провести проверку ранее изученного материала и перейти к следующему этапу урока.



Рис. 47

Этап изучения и осмысления нового материала

В процессе урока учителю регулярно приходится сообщать новый материал. Такие методы, как «Инфо-угадайка», «Кластер», «Мозговой штурм» позволят представить обучающимся основные направления самостоятельной работы с новым материалом.

Примером активных методов обучения при организации самостоятельной работы служит метод *«Автобусная остановка»*.

Цель: научиться обсуждать и анализировать заданную тему в малых группах.

Материал: листы большого формата (ватман, плакат, блокнот для флипчата), фломастеры.

Проведение. Учитель определяет количество обсуждаемых вопросов новой темы (оптимально 4 – 5). Участники разбиваются на группы по числу вопросов (5 – 7 человек в каждой).

Группы распределяются по «автобусным остановкам». На каждой остановке (на стене или столе) расположен лист большого формата с записанным на нем вопросом по теме. Учитель ставит задачу

группам: записать на листе основные моменты новой темы, относящиеся к вопросу. В течение запланированного учителем времени группы знакомятся с новым материалом и обсуждают поставленные вопросы, записывая ключевые моменты. Затем – по команде учителя группы переходят по часовой стрелке к следующей «автобусной остановке». Знакомятся с имеющимися записями предыдущей группы и при необходимости дополняют их. Исправлять существующие записи, сделанные предыдущей группой, нельзя. Затем следующий переход к новой «автобусной остановке» и добавление своих записей. Когда группа возвращается к своей первой остановке, то знакомится со всеми записями и определяет участника группы, который будет представлять материал. После этого каждая группа презентует результаты работы по своему вопросу. В завершении учитель резюмирует сказанное всеми группами, при необходимости вносит коррективы и подводит итоги работы.

Примечание 1. Желательно организовать «автобусные остановки» (прикрепить листы с вопросами) в разных углах учебной комнаты, чтобы в процессе обсуждения группы не мешали друг другу. Вопросы изучаемой темы можно стилизовать под названия автобусных остановок.

Примечание 2. Можно проводить игру в несколько ином формате. Каждая группа работает на одной «остановке». Затем результаты работы сообщаются классу, тем самым организуется знакомство со всем объемом нужного учебного материала.

При использовании данного метода подбирается компактный по объему и не очень сложный по содержанию учебный материал культурологического характера.

С применением АМО «Автобусная остановка» можно провести, например, урок в 9-м классе по теме «Источники звука. Звуковые колебания».

Учитель обговаривает условия изучения нового материала не в виде беседы или объяснения, а в виде самостоятельной игры, которая называется «Автобусная остановка». Далее сообщается, что в классе формируются четыре группы, т. е. четыре «автобусные остановки» (можно больше в зависимости от количества учащихся). На каждой остановке (на столе) расположены лист большого формата с записанным на нем вопросом по теме и тексты для обработки.

«Первая остановка» – звуковые колебания.

«Вторая остановка» – ультразвук и инфразвук.

«Третья остановка» – высота звука и тембр звука.

«Четвертая остановка» – ультра- и инфразвуки в природе (биофизика).

Далее организуется работа групп с представленными учителем текстами. По истечении отведенного времени каждая группа выступает с подготовленными материалами. Ребята из других групп внимательно слушают и записывают основные моменты в тетради. В конце урока учитель подкрепляет сообщения опытами и подводит итоги.

При использовании данного метода необходимо иметь в виду, что объем физических текстов не должен быть большим, требующим значительного времени для изучения, но вызывать эмоциональный отклик и интерес школьников. Этот метод с небольшими вариациями может быть использован при решении типовых школьных задач.

Этап закрепления. В качестве примера представлен фрагмент урока в 7-м классе на тему «Сообщающиеся сосуды» с использованием активного метода обучения *«Ярмарка мастеров»*.

Учитель предлагает учащимся стать на некоторое время «мастерами» и изготовить некий продукт творческой деятельности, например, рисунки на тему «Сообщающиеся сосуды в повседневной жизни». Задача каждой группы при изучении темы – выделить самые главные моменты ее содержания и отразить их в своей творческой продукции. Как только работа заканчивается, группы представляют на «ярмарке мастеров» свой товар, остальные внимательно наблюдают и оценивают.

Второй пример показывает возможность использования этого же метода на уроке в 8-м классе при изучении электричества. *Учитель:* «Теперь вам необходимо поработать мастерами, самостоятельно собрать электрическую цепь из приборов, которые находятся на партах, и по окончанию работы представить ее на «ярмарке мастеров». Для этого разделимся на несколько групп. Первая группа чертит и собирает цепь, чтобы загорелась лампочка, вторая – чтобы зазвенел звонок, третья – чтобы заработал моторчик». По окончании отведенного времени каждая группа демонстрирует свою работу. Групп может быть больше (в зависимости от количества учащихся они могут выполнять одинаковые задания или включать другие потребители из имеющегося в классе оборудования).

Этап рефлексии охарактеризуем на примере любого урока с применением АМО *«Письмо самому себе».* Учитель предлагает каждому учащемуся написать самому себе письмо, ответив на вопросы:

1) что на уроке оказалось самым интересным и запоминающимся?
2) чего на уроке не хватало?

С другими активными методами обучения необходимо ознакомиться самостоятельно (URL: http://www.moi-universitet.ru/amo/). Однако при их выборе следует учитывать:

- пространственно-временные и технологические особенности урока;
- материально-техническое обеспечение кабинета;
- соответствие АМО целям и задачам урока;
- соответствие АМО возможностям учащихся, а именно: возрасту, уровню образования и воспитания;
- соответствие возможностям педагога.

Весьма существенным будет еще очень важный момент. При выборе того или иного метода не рекомендуется слепо следовать всем предложениям и советам авторов методов, к ним следует относиться критически и взвешенно. Некоторые предложения иногда носят неэтичный характер, например, название метода «Стриптиз». Вряд ли можно говорить о серьезном отношении учеников при использовании метода «Ресторан». Некоторые предложения и методы могут привести к неоправданной потере времени на уроке, например, «Поздоровайся локтями» или «Измерим друг друга». Покажем это на примере урока с использованием метода «Поздоровайся локтями».

Разработчики описывают метод следующим образом. Цель метода – приветствие, знакомство. Участвует весь класс. На приветствие отводится 10 мин урока. Для подготовки следует поставить в сторону стулья и столы, чтобы ученики могли свободно ходить по помещению. Учитель просит учеников встать в круг, затем предлагает им рассчитаться на первый-второй-третий и сделать следующее. Каждый «номер первый» складывает руки за головой так, чтобы локти были направлены в разные стороны. Каждый «номер второй» упирается руками в бедра так, чтобы локти также были направлены вправо и влево. Каждый «номер третий» нагибается вперед, кладет ладони на колени и выставляет локти в стороны. Учитель говорит обучающимся, что на выполнение задания им дается только пять минут. За это

время они должны поздороваться с как можно большим числом одноклассников, назвав свое имя и коснувшись друг друга локтями. Через пять минут ученики собираются в три группы так, чтобы вместе оказались соответственно первые, вторые и третьи номера. После этого они приветствуют друг друга внутри своей группы.

Далее авторы делают примечание, что эта смешная игра позволяет весело начать урок, размяться перед более серьезными упражнениями, способствует установлению контакта между учениками.

Вряд ли можно согласиться и использовать данный метод на уроке физики. Такая деятельность не обеспечит эффективного и динамичного, как считают авторы данного метода, начала урока, рабочего настроя, необходимый ритм и хорошую атмосферу в классе.

Это не только неоправданные потери времени, но и создание условий для формирования легковесного отношения к физике как предмету. Напомним слова К. Д. Ушинского: «Вряд ли есть что-нибудь противнее, чем тот легкий шутовской оттенок, который стараются придать учению некоторые педагоги, стремящиеся позолотить ребенку горькую пилюлю науки» (URL: profhelp.net/3124679).

Вопрос 3. Использование кейс-метода в процессе обучения физике

Особенность пересмотра целевых установок и образовательных результатов обучающихся связана с тем, что они предстают не в виде знаний, умений и навыков, а в виде характеристики сформированности личностных, социальных, познавательных и коммуникативных способностей учащихся (компетентностный подход). Традиционная парадигма «человек знающий» заменяется парадигмой «человек, подготовленный к жизнедеятельности». В свете новой парадигмы образования наиболее востребованными становятся активные методы обучения. Среди них выделяется метод, обладающий ярко выраженным практико-ориентированным характером, – метод кейсов, что придает ему особую значимость в рамках процесса обучения физике.

Сейчас кейс-метод можно назвать одним из часто использующихся активных методов обучения.

Основоположником кейсового метода считается Христофор Колумб Лэнгделл. Лэнгделл занимал пост декана школы права в Гарвардском университете. В тот период на юридических факультетах

студентов обучали путем чтения лекций и изучения учебных пособий; студенты просто запоминали материал, после чего воспроизводили его перед преподавателями. Однако настоящий опыт они получали только тогда, когда занимались реальной практикой. В 1870 г. Лэнгделл становится деканом и начинает сразу внедрять метод кейсов – метод разбора реальных юридических ситуаций, предлагая студентам ознакомиться с оригинальными материалами дела и сделать собственное заключение.

В 1920 г. кейс-метод начинает внедряться в бизнес-среду. В 1925 г. в Отчетах Гарвардского университета о бизнесе публикуются первые подборки кейсов.

В настоящее время сосуществуют две классические школы.

1. Гарвардская (американская). Целью метода является *обучение поиску единственно верного решения.* Включает особый вид учебного материала, особые способы использования этого материала в учебном процессе. Объем кейса – 20 – 25 страниц текста плюс 8 – 10 страниц иллюстраций.

2. Манчестерская (европейская) школа предполагает *многовариантность решения проблемы.* Объем кейса в 1,5 – 2 раза короче американских.

В настоящий период сбор и распространение кейсов осуществляется таким лидером по сбору и распространению кейсов, как European Case Clearing House (ECCH). ECCH создана в 1973 г. по инициативе 22 высших учебных заведений. Она является некоммерческой организацией, связанной с организациями, предоставляющими и использующими кейсы. В состав ECCH входит около 340 организаций: The Harvard Business School Publishing, Институт развития менеджмента (IMB) в Лозанне (Швейцария), INSEAD в Фонтенбло во Франции, IESE в Барселоне (Испания), Лондонская бизнес-школа в Англии и др.

В наше время этот метод завоевал ведущие позиции в обучении, активно используется в зарубежной практике бизнес-образования и считается одним из самых эффективных способов обучения студентов.

Распространение данного метода в мире началось в 70 – 80-х гг. XX столетия, тогда же этот метод стал известен и в СССР. Анализ практических ситуаций начал использоваться при обучении управленцев большей частью на экономических специальностях вузов в первую очередь как метод обучения принятию решений.

Использование инновационных технологий обучения, начатое на рубеже 2000-х гг. в вузах, постепенно дошло и до средней школы. Понимание актуальности обращения к кейсам пришло с осознанием того, что механический пересказ текста, «линейные» ответы на вопросы педагога представляют собой не только образовательный «тупик», но и серьезную методологическую проблему, приводящую к снижению образовательного уровня в целом.

Вместе с тем социально-экономическое развитие страны актуализировало необходимость мыслить нестандартно и самостоятельно, что стало хорошей предпосылкой для активной интеграции в систему российского образования кейсового обучения.

Большой вклад в разработку и внедрение данного метода внесли Г. А. Брянский, Ю. Ю. Екатеринославский, О. В. Козлова, Ю. Д. Красовский, В. Я. Платов, Д. А. Поспелов, О. А. Овсянников, В. С. Раппопорт и др.

Это проблемно-ситуативный метод, который позволяет соединить одновременно теорию и практику. Применение кейсов в российском образовании в настоящее время весьма актуально, так как именно самостоятельное погружение в проблему и поиск решения возникшей познавательной задачи является эффективным средством инновационных образовательных результатов.

Что же такое кейс-метод? В основе названия данного метода лежит латинский термин «казус», который переводится как необычный, запутанный случай. Вторая версия такова: название образовано от английского *case* – портфель, чемоданчик. Существует множество обозначений данного метода. Например, в зарубежных публикациях можно встретить следующие названия: метод изучения ситуации, метод деловых историй и, наконец, метод кейсов. В российских изданиях чаще всего говорится о методе анализа конкретных ситуаций (АКС), деловых ситуаций, кейс-методе.

В общем случае можно говорить, что кейс – это «моментальный снимок реальности», «фотография действительности». Таким образом, кейс – это описание реальной ситуации, «кусочек» реальной жизни (в английской терминологии TRUE LIFE) или это события, реально произошедшие в той или иной сфере деятельности и описанные авторами для того, чтобы спровоцировать дискуссию в учебной аудитории, «сподвигнуть» учащихся к обсуждению и анализу ситуации и принятию решения.

А. Долгоруков под методом case-study, или методом конкретных ситуаций (от английского *case* – случай, ситуация), понимает метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов).

М. В. Антипова считает, что кейс-метод в образовании – это ряд определенных учебных ситуаций, которые специально разработаны на базе фактического материала для дальнейшего их разбора в рамках учебных занятий. В процессе анализа этих ситуаций учащимися осваивается командная работа, они учатся анализировать, принимать оперативные управленческие решения.

Можно говорить о некоторой корреляции проблематизации процесса обучения, проблемного обучения, системно-деятельностного подхода и кейс-метода. Но если при проблематизации обучения познавательная задача и ситуация логически связаны с академической научной проблематикой, то суть кейс-метода заключается в том, что учащимся предлагают осмыслить и найти решение для ситуации, имеющей отношение к реальным жизненным проблемам, и описание которой отражает какую-либо практическую задачу.

В то же время кейс – не просто правдивое описание событий, а единый информационный комплекс, позволяющий понять ситуацию. Грамотно изготовленный кейс инициирует дискуссию, привязывая учащихся к реальным фактам, позволяет промоделировать реальную проблему, с которой в дальнейшем придется столкнуться на практике. Дополнительными достоинствами кейсов является то, что они развивают аналитические, исследовательские, коммуникативные навыки, вырабатывают умения анализировать ситуацию, планировать стратегию и принимать управленческие решения.

Анализ конкретных учебных ситуаций (case study, кейс-метод) – метод обучения, предназначенный для совершенствования навыков и получения опыта в следующих областях:

- выявление, отбор и решение проблем;
- работа с информацией – осмысление значения деталей, описанных в ситуации;
- анализ и синтез информации и аргументов;
- работа с предположениями и заключениями;
- оценка альтернатив;

- принятие решений;
- слушание и понимание других людей – навыки групповой работы.

Можно говорить, что этот метод – инструмент, позволяющий применить теоретические знания к решению практических задач. Он способствует развитию у учащихся самостоятельного мышления, умения выслушивать и учитывать альтернативную точку зрения, аргументированно высказывать свою. С помощью этого метода учащиеся имеют возможность проявить и усовершенствовать аналитические и оценочные навыки, научиться работать в команде, находить наиболее рациональное решение поставленной проблемы.

Резюмируя, можно говорить о том, что кейс-метод возник достаточно давно, однако применялся чаще в гуманитарных областях человеческой деятельности. Представляется, что причины появления метода были связаны с одной из важнейших закономерностей обучения. Для полноценного усвоения теоретических знаний необходимо их применение для решения соответствующих ситуаций. Иными словами, не было задачников гуманитарной направленности, в которых бы описывались те ситуации, в которых нужно было бы применить теоретические знания. Публикуемые в настоящее время сборники кейсов представляют не что иное, как «сборники задач» для гуманитарной сферы деятельности.

В области обучения физике сборники задач появились давно, но проблема заключалась в том, что помещенные в них задачи весьма абстрактны, в сознании учеников они не связывались с реальными жизненными ситуациями, не представляя для них жизненную значимость. Имеются и сборники качественных задач с достаточно интересными и занимательными заданиями. Многие задачники по физике содержат большое количество информации, но описываемые там ситуации не связаны с жизненным опытом и практическими интересами конкретного ученика. В связи с этим многие учащиеся катастрофически теряют интерес к физике. Для того чтобы вернуть этот интерес, показать практическую значимость и важность физики, и начинает внедряться кейс-метод.

Таким образом, для процесса обучения физике это становится особенно актуальным, поскольку необходимо:

- повысить интерес школьников к изучению физики;
- снизить психологическое напряжение на занятиях;
- помочь учащимся осознать важность и универсальность изучаемых физических законов.

В настоящее время разрабатывается множество кейсов для урока физики.

К примеру, на уроке физики на тему «Резонанс» при создании мотивационного этапа урока в 9-м классе целесообразно использовать кейс, связанный с реальным событием.

Кейс «Танцующий мост в Волгограде»

Эта история случилась 20 мая 2010 г. Волгоградский мост – автомобильный мост, входящий в комплекс автодорожных сооружений мостового перехода через реку Волгу в Волгограде, – неожиданно начал колебаться, причем достаточно сильно. Мост буквально «пустился в пляс». Многотонная конструкция из бетона выгибалась, как пластиковая, так, что проезжавшие автомобили подбрасывало в воздух. К счастью, тогда никто не пострадал. По словам очевидцев, амплитуда колебаний составляла около одного метра. Движение по мосту было прекращено. В 18:30 сотрудники ГИБДД УВД по Волгограду перекрыли автодвижение по мосту через Волгу. Утром 25 мая после пробного проезда тяжелых грузовиков, груженных щебнем, движение легкового автотранспорта по мосту возобновилось.

Вопросы к кейсу:

1. Какое событие представлено в кейсе?

2. Известно ли вам физическое явление, которое лежит в основе данного события?

3. Почему мост «пустился в пляс»? Почему движение по мосту было прекращено?

4. Почему это явление наиболее опасно для висящих мостов?

5. Встречались ли вы в жизни с таким физическим явлением?

6. Что, по вашему мнению, необходимо сделать, чтобы избежать такой ситуации?

Ниже приведены примеры физических кейсов, использующихся на уроках учителями-практиками.

Кейс № 1. Механик автоколонны по перевозке нефти Сидоров Петр Кузьмич не подписал путевку в рейс Синицину Дмитрию Викторовичу, так как на его бензовозе цепь утратила несколько звеньев и была недостаточно длинной. Однако Синицин самовольно покинул автогараж и уехал в рейс, так как не хотел, чтобы пропал рабочий день. На посту ДПС бензовоз был остановлен и отправлен на принудительную стоянку за несоблюдение правил перевозки опасных грузов. По решению суда Д. В. Синицин был лишен водительских прав сроком на год.

Вопросы к кейсу:

1. Зачем к бензовозам прицепляют цепь до земли?

2. Прав ли был механик автоколонны?

3. Не слишком ли суровое наказание понес Д. В. Синицин? Какой лучший выход можно было найти в данной ситуации?

4. Все ли вам известно, чтобы верно разобраться в поставленных вопросах?

Сформулируйте для себя задание по данному кейсу, которое вы выполните к следующему уроку (на следующем этапе урока).

Кейс № 2. Демонстрируется видеофрагмент старта космического корабля.

Вопросы к кейсу:

1. Какое событие представлено в видеокейсе? Известно ли вам физическое явление, которое лежит в основе данного события?

2. Какие особенности события вы заметили при просмотре видеокейса?

3. Сформулируйте для себя задание на дом (на урок), опираясь на данный кейс.

Кейс № 3. Изобретатель Иванов Сергей Павлович утверждал, что он создал простейший механизм для поднятия грузов с КПД = 110 %. Защищая свою разработку, он заявил, что бесполезную работу, которая тратилась на нагревание трущихся деталей при подъеме, он исключил. Для этого обычные тросы он заменил на шелковые, которые постоянно увлажнялись за счет смачивания их водой. Его оппонентами стали мастер цеха и экономист завода, которые доказали, что его изобретение серьезно не продумано и требует доработки.

Вопросы к кейсу:

1. Какие аргументы могли выдвинуть мастер цеха и экономист?

2. Есть ли физические неточности в тексте?

Этот кейс целесообразней использовать при повторении материала.

Кейс № 4. Северов Иван Кузьмич наметил большую стройку. «Нужно прикинуть, какое оборудование и стройматериалы необходимо закупить к лету? Какой магазин выбрать?» – думал Иван Кузьмич. Он открыл страничку рекламы в местной газете. Сразу бросилась в глаза яркая картинка рекламы магазина «Все для Вас» на улице Прямой: «КПД наших приборов – 100 %! Все ваши усилия полностью превратятся в полезную работу! Работай без потерь!» – гласила реклама. «Что-то подозрительно», – размышлял Иван Кузьмич.

Вопросы к кейсу:

1. Что такое КПД простых механизмов?

2. В чем заключается обманный ход компании, чтобы обмануть покупателей?

Кейс № 5. «Было уже за полночь, когда рабочий одной из нефтебаз в Удмуртской АССР И. Третьяков, заправив восемь цистерн авиационным бензином, перевел резиновый наливной шланг в очередную порожнюю емкость. Едва металлический наконечник шланга коснулся горловины цистерны, как вверх взметнулся пятнадцатиметровый яркий столб огня. Мощной взрывной волной Третьякова отбросило от цистерны…». (Газета «Известия». 3 окт. 1968 г.).

«Когда я переливал бензин из ведра через пластмассовую воронку в топливный бак мотоцикла, неожиданно из горловины бака возник огненный факел…». (Журнал «За рулем». 1987 г. № 3).

Вопросы к кейсу:

1. Что явилось причиной появления пламени в описанных ситуациях?

2. Чем опасны пластмассовые воронки и канистры для переливания и хранения бензина?

3. Какие меры безопасности надо применять при переливании бензина?

Отметим, что модернизация современной системы образования основана на постепенном переходе от «поддерживающего» типа обучения, ориентированного на ретрансляцию, воспроизводство социального опыта, к инновационному, главный вектор которого направлен на активное освоение обучающимися способов познавательной деятельности.

«Знать на зубок еще не значит знать» (М. Монтень).

«Великая цель образования – это не знания, а действия» (Г. Спенсер).

«Ничему тому, что важно знать, научить нельзя – все, что может сделать учитель – это указать дорожки» (Ричард Олдингтон).

Приведенные выше высказывания убедительно показывают, что подлинная цель образования – не просто заложить в головы учащихся какой-то объем знаний, но сделать все необходимое, чтобы обучающийся смог осознанно и эффективно применять полученные знания в своей жизни. Такой подход диктует необходимость формирования нового отношения к учащимся, использование в школе современных форм и методов обучения, внедрение эффективных образовательных технологий.

Вопросы для закрепления материала

1. Что такое активные методы обучения?
2. Какие классификации методов активного обучения вы знаете?
3. Какие методы активного обучения можно использовать при организации начала урока?
4. Какие методы активного обучения можно использовать при изучении и осмыслении нового материала?
5. Какие методы активного обучения можно использовать при закреплении?
6. Какие методы активного обучения можно использовать при организации рефлексии?
7. Какие методы можно использовать на различных этапах урока?
8. Что представляет собой кластер?
9. В чем заключается преимущество использования кластеров?
10. Что такое фрейм? В чем заключается преимущество использования фреймов?
11. С какой целью используют приемы, сводную таблицу и фишбоун?
12. Какие методы активного обучения нецелесообразно использовать на уроках физики? Где их можно использовать?
13. Что такое кейс-метод?
14. Когда и по какой причине появился кейс-метод?
15. Каковы причины введения кейс-метода в процесс обучения физике?
16. Каковы достоинства применения кейс-метода?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание пособия посвящено наиболее важным теоретическим вопросам учебной дисциплины «Методика обучения физике» и раскрывает цель и причины появления данной дисциплины.

Исторически методика обучения физике возникает как ответ на возрастающее влияние физики в развитии общества и возникновение задачи – как эффективно «передать» школьникам наиболее существенные и важные знания, полученные физикой. Соответственно выделился совершенно особый объект новой педагогической науки – процесс обучения физике учащихся.

В пособии показана эволюция представлений о целях, задачах обучения физике в школе, структуре и содержании школьного курса физики.

Содержание современного физического образования – один из факторов экономического и социального развития российского общества, который должен обеспечить формирование у школьников адекватный мировому уровень знаний и умений по предмету.

Дополнительно затронут и рассмотрен вопрос о необходимости в процессе обучения физике формирования целостной системы универсальных действий. Именно на формирование универсальных учебных действий должен быть направлен весь образовательный процесс по физике в основной школе и на формирование компетентностей в старшей школе. Универсальные учебные действия – это инструменты для освоения, преобразования и создания физических знаний, то, из чего складывается умение учиться, то, благодаря чему ребенок становится субъектом учебной деятельности.

Тем самым пересмотр целевых установок и образовательных результатов обучающихся связан с тем, что они предстают не в виде знаний, умений и навыков учащихся, а в виде характеристики сформированности их личностных, социальных, познавательных и коммуникативных способностей (компетентностный подход). Традиционная парадигма «человек знающий» заменяется парадигмой «человек, под-

готовленный к жизнедеятельности». В свете новой парадигмы образования наиболее востребованными становятся активные методы обучения. Широкое внедрение активных методов обучения в школьный образовательный процесс является стратегической задачей сегодняшнего дня. Именно поэтому внимание уделено характеристике современным развивающим и активным подходам, методам и приемам обучения, таким как кластер, фрейм, вызов, фишбоун, мозговой штурм, «автобусная остановка» и др.

Среди них выделяется метод, обладающий ярко выраженным практико-ориентированным характером, – метод кейсов, что придает ему особую значимость в рамках современного процесса обучения физике. Это проблемно-ситуативный метод, который позволяет соединить одновременно теорию и практику.

В настоящий период на передний план в методике обучения физике выходят и другие инновационные направления исследований. Одно из них связано с усилением внимания не к процессу преподавания, а к процессу учения, к особенностям восприятия школьниками учебной информации. В этом аспекте начинает уделяться внимание приемам и средствам полимодального обучения. Другое направление связано с интеграцией в процесс обучения современных электронных образовательных ресурсов, дистанционного обучения. Именно здесь предполагается качественный прорыв в усовершенствовании процесса обучения физике в школе.

Таким образом, подводя итоги, подчеркнем, что методика обучения физике является широко и интенсивно развивающейся педагогической наукой, постоянно отвечающей на новые социокультурные вызовы и потребности развития российского общества.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. *Павлова, М. С.* Методика обучения и воспитания (физика). Общие вопросы : учеб. пособие / М. С. Павлова. – Иркутск : Изд-во ВСГАО, 2014. – 109 с.

2. *Румбешта, Е. А.* Курс лекций по теории и методике обучения физике в средней школе : учеб. пособие для студентов пед. вузов / Е. А. Румбешта. – Томск : Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2016. – 144 с.

3. Сауров, Ю. А. Теория и методика обучения физике : курс лекций. В 2 ч. Ч. I / Ю. А. Сауров. – Киров : Изд-во Вятского ГПУ, 1998. – 48 с.

4. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий [и др.] ; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М. : Академия, 2000. – 368 с. – ISBN 5-7695-0327-0.

Дополнительная литература

1. *Абушкин, Х. Х.* Методика проблемного обучения физике : учеб. пособие для вузов / Х. Х. Абушкин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 178 с. – (Серия : Образовательный процесс). – ISBN 978-5-534-09588-3.

2. *Горбушин, С. А.* Как можно учить физике: методика обучения физике : учеб. пособие / С. А. Горбушин. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 484 с. – ISBN 978-5-16-010991-(print).

3. *Хижнякова, Л. С.* Введение в методику обучения физике. Методология педагогического исследования. В 2 ч. Ч. 2 / Л. С. Хижнякова. – М. : МГОУ, 2006. – 68 с.

4. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий : пособие для учителя / А. Г. Асмолов [и др.]. – М. : Просвещение, 2010. – 159 с. – ISBN 978-5-09-020588-7.

5. *Якута, А. А.* Состав, цели и задачи учебной дисциплины: основы методики подготовки и проведения лекций, семинарских занятий и практикумов : учеб. пособие для студентов магистратуры / А. А. Якута. – М. : МГУ, 2017. – 98 с.

6. Международный институт развития «ЭкоПро». Проект «Мой университет» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.moi-universitet.ru/amo/ (дата обращения: 12.08.19).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

Лекция 1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ НАУКА

Вопрос 1. Методика обучения физике как педагогическая наука, ее предмет и задачи 4
Вопрос 2. Содержание методики обучения физике как науки 14
Вопрос 3. Методы исследования в методике обучения физике 16
Вопрос 4. Связь методики обучения физике с другими науками 18
Вопрос 5. Актуальные проблемы методики обучения физике 23
Вопросы для закрепления материала 26

Лекция 2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

Вопрос 1. Основное содержание школьного курса физики как учебного предмета. Критерии его отбора и формирования 27
Вопрос 2. Возможные структуры школьного курса физики (радиальная, концентрическая, ступенчатая) 36
Вопрос 3. Особенности содержания и структуры современного школьного курса физики 40
Вопросы для закрепления материала 45

Лекция 3. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Вопрос 1. Постановка вопроса. Определение и компоненты метода.... 45
Вопрос 2. Классификация и содержание методов обучения 47
Вопрос 3. Характеристика различных методов обучения 49
Вопрос 4. Методические приемы. Связь методов и приемов..... 59
Вопросы для закрепления материала 68

Лекция 4. ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ

Вопрос 1. Причины появления проблемного обучения. Значение, цели и особенности проблемного обучения..... 69
Вопрос 2. Теоретические основы проблемного обучения 73

Вопрос 3. Этапы проблемного обучения и структура урока. Понятие проблемной ситуации. Средства и способы ее создания 75
Вопрос 4. Характеристика содержания и структуры различных методов проблемного обучения..... 81
Вопрос 5. Проблемное обучение и проблематизация учебного процесса по физике 91
Вопросы для закрепления материала 94

Лекция 5. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ
Вопрос 1. Понятия, их краткая характеристика. Содержание и объем понятий 95
Вопрос 2. Методические подходы при формировании физических понятий..... 100
Вопросы для закрепления материала 112

Лекция 6. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ О ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ НА ТЕОРЕТИЧЕСКОМ УРОВНЕ ОБОБЩЕНИЯ
Вопрос 1. Особенности методических подходов при формировании физических понятий 113
Вопрос 2. Содержание деятельности учителя при формировании знаний о физических величинах на теоретическом уровне обобщения..... 117
Вопрос 3. Примеры раскрытия содержания некоторых физических величин..... 133
Вопросы для закрепления материала 137

Лекция 7. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ
Вопрос 1. Обоснование необходимости изучения фундаментальных физических теорий в школьном курсе физики 138
Вопрос 2. Роль и значимость физических теорий в физике как науке..... 142
Вопрос 3. Физическая теория как система научного знания. Структура и компоненты физической теории 146

Вопрос 4. Классификация и особенности изучения теорий различного вида 154
Вопросы для закрепления материала 157

Лекция 8. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ
Вопрос 1. Физические законы в системе физического знания. Понятие закона. Типы законов 158
Вопрос 2. Методика изучения экспериментальных законов 163
Вопрос 3. Методика изучения теоретических законов 168
Вопрос 4. Использование электронных образовательных ресурсов при изучении физических законов 178
Вопросы для закрепления материала 191

Лекция 9. АКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ
Вопрос 1. Тенденции современной дидактики обучения 192
Вопрос 2. Понятие активных методов обучения. Типология и характеристика современных активных методов обучения 196
Вопрос 3. Использование кейс-метода в процессе обучения физике 213

Вопросы для закрепления материала 221

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 222

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 224

Учебное издание

ГУБЕРНАТОРОВА Лариса Ивановна

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ
Общие вопросы

Курс лекций

Редактор А. П. Володина

Технический редактор С. Ш. Абдуллаева

Корректор Н. В. Пустовойтова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 15.06.20.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 13,25. Тираж 50 экз.
Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.