УДК 372.853

DOI: 10.18384/2310-7219-2020-3-102-112

СОЧЕТАНИЕ ВИДОВ НАГЛЯДНОСТИ КАК РЕСУРС ЭФФЕКТИВНОГО СТАНОВЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Самойлов Е. А.*Самарский государственный социально-педагогический университет
443099, г. Самара, ул. Максима Горького, д. 65/67, Российская Федерация*

Аннотация

Цель. Выявление возможностей наглядных дидактических средств и их сочетаний для эффективного становления у учащихся исследовательской компетенции при обучении физике в школе.

Процедура и методы. В статье описана технология поэтапного формирования у школьников методологических знаний и способов действий при обучении физике, приведены примеры авторских дидактических средств, использование которых обеспечивает обучающимся оптимальное становление исследовательской компетенции. В ходе исследования применялись такие методы, как обобщение и систематизация научно-методической информации, абстрактно-логический анализ и синтез, конструирование, поисковый педагогический эксперимент.

Результаты. Выявлены сочетания средств наглядности, оптимальные для каждого этапа формирования у школьников методологических знаний и умений при обучении физике. Сконструированы и апробированы оригинальные дидактические средства, которые могут быть использованы для эффективного становления у обучающихся исследовательской компетенции.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования вносят вклад в теорию управления интеллектуальным развитием школьников при обучении физике.

Ключевые слова: виды наглядности, методологические знания и способы действий, исследовательская компетенция, коммуникативные умения

COMBINATION OF VISUAL AIDS AS A RESOURCE FOR EFFECTIVE FORMATION OF STUDENTS' RESEARCH COMPETENCE

E. Samoilov*Samara State Social and Pedagogical University
65/67, M. Gorky ul., Samara, 443099, Russian Federation*

Abstract

Aim. To identify the possibilities of visual didactic tools and their combinations for the effective formation of students' research competence in teaching Physics at school.

Methodology. The article describes the technology for the gradual formation of methodological knowledge and methods of action for students in teaching physics; examples of the author's didactic tools, the use of which provides students with the optimal formation of research competence, are given. In the course of research the following methods were used: generalization and systematization of scientific and methodological information, abstract-logical analysis and synthesis, designing, searching pedagogical experiment.

Results. The combinations of visual aids that are optimal for each stage of the formation of methodological knowledge and skills of schoolchildren in teaching physics are revealed. Original didactic

tools have been designed and tested that can be used to effectively develop students' research competence.

Research implications. The results of the study contribute to the theory of managing the intellectual development of schoolchildren in teaching Physics.

Keywords: types of visual aids, methodological knowledge and methods of action, research competence, communicative skills

Введение

Педагогические измерения свидетельствуют о низком уровне готовности российских школьников применять предметные знания и умения по физике в нетиповых ситуациях¹. Только около 6% выпускников российских школ овладевают умениями анализировать проблемную ситуацию, моделировать, выстраивать логическую цепочку умозаключений на основе теоретических обобщений и на этой основе давать аргументированный ответ в ходе решения нетривиальных физических задач². По этому показателю российская система школьного физического образования уступает образовательным системам многих стран мира³.

Сложившаяся ситуация во многом обусловлена дефицитом дидактических средств и технологий обучения, способствующих эффективному обогащению умственного опыта (когнитивного, метакогнитивного, интенционального) учащихся при усвоении ими физического содержания.

Важнейшим элементом в арсенале управления интеллектуальным развитием школьников являются средства предметной, образной и знаковой на-

глядности (в том числе и цифровые образовательные ресурсы – ЦОР), развивающий потенциал которых реализуется в практике обучения физике далеко не в полной мере. Проблема использования наглядности в обучении физике исследовалась В. А. Бетевым, Р. В. Гуриной, Г. Н. Степановой и др. Предложены различные классификации видов наглядности, рассмотрены пути её реализации при усвоении физических понятий и закономерностей, при систематизации и обобщении знаний, развитии их логического мышления и наблюдательности, управлении познавательной деятельностью учеников. В данной статье рассматриваются возможности сочетания видов наглядности в свете проблемы эффективного становления методологических умений и исследовательской компетенции учащихся, которые обеспечивают субъекту продуктивной деятельности самостоятельное разрешение проблемных ситуаций в области физики и техники.

Модель поэтапного формирования методологических знаний и умений у школьников при обучении физике

Можно выделить три этапа интериоризации методологических знаний и умений, которые условно названы информативно-проблемным, частично-поисковым и исследовательским.

На первом этапе обучающий приводит примеры использования методов познания природы и приёмов продуктивной деятельности учёными-физиками и специалистами в области техники, раскрывая особенности их творческого поиска. В качестве содержательной основы этого этапа целесообразно использовать исторические сведения о постановке

¹ TIMSS-2015. Международное исследование по оценке качества математического и естественнонаучного образования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.centeroko.ru/timss15/timss15.html> (дата обращения: 16.02.2020).

² Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fipi.ru/> (дата обращения: 16.02.2020).

³ PISA-2018. Программа международной оценки обучающихся: Мониторинг знаний и умений в новом тысячелетии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018.html> (дата обращения: 16.02.2020).

фундаментальных физических опытов и построении наиболее важных физических теорий. В процессуальном плане оптимальны метод проблемного изложения и фронтальная организация взаимодействия участников образовательного процесса в форме лекции.

На втором этапе методологические знания и способы действий являются одновременно и инструментом продуктивной деятельности обучающихся, и объектом интериоризации (целевым интеллектуальным новообразованием) в ходе группового либо коллективного решения специально разработанных учебных задач с относительно невысоким уровнем проблемности. Педагогический эксперимент показывает высокую значимость с точки зрения содержательного

наполнения этого этапа таких ресурсов, как экспериментальные задания с демонстрационного стола, качественные (словесно-логические) задачи и вычислительные задачи, предъявляемые как на бумажных, так и на цифровых носителях, причём не требующих использования сложного математического аппарата. В процессуальном плане является оптимальным частично-поисковый (эвристический) метод обучения.

На третьем этапе полезны ситуативные задания, а также разноплановые и разноуровневые задачи высокого уровня проблемности, решение которых организуется с использованием исследовательского метода обучения в групповой или индивидуальной формах (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

**Структура поэтапного становления исследовательской компетенции /
Structure of step-by-step development of research competence**

Этап	Учебное содержание и средства	Методы обучения	Формы обучения
1	Особенности постановки фундаментальных опытов и разработки наиболее значимых теорий	Проблемное изложение	Фронтальная
2	Поисковые задания с демонстрационного стола, задачи на цифровых носителях с относительно невысоким уровнем проблемности	Эвристический	Фронтальная и групповая
3	Ситуативные задания и задачи высокого уровня проблемности	Исследовательский	Групповая и индивидуальная

**Содержательно-ресурсный аспект
поэтапного становления у школьников
исследовательской компетенции при
обучении физике**

Рассмотрим детально методические особенности каждого этапа интериоризации методологических знаний и способов действий.

1. Изучение особенностей постановки фундаментальных опытов.

К фундаментальным опытам относят такие физические эксперименты, которые позволили проверить теоретические гипотезы, имеющие принципиальное значение в науке, или существенно по-

влияли на развитие физики¹ [5]. Практика обучения показывает, что посредством ЦОР можно осуществлять эффективное образное (рисунки, фото) и знаковое (формулы, обобщённый план) кодирование информации об особенностях постановки фундаментальных опытов. Сочетая образно-знаковую наглядность с «живым» учебным экспериментом и передачей знания о способах разрешения

¹ Пурышева Н. С., Шаронова Н. В., Исаев Д. А. Фундаментальные эксперименты в физической науке: методическое пособие. М., 2005. 47 с.; Фундаментальные опыты по физике в средних ПТУ: методическое пособие / С. Л. Вольштейн, Н. Н. Иванова, С. В. Позойский, В. В. Усанов. Минск, 1982. 176 с.

учёными физических и технических противоречий в ходе проведения фундаментальных опытов, учитель обеспечивает школьникам первичное знакомство со способами действий в нерегламентированных условиях.

Рассмотрим в качестве примера опыты Г.Ома, которые послужили

экспериментальным базисом для открытия важных законов, являющихся основой современной электротехники. На рисунке 1 показан фрагмент опорного конспекта, который посредством MS PowerPoint поэтапно выстраивается на глазах учеников по щелчку мыши.

Опыты Ома

Цель

Найти законы постоянного тока

Метод

Действие проводника с током на магнитную стрелку

Средства

Медь + висмут = термопара

Результат

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

L – длина проводника

S – площадь поперечного сечения

Следствия

1. Сопротивление проводников находят из опыта: $R = U / I$

2. $[R] = \text{Ом} = \text{В} / \text{А}$

3. Удельное сопротивление проводников: $[\rho] = \text{Ом} \cdot \text{м}$

Рис. 1 / Fig. 1. Опорный конспект «Опыты Г. Ома» / Ref-erence synopsis “experiments of G.Ohm”

Логика изложения соответствует обобщённому плану, используемому нами для анализа фундаментальных опытов: 1) цель; 2) метод; 3) средства; 4) результаты; 5) выводы. Образный ряд сопровождается изложением особенностей продуктивного поиска Г. Ома, ко-

торый проявил незаурядную изобретательность и находчивость в преодолении возникших трудностей.

Проводя эксперименты в 1825–1826 гг., учёный столкнулся с рядом проблем: 1) стабилизация напряжения на исследуемом проводнике; 2) изменение и изме-

рение напряжения на проводнике без изменения сопротивления источника тока; 3) исключение существенного нагревания проводника при пропускании по нему тока; 4) измерение силы тока в проводнике. Широко применяемый в исследованиях учёными того времени источник тока «вольтов столб» не удовлетворял первым трём условиям. Выход был найден в использовании термопары, сконструированной Т. Зеебеком – современником Г. Ома – в 1822 г. Принцип её действия состоит в том, что если спаи двух металлов поддерживать при разных температурах, то между ними возникает разность потенциалов, пропорциональная разности температур. Используемая Г. Омом термопара представляла собой П-образный проводник из висмута, к которому были прикручены два медных проводника. Один контакт термопары помещался в тающий лёд, другой – в кипящую воду. Термопара давала стабильное напряжение и ток малой величины, который практически не нагревал проводника, а значит, не изменял его сопротивления. Поддерживая температуру первого контакта 0^оС и охлаждая второй контакт до комнатной температуры, Г. Ом уменьшал напряжение на исследуемом проводнике пропорционально изменению температуры. Для измерения силы тока использовалось открытое в 1820 г. Г. Эрстедом действие электрического тока на магнитную стрелку.

Она помещалась над проводником в плоскости магнитного меридиана Земли. При прохождении по проводнику тока стрелка отклонялась магнитным полем на некоторый угол. Поворотом головки крутильных весов Г. Ом возвращал стрелку в первоначальное положение. При этом сила тока пропорциональна углу закручивания нити.

Используя экспериментальную установку, содержащую исследуемый металлический проводник, крутильные весы с магнитной стрелкой, термопару в качестве источника тока, Г. Ом установил законы постоянного тока для участка цепи

и для полной цепи, зависимости электрического сопротивления от длины и площади поперечного сечения проводника и зависимость электрического сопротивления проводника от его температуры.

Приведённый пример иллюстрирует полифункциональность сочетания различных видов наглядности на первом этапе становления исследовательской компетенции. *Мотивирующая* функция состоит в создании у обучающихся пиковых переживаний [6; 7] посредством: а) демонстрации механизма и особенностей творческого поиска исследователя; б) увлекательности познания тайн природы; в) эстетичности оформления презентаций. *Учебная* функция обусловлена тем, что а) использование трёх способов кодирования информации (действенного, образного, знакового) способствует глубокому осмыслению знания и его эффективному запоминанию; б) представление знания в форме опорных конспектов с включением в них обобщённых планов обеспечивает систематизацию учебной информации, технологичность учебного процесса. *Развивающая* функция выражается в обогащении умственного опыта обучающихся посредством осмысления экспериментального метода познания и таких приёмов продуктивной деятельности, как перенос знания (использование термопары и воздействия тока на магнитную стрелку), видение новой функции объекта (применение крутильных весов для измерения силы тока). *Воспитательная* функция заключается в становлении научного мировоззрения обучающихся посредством анализа социально-исторических аспектов развития физики как науки: а) научные открытия обусловлены уровнем развития общества (Г. Ом воспользовался новейшими достижениями современников – Т. Зеебека, Х. К. Эрстеда); б) научные открытия невозможны без научной коммуникации, обмена информацией и взаимодействия (И. К. Поггендорф подсказал Г. Ому использовать в опытах термопару, об изобретении которой Г. Ом не знал).

Последующее объяснение учителем закона Ома с позиций электронной теории проводимости металлов Лоренца позволяет показать особенности использования таких теоретических методов познания природы, как моделирование, метод гипотез¹.

2. Обучение решению поисковых задач с относительно невысоким уровнем проблемности.

На втором этапе становления исследовательской компетенции большое значение имеют комплексы учебно-по-

исковых заданий, которые включают разноуровневые и разноплановые (расчётные и качественные, абстрактные и ситуативные, на цифровых и бумажных носителях, с образным и знаковым кодированием информации) задачи. На рисунке 2 приведён фрагмент такого комплекса, который может быть предъявлен ученикам 1) в электронном виде (с использованием PowerPoint) для организации фронтальной работы или 2) как раздаточный материал для индивидуального выполнения.

Рис. 2 / Fig. 2. Фрагмент комплекса учебно-поисковых заданий с образным кодированием условия / Fragment of a set of educational and search tasks with image encoding of the task

Интеллектуальные действия, которыми ученики овладевают при выполнении таких заданий, становятся элементами более сложных действий в ходе решения комбинированных многоходовых нестандартных задач, выполняемых на третьем этапе становления исследовательской компетенции.

Средства наглядности (рисунки, схемы) во многих случаях способствуют генерированию идеи решения задачи. Например, далеко не все школьники готовы дать ответ на вопрос: «К каким точкам нужно подключить два дополнительных провода, чтобы три последовательно соединённых конденсатора превратить в параллельно соединённые?» (рис. 3А). Решение становится очевидным, если исходную схему изобразить иначе (рис. 3Б).

Этот пример служит для обучающихся яркой иллюстрацией ключевого постулата творческой деятельности [1; 2; 3; 4]: продуктивное действие в нерегламентированных условиях, приводящее к появлению психических новообразований, обеспечивается интеллектуальными и практическими операциями, направленными на преобразование исходной ситуации².

Практика обучения показывает высокую значимость для развития креативности учеников заданий на «чёрный» или «серый» ящик (рис. 4).

Пример.

Дана коробка с четырьмя клеммами (x, y, z, u). Известно, что:

- между клеммами z и u нет заметного сопротивления,
- между клеммами x и z имеется не-

¹ Самойлов Е. А. Молекулярная физика и электродинамика в классах с углубленным изучением физики: учебно-методическое пособие. Самара, 2008. 228 с.

² Эльконин Б. Д. Психология развития: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М., 2001. 144 с.

Рис. 3 / Fig. 3. Преобразование исходной ситуации А в ситуацию Б как основа продуктивного действия / Transformation of the initial situation A into situation B as the basis of the productive action

которое сопротивление,

– сопротивление между клеммами x и y в 2 раза больше, чем между клеммами z и x .

Считая резисторы одинаковыми, определите, какая из указанных цепей вероятнее всего находится в коробке.

Рис. 4 / Fig. 4. Пример задания на «серый» ящик / Example of the “gray” box task.

В становлении исследовательской компетенции велика роль коммуникации как готовности к аргументированному изложению личной точки зрения в письменной и устной форме. Международное исследование TIMSS свидетельствует, что до 40% восьмиклассников российской школы испытывают серьёзные коммуникативные трудности при обучении физике¹. Для развития этого интеллектуального качества, формирования умения рассуждать, выстраивать доказательные объяснения с опорой на изученные явления, факты и закономерности в задачный комплекс включаем словесно-логические задачи, решение которых предписывается оформлять с использованием знакового (научная терминология и символика, формулы) и образного (рисунки, схемы, графики) кодирования информации.

Пример.

¹ TIMSS-2015. Международное исследование по оценке качества математического и естественнонаучного образования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.centeroko.ru/timss15/timss15.html> (дата обращения: 16.02.2020).

Виктор налил воду в банку при комнатной температуре, опустил нагревательные спирали с сопротивлениями R_1 и R_2 , соединённые с источником постоянного напряжения (рис. 5), и нагрел её до кипения при разомкнутом ключе K . Затем Виктор вылил кипяток, охлаждал кастрюлю до комнатной температуры, налил такой же объём воды при комнатной температуре и, замкнув ключ, опять довёл воду до кипения. В каком случае вода закипела быстрее при одинаковом напряжении источника? Дайте развёрнутый ответ, опираясь на известные Вам законы.

После отработки базовых интеллектуальных операций и способов действий обучающиеся переходят к выполнению сложных многоходовых поисковых заданий.

3. Обучение решению поисковых задач с высоким уровнем сложности и проблемности.

На этом этапе особый интерес школьников вызывают задачи с демонстрацион-

Рис. 5 / Fig. 5. Образ к задаче на развитие коммуникации. / Image to the task for communication development

ного стола. Учеников разделяют на группы, и перед каждой группой ставят цель объяснить наблюдаемый в демонстрационном эксперименте эффект. Затем учитель показывает один за другим несколько опытов и даёт время на обдумывание и обсуждение вариантов ответа участниками групп, после чего каждый ученик группы должен индивидуально описать решение на бумаге, используя разные способы кодирования информации.

Пример.

1. В стеклянный сосуд, заполненный на 2/3 раствором поваренной соли, опускаются два электрода из жести с медными проводами, которые соединяются последовательно с амперметром переменного тока или лампочкой на 6–10 В мощностью 5–10 Вт и источником переменного тока на 6 В (трансформатор 220/6 В). После замыкания цепи сила тока будет расти, пока жидкость у электродов не закипит. С появлением тумана сила тока резко падает до нуля, и кипение прекращается. После этого процесс повторяется.

Объяснение. Раствор поваренной соли, обладая большим электрическим сопротивлением, при протекании электрического тока сильно разогревается и закипает. Показания амперметра увеличиваются (накал лампы возрастает), потому что с ростом температуры сопротивление раствора убывает. Возникающий пар изолирует электроды, раз-

мыкая цепь, в результате чего сила тока уменьшается. Наблюдаемый процесс имеет колебательный характер.

2. В электролитическую ванну, заполненную раствором поваренной соли, помещают вертикально на половину длины два одинаковых электрода прямоугольной формы из меди или жести, соединённые последовательно с источником тока ВС-24. После замыкания цепи при удалении электродов друг от друга наблюдается уменьшение накала спирали лампы. Если при неизменном положении электродов доливать раствор в ванну, то накал спирали лампы увеличивается. Если заменить электролит раствором такого же объёма с большей концентрацией поваренной соли, то при неизменном положении электродов лампа горит ярче.

Значительным развивающим потенциалом обладают ситуативные задания с физическим содержанием, систематическое включение которых в учебный процесс побуждает учащихся к применению базовых тематических знаний и умений в разных сферах жизнедеятельности¹.

Пример. Багдадская батарейка.

В Багдаде, в Иракском музее, хранится глиняный кувшин, который считается древним электрическим аккумулятором. Он был найден в 1936 году в одном из захоронений III века до н.э. В кувшине были медная трубка с одним закрытым концом и железным прутком внутри, а также осыпавшиеся кусочки битума (природная смола, которую греки называли «асфальт»). Если медную трубку наполнить уксусом или соком лимона, или вином (в качестве электролита), то получается элемент, способный генерировать электрический ток (рис. 6). В двух американских лабораториях досконально изучили «багдадскую батарейку» и получили напряжение в половину вольта. Эта разновидность гальванического элемента генерировала электрический ток в течение 18 дней. Позже в районе шумерского города Селевкия археологи нашли и другие «батарейки».

¹ Самойлов Е. А. Ситуативные задания с физическим содержанием: задачник. Самара, 2015. 246 с.

Рис. 6 / Fig. 6. Багдадская батарейка /
The Baghdad battery

Для чего же они служили более двух тысяч лет назад? Немецкий археолог Вильгельм Кениг выдвинул следующую гипотезу: электрический ток мог применяться для гальванизации металлов, например, для покрытия медных ювелирных изделий тонким слоем серебра. В своё время Кениг приехал в Берлинский музей и сопоставил находку с другими цилиндрами, стержнями и асфальтовыми пробками, которые были найдены на территории Ирака и носили следы коррозии, словно были разъедены кислотой.

Учёный предположил, что «батарейки» могли соединяться вместе для получения более высокого напряжения и силы тока в цепи, достаточных для операции серебрения и золочения изделий. Ну а это искусство месопотамцев известно с незапамятных времён, о чём свидетельствуют археологические находки.

Вопрос 1. Что является причиной разделения электрических зарядов и возникновения напряжения между железным прутком и медной трубкой?

А. Химическая реакция между железом, медью и битумом.

В. Контакт разнородных металлов.

С. Смачивание разнородных металлов жидкостью.

Д. Химическая реакция между железом, медью и кислотой.

Вопрос 2. Каковы функции крышки, изготовленной из битума и закрывающей глиняный сосуд «багдадской батарейки»?

1. Препятствует испарению электролита.

2. Электрически изолирует железный прут и медную трубку.

А. Только 1

В. Только 2

С. 1 и 2

Д. Ни 1, ни 2

Вопрос 3. Будет ли «багдадская батарейка» генерировать напряжение, если её наполнить кипяченой водой? Дайте развёрнутый ответ.

Вопрос 4. Покажите на рисунке, как следует соединить три «багдадских батарейки», чтобы получить наибольшее напряжение.

Разумеется, на третьем этапе становления исследовательской компетенции ученикам предлагают и традиционные многоходовые задачи высокого уровня проблемности с разнообразным кодированием информации¹.

Примеры.

1. В цепи с одинаковыми резисторами Андрей, Берта, Вова, Гриша, Денис одинаковыми вольтметрами измерили напряжение на резисторах с соответствующими буквами (рис. 7). Получены такие результаты: Андрей – 1В, Берта – 1В, Вова – 2В, Гриша – 4В, Денис – 5В. Проверив вольтметры после урока, учитель обнаружил, что у одного из них смещена шкала. Кто измерял неисправным вольтметром?

2. На рисунке 8А показана вольтамперная характеристика лампы накаливания. Две таких лампы подключают к источнику тока с постоянным напряжением $U = 60$ В так, как показано на рисунке 8Б. Оказалось, что если ключ К находится в положении 1, то температура нити лампы Л1 равна $T_1 = 3000$ К. Как изменится температура накала нити лампы Л1, если ключ К переместить в положение 2? Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре $R = k \cdot T$.

¹ Учебно-поисковые комплексы по механике / сост. Е. А. Самойлов. Самара, 2018. 208 с.

Рис. 7 / Fig. 7. К задаче 1 /
To Task 1

Рис. 8А / Fig. 8А. К задаче 2 /
To Task 2

Рис. 8Б / Fig. 8Б. К задаче 2 /
To Task 2

Задачные комплексы для второго и третьего этапов становления исследовательской компетенции отвечают требованиям целевой направленности, целевой достаточности, мотивационной направленности, возрастания уровня трудности, связности [8]. Используемые для их конструирования средства наглядности (в частности, цифровые образовательные ресурсы) выполняют следующие функции.

1. Развитие положительной мотивации к творческой деятельности при изучении физики благодаря «пиковым переживаниям» обучающихся, вызванным ситуацией успеха, интересным содержанием задач, эстетикой цифрового оформления условий задач.

2. Эффективная интериоризация физических понятий посредством варьирования способов и средств предъявления условий задач, постепенного увеличения уровня трудности задач, побуждения школьников к перекодированию информации в процессе решения.

3. Формирование коммуникации и воспитание доказательности, критичности и системности мышления как важного атрибута научного мировоззрения учащихся.

Заключение

Таким образом, в данной работе предложена модель поэтапного становления исследовательской компетенции и описано содержательное и ресурсное наполнение этапов формирования методологических знаний и умений у школьников при обучении физике.

Подготовленные дидактические средства прошли успешную апробацию на экспериментальных площадках г. Самара и являются объектом методического анализа на занятиях со студентами физико-математического факультета Самарского государственного социально-педагогического университета.

Статья поступила в редакцию 20.02.2020.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Новосибирск, 1991. 223 с.
2. Боно Э. Управление мышлением. М., 2010. 208 с.
3. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М., 1987. 233 с.
4. Калмыкова З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости. М., 1981. 200 с.
5. Кондаков В. А. Использование «воспроизводимого в описаниях» физического эксперимента в целях развития логического мышления учащихся // Эксперимент в системе обучения физике: межвузовский сборник научных трудов. Самара, 1993. С. 3–4.
6. Маслоу А. Г. Мотивация и личность. СПб., 1999. 478 с.
7. Самойлов Е. А. Управление интеллектуальным развитием школьников при обучении физике в классах физико-математического профиля: монография. Самара, 2013. 452 с.
8. Самойлов Е. А. Сочетание способов кодирования информации как условие эффективного формирования физических понятий в основной школе // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 316–321.

REFERENCES

1. Al'tshuller G. S. *Naiti ideyu* [To find an idea]. Novosibirsk, 1991. 223 p.
2. Bono E. *Upravlenie myshleniem* [Thinking management]. Moscow, 2010. 208 p.
3. Vertgeimer M. *Produktivnoe myshlenie* [Productive thinking]. Moscow, 1987. 233 p.
4. Kalmykova Z. I. *Produktivnoe myshlenie kak osnova obuchaemosti* [Productive thinking as the foundation of learning]. Moscow, 1981. 200 p.
5. Kondakov V. A. [The use of "reproducible in descriptions" of a physical experiment in order to develop the logical thinking of students]. In: *Eksperiment v sisteme obucheniya fizike: mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov* [Experiment in Physics Teaching System: Interuniversity Collection of Scientific Papers]. Samara, 1993, pp. 3–4.
6. Maslou A. G. *Motivatsiya i lichnost'* [Motivation and personality]. Saint Petersburg, 1999. 478 p.
7. Samoilov E. A. *Upravlenie intellektual'nym razvitiem shkol'nikov pri obuchenii fizike v klassakh fiziko-matematicheskogo profilya* [Management of intellectual development of schoolchildren in teaching Physics in classes of physical and mathematical profile]. Samara, 2013. 452 p.
8. Samoilov E. A. [Combination of information coding methods as a condition for effective formation of physical concepts at primary school]. In: *Samarskii nauchnyi vestnik* [Samara Scientific Bulletin], 2019, vol. 8, no. 3 (28), pp. 316–321.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Самойлов Евгений Андреевич – доктор педагогических наук, профессор кафедры физики, математики и методики обучения Самарского государственного социально-педагогического университета; e-mail: evge-samojlov@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Evgeny A. Samoilov – Dr. Sci. (Education), Professor of the Department of physics, mathematics and teaching methods, Samara State Socio-Pedagogical University; e-mail: evge-samojlov@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Самойлов Е. А. Сочетание видов наглядности как ресурс эффективного становления у обучающихся исследовательской компетенции // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2020. № 3. С. 102–112.

DOI: 10.18384/2310-7219-2020-3-102-112

FOR CITATION

Samoilov E. A. Combination of Visual Aids as a Resource for Effective Formation of Students' Research Competence. In: *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Pedagogics*, 2020, no. 3, pp. 102–112. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-3-102-112