

УДК 378.091.321(082)

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА

И.В. Серюкова (Красноярск, Россия), О.И. Наслузова (Красноярск, Россия)

### Аннотация

*Проблема и цель.* В работе рассмотрена проблема постановки и реализации лабораторных работ по курсу физики с элементами научных исследований в условиях дифференцированного подхода к обучению. Целью статьи являются обоснование постановки и разработка методики проведения лабораторных работ по физике с элементами исследования, ориентированной на реализацию дифференцированного подхода к обучению.

*Методология* нашей аналитической работы состоит в дедуктивном обобщении литературных данных и персонального опыта по использованию научных элементов в лабораторных работах и реализации дифференцированного подхода к обучению студентов.

*Результаты.* В статье рассматриваются методические подходы к проведению занятий с лабораторными работами в вузе, их ценность для будущих профессионалов. Описана методика проведения лабораторных работ по физике с элементами исследования, основанная на дифференцированном подходе к обучению. Приведены примеры

проведения лабораторных работ по физике с разной степенью сложности, аргументирована их результативность.

*Заключение.* Глобальная задача высшего образования – формирование самостоятельных высококвалифицированных специалистов по направлениям подготовки. Для этого необходимо, чтобы навыки логического и научного мышления, которые студент приобрел при выполнении лабораторной работы, он смог перенести на другие виды деятельности. Студент будет стремиться к переносу полученных знаний и навыков, если получит интеллектуальное удовольствие от научного подхода, осознает необходимость изучаемого материала в дальнейшем обучении в университете, в будущей профессиональной деятельности. Одним из самых действенных методов для достижения поставленной цели, на взгляд авторов, являются лабораторные работы с элементами научных исследований.

**Ключевые слова:** лабораторные работы, перенос навыков студентов, элементы научного исследования, дифференцированное обучение, курс физики, роль преподавателя.

**П**остановка проблемы. В современной высшей школе лабораторные работы – одна из форм организации учебного процесса. Лабораторные работы являются необходимым компонентом образовательных программ по всем направлениям. Известны педагогические стратегии, использование которых может привести к повышению эффективности лабораторных работ [Edward, 2002]. В этой статье мы предлагаем несколько методологических подходов проведения лабораторных работ в вузе, разработанных нами на кафедре физики Красноярского государственного аграрного университета. Предложенными методологическими подходами являют-

ся лабораторные работы с элементами научного исследования и дифференцированный подход к студентам в соответствии с их знаниями и умениями. Эти подходы (в общем виде) к проведению лабораторных занятий могут быть использованы при изучении не только курса физики, но и других предметов, включая гуманитарные. Обсудим ценность проведения лабораторных занятий для будущих бакалавров и наилучшие способы получения переноса навыков.

*Методология* нашей аналитической работы состоит в дедуктивном обобщении литературных данных и персонального опыта по использованию научных элементов в лабораторных

работах и реализации дифференцированного подхода к обучению студентов.

*Обзор научной литературы.* Курс физики и другие общеобразовательные дисциплины в высшей школе ориентированы на решение задач развития у студентов навыков, необходимых для формирования самостоятельных высококвалифицированных специалистов [Reid, 2007; Feisel, 2005; Vhurumiku, 2006]. Необходимыми качествами профессионала являются способность и потребность последовательно и логически мыслить, планировать и организовывать работу, обращаться с приборами и гаджетами, уметь перенести эти навыки в будущую жизнь и работу. Исследования психологов показали, что решить такие задачи очень сложно [Knorr-Cetina, 1992; Холодная, 2002]. Профессиональные навыки (умение проектировать и рассчитывать электрические цепи, измерять физические величины с помощью электроизмерительных приборов, техника точного взвешивания и др.) вырабатываются довольно легко, но по большей части не выходят за пределы узкой специфики. Фактические сведения быстрее приобретаются при сочетании чтения учебников и прослушивания лекций [Богословская, 2010; Наслузова, Серюкова, 2015]. Однако информация легко забывается со временем. Учебный материал становится более осознанным после выполнения лабораторных работ. В этом смысле ценность лабораторной работы состоит в том, что она позволяет разобраться в сущности изучаемого явления, глубже понять и запомнить его. Проведя необходимые исследования в ходе лабораторной работы, студент получает навыки проведения эксперимента в соответствии с целями и задачами, поставленными преподавателем, обращения с приборами или применения какого-нибудь метода исследования, но сможет ли он использовать эти навыки в жизни? Подробные исследования показали, что перенос навыков происходит, но в сложной форме [Demetriou et al., 1993], требующей дополнительных усилий от преподавателя. Для переноса навыков студент должен узнать, что конкретные знания и умения, полученные сегодня в учебной аудитории, будут необходимы ему для выполне-

ния определенных работ или последующего обучения в университете: нужно привести примеры специальных дисциплин и возможных профессиональных действий. В этих условиях он будет осознанно стремиться к переносу навыка. Для достижения положительного результата преподаватель каждый раз должен объяснять студентам, что этот навык поможет им там-то и там-то, для этого необходимо иметь представление о содержании учебного плана по направлению обучения студентов, об изучаемых дисциплинах и профессиональных компетенциях направления подготовки. Только тогда, действием сильного интеллектуального чувства навык может быть перенесен даже на совершенно отличную от изучаемой дисциплины область [Шкерина и др., 2015; Евтихов, Адольф, 2014].

Кроме осознания необходимости получаемых знаний и навыков для будущей профессиональной деятельности, мы можем предоставить студентам возможность выполнять лабораторные работы или другую учебную работу с удовольствием. Студент сможет восхититься мощью науки и найдет удовольствие в применении экспериментального метода исследования, если его вдохновляет научная идея или интересуют философские вопросы, возникающие при обучении. Студент, который испытывает восторг перед точными измерениями и делает точность своим идеалом, может перенести склонность к точности и аккуратности на все стороны своей деятельности. Так, экономист, предприниматель или администратор, которому доставляет удовольствие научный подход к проблемам, может сделать свою деятельность более творческой, и тогда работа не только приобретет ценность для других, но и принесет ему удовлетворение.

*Результаты исследования.* Наиболее ценный результат обучения в форме лабораторных занятий заключается в том, чтобы научиться понимать работу ученых, а для этого очень важно, чтобы студент своими руками проделал определенную часть научной работы. Для достижения этого лучше всего подходят лабораторные работы, включающие элементы научных исследований [Усова, Завьялов, 1979; Лазарев, 2007;

Лешунов, 1992]. Примеры таких лабораторных работ приведены ниже.

Пример 1. Изучение радиоактивности. В нашей лаборатории «Ядерная физика» поставлены лабораторные работы: «Изучение закона радиоактивного распада», «Исследование статистического характера радиоактивного распада», «Определение активности радиоактивного препарата относительным методом», «Определение разрешающей способности счетчика Гейгера – Мюллера». Можно дать студентам задания по выполнению отдельных работ, а мы предлагаем поступить иначе.

В начале занятия преподаватель ставит перед студентами научную проблему. Он рассказывает о явлении радиоактивности и предлагает им подтвердить его свойства, используя оборудование лаборатории. Вся группа обсуждает, какими методами и соответствующими приборами можно подтвердить существование радиоактивных излучений вокруг нас, статистический характер радиоактивного распада, справедливость закона радиоактивного распада. Группа студентов делится на четыре части, каждая из которых проводит эксперимент на соответствующих приборах. Заполняет отчет о проделанной работе и делает вывод. Лидеры подгрупп докладывают о результатах работы перед всей группой, и делается общий вывод о существовании и свойствах радиоактивности.

Пример 2. Исследование физической природы света. В лаборатории «Оптика» поставлены лабораторные работы: «Изучение плоскополяризованного света», «Определение длины световой волны лазерного излучения с помощью дифракционной решетки», «Изучение основных законов внешнего фотоэлектрического эффекта», «Исследование энергетической светимости абсолютно черного тела от его температуры».

Можно организовать на основе этих работ научное исследование на тему физической природы света, его корпускулярно-волнового дуализма. Преподаватель объясняет студентам, что свет имеет двойственную природу (в одних экспериментах он проявляет себя как волна, а в других как частица). Студенты должны найти в литературе подтверждение этого явления и назвать

такие эксперименты. Затем группу студентов делят на 4 подгруппы, которые проделывают эксперименты по дифракции, поляризации, фотоэффекту и тепловому излучению. Свои выводы они докладывают перед всей группой, объясняя, почему считают, что свет проявляет в данном эксперименте себя как волна или как частица. Затем делается общий вывод о том, что такое свет.

Проведение лабораторных работ с элементами научных исследований может принести большую пользу, чем обычные лабораторные работы. Но проводить научный поиск следует в последней части курса, так как в начале студенты должны научиться: определять цели лабораторной работы, оформлять отчеты, работать с приборами, осваивать методы исследования, проводить точные измерения и определять их погрешности, делать выводы и т.д. Такие задачи не так глобальны, как перенос навыков, о котором говорилось ранее в этой статье, но решение их необходимо для успешного прохождения курса и дальнейшей учебы в университете. Часто студенты сталкиваются при решении этих задач с большими трудностями, особенно те, у кого слабая школьная подготовка.

В вузе мы постоянно сталкиваемся со студентами с разным уровнем общеобразовательной подготовки. Чаще мы стремимся ориентироваться на слабых студентов, чтобы подтянуть их к среднему уровню. При этом более сильные студенты быстрее выполняют среднюю учебную программу и не поднимаются над средним уровнем, необходимо давать им средства для приобретения больших знаний и умений. На лабораторных занятиях по физике дифференцированный подход может быть реализован, если использовать: 1) работу в студенческом научном кружке; 2) лабораторные работы разной трудности; 3) методы обработки результатов измерений разной сложности; 4) фронтальное выполнение работ. Разработкой этой темы мы занимались и раньше [Серюкова, 2014; 2015; 2016; Серюкова, Наслузова, 2016]. Здесь мы хотим обсудить опыт и новые разработки авторов в создании материалов для реализации дифференцированного обучения на лабораторных занятиях по физике.

Согласно программе курс «Физика» для направления «Агроинженерия» разбит на три семестра и предполагает работу в трех лабораториях: 1) «Механика. Молекулярная физика и термодинамика»; 2) «Электричество и магнетизм»; 3) «Оптика. Атомная и ядерная физика». Курсы физики для технологических направлений Красноярского аграрного университета сокращены до одного семестра, но и здесь мы должны дать возможность для реализации принципа дифференцированного обучения. Опыт постановки и проведения аудиторных лабораторных работ описан в учебных пособиях [Серюкова, 2014; 2015; Сакаш, 2009].

Выполнение лабораторной работы фронтально – вся группа выполняет одну работу под руководством преподавателя. Эту форму мы применяем на первом занятии в аудитории и со студентами заочной формы обучения. Здесь можем быть уверены, что все студенты группы ознакомятся с порядком оформления работы, проведением измерений, записью результатов в таблицу, построят график и выполнят вычисления. Для фронтального выполнения мы предлагаем работы: «Порядок обработки результатов измерений», «Определение ускорения силы тяжести с помощью математического маятника», «Изучение температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников», «Изучение поглощения бета-излучения в веществе». После выполнения фронтальной работы можно давать задания на выполнение лабораторных работ в группах из двух-трех студентов.

В каждой лаборатории есть лабораторные работы разной трудности. В лаборатории «Механика и молекулярная физика» более простая работа – «Определение коэффициента поверхностного натяжения воды методом отрыва капли»; сложная работа – «Изучение зависимости термического коэффициента давления воздуха от температуры». В лаборатории «Электричество и магнетизм» простая работа – «Определение сопротивления при помощи амперметра и вольтметра», более сложная – «Использование электронного осциллографа для измерения магнитных характеристик ферромагнетика». В

лаборатории «Оптика» простая работа – «Определение концентрации раствора глицерина рефрактометром», более сложная работа «Исследование спектра испускания атомов ртути». В лаборатории «Атомная и ядерная физика» – это работы «Определение разрешающей способности счетчика» и «Исследование статистического характера закона радиоактивного распада».

Методы обработки результатов измерений дают большие возможности для реализации дифференцированного обучения на лабораторных занятиях по физике. Первое – это порядок расчета случайной ошибки измерений. Простой вариант – расчет среднеарифметической ошибки. Мы делаем расчет случайной ошибки измерений по методу Стьюдента. Второе – мы внедрили в этом учебном году аппроксимацию прямой по методу наименьших квадратов. Прежде в случае необходимости аппроксимации прямой предлагалось использовать графический метод, когда студенты ставят на графике экспериментальные точки и проводят через них по линейке прямую линию – это более простой способ. Теперь хорошо успевающим студентам предлагается индивидуально ознакомиться с методом наименьших квадратов, провести расчеты вручную или с использованием электронных таблиц, записать формулу теоретической прямой и решить поставленную в лабораторной работе задачу с ее помощью. В каких работах мы можем это использовать? Например, «Определение концентрации раствора глицерина рефрактометром», «Исследование зависимости сопротивления проводника от температуры», «Изучение зависимости термического коэффициента давления воздуха от температуры», «Изучение интерференции по методу Юнга», «Определение максимальной энергии бета-спектра». Это может быть любая лабораторная работа, в которой исследуемая зависимость линейна.

*Заключение.* Число лабораторных работ и их объем в значительной мере зависят от возможностей лабораторий учебного заведения. Проведение лабораторных работ, содержащих элементы научных исследований, с учетом присутствия в аудитории студентов разного уровня подготовки, с подробным обсуждением взаимосвязи темы и



методов работы с будущей профессиональной деятельностью является более результативным, чем обычные лабораторные работы. Если же преподаватель недостаточно продумал методику проведения лабораторной работы, то выполнение даже самого остроумного эксперимента может оказаться напрасной тратой времени.

## Библиографический список

1. Богословская И.Н. Эксперименты исследования степени и глубины понимания текста // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 3(3). С. 1.
2. Евтихов О.В., Адольф В.А. Современные представления об образовательной среде вуза как педагогическом феномене // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2014. № 1. С. 30–34.
3. Лазарев В.С. Рекомендации по развитию исследовательских умений учащихся. М., 2007. С. 3–4.
4. Лешунов А.П. Физический эксперимент в обучении физике. Вологда: Вологод. пед. ин-т, 1992. С. 83.
5. Наслузова О.И., Серюкова И.В. Формы проведения лекций по физике студентам // Эпоха науки. 2015. URL: //eraofscience.com/index/arkhiv\_nomerov/0-5
6. Сакаш Г.С. Физика: лаборат. практикум / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2009.
7. Серюкова И.В. Международный год света в программе работы физического студенческого кружка // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: междунар. науч-метод. конф. Красноярск, 2015 а. Ч. 1. С. 265–268.
8. Серюкова И.В., Наслузова О.И. Об организации дистанционного и заочного обучения по физике // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: междунар. науч-метод. конф. КрасГАУ. Красноярск, 2016.
9. Серюкова И.В. Физика (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм): учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Изд. 2-е, доп. и перераб. Красноярск, 2014.
10. Серюкова И.В. Физика в системе дистанционного обучения: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: междунар. науч-метод. конф. КрасГАУ. Красноярск, 2014.
11. Серюкова И.В. Физический студенческий кружок // Социально-экономический и гуманитарный журнал КрасГАУ. 2016. № 3. С. 182–187.
12. Серюкова И.В. и др. Электрические колебания, оптика, квантовая природа излучения, атомная физика: лаборат. практикум / Краснояр. гос. аграр. ун-т. 3-е изд., доп. и перераб. Красноярск, 2015 б.
13. Усова А.В., Завьялов В.В. Развитие у учащихся познавательного интереса к физике. Челябинск, 1979. С. 24.
14. Холодная М.А. Психология интеллекта // Парадоксы исследования. СПб.: Питер, 2002. С. 272.
15. Шкерина Л.В., Григорьева Ф.А. Ракуньо Ф. Формирование межпредметных умений учащихся в процессе обучения математике // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2015. № 1(31). С. 74–78.
16. Demetriou A., Etklides A., Papadaki M. Structure and development of causal – experimental thought: from early adolescenel to youth // Developmental Phychology. 1993. Vol. 29, № 3. P. 480–497.
17. Edward NS. The role of the laboratory work in engineering education: student and staff perceptions // International Journal of Electrical Engineering Education. 2002. Vol. 39, № 1. P. 11–19.
18. Feisel L.D., Rosa A.J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education // Journal of Engineering Education. 2005. Vol. 94. № 1. P. 121–130.
18. Knorr-Cetina K.D. The couch, the cathedral, and the laboratory: On the relationship between experiment and laboratory in science // Science as Practice and Culture. Chicago University of Chicago Press, 1992. P. 113–138.
20. Reid N., Shah I. The role of the laboratory work in university chemistry // Chemistry Education Research and Practice. 2007. Vol. 8, № 2. P. 172–185.
21. Vhurumuku E., Holtman L., Mikalsen O. An investigation of Zimbabwe high school chemistry students»laboratory work-based images of the nature of science // Journal of Research in Science Teaching. 2006. Vol. 43, № 2. P. 127–149.

# A METHODOLOGY FOR HOLDING LABORATORY CLASSES ON PHYSICS IN UNIVERSITY BASED ON A DIFFERENTIATED APPROACH

I.V. Seryukova (Krasnoyarsk, Russia), O.I. Nasluzova (Krasnoyarsk, Russia)

## Abstract

*Problem and purpose.* The paper considers the problem of setting and implementing laboratory works on the course of physics with elements of scientific research in conditions of a differentiated approach to training. The purpose of the article is to substantiate the formulation and development of a methodology for conducting laboratory works on physics with elements of research oriented toward implementing a differentiated approach to training.

*The methodology* of our analytical work consists in a deductive generalization of literary data and personal experience on the use of scientific elements in laboratory works and the implementation of a differentiated approach to teaching students.

*Results.* The article deals with methodological approaches to conducting classes with laboratory works in university, their value for future professionals. The article describes the technique of carrying out laboratory works on physics with elements of research, based on the dif-

ferentiated approach to training, gives the examples of laboratory works on physics with different degrees of complexity and argues their effectiveness.

*Conclusion.* The global task of higher education is the formation of independent, highly qualified specialists in the areas of training. To do this, it is necessary that the student was able to transfer the skills of logical and scientific thinking that they acquired in the performance of laboratory work to other activities. The student will strive to transfer the acquired knowledge and skills, if he gets an intellectual pleasure from the scientific approach and if he is aware of the need for the study material in further education at the university and in the future professional activity. According to the authors, laboratory works with elements of scientific research are one of the most effective methods for achieving this goal.

**Keywords:** *laboratory works, transfer of students' skills, elements of scientific research, differentiated training, physics course, teacher's role.*

## References

1. Bogoslovskaya I.N. Experiments to study the degree and depth of understanding the text / I.N. Bogoslovskaya // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2010. Vol. 12, No. 3 (3). P. 1.
2. Evtikhov O.V., Adolf V.A. Modern ideas about the university educational environment as a pedagogical phenomenon // Bulletin of KSPU named after V.P. Astafiev. 2014. No. 1. P. 30–34.
3. Lazarev V.S. Recommendations for the development of research skills of students. M., 2007. P. 3–4.
4. Leshunov A.P. Physical experiment in teaching physics // Vologda: Vologda Pedagogical Institute, 1992. P. 83.
5. Nasluzova O.I., Seryukova I.V. Forms of lectures on physics to students / O.I. Nasluzova, I.V. Seryukova // The Age of Science. 2015 // [eraof-science.com/index/arkhiv\\_nomerov/0-5](http://eraof-science.com/index/arkhiv_nomerov/0-5).
6. Sakash G.S. and others / Physics: laboratory workshop; Krasnoyarsk State Agrarian University. Krasnoyarsk, 2009.
7. Seryukova I.V. International Year of Light in the Work Program of the Physical Student Circle. In the Proceedings of Int. Scient.-Meth. Conf. "Science and Education: Experience, Problems, Development Prospects", March 2015. Part 1. P. 265–268.
8. Seryukova I.V. Physics in the system of distance learning, Int. Scient.-Meth. Conf. "Science and Education: Experience, Problems, Development Prospects", March 2014, KrasAAU, Krasnoyarsk.
9. Seryukova I.V. and others / Physics (Mechanics, Molecular Physics, Electricity and Magnetism): Textbook Manual // Krasnoyarsk State Agrarian University, the 2<sup>nd</sup> ed., extended and edited. Krasnoyarsk, 2014.
10. Seryukova I.V., Nasluzova O.I. / On the organization of remote and distance learning in phys-

- ics / in the proceedings of the Int. Scient.-Meth. Conf. "Science and Education: Experience, Problems, Development Prospects", Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University; April 2016.
11. Seryukova I.V., Physical student's circle // Socio-economic and humanitarian journal of Krasnoyarsk State Agrarian University, 2016. No. 3. P. 182–187.
  12. Seryukova I.V. et al. / Electric oscillations, optics, quantum nature of radiation, atomic physics: laboratory workshop; Krasnoyarsk State Agrarian University, the 3<sup>rd</sup> ed., extended and edited. Krasnoyarsk, 2015.
  13. Usova A.V., Zavyalov V.V. Development of students' interest in physics // Chelyabinsk. 1979. P. 24.
  14. Kholodnaya M.A. Psychology of the intellect // Paradoxes of research. St. Petersburg: Petersburg. P. 272.
  15. Shkerina L.V., Grigorieva F.A., Rakuno F. Formation of inter-subject skills of students in the process of teaching mathematics // Bulletin of KSPU named after V.P. Astafiev. 2015. No. 1 (31). P. 74–78.
  16. Demetriou A. Structure and development of causal – experimental thought: from early adolescence to youth/ A. Demetriou, A. Etklides, M. Papadaki // Developmental Psychology. 1993. Vol. 29. No. 3. P. 480–497.
  17. Edward N.S. The role of the laboratory work in engineering education: student and staff perceptions // International Journal of Electrical Engineering Education. 2002. Vol. 39, No. 1. P. 11–19.
  18. Feisel L.D., Rosa A.J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education// LD. Feisel, AJ. Rosa // Journal of Engineering Education. 2005. Vol. 94, No. 1. P. 121–130.
  19. Knorr-Cetina K.D. The couch, the cathedral, and the laboratory: On the relationship between experiment and laboratory in science/ KD Knorr-Cetina // Science as Practice and Culture. Chicago University of Chicago Press. 1992. P. 113–138.
  20. Reid N., Shah I. The role of the laboratory work in university chemistry // Chemistry Education Research and Practice. 2007. Vol. 8, No. 2. P. 172–185.
  21. Vhurumuku E., Holtman L., Mikalsen O. An investigation of Zimbabwe high school chemistry students' laboratory work-based images of the nature of science / E. Vhurumuku, L. Holtman, O. Mikalsen// Journal of Research in Science Teaching. 2006. Vol. 43, No. 2. P. 127–149.