

# НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ФИЗИКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО СОЗДАНИЮ УЧЕБНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

**Стефанова Галина Павловна,**

*кандидат педагогических наук, доцент, доцент,*

Астраханский государственный университет

**Смирнов Владимир Вячеславович,**


*доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доцент,*

Астраханский государственный университет

**Алыкова Ольга Михайловна**

*доктор педагогических наук, профессор, профессор,*

Астраханский государственный университет

 [olga-alykova@mail.ru](mailto:olga-alykova@mail.ru)

---

## АННОТАЦИЯ

Принятие Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации предъявило новые требования к школьным учителям, непосредственно ее реализующим. Это обучение школьников методам самостоятельного планирования и проведения физических экспериментальных исследований, анализа и интерпретации полученных результатов, определения их достоверности. В статье описана методика формирования у будущих учителей физики и физиков-исследователей умений самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты, используемая в Астраханском государственном университете.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *физика; экспериментальная установка, деятельность, методика обучения студентов, лабораторные работы.*

# NEW EDUCATIONAL TOOLS FOR TEACHING PHYSICS STUDENTS THE ACTIVITIES OF CREATING A TRAINING EXPERIMENTAL SETUP

**Stefanovna G. P.,**

*(Pedagogy), Ph.D (Physics and Mathematics), Associate Professor,  
Astrakhan State University*

**Smirnov V. V.,**

*D.Sc. (Pedagogy), Ph.D (Physics and Mathematics), Associate Professor,  
Astrakhan State University*

**Alykova O. M.**

*Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor,  
Astrakhan State University*

---

## ABSTRACT

The adoption of the Concept of teaching the subject «Physics» in the educational institutions of the Russian Federation presented new requirements to school teachers who directly implement it. This is teaching schoolchildren the methods of independent planning and physical experimental research, analysis and interpretation of the results obtained, and determining their reliability. The article describes the methodology of developing the skills of future teachers of physicists and physicists-researchers to conduct experimental research and process their results, which is used at the Astrakhan State University.

**KEYWORDS:** *physics; experimental setup, activities, methods of teaching students, laboratory work.*

В декабре 2019 года для российского школьного физического образования произошло знаковое событие: решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации протокол от 3 декабря 2019 г. (№ ПК-4вн) была принята Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы [1]. В содержании концепции делается акцент на овладение обучаемыми методами самостоятельного планирования и проведения физиче-

ских экспериментальных исследований, анализа и интерпретации полученных результатов, определения их достоверности.

Результаты всероссийских проверочных работ, международного сравнительного исследования по оценке образовательных достижений, обучающихся Programme for International Student Assessment (PISA) свидетельствуют, что формированию таким умениям, как постановка задачи экспериментального физического исследования, выдвижение научных гипотез и предложение способов их проверки, определение плана исследования и интерпретация его результатов, использование приемов, повышающих надежность получаемых данных, на данный момент в школе не уделяют достаточного внимания.

Реализация Концепции диктует необходимость наличия у учителей физики умений, связанных с разработкой и созданием экспериментальной исследовательской установки для решения конкретной прикладной задачи.

В этом направлении Астраханский государственный университет сработал на опережение. Осознание факта слабой готовности выпускников различных направлений подготовки, в том числе и педагогического, к самостоятельной деятельности, связанной с подготовкой и проведением эксперимента, привело к значительной перестройки физического практикума в университете [2].

Для разработки учебного процесса, направленного на формирование у будущих учителей физики и физиков-исследователей умений самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты, в АГУ используется подход, основанный на следующих положениях:

- 1) для того чтобы студенты могли самостоятельно проводить экспериментальные физико-технические исследования, необходимо сформировать обобщенные методы решения типовых экспериментальных задач;

- 2) методика обучения студентов должна быть направлена на то, чтобы эти обобщенные методы стали стилем мышления студентов;

- 3) лабораторные работы в практикумах должны представлять собой совокупность действий студентов, разработанных ими самими

на основе сформулированной цели исследования. На основе этого подхода построена новая модель организации занятий в практикумах, и, в первую очередь, в физических практикумах.

Для этого была выполнена следующая работа:

1) на основе анализа содержания деятельности физиков-экспериментаторов были сформулированы типовые задачи экспериментальных физических исследований. Их всего четыре:

- установить, что это за явление;
- установить, зависит ли одна физическая величина от другой;
- найти значение физической величины;
- установить вид зависимости одной физической величины от другой.

Для каждого типа познавательных задач были разработаны обобщенные методы их решения и необходимое методическое обеспечение учебного процесса [3].

Формирование обобщенных методов решения экспериментальных познавательных задач происходит в четыре этапа.

На *первом этапе* студенты должны научиться обобщенным методам решения познавательных задач, связанных с воспроизведением физического явления и установлением факта зависимости между физическими величинами (ПЗ№ 1, ПЗ№ 2). Студенты должны овладеть следующими действиями: выделение структурных элементов экспериментальных установок; выделение свойств элементов экспериментальной установки, значимых для воспроизведения запланированного явления; составление принципиальных схем ЭУ для воспроизведения физических явлений и проведения физических исследований. Эти действия являются для всех студентов новыми и потому могут быть сформированы только при многократном их выполнении с различными физическими явлениями. Для проверки сформированности этих действий студентам можно предложить разработать принципиальные схемы экспериментальных установок для решения одной из познавательных задач, например, установить, зависит ли 1) количество теплоты, выделяемой при сгорании топлива, от его массы; 2) сопротивление электролита от температуры; 3) сила фототока от длины волны света и др.

Студенты, успешно выполнившие контрольное задание, должны приступить к изучению конструкций и назначения различных экспериментальных установок, имеющих в физическом практикуме данного университета. Для этого им необходимо: 1) выделить физическое явление, которое воспроизводит данная ЭУ; 2) разработать варианты принципиальных схем ЭУ, позволяющие воспроизводить выделенное студентом физическое явление; 3) установить, какому варианту принципиальной схемы соответствует данная ЭУ; 4) указать, какие элементы этой ЭУ выполняют функции объекта исследования, воздействующего объекта, управляющих элементов и индикатора; 5) сформулировать познавательные задачи, которые можно решить с использованием данной экспериментальной установки.

Далее студенты тренируются в планировании действий по решению познавательных задач, сформулированных при изучении имеющих в лаборатории экспериментальных установок. Занятия по планированию воспроизведения физических явлений и исследований при установлении зависимости между величинами с использованием данной экспериментальной установки должны проводиться на материале лабораторных работ раздела «Механика». Описанная система занятий должна осуществляться в первом семестре.

Цель *второго этапа* — обучение студентов проведению исследований, соответствующих познавательным задачам третьего и четвертого типов: найти конкретное значение физической величины и установить вид зависимости одной физической величины от другой. Особенностью решения задач этих типов является необходимость математической обработки и графического представления результатов экспериментов. Действия, связанные с методами оценки погрешностей прямых и косвенных измерений физических величин (вычисление случайной погрешности, абсолютной и относительной инструментальной погрешностей, погрешностей отсчета и вычисления, правильная запись результатов измерений в экспериментах, полная обработка результатов прямых измерений, правила построения графика зависимости между величинами, значения которых найдены в экспериментах), должны стать предметом специального усвоения. Для формирования обобщенных методов решения этих

ПЗ проводятся занятия, на которых студенты решают их самостоятельно на примерах лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике. Также студенты могут найти конкретное значение и установить вид зависимости, используя лабораторные установки для изучения механических явлений. Лабораторные работы могут выполняться по обычному графику.

Понятно, что для формирования обобщенных методов проведения экспериментальных физических исследований, соответствующих выделенным познавательным задачам, необходимо время, что обосновывает введение курса, направленного на формирование новых для студентов действий. Такой курс разработан и назван «Введение в практикум по общей физике». Он рассчитан на два семестра.

Результатом реализации курса «Введение в практикум по общей физике» является студент, способный самостоятельно спланировать и провести экспериментальное исследование с применением обобщенных методов в соответствии с поставленной целью исследования.

Цель *третьего этапа* — подготовка студента, способного с опорой на обобщенные методы решения познавательных задач различных типов самостоятельно сформулировать познавательную экспериментальную задачу, спланировать систему действий по ее решению, решить ее и критически оценить полученный результат. Если рассматривать описанную выше модель учебного процесса на примере подготовки бакалавров физики, то третий этап приходится на 3—5-й семестры, на изучение разделов «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и квантовая физика». Выполнение работ каждого из названных разделов предваряется информацией преподавателя об особенностях используемых объектов исследований и специфических условиях взаимодействий. На этом этапе студенты, пользуясь обобщенными методами, многократно планируют и проводят исследование физических явлений различной природы.

Как доказательство результативности разработанной методики приведем экспериментальную установку, предназначенную для нахождения значения постоянной Планка, разработанную студентами. Принцип ее действия основан на внешнем фотоэффекте. Проводится

несколько измерений значений задерживающего потенциала для различных длин волн, а затем, из уравнений Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu_1 = A_{\text{вых}} + eU_{1 \text{ зад}},$$

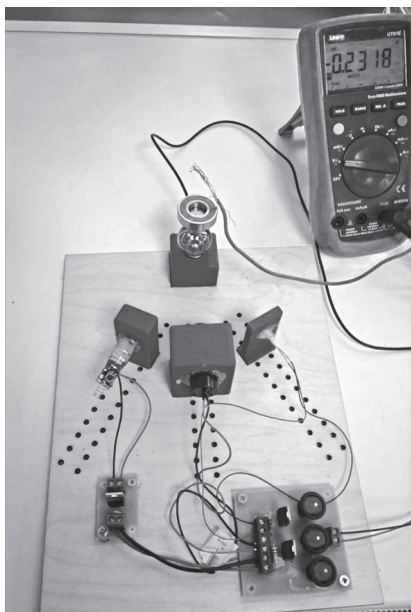
$$h\nu_2 = A_{\text{вых}} + eU_{2 \text{ зад}},$$

.....

$$h\nu_n = A_{\text{вых}} + eU_{n \text{ зад}},$$

записанных для каждого измерения, выражается значения постоянной Планка:

$$h = e \times \frac{\Delta U_{\text{зад}}}{\Delta \nu}.$$



зеленый, габаритные размеры  
13 мм × 48 мм



синефиолетовый, диаметр: 5.6 мм



красный, размер: 18 × 25 мм

Рис. 1. Экспериментальная установка в сборе

На рисунке цифрами 1 — 3 обозначены соответственно красный, зеленый и сине-фиолетовый лазеры, 4 — источник питания лазеров, 5 — вакуумный фотоэлемент, 6 — измерительный прибор.

Обычно в подобного рода установках используют стеклянные светофильтры, что позволяет оценить длину волны с низкой точностью, использование же интерференционных светофильтров резко удорожает конструкцию. Применение в установке разнородных лазеров позволило добиться достаточной точности при снижении затрат на изготовление самой установки (рис. 1). ■

## ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. От 3 декабря 2019 года [Электронный ресурс [http://togirro.ru/assets/files/2020/emd/konceptiya\\_fizika.pdf](http://togirro.ru/assets/files/2020/emd/konceptiya_fizika.pdf)]. Дата обращения: 27.01.2021.
2. Смирнов, В. В. Модель обучения студентов университетов самостоятельному проведению экспериментальных физических исследований и результаты ее реализации / В. В. Смирнов // Физическое образование в вузах. — 2011. — Т. 17. № 3. — С. 25—30 (0,4 п. л.).
3. Анофрикова, С. В. Введение в практикум по общей физике: учеб.-метод. комплекс / Г. П. Стефанова, С. В. Анофрикова, В. В. Смирнов // Фундаментальные исследования. 2009. — № 2. — С. 83.

## REFERENCES

1. Konceptsiya prepodavaniya uchebnogo predmeta «Fizika» v obrazovatel'nykh organizatsiyakh Rossijskoj Federaczii, realizuyushhikh osnovny'e obshheobrazovatel'ny'e programmy'. Ot 3 dekabrya 2019 goda [E'lektronny'j resurs [http://togirro.ru/assets/files/2020/emd/konceptiya\\_fizika.pdf](http://togirro.ru/assets/files/2020/emd/konceptiya_fizika.pdf)]. Data obrashheniya: 27.01.2021.
2. Smirnov, V. V. Model' obucheniya studentov universitetov samostoyatel'nomu provedeniyu e'ksperimental'nykh fizicheskikh issledovaniy i rezul'taty' ee realizaczii / V. V. Smirnov // Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh. — 2011. — T. 17. # 3. — S. 25—30 (0,4 p. l.).
3. Anofrikova, S. V. Vvedenie v praktikum po obshhej fizike: ucheb.-metod. kompleks / G. P. Stefanova, S. V. Anofrikova, V. V. Smirnov // Fundamental'ny'e issledovaniya. 2009. — # 2. — S. 83.