

УДК 372.8

АЛГОРИТМ КОНСТРУИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

© 2016 г.

П.В. Казарин, С.В. Полушкина

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

polushkinas@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 10.12.2015**Статья принята к печати 20.01.2016*

Рассмотрены требования ФГОС к организации учебного процесса на основе системно-деятельностного подхода, описаны связанные с этими нормами новые возможности применения учебного физического эксперимента. Предложен алгоритм конструирования учебного процесса с использованием физического эксперимента, сочетающий дидактические и конкретно-методические этапы проектировочной деятельности учителя. Рассмотрен вариант использования алгоритма при изучении метода зеркальных отображений при обучении физике в средней школе. Приведен пример сочетания демонстрационного эксперимента и решения задач в курсе общей физики на основе описанного алгоритма конструирования учебного процесса.

Ключевые слова: школьный физический эксперимент, алгоритм деятельности учителя, новый образовательный стандарт, метод изображений.

ФГОС и новые требования к физическому эксперименту в учебном процессе

Современное образование в России перешло на Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС), концептуальной основой которого является системно-деятельностный подход [1]. Под деятельностным подходом в образовании понимается такой способ организации учебно-познавательной деятельности обучаемых, при котором они являются не пассивными получателями информации, а активными участниками учебного процесса. Отсюда и цели образования – не сумма «знаний, умений, навыков», а сформированные познавательные и личностные способности ученика. Происходит смещение приоритетов в образовании – объяснительно-иллюстративный и репродуктивный метод работы замещается, по возможности, проблемным или исследовательским методом. Функция учителя при деятельностном подходе проявляется в управлении процессом обучения. Учитель – не единственный источник знаний, а организатор, помощник, консультант. Такая форма обучения позволяет учащимся не получать знания в готовом виде, а добывать их самим в процессе собственной учебно-познавательной деятельности, в ходе которой они усваивают не только содержание, но и процесс получения нового познавательного результата. ФГОС задаёт требование к организации учебного процесса, в том числе на основе школьного эксперимента. Выделяется

новая роль эксперимента, как способа формирования умения учащихся добывать новые знания [2], как источника нового физического знания, формирования умений, новых навыков, средства обобщения и систематизации, средства контроля и т.д. Как итог это обеспечивает ученику способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, в том числе умения учиться, делать осознанный выбор, решать реальные жизненные проблемы.

Таким образом, учителю необходимо так построить урок с использованием физического эксперимента, чтобы учащиеся на его основе могли не только получить новое знание, но и четко осознать весь познавательный путь, который им пришлось пройти для получения физического знания с целью его воспроизведения в дальнейшей самостоятельной деятельности.

Подбирая эксперимент, необходимый на уроке, 80% учителей, как показал опрос, руководствуются учебником, т.е. используют тот эксперимент, который в нём представлен. Руководствуясь готовыми разработками, описанными в параграфе учебника, учитель включает его в план урока. Например, при изучении движения тела по окружности учащимся предлагается рассмотреть точило (учебник А.В. Перышкина «Физика» 9 класс [3]), которое многие современные школьники никогда не видели. Выбранный таким образом эксперимент будет малосодержателен и, скорее всего, бесполезен для учащихся на уроке. Такой метод организации учебного процесса не отвечает новым требова-

ниям образовательного стандарта, так как учащиеся получают знания, не опираясь на собственную познавательную деятельность.

Для организации максимально эффективного процесса обучения с использованием физического эксперимента учитель должен выйти на определенный уровень педагогической деятельности. И.В. Гребеневым и О.В. Лебедевой выделены уровни профессиональной компетентности преподавателей, а именно: низкий (эмпирический), средний (конструктивный) и высокий (творческий). Высокий уровень компетентности учителя подразумевает, что учитель при конструировании учебного процесса, проанализировав содержание, которое должны усвоить учащиеся, определяет, нужен ли на данном этапе эксперимент, а если нужен, то какой эксперимент даст оптимальную возможность организации познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение этого содержания. Учитель, выбрав соответствующий эксперимент и вариант его проведения, планирует деятельность учащихся по усвоению существа увиденного явления, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента [4].

Выход учителя на творческий уровень требует его высокой предметной квалификации, временных затрат и методических усилий, так как при конструировании учебного процесса учителю необходимо проанализировать все то содержание, которое должны усвоить учащиеся на уроке. Это обусловлено важнейшим принципом физики как учебного предмета, а именно принципом научности. В обучении физике он выражается в следовании в учебном процессе логике раскрытия структуры научных знаний, логике науки. Принцип научности имеет и собственно методическое значение: структура усваиваемого учащимися физического знания определяет основные характеристики конструируемого процесса обучения – цели, методы и средства обучения, в т.ч. и демонстрационный эксперимент [5].

Алгоритм деятельности преподавателя по эффективному использованию эксперимента

Нами разработан алгоритм конструктивной деятельности учителя по организации эффективной познавательной деятельности учащихся в учебном процессе на основе эксперимента. Этот алгоритм включает следующие этапы.

I. Этап предметных действий.

1. Определение предметных, научных основ изучаемого содержания.
2. Выделение физического содержания для изучения на уроке, формулировка экспериментальной основы изучаемого материала.
3. Определение перечня и уровня познавательных, в т.ч. экспериментальных, умений, усваиваемых учащимися на уровне самостоятельной деятельности в целях дальнейшего получения нового учебного результата.

II. Дидактический этап.

1. Определение типа урока и его места в теме, ведущего метода обучения, форм организации учебной деятельности.
2. Развитие результатов использованного ранее физического учебного эксперимента.
3. Определение возможного места демонстрационного и лабораторного эксперимента в уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения.

III. Методический этап.

1. Выбор или создание нового учебного эксперимента, наиболее точно отражающего теоретическую модель изучаемого содержания.
2. Планирование деятельности учащихся по усвоению информации, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента. Организация максимально возможной познавательной деятельности учащихся на основе учебного физического эксперимента.

IV. Рефлексивный этап.

1. Контроль за результатами учебной деятельности учащихся в ходе варьирования элементов, условий проведения эксперимента.
2. Определение уровня усвоения физических основ изучаемого содержания; уровня сформированности познавательных умений.

Как видно, предложенный алгоритм состоит из 4 этапов, сочетающих анализ научных основ предмета, дидактический анализ педагогической ситуации и конкретно-методические действия учителя. Описанная последовательность определяет пошаговый план действий учителя для эффективного включения физического эксперимента в учебный процесс.

Подобное выделение этапов, связанных с предметным содержанием и педагогической трансформацией предметного содержания, является актуальным и для зарубежной педагогики по методике преподавания естественнонаучных дисциплин. Так, например, в классической работе Л. Шульмана выделяются аналогичные компоненты профессиональной компетентности учителя:

- «general pedagogical knowledge» (общие педагогические знания);
- «content knowledge» (знание преподаваемого предмета);
- «teachers' pedagogical content knowledge» (знания о способах преподавания предмета) [6].

В предложенном нами алгоритме на первом этапе, этапе предметных действий, учителю предлагается выделить то физическое содержание, которое должно быть усвоено учащимися на уроке, и в соответствии с этим содержанием, определить цель урока. Только учитель, глубоко знающий предмет, сможет обоснованно сконструировать методику изучения конкретно предметного содержания.

В качестве второго этапа деятельности учителю необходимо определить ведущий метод обучения, тип урока и возможное место демонстрационного и лабораторного эксперимента на уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения.

Наиболее важным является третий этап, который и позволяет учителю подняться на самый высокий, творческий уровень профессиональной компетентности. Проанализировав все существующие варианты экспериментов по выбранной теме, учитель должен выбрать тот эксперимент, который наиболее точно отражает теоретическую модель изучаемого содержания. Если, по мнению учителя, такой эксперимент отсутствует, то он должен разработать его самостоятельно. При подборе или разработке необходимого эксперимента учитель должен выполнять выдвинутые нами требования по организации школьных опытов [7]. Одно из требований подразумевает, что использование эксперимента на протяжении всех этапов урока (актуализация знаний, мотивация, изучение материала, рефлексия) позволит учащимся максимально эффективно усвоить изучаемый материал.

На завершающем этапе учитель производит контроль усвоения физических основ изучаемого содержания, вновь используя учебный эксперимент как основу деятельности учащихся.

Пример реализации алгоритма деятельности учителя. Метод электрических изображений

Весьма непростой задачей для учителя при реализации предложенного алгоритма является творческая работа по созданию собственного варианта учебного эксперимента. Многообразие экспериментов по каждому разделу физики в методических пособиях требует от учителя обоснованного выбора вариантов учебных де-

монстраций, которые описывают одно и то же физическое явление. Еще более сложной методической задачей является демонстрационное обеспечение разделов (тем) школьного курса физики, экспериментальная база которых освещена достаточно скудно.

Одной из таких тем является, на наш взгляд, метод зеркальных отображений в электростатике.

Как известно, основной задачей электростатики является расчёт электрических полей, создаваемых заряженными телами различной формы. При решении подобных задач прибегают к разным методам: вначале используют принцип суперпозиции (поле системы точечных зарядов и др.), а затем, при переходе к более сложным конфигурациям, знакомятся с другими методами, например, методом изображений [8].

Этот метод основывается на теореме единственности в электростатике: электрическое поле не изменится при замене в нём какой-либо эквипотенциальной поверхности на проводник аналогичной формы с потенциалом, равным потенциалу рассматриваемой эквипотенциальной поверхности.

При прохождении первого этапа нашего алгоритма в основе конструктивной деятельности учителя по созданию нового варианта учебного эксперимента лежит идея максимальной близости конструируемой установки теоретической модели изучаемого явления. В нашем случае это система силовых линий, моделирующая электрическое поле изучаемой системы заряженных тел (рис. 1). Возможна ли её экспериментальная реализация?

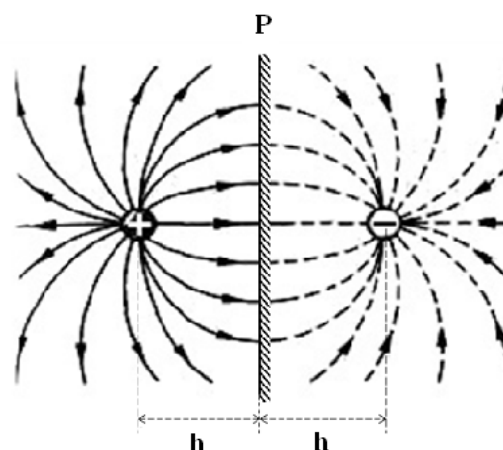


Рис. 1. Метод зеркальных отображений

Оказывается, что реализовать такую систему довольно просто. Воспользуемся парой электростатических «султанов». Сообщив «султанам» заряд противоположных знаков (напри-

мер, от кондукторов электрофорной машины), их размещают так, чтобы индикаторные полоски не соприкасались (рис. 2).

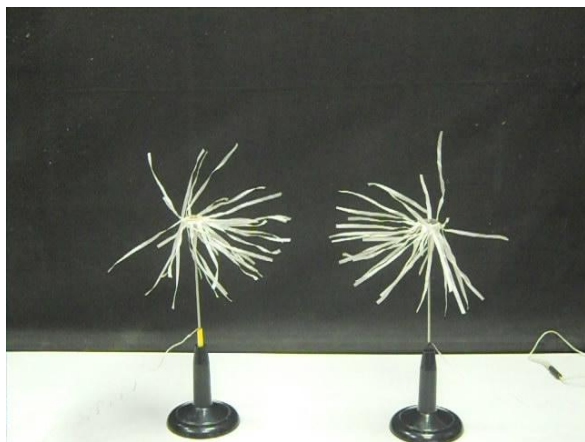


Рис. 2. Силовые линии электрического поля двух разноименно заряженных «султанов»

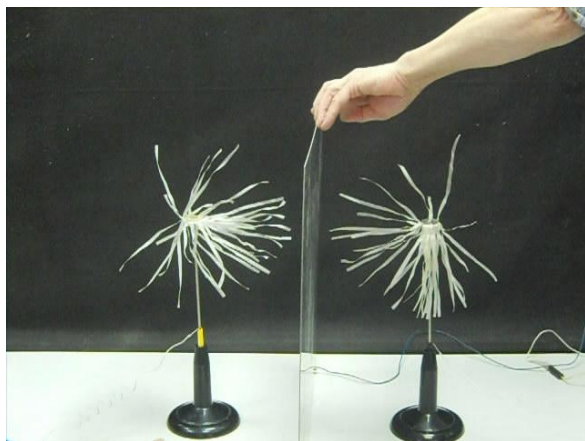


Рис. 3. Картина поля разноименных зарядов при наличии проводящей плоскости между ними

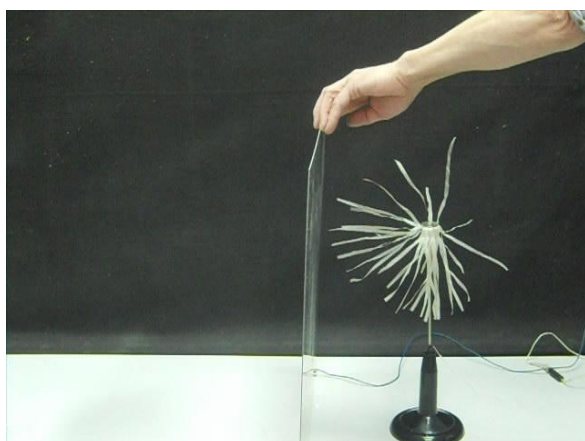


Рис. 4. Картина электрического поля заряда около проводящей плоскости

При решении задач второго и третьего этапа реализации нашего алгоритма учитель опреде-

ляет, что ведущим методом обучения будет эвристическая беседа, в основе которой лежит очевидная теперь модификация эксперимента, представленного на рис. 1. Для того чтобы перейти к задаче нашего урока, методу изображений, требуется сделать следующее дополнение – ввести металлический лист достаточных размеров в середину зазора между полосками «султанов» (рис. 3). Учителю необходимо вместе с учащимися определить значение потенциала в месте внесения листа и обсудить вопрос необходимости заземления листа.

Для выяснения сущности метода изображений обращается внимание на сохранение картины электрического поля, образованной данными зарядами. Сохраняя местоположение листа, один из заряженных «султанов» убирают, при этом изменение в картине поля не наблюдается – она остаётся прежней (рис. 4). Таким образом, в эксперименте показывается эквивалентность поля системы «заряд-лист» полю двух точечных зарядов в анализируемом полупространстве.

При переходе к этапу рефлексии для контроля уровня усвоения физических основ изученного содержания несколько изменяется ход опыта: к заряженному «султану» подносится металлический лист. Наблюдается перераспределение индикаторных полос в соответствии с линиями поля. К обратной стороне листа на равное расстояние помещается подобный «султан» с зарядом противоположного знака. Учитель должен обратить внимание учеников на полученную картину поля и задать вопрос об её изменении после удаления металлического листа. Ожидаемый ответ – «изменений не наблюдается».

Разработанный нами эксперимент по демонстрации поля точечного заряда, расположенного вблизи плоской проводящей поверхности, подтверждает продуктивность описанного алгоритма деятельности учителя и наглядно иллюстрирует применение метода изображений в электростатике. Можно утверждать, что эксперимент является ведущим методом обучения на этом уроке, поскольку познавательная деятельность учащихся основывается на нём в течение всего урока. Учащиеся не только наблюдают за ходом эксперимента, но и обсуждают его, предсказывают результаты, предлагают развитие демонстрации.

Предложенный нами алгоритм можно распространить на используемый в курсе общей физики метод изображений. Достаточно трудной является задача вычисления поля точечного заряда, расположенного вблизи проводящего шара (сферической поверхности) [9]. Само понятие фиктивного заряда, лежащее в основе

расчета при решении этой задачи, является сложным для восприятия. Тем более не очевидно, что этот фиктивный заряд используется в расчете напряженности реального поля. Преподаватель приходит к необходимости подкрепления абстрактных чертежей и расчетов наглядными экспериментами, отражающими вновь теоретические модели.

Известны и часто используются на лекциях демонстрации по визуализации электростатических полей с помощью взвеси крупинок диэлектрика в касторовом масле. Обычно демонстрируются поля простейших конфигураций зарядов. Данную технологию можно применить для наблюдения структуры поля точечного заряда, находящегося вблизи сферической проводящей поверхности нулевого потенциала и вычисляемого с помощью метода изображений.

При решении подобной задачи методом изображений поле в рассматриваемой области пространства заменяется полем, созданным в однородном пространстве двумя точечными зарядами, один из которых реальный, а второй вспомогательный – его «изображение». Величина и размещение вспомогательного заряда зависят от взаимного положения реального заряда и проводящего шара, а также его радиуса.

Предлагаемый эксперимент рассчитан на демонстрацию именно того обстоятельства, что поле точечного заряда, расположенного вблизи сферической проводящей поверхности, можно «сконструировать» из полей двух точечных зарядов (реального и вспомогательного), причем положение и величина вспомогательного заряда должны быть тщательно подобраны в ходе решения типовой задачи курса общей физики. Данные этой задачи берутся в соответствии с предлагаемой демонстрацией.

Основной сложностью при реализации такого эксперимента является необходимость создания двух разных по знакам точечных зарядов с определенным отношением величин зарядов. Указанная проблема решается посредством мегаомного резисторного делителя, нагруженного на источник высокого напряжения. Необходимые потенциалы с делителя подаются на электроды, погружённые в касторовое масло. Одновременно решается проблема фиксации точки нулевого потенциала [10].

Вначале на этапе постановки задачи показываем студентам поле точечного заряда, находящегося вблизи проводящей сферы, потенциал которой равен нулю. Фактически наблюдается сечение трехмерной картины плоскостью – вместо сферы используется проводящий цилиндр соответствующего радиуса (рис. 5).

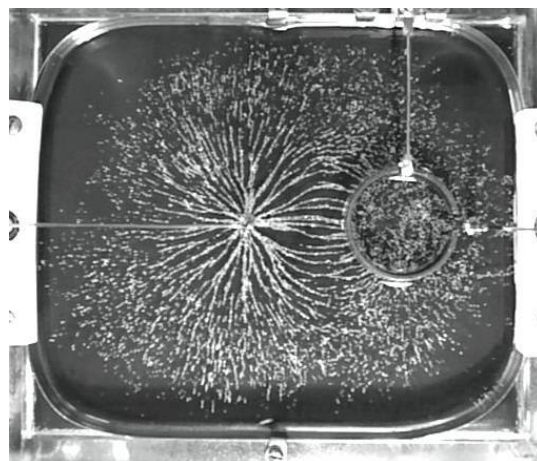


Рис. 5. Поле точечного заряда вблизи проводящей сферы

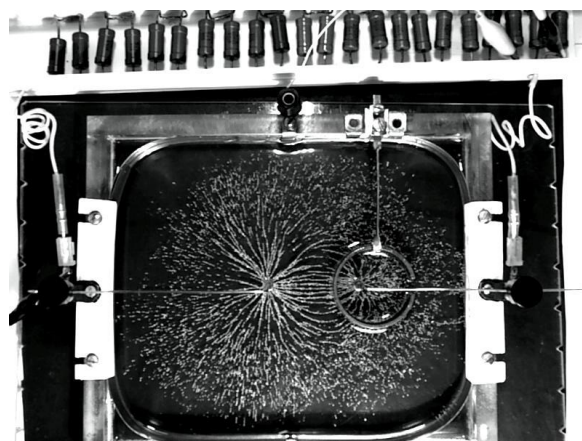
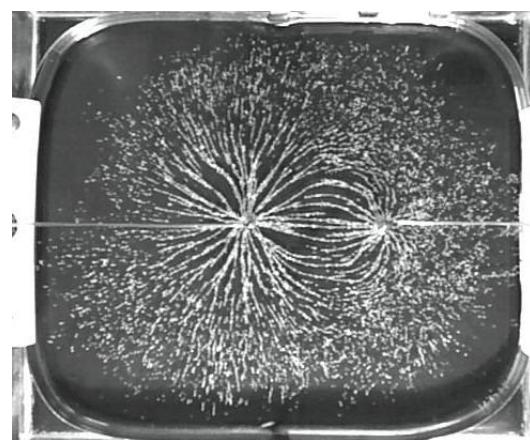


Рис. 6. Реконструкция поля точечного заряда вблизи проводящей сферы: а) картина силовых линий существующего и вспомогательного зарядов; б) «сконструированное» поле точечного заряда около проводящей сферы

Эта часть эксперимента несет мотивационный потенциал, реализуя проблемный элемент обучения, на основе которого студенты при решении задачи находят фиктивный, вспомогательный заряд-изображение и место его расположения. Убедиться в правильности полученно-

го решения студентам помогает следующая часть эксперимента. Выключив напряжение, цилиндр убирают и в заранее рассчитанную точку помещают электрод, на котором располагается вспомогательный заряд-изображение. Значительная вязкость касторового масла способствует тому, что при данных манипуляциях с электродами в кювете первоначальная картина силовых линий (область вне цилиндра) практически не изменяется. После включения высокого напряжения наблюдается «построение» новых силовых линий вблизи вспомогательного заряда (т.е. в области, которую первоначально занимал проводящий цилиндр) с сохранением первоначальной картины силовых линий (рис. 6а).

Последний этап эксперимента проводится в качестве рефлексии: проводящий цилиндр помещается на место, преподаватель обращает внимание студентов на то, что исходная картина силовых линий не нарушается (рис. 6б).

Таким образом, мы из полей двух точечных зарядов (существующего и вспомогательного) «конструируем» исходное поле – поле точечного заряда, расположенного вблизи сферической проводящей поверхности, что позволяет наглядно убедиться в реализации используемого метода при выполнении поэтапной экспериментальной иллюстрации в ходе решения поставленной задачи.

Заключение

Предложенный алгоритм позволяет школьным учителям, а также преподавателям вузов максимально эффективно конструировать учебный процесс с использованием эксперимента, что является обязательным требованием нового образовательного стандарта. Хотелось бы отметить, что, на наш взгляд,

использовать алгоритм для организации познавательной деятельности учащихся на основе эксперимента могут учителя не только физики, но и химии, биологии.

Список литературы

1. Федеральный государственный стандарт основного общего образования. – URL: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?Catalogd=2588> (дата обращения 10.09.2015).
2. Разумовский В.Г. Естественнонаучное образование и конкурентоспособность // Педагогика. 2013. № 7. С. 14–25.
3. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 кл.: Учебник. М.: Дрофа, 2014. 319 с.
4. Лебедева О.В., Гребенев И.В. Проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе // Педагогика. 2013. № 8. С. 52–58.
5. Гребенев И.В., Чупрунов Е.В. Фундаментальная научная подготовка учителя как основа его профессиональной компетентности // Педагогика. 2010. № 8. С. 65–69.
6. Shulman L. Those who understand: Knowledge growth in teaching // Educational Researcher. 1986. 15(2). P. 4–14.
7. Полушкина С.В. Методические рекомендации по организации эффективного усвоения физического содержания на основе эксперимента // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. № 5–2. С. 163–165.
8. Калашников С.Г. Электричество: Уч. пособие. М.: Наука, 1985. 576 с.
9. Иродов И.Е. Задачи по общей физики. М.: Наука, 1979. 368 с.
10. Казарин П.В., Степанов Н.С., Услугин Н.Ф. Лекционный эксперимент по наблюдению структуры электростатического поля точечного заряда вблизи сферической проводящей поверхности // Труды XVIII научной конференции по радиоп физике, посвященной Дню радио. Н. Новгород: ННГУ, 2014. С. 173–174.

THE ALGORITHM FOR DESIGNING THE LEARNING PROCESS BASED ON THE CLASSROOM PHYSICS EXPERIMENT

P.V. Kazarin, S.V. Polushkina

Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

The article describes the requirements of the Federal State Educational Standard to the organization of the learning process based on the systems-activity approach and the new possibilities of using classroom physics experiments related to the norms of the Standard. An algorithm for designing the learning process with the use of physics experiments is proposed. The algorithm combines didactic and specific methodological steps of the teacher's design activities. We consider an option of using the algorithm in the study of the mirror images method when teaching physics in high school. An example is given of combining the demonstration experiment and problem solving in the general physics course, based on the described algorithm for designing the learning process.

Keywords: school physics experiment, algorithm of the teacher's work, new educational standard, method of images.