

О ВАЖНОСТИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В КУРСЕ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

About the Importance of Laboratory Lessons in the Course “Concepts of Modern Natural Science”

Lyubov Bukhman

Samara State Technical University, Russian Federation

Nikolay Bukhman

Samara State Technical University, Russian Federation

Abstract. *Methods of teaching the course “Concepts of modern natural science” are discussed. It is shown that real (not virtual) laboratory practical work is an important and necessary part of this discipline. The example of realization of such laboratory workshop is given in the article. This laboratory workshop consists of two parts, which can be called “physical” and “biological”. The laboratory works of the “physical” part of the workshop are selected in such a way as to demonstrate deep and universal physical concepts on simple examples. For example, the study of polarized light allows students to get acquainted with the concept of spin of a particle on a simple and understandable example. A simple experience with the Magdeburg hemispheres allows us to discuss the relationship between the continual and discrete approach to the theory of the structure of matter. The “biological” part of the workshop includes not only the fundamental problems of biology itself (for example, the problems of reproduction), but also the problems of mineralogy and paleontology. The study of mineralogical samples allows students to better understand the ideas of the evolution of the earth's surface, and the study of paleontology allows a better understanding of the ideas of the theory of biological evolution.*
Keywords: *course “Concepts of modern natural science”, laboratory workshop, methods of teaching, realization of laboratory workshop*

Введение *Introduction*

«Концепции современного естествознания» – относительно новая учебная дисциплина, основными целями которой являются повышение общего культурного и образовательного уровня бакалавров соответствующих направлений и профилей, создание предпосылок для формирования современного инновационно-технологического мышления

экономистов, а также обогащение и совершенствование методов исследования в гуманитарных и социально-экономических областях.

Вероятно, в свое время возникновение этого курса в программах специальностей, не связанных непосредственно с материальным производством, было связано с проводимым Министерством образования и науки России курсом на гуманитаризацию образования (в том числе и высшего). Одновременно возникновение курса «Концепции современного естествознания» можно было рассматривать как реализацию идеи целостного образования и как важный шаг на пути фундаментализации образования (Карпенков, 2004; Кожевников, 2009; Найдыш, 2007; Садохин, 2007). Практически курс «Концепции современного естествознания» заменял историю естествознания, астрономию, физику, химию, биологию, геологию, экологию и множество других естественнонаучных дисциплин. Этот курс часто рассматривается как «физика для гуманитариев» и это мнение (разумеется, страдающее крайней грубостью и упрощенностью) имеет под собой определенные основания.

Действительно, курс «Концепции современного естествознания» обычно читается на кафедре физики (разумеется, в тех вузах, где такая кафедра есть) и его основная функция – мировоззренческая. В этом смысле важность этого курса трудно переоценить (Бухман & Бухман, 2010; Бухман, 2009; Котляров, 2009; Суханов & Голубева, 2011).

Целью данной работы является описание реализации данного курса с использованием лабораторного практикума как существенной его части, а также экспериментальное сравнение результатов этого курса, реализованного с использованием лабораторного практикума (1 вариант) и без лабораторного практикума (2 вариант). Возможность экспериментального изучения данного вопроса связана с наметившейся в последнее время в некоторых вузах тенденцией к замене лабораторного практикума на семинарские занятия без изменения количества часов, отводимых на изучение дисциплины. Ясно, что сравнение первичной (по первой сдаче экзамена) успеваемости студентов одних и тех же направлений подготовки, изучавших один и тот же курс в одних и тех же объемах по 1 и 2 варианту, позволяет выяснить, как именно влияет на результаты обучения замена лабораторного практикума семинарскими занятиями.

Особенности методики курса «Концепции современного естествознания»

Features of the course methodology "Concepts of modern natural science"

Основная цель курса «Концепции современного естествознания» – дать будущим специалистам краткую, реалистичную и одновременно цельную

естественнонаучную картину мира (Голубева & Одинцова, 2013; Кожевников & Тульверт, 2017). При этом ни в коем случае нельзя ни делать этот курс непосильным для гуманитариев (что, кстати, неизбежно случится при попытке «втиснуть» все естественные науки в выделенные для курса «Концепции современного естествознания» часы), ни снижать научный уровень изложения до уровня «популярно-развлекательных» телепередач. Ясно, что достичь этой цели можно только с использованием всего арсенала средств мультимедиа. Лекционные компьютерные презентации, клипы, учебные фильмы, компьютерные тесты для промежуточной или итоговой аттестации студентов, а также для самоконтроля знаний студентов – вот неполный перечень использованных нами мультимедийных технологий в лекционной составляющей учебного процесса (Бухман & Бухман, 2018).

Тем не менее, визуальный ряд – это еще не все. Обязательным условием успешного усвоения программы курса «Концепции современного естествознания» является также и наличие серьезного лабораторного практикума по этой дисциплине (Hofstein & Lunetta, 1982; Millar, 1987; Solomon, 1988; Бухман, 2010; Бухман & Бухман, 2010; Бухман & Бухман, 2013; Евтюхов, 2018; Кузнецов, 2008).

Основными отличиями лабораторного практикума по дисциплине «Концепции современного естествознания» от привычного физического или химического лабораторного практикума являются следующие:

1. Тематика лабораторных работ должна быть крайне широка и включать вопросы астрономии, физики, химии, биологии, палеонтологии, минералогии.
2. Лабораторные работы должны быть ориентированы на гуманитариев и иметь не количественный, а качественный характер. Другими словами, основной задачей при выполнении лабораторной работы должно являться не получение тех или иных данных и их обработка, а личное качественное ознакомление с той или иной естественнонаучной проблемой. Наилучшим вариантом является лабораторная работа, по своему характеру приближенная к «лекционной демонстрации», которую студент делает сам для себя («эффект личного участия»).
3. Лабораторные работы должны иметь и «историческое значение» (то есть воспроизводить классические эксперименты первооткрывателей), и «перспективу» (то есть оказываться связанными с современными проблемами современных естественных наук).

Так, например, при изучении поляризации света наряду с «классическим» законом Малюса оказывается возможным обсудить как историю возникновения соответствующих оптических понятий

(становление представления о поперечности световых волн), так и такое квантовомеханическое понятие, как спин микрочастицы. Дело в том, что классическим аналогом спина является поляризация, причем поляризация электромагнитных волн является прямым следствием того обстоятельства, что фотон – так называемая векторная частица со спином 1.

Лабораторный практикум по курсу «Концепции современного естествознания»

Laboratory workshop on the course "Concepts of modern natural science"

Поскольку физика является основой современной научной картины мира, естественным является преподавание курса «Концепции современного естествознания» на кафедре физики и использование в качестве материальной основы лабораторного практикума по курсу «Концепции современного естествознания» части физического лабораторного практикума, уже имеющегося на этой кафедре. Речь идет, разумеется, не обо всех лабораторных работах физического практикума, а лишь о некоторых – наиболее простых и наглядных, имеющих принципиальное или историческое значение лабораторных работах, снабженных подробными описаниями и «адаптированных» под гуманитариев. По существу речь идет о принципиально новых (по сравнению с «физическими») лабораторных работах, которые выполняются в тех же самых лабораториях и иногда – на тех же самых установках.

Эта часть лабораторного практикума по курсу «Концепции современного естествознания» (часть физическая) представлена в изданном Самарским государственным архитектурно-строительным университетом (СГАСУ), ныне слитым с Самарским государственным техническим университетом (СамГТУ) учебном пособии (Бухман & Бухман, 2012). Это учебное пособие включает в себя описание семи лабораторных работ: «Магдебургские полушария и воздушный колокол», «Трубка Ньютона», «Магнетизм, рамка Эрстеда и великие объединения», «Геометрическая оптика. Телескоп», «Поляризация света. Спин микрочастицы», «Интерференция. Кольца Ньютона» и «Дифракция. Дифракционная решетка». Каждое описание снабжено подробным и хорошо иллюстрированным историческим и теоретическим введением и может использоваться как непосредственно в лабораторном практикуме, так и в самостоятельной работе студентов (Куликова, 2015).

Существенно, что каждая из представленных в пособии лабораторных работ имеет как бы два плана – «экспериментальный» и «историко-теоретический». С одной стороны, сами по себе экспериментальные манипуляции, осуществляемые студентами при выполнении лабораторной

работы, вполне посильны для любого гуманитария, успешно окончившего среднюю школу, причем эти манипуляции приводят не к «колонке цифр», а к качественным и потому запоминающимся результатам. С другой стороны, предварительное (перед выполнением работы) изучение теоретического введения позволяет понять данную лабораторную работу как маленькую часть глобальной проблемы, которая не только не устарела, но и продолжает существовать в наше время в современной науке в «превращенном» виде.

Так, например, лабораторная работа №1 «Магдебургские полушария и воздушный колокол» знакомит студента не только и не столько с занимательной историей жизни магдебургского бургомистра, увлекавшегося физикой (исторический аспект 1), но и с воззрениями Аристотеля на природу пустоты, с атомизмом Левкиппа, Демокрита и Эпикура (исторический аспект 2), а также с историей борьбы корпускулярного и континуального подходов к описанию явлений природы (исторический аспект 3) – вплоть до вполне современного корпускулярно-волнового дуализма (а это – уже одна из концепций именно современного естествознания).

Лабораторная работа №2 «Трубка Ньютона», посвященная в принципе воспроизведению известного исторического опыта Исаака Ньютона, опять-таки начинается с анализа воззрений Аристотеля и Галилея на свободное падение тел, продолжается анализом смысла и значения соответствующих опытов Галилея и Ньютона и заканчивается знакомством студентов с принципом эквивалентности и основами общей теории относительности Альберта Эйнштейна. Дело в том, что легендарные опыты Галилея по бросанию шаров с Пизанской башни и Ньютона по падению пера в откачанной трубке можно (и нужно) рассматривать как исторически первую экспериментальную проверку принципа эквивалентности Альберта Эйнштейна. То обстоятельство, что Ньютон (а тем более – Галилей) не понимали, что именно они проверяют, никак не может отменить это обстоятельство.

Лабораторная работа №3 «Магнетизм, рамка Эрстеда и великие объединения» начинается с «античного» электричества и магнетизма, китайского компаса, продолжается великими открытиями Эрстеда и Фарадея и заканчивается изучением четырех уже случившихся и двух только еще ожидающихся «великих объединений». Действительно, знаменитый опыт Эрстеда, приведший (вместе с опытами Фарадея) к объединению электричества и магнетизма, является исторически первым из четырех «Великих объединений» и при обсуждении этого опыта грех не упомянуть об остальных трех.

Лабораторная работа №4 «Геометрическая оптика. Телескоп» посвящена не только геометрической оптике и ее двухтысячелетней

истории, но и истории телескопов и астрономии – от телескопов Галилея и Кеплера до телескопа «Хаббл».

Лабораторная работа №5 «Поляризация света. Спин микрочастицы» в экспериментальном отношении знакомит студентов с особенностями и применением поляризованного света и поляризаторов. В историческом отношении она начинается с открытия двулучепреломления в 17 веке Бартолином, а в теоретическом отношении – «выводит» студентов на вполне современное понятие спина микрочастицы и деление всех элементарных частиц на бозоны и фермионы.

Лабораторные работы №6 «Интерференция. Кольца Ньютона» и №7 «Дифракция. Дифракционная решетка» посвящены, разумеется, истории борьбы волновых и корпускулярных представлений о природе света (в историко-теоретическом отношении) и историческому опыту Исаака Ньютона, а также спектральному разложению белого света с помощью дифракционной решетки (в экспериментальном отношении).

Из приведенного краткого перечня лабораторных работ, очевидно, что практически данное учебное пособие может (и должно) использоваться одновременно и как лабораторный практикум по курсу «Концепции современного естествознания», и как книга для самостоятельной работы по курсу «Концепции современного естествознания». Таким образом, одна и та же книга может использоваться и при аудиторных, и при внеаудиторных занятиях студентов.

Принятая на кафедре общей и прикладной физики и химии СамГТУ система выполнения лабораторных работ, когда имеет место чередование занятий («изучение теоретической части работы + собеседование с преподавателем» (первое занятие) – «выполнение лабораторной работы + ее сдача» (второе занятие)) позволяет студенту тщательно изучить теоретическую часть работы перед ее выполнением, что делает выполнение лабораторной работы осознанным и полезным. Поэтому каждая лабораторная работа снабжена подробным, развернутым и богато иллюстрированным теоретическим введением, обязательно содержащим историческую часть, а также обширным списком вопросов для самоконтроля.

Такая методика преподавания курса позволяет наполнить конкретным содержанием понятие «самостоятельная работа студентов», на которую, как известно, государственным образовательным стандартом (любого поколения) отводится более половины нормативной трудоемкости учебной дисциплины. Ритмичный характер лабораторного практикума позволяет преподавателю практически непрерывно (раз в 2 недели) контролировать добросовестность и успешность самостоятельной работы студентов и при необходимости своевременно корректировать ее интенсивность (Кузнецов,

2017). Кроме того, подобный подход позволяет легко и непринужденно применять принятую в СамГТУ «накопительную» (или же «рейтинговую») систему оценки знаний студентов.

Студенты после «растянутой» на весь семестр сдачи теоретической части лабораторного практикума «автоматически» оказываются изучившими значительную часть теоретического курса «Концепции современного естествознания» под «практическим» углом зрения, что существенно облегчает их подготовку к экзаменам во время сессии.

Разумеется, курс «Концепции современного естествознания» не сводится к курсу «физика для гуманитариев» – он гораздо шире и включает в себя также принципиальные моменты биологии и наук о Земле. Речь идет о цитологии, генетике, биологической и геологической эволюции (палеонтологии и минералогии). Ясно, что эта часть курса также нуждается в соответствующем обеспечении лабораторным практикумом. Эта часть лабораторного практикума по курсу «Концепции современного естествознания» создана на кафедре физики СГАСУ и описана в изданных СГАСУ пособиях (Бухман & Бухман, 2011) (первоначальный вариант) и (Бухман & Бухман, 2013) (существенно переработанный вариант издания).

Данное учебное пособие, как и предыдущее, включает в себя описание семи лабораторных работ: «Микроскоп», «Микроскоп с видеоокуляром», «Клеточная теория», «Размножение», «Микроорганизмы», «Минералогия» и «Палеонтология». Каждое описание снабжено подробным и хорошо иллюстрированным историческим и теоретическим введением и может использоваться как непосредственно в лабораторном практикуме, так и в самостоятельной работе студентов.

Лабораторная работа №1 «Микроскоп» и №2 «Микроскоп с видеоокуляром» знакомит студента не только с устройством микроскопа и техникой микроскопирования, но и с историей изобретения микроскопа, с ролью микроскопа в биологии, с понятием «увеличение» и «разрешающая способность».

Лабораторная работа №3 «Клеточная теория» в историческом аспекте простирается от античности (Аристотель и Теофраст) через классиков (Линней, Броун, Шванн) до современности (открытие археобактерий). Эта работа знакомит студентов с основной в биологии клеточной теорией строения живых существ. Попутно студенты знакомятся с современной классификацией живых существ (прокариоты-эукариоты, автотрофы-гетеротрофы, растения-животные-грибы-бактерии-вирусы и так далее). В практическом (экспериментальном) аспекте студенты наблюдают (при использовании микроскопа без видеоокуляра) или фотографируют (при использовании микроскопа с видеоокуляром) препараты клеток различного типа (растительные или животные клетки, клетки многоклеточных или

простейших), а также оценивают их размеры.

Лабораторная работа №4 «Размножение» в экспериментальном плане посвящена изучению (наблюдение и зарисовка при использовании микроскопа без видеоокуляра или наблюдение и фотографирование при использовании видеоокуляра) микропрепаратов делящихся клеток, гамет, хромосом, спор растений и тому подобного. В теоретическом отношении студенты знакомятся с митозом, мейозом, особенностями бесполого и полового размножения одноклеточных и многоклеточных организмов.

Лабораторная работа №5 «Микроорганизмы» в экспериментальном плане посвящена изучению (наблюдение и фотографирование или наблюдение и съемка видеоклипа с использованием видеоокуляра) живых «неконтролируемых» микроорганизмов, существующих в кафедральном аквариуме. В историческом плане при изучении данной лабораторной работы студенты знакомятся с историей открытия микроорганизмов А. Левенгуком.

При выполнении лабораторной работы №6 «Минералогия» студенты знакомятся с достаточно обширной коллекцией минералов, зарисовывают и описывают представленные в этой коллекции образцы. Теоретическая часть лабораторной работы начинается, разумеется, с Агриколы и Ломоносова и знакомит студентов с классификацией минералов и различными формами существования минералов в окружающем нас мире.

При выполнении лабораторной работы №7 «Палеонтология» студенты знакомятся с обширной коллекцией отпечатков и окаменелостей, зарисовывают и описывают представленные в этой коллекции образцы. Теоретическая часть лабораторной работы посвящена изучению геохронологии, шкалы геологического времени, теории биологической эволюции и ее экспериментальной основы – палеонтологии.

Существенно, что изучаемые студентами при выполнении лабораторных работ №6 и №7 образцы находятся не за стеклом витрины, а «в прямом доступе» – студенты могут (и должны) подержать их в руках, повертеть и хорошенько рассмотреть. Разумеется, при таком использовании минералогические и палеонтологические образцы «долго не живут» и потому регулярно заменяются на новые.

Выводы *Conclusions*

За период с 2007 по 2018 год описанная методика преподавания курса «Концепции современного естествознания» была опробована на достаточно большом и разнообразном наборе обучаемых.

К сожалению, начиная с 2017 года по инициативе руководства на

некоторых специальностях произошла замена лабораторного практикума на семинарские занятия. Для выяснения вопроса о последствиях этой замены достаточно сравнить средний балл первичной сдачи экзамена студентами одних и тех же направлений подготовки до и после этой замены. Средний балл первичной сдачи экзаменов в 2014-2016 годах (курс «с лабораторными», объем выборки 166 оценок) составлял 3.93 балла по пятибалльной системе. Тот же средний балл в 2017-2018 году (курс «с семинарами», объем выборки 58 оценок) составил 3.62 балла. Следует подчеркнуть, что все экзамены проводились объективно (в форме компьютерного тестирования, причем с использованием одного и того же банка тестов). Вероятность того, что отмеченное снижение средней оценки студентов с 3.93 до 3.62 баллов случайно, пренебрежимо мала – с использованием стандартной методики (t-критерий Стьюдента) она равна около 2 %. Поэтому это снижение успеваемости является неслучайным и является, очевидно, прямым следствием вышеупомянутой замены.

Полученные данные позволяют утверждать, что использование лабораторного практикума при преподавании курса «Концепции современного естествознания» позволяет сделать этот курс содержательным, полезным и интересным для студентов. Попытка замены лабораторного практикума на семинарские занятия приводит к значимому снижению уровня подготовки студентов.

Summary

The requirements for the laboratory workshop for the course “Concepts of modern natural science” are discussed. The real example of realization of this laboratory workshop is described in detail. It is shown that the use of laboratory workshop in teaching the course "Concepts of modern natural science" allows to make this course informative, useful and interesting for students. The results of computer testing of students of the same specialty who studied the course "Concepts of modern natural science" in the same volume by two different methods were compared. The first method was organized with the use of a laboratory workshop. The second method was organized with the use of seminars. It turned out that the replacement of the laboratory workshop for seminars leads to a statistically significant decrease in student performance. Thus, attempts to replace the laboratory workshop on the course "Concepts of modern natural science" with seminars are extremely harmful, because they lead to a significant and completely unjustified decrease in the level of training of students.

Литература References

- Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217. DOI: <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- Millar, R. (1987). Towards a Role for Experiment in the Science Teaching Laboratory. *Studies in Science Education*, 14(1), 109-118. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057268708559941>
- Solomon, J. (1988). Learning Through Experiment. *Studies in Science Education* 15(1), 103-108. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057268808559950>
- Бухман, Л.М., & Бухман, Н.С. (2010). О роли дисциплины «Концепции современного естествознания» в формировании экологической системы ценностей будущего специалиста. *Актуальные проблемы развития высшего и среднего образования на современном этапе (Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции ученых и педагогов-практиков. СИЦ РАН, Самара)*, 2, 100-102.
- Бухман, Л.М., & Бухман, Н.С. (2011). *Концепции современного естествознания: лабораторный практикум*. Самара: СГАСУ.
- Бухман, Л.М., & Бухман, Н.С. (2013). *Концепции современного естествознания Часть 2. Биологическая и геологическая эволюция*. Самара: СГАСУ.
- Бухман, Л.М., & Бухман, Н.С. (2013). О лабораторном практикуме по дисциплине «Концепции современного естествознания». *Физическое образование в ВУЗах*, 19(2), 74-82.
- Бухман, Л.М., & Бухман, Н.С. (2018). Особенности использования компьютерных технологий для подготовки электронных презентаций по курсу «Концепции современного естествознания». *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Естественные науки и техносферная безопасность. Сборник статей. СамГТУ, Самара*, 115-119.
- Бухман, Н.С. (2009). О целесообразности введения курса «Концепции современного естествознания» дополнительно к курсу физики на технических специальностях вузов. *Технологии профессионального образования: традиции и инновации. Материалы международной научно-методической конференции (СГАСУ, Самара)*, 1, 213-217.
- Бухман, Н.С., & Бухман, Л.М. (2010). Опыт создания лабораторного практикума по дисциплине «Концепции современного естествознания». *Современный физический практикум: материалы XI Международной учебно-методической конференции*, 76-77.
- Бухман, Н.С., & Бухман, Л.М. (2012). *Концепции современного естествознания. Часть 1. Физика и астрономия: учебное пособие*. Самара: СГАСУ.
- Голубева, О.Н., & Одинцова, Е.Е. (2013). Междисциплинарная естественнонаучная картина мира как фундамент общекультурных и общенаучных компетенций бакалавра. *Физика в системе современного образования (ФССО-2013). Материалы XIII Международной научной конференции*, 282-286.
- Евтюхов, К.Н. (2018). Лабораторный практикум по дисциплине «Концепции современного естествознания». *Перспективы науки и образования*, 1(31), 60-67.
- Карпенков, С.Х. (2004). *Концепции современного естествознания. Краткий курс: учеб. для студентов вузов*. М.: Высшая школа.
- Кожевников, Н. М. (2009). *Концепции современного естествознания: учебное пособие*. СПб.: Лань.

- Кожевников, Н.М., & Тульверт, В.Ф. (2017). Естественнонаучные основы современного экономического образования. *Физическое образование: от прошлого к будущему (Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием памяти проф. Н.М. Кожевникова. СПб.)*, 284-296.
- Котляров, И.Д. (2009). Преподавание физики в нефизических вузах. *Физическое образование в вузах*, 15(1), 84-90.
- Кузнецов, В.В. (2008). Преподавание дисциплины «Концепции современного естествознания» для студентов экономических специальностей технического вуза: проблемы и перспективы. *Современные наукоемкие технологии*, 7, 42.
- Кузнецов, В.В. (2017). Предмет «Концепции современного естествознания» и его восприятие студентами-экономистами технического вуза. *Международный журнал экспериментального образования*, 4(2), 173-174.
- Куликова, А.В. (2015). Методическое обеспечение кафедры общей и прикладной физики и химии. *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Естественные науки и техносферная безопасность. Сборник статей. СГАСУ. Самара*, 111-114.
- Найдыш, В.М. (2007). *Концепции современного естествознания: учебник* М.: Альфа-М; ИНФРА-М.
- Садохин, А. П. (2007). *Концепции современного естествознания*. М.: ЭКСМО.
- Суханов, А.Д., & Голубева, А.Н. (2011). К проблеме междисциплинарного математического и естественнонаучного образования. *Физическое образование в вузах*, 17(4), 13-16.