

УДК 53:372.8

## ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФОРМИРОВАНИЮ У СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТОВ ОБОБЩЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Смирнов В.В.

*ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»,  
Астрахань, e-mail: vsmirnov@aspu.ru*

Современное общество нуждается в специалистах, способных самостоятельно формулировать и решать новые исследовательские проблемы. Формирование указанных качеств в первую очередь осуществляется в ходе выполнения лабораторных практикумов, в данном случае физических. Однако наблюдения в процессе многолетнего преподавания, результаты специально проведенного эксперимента, свидетельствуют о том, что содержание и методика реализации лабораторного практикума по общей физике, не обеспечивают в полной мере подготовку студентов к самостоятельному проведению экспериментальных физических исследований. Причина этого состоит в том, что выполняемые лабораторные работы предстают перед студентами как самостоятельные не связанные друг с другом типы экспериментальной деятельности. Поэтому, в результате выполнения большого числа лабораторных работ практикума, студенты не умеют ориентироваться в любой конкретной ситуации физического экспериментального исследования. Между тем, в содержании экспериментальной деятельности известных физиков, возможно выявить типовые цели исследований по их конечным результатам. Тогда многообразие лабораторных работ можно свести к определенным типам экспериментальных исследований. Обучать студентов необходимо не частным методам выполнения конкретных лабораторных работ практикума, а обобщенным методам планирования и проведения экспериментальных исследований. Общая идея, положенная в основу исследования, состоит в том, что возможно выявить типы экспериментальных исследовательских задач, решаемых физиками при выполнении конкретных исследований, разработать обобщенные методы их планирования и проведения, и обучать студентов не частным методам выполнения лабораторных работ в практикуме, а формировать у них каждый обобщенный метод проведения физического экспериментального исследования выделенного типа как деятельность определенного содержания. На основе этой идеи был разработан и внедрен учебный процесс, описанный в данной статье.

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования в области физики, теория поэтапного формирования умственных действий, модель учебного процесса, познавательная задача, обобщенные методы решения познавательных задач

## THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS ON FORMATIONS AT STUDENTS OF UNIVERSITIES OF THE GENERALIZED METHODS OF CARRYING OUT OF PHYSICAL EXPERIMENTAL RESEARCHES

Smirnov V.V.

*«The Astrakhan state university», Astrakhan, e-mail: vsmirnov@aspu.ru*

The modern society needs the experts capable independently to formulate and solve new research problem. Formation of the specified qualities first of all is carried out during performance of laboratory practical works, in this case the physical. However supervision in the course of long-term teaching, results of specially spent experiment, testify that the maintenance and a technique of realization of a laboratory practical work on the general physics, don't provide to the full preparation of students for independent carrying out of experimental physical researches. The reason of it consists that performed laboratory works appear at students as the independent types of experimental activity not connected with each other. Therefore, as a result of performance of a great number of laboratory works of a practical work, students aren't able to be guided in any concrete situation of a physical experimental research. Meanwhile, in the maintenance of experimental activity of known physicists, probably to reveal the typical purposes of researches on their end results. Then the variety of laboratory works can be reduced to certain types of experimental researches. To train students it is necessary not for private methods of performance of concrete laboratory works of a practical work, and the generalized methods of planning and carrying out of experimental researches. The general idea taken as a principle of research, consists what probably to reveal types of the experimental research problems solved by physicists at performance of concrete researches, to develop the generalized methods of their planning and carrying out, and to train students not in private methods of performance of laboratory works in a practical work, and to form at them each generalized method of carrying out of a physical experimental research of the allocated type as activity of the certain maintenance. On the basis of the given idea the educational process described in given article has been developed and introduced.

**Keywords:** experimental researches in physics area, the theory of stage-by-stage formation of intellectual actions, model of educational process, the informative problem, the generalized methods of the decision of informative problems

Социальный заказ общества системе высшего профессионального образования на современном этапе предполагает подготовку специалистов, способных самостоятельно формулировать и решать новые ис-

следовательские проблемы. Об этом прямо указывается и в правительственных документах, и в федеральных образовательных стандартах. Для формирования у студентов исследовательских качеств в первую

очередь предназначены различные виды лабораторных физических практикумов. Обучение студентов исследовательской деятельности на лабораторных занятиях не является проблемой сегодняшнего дня, она стояла и раньше. Не случайно, начиная с середины 18 века, в университетах создаются учебные и научные лаборатории, «в которых студенты могли бы после лекций осуществлять экспериментальные физические исследования» [1].

Однако наши наблюдения в процессе многолетнего преподавания, результаты специально проведенного эксперимента, убедительно свидетельствуют о том, что: студенты не могут сформулировать цель экспериментального исследования с указанием конечного продукта экспериментальной деятельности; не осознают необходимости последовательного выполнения общих этапов экспериментальной деятельности; затрудняются в применении теоретических положений физики для оценки параметров экспериментальной установки, приборов, технических устройств; предлагают метод обработки результатов только указанный в инструкции. В итоге многочисленные разнообразные лабораторные работы предстают перед студентами как самостоятельные совершенно не связанные друг с другом типы экспериментальной деятельности, и в результате выполнения большого числа лабораторных работ практикума студенты не умеют ориентироваться в любой конкретной ситуации физического экспериментального исследования. Таким образом, при сложившейся системе обучения в практикумах невозможно подготовить студентов, в полной мере способных к самостоятельному проведению физических экспериментальных исследований. Между тем, в содержании экспериментальной деятельности известных физиков, возможно выявить типовые цели исследований по их конечным результатам. Тогда многообразие лабораторных работ можно свести к определенным типам экспериментальных исследований. Обучать студентов необходимо не частным методам выполнения конкретных лабораторных работ практикума, а обобщенным методам планирования и проведения экспериментальных исследований. Под *обобщенным методом* будем понимать последовательность логически взаимосвязанных *обобщенных действий*, выполнение которых приводит к достижению заданной цели. *Обобщенное действие* – результат обобщения конечных продуктов выполнения конкретной деятельности. Психологами установлено, что обобщенные методы обладают свойством широкого переноса: их можно использовать при решении широкого круга задач не только в рамках одного предмета, но и на занятиях

по другим дисциплинам, а также в практической деятельности.

Общая идея, положенная в основу исследования, состоит в том, что возможно выявить типы экспериментальных исследовательских задач, решаемых физиками при выполнении конкретных исследований, разработать обобщенные методы их планирования и проведения, и обучать студентов не частным методам выполнения лабораторных работ в практикуме, а формировать у них каждый обобщенный метод проведения физического экспериментального исследования выделенного типа как деятельность определенного содержания. Разработана и внедрена следующая модель учебного процесса.

На основе анализа описаний исследований физиков-экспериментаторов выделено четыре типа познавательных задач, решаемых экспериментально: воспроизвести физическое явление (ПЗ№ 1), установить, зависит ли одна физическая величина от другой (ПЗ№ 2), найти значение конкретной физической величины (ПЗ№ 3), установить вид зависимости между величинами (ПЗ№ 4) [2]. Систему занятий по формированию действий, входящих в содержание обобщенных методов решения экспериментальных познавательных задач, и обобщенных методов в целом предлагается разбить на четыре этапа [3–4].

На первом этапе у студентов формируются обобщенные методы решения познавательных задач, связанных с воспроизведением факта зависимости между физическими величинами (ПЗ№ 1, ПЗ№ 2). Студенты овладевают 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, приступают к изучению конструкций и назначения различных экспериментальных установок, имеющих

в физическом практикуме данного университета. В ходе этого они

1) выделяют физическое явление, которое воспроизводит данная ЭУ;

2) разрабатывают варианты принципиальных схем ЭУ, позволяющие воспроизводить выделенное физическое явление;

3) устанавливают какому варианту разработанной принципиальной схемы соответствует данная ЭУ;

4) указывают какие элементы этой ЭУ выполняют функции объекта исследования, воздействующего объекта, управляющих элементов и индикатора;

5) сформулируют познавательные задачи, которые можно решить с использованием данной экспериментальной установки.

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

Целью второго этапа является обучение студентов проведению исследований, соответствующих ПЗ№ 3 и ПЗ№ 4: найти значение конкретной 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. Поэтому действия, связанные с методами оценки погрешностей прямых и косвенных измерений физических величин (вычисление случайной погрешности, абсолютной и относительной инструментальной погрешностей, погрешности 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.

Для формирования обобщенных методов проведения экспериментальных фи-

зических исследований, соответствующих выделенным познавательным задачам, необходимо выделить время, что обосновывает введение курса, направленного на формирование этих новых для всех 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 формирование у студентов умений самостоятельно планировать и проводить экспериментальное исследование с применением обобщенных методов в соответствии с поставленной целью исследования.

Целью третьего этапа является подготовка студентов, способных 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 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.

При выполнении лабораторных работ в других практикумах целесообразно учитывать новые качества студентов и изменить инструкции к лабораторным работам, заменив подробные указания формулировкой целей экспериментальных исследований и предоставив студентам самостоятельно разрабатывать путь их достижения.

Новое содержание занятий в практикуме по общей физике диктует и новую методику обучения. Особенность этой методики в первом и втором семестрах состоит в том, что студенты во время занятия самостоятельно прорабатывают параграф учебного пособия «Введение в практикум по общей физике», в котором изложены опорные знания для правильного выполнения определенного действия, и многократно тренируются в выполнении этого действия (деятельности) на определенных заданиях.

Роль преподавателя заключается в направлении работы студентов, их консультировании в случае возникновения такой необходимости. Каждое занятие должно быть обеспечено учебной и справочной литературой по физике в достаточном ко-

личестве. Каждый вид деятельности (действие) студенты должны освоить за одно занятие и получить зачет. Это является обязательным условием допуска студента к следующему занятию, так как овладение каждым действием (деятельностью) является непременным условием овладения следующим действием. Примерно половина занятий в каждом из этих семестров проводится без использования оборудования, то есть теоретически (на этих занятиях формируются виды деятельности, осуществляемые при подготовке исследования и обработке его результатов). После овладения обобщенными методами решения типовых экспериментальных задач студенты могут работать по графику. Особенность методики проведения этих занятий состоит в том, что студенты получают только формулировку цели исследования и в домашних условиях разрабатывают принципиальные схемы ЭУ. Это является допуском к работе. Во время занятия студент должен соотносить предложенную им ЭУ с одной из разработанных принципиальных схем, выделить элементы этой установки, составить программу исследования, выполнить его и обработать полученные результаты осознанно выбранным методом оценки. Отчет о проведенном исследовании должен соответствовать системе действий, составленной студентом в виде программы исследования.

Для многократного выполнения студентами каждого формируемого действия необходимо подготовить специальные задания в виде сформулированной цели и набора из 8–10 ситуаций. Так при формировании действий по обработке результатов измерений в рабочей тетради студентам предлагаются задания следующих видов (приведены фрагменты заданий) [5]:

1. Запишите исправленное значение физической величины и укажите поправку в следующих ситуациях:

1. Шкала термометра оказалась плохо скрепленной с капилляром, в результате чего она опустилась на два деления по сравнению с нормальным положением. Цена деления шкалы термометра 2 град./дел. Столбик ртути опущенного в воду термометра остановился напротив отметки, соответствующей 18 °С.

2. Деревянная ученическая линейка начинается не с нулевой отметки. Перед ней имеется еще пять миллиметровых делений. Ученик, измеряя длину карандаша, приложил его к началу линейки. Измерения дали 152 мм.

3. Стрелка вольтметра, рассчитанного на 25 В и содержащего 75 делений, оказалась сбитой вправо на 1,5 деления. Показания вольтметра 17,2 В.

4. Цена деления экрана осциллографа 5 В/дел. Измерения с использованием закрытого входа (прибор фиксирует только постоянную составляющую напряжения) показали отклонение луча на половину деления в положительную сторону. Измерения переменного напряжения (открытый вход) дали значение амплитуды отрицательной полуволны 15 В.

5. Измерительная термopара содержит два спая – один нулевой, находящийся при температуре таящего льда, другой контролирует измеряемую температуру. Льда не оказалось, нулевой спай находится при комнатной температуре 18 °С

2. Укажите ошибки, допущенные экспериментатором при вычислении случайной погрешности и в методики проведения эксперимента в указанных ниже ситуациях:

1. Для нахождения индуктивности катушки школьного трансформатора ученик собрал схему, состоящую из катушки, амперметра и вольтметра и включил её в цепь переменного тока. В ходе выполнения измерений он заметил, что ток в цепи уменьшается при сохранении неизменным приложенного напряжения. Он провел пять измерений, нашел среднее арифметическое полученных результатов. Среднюю абсолютную погрешность увеличил в три раза, и полученный результат принял за случайную погрешность измерения.

2. Ученик с помощью динамометра пять раз измерил силу трения при движении бруска по наклонной плоскости, каждый раз меняя значение приложенной силы. Затем он нашел среднее арифметическое полученных результатов и их отклонения от среднего, среднюю абсолютную погрешность увеличил в три раза, и полученный результат принял за случайную погрешность измерения.

При формировании некоторых действий студентам предлагается работать по учебным картам, в которых указаны действия и ориентиры для их безошибочного выполнения.

#### Список литературы

1. Болховитинов В. Александр Григорьевич Столетов. – М.: Из-во «Молодая гвардия», 1953. – С. 196, 510 с.
2. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике: учеб. пособие – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006 – 150 с.
3. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике: учебное пособие для преподавателей (ч. 1). – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006 – 21 с.
4. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике: учебное пособие для преподавателей (ч. 2). – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006 – 23 с.
5. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике: рабочая тетрадь для студентов. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006 – 80 с.