

УДК 348

**ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ****А. В. Кузнецова, А. В. Кузнецов***Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*

Введение. Статья посвящена решению проблем формирования навыков самостоятельной работы у студентов педагогических направлений подготовки в рамках дисциплины «Общий физический практикум» на примере лабораторных работ по молекулярной физике. **Цель.** Разработка методики увеличения самостоятельной работы студентов во время выполнения учебного исследования, практически формирующего исследовательские навыки. **Материалы и методы.** На основе учения А. М. Новикова о методологии научного исследования, нами была разработана структура лабораторных работ по молекулярной физике, включающая в себя фазы (фаза проектирования, технологическая фаза, рефлексивная фаза) и этапы подготовки, выполнения и сдачи работ по молекулярной физике. **Результаты исследования.** Нами разработана рабочая тетрадь, включающая лабораторные работы, соответствующие данной структуре, что позволяет отразить компоненты научного метода исследования при выполнении физического эксперимента. Данная тетрадь успешно применяется нами при проведении лабораторного практикума при изучении курса «Молекулярная физика». В статье приведен пример одной из лабораторных работ из рабочей тетради с описанием выполнения работы. **Заключение.** Доля самостоятельной работы возрастает, студенты ставят цель и задачи лабораторного эксперимента как физического исследования, формулируют гипотезу, планируют последовательность выполнения работы и анализа ее результатов, что настраивает студентов на ответственную подготовку к занятиям. Это, в свою очередь, должно привести к освоению методов научного познания физических явлений, приобретению умений и навыков их практического использования.

Ключевые слова: лабораторные работы, рабочая тетрадь, линейное расширение, фазы исследования.

**FORMING STUDENTS' INDEPENDENT WORK SKILLS
DURING PREPARATION FOR MAKING LABORATORY WORKS
IN MOLECULAR PHYSICS****A. V. Kuznetsova, A. V. Kuznetsov***Mari State University, Yoshkar-Ola*

Introduction. The article is devoted to solving the problems of forming independent work skills among students of pedagogical directions within the discipline "General physical practical work" on the example of laboratory work in molecular physics. **The aim** of our work is to create a methodology that will help to increase the proportion of independent student work while making study research. This will help to form research skills. **Materials and Methods.** Based on the teachings of A. M. Novikov on the methodology of scientific research, we have developed a structure of laboratory works, which includes phases (design phase, technological phase, reflexive phase) and the stages of preparation, execution and delivery of work in molecular physics. **Results of the research.** The workbook was elaborated, including laboratory works that correspond to this structure, allows reflecting the components of the scientific method of research when performing a physical experiment. We successfully use this workbook at carrying out of laboratory practical work at studying the course "Molecular physics". The article gives an example of one of the laboratory works from a workbook describing the performance of the work. **Conclusion.** The proportion of independent work increases, students set the purpose and tasks of the laboratory experiment as physical research, formulate a hypothesis, plan the sequence of work performance and analysis of its results. These tasks give the intention to students to prepare their tasks carefully. This, in turn, should lead to mastering the methods of scientific knowledge of physical phenomena, the acquisition of skills and knowledge of their practical use.

Keywords: laboratory works, workbook, linear expansion, research phases.

При обучении студентов педагогических направлений физического профиля часто возникает сложность формирования у них навыков самостоятельной

подготовки, проведения и анализа физического эксперимента. Многие студенты лишь механически выполняют эксперимент, забывают теорию,

описанную в методических указаниях к лабораторным работам, не усваивают в полной мере физическую сущность изучаемого явления и не задаются вопросом практической значимости этих работ.

Каждая лабораторная работа по физике, выполняемая студентами, должна быть для будущего учителя физики настоящим учебным исследованием. Теория и практика учебных исследований как теоретического, так и эмпирического уровней разработана в работах В. А. Белянина [1; 2]. Она основывается на учении А. М. Новикова [3; 4; 5] о методологии научного исследования, как учения об организации исследовательской деятельности.

Согласно учению А. М. Новикова об организации процесса проведения исследования «...цикл научной деятельности включает в себя три основные фазы: фаза проектирования, технологическая фаза, рефлексивная фаза» [3, с. 106]. Другими словами, для формирования навыков самостоятельной работы студентов процесс «выполнения лабораторной работы» должен включать: проектирование исследования (постановка цели, задач, построение гипотезы); проведение исследования (теоретическая подготовка, выполнение эксперимента, обработка полученных результатов, построение графиков при необходимости); оценка полученных результатов (обсуждение результатов эксперимента с преподавателем, защита лабораторной работы).

При этом важно отметить, что фаза рефлексии должна постоянно пронизывать всю деятельность студентов в ходе выполнения лабораторного эксперимента, т. к. на любом этапе работы необходимо проверять полученные промежуточные результаты и, при необходимости, корректировать протекание работы.

Целью нашей работы является увеличение доли самостоятельной работы студентов во время выполнения лабораторной работы как учебного исследования, практически формирующего исследовательские навыки. Для этой цели была разработана рабочая тетрадь, предназначенная в помощь студентам направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, для успешного освоения программы по дисциплине «Общий физический практикум» раздел «Молекулярная физика».

При подготовке и выполнении лабораторной работы студенту необходимо самостоятельно заполнять рабочую тетрадь: сформулировать цели, задачи, гипотезу исследования, внимательно заполнить таблицы с экспериментальными данными, обработать полученные результаты, сравнив их с табличными значениями, и, при необходимости, построить график с помощью программы Origin.

Общая структура лабораторной работы, построенная на основе методологии научного исследования А. М. Новикова, приведена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Фазы и этапы подготовки, выполнения и сдачи лабораторной работы по молекулярной физике / Phases and stages of preparation, making and checking laboratory work in molecular physics

Фазы / Phases	Этапы / Stages
Фаза проектирования	1. Формулирование цели исследования по теме лабораторной работы.
	2. Выявление взаимосвязи или возможных противоречий между теорией и экспериментом
	3. Формулирование гипотезы исследования по теме лабораторной работы
	4. Формулирование задач лабораторной работы.
	5. Подбор и описание необходимого для работы лабораторного оборудования, включая схематическое изображение.
	6. Определение внешних факторов, влияющих на протекание лабораторной работы
	7. Знакомство с лабораторным оборудованием.
	8. Определение цены деления шкалы измерительных приборов и их класса точности.
	9. Проверка состояния лабораторного оборудования до начала эксперимента (положение стрелок приборов на нулевых значениях).
	10. Составление плана выполнения лабораторной работы
Технологическая фаза	1. Оформление конспекта теоретического материала, необходимого для проведения лабораторной работы.
	2. Формулирование и запись этапов выполнения лабораторной работы.
	3. Выполнение лабораторной работы согласно плану
	4. Построение графиков в программе Origin по полученным экспериментальным результатам.
	5. Нахождение необходимых величин по построенным графикам.
	6. Сравнение полученных результатов с табличными данными.
	7. Объяснение полученных по результатам лабораторной работы функциональных зависимостей.
	8. Оформление отчета по лабораторной работе
Рефлексивная фаза	1. Выставление студентом результатов лабораторной работы в систему Moodle для дополнительной проверки и оценки преподавателем.
	2. Успешная защита лабораторной работы студентом через тестирование в системе Moodle

В качестве примера рассмотрим подготовку, выполнение и отчет студента по лабораторной работе «Измерение коэффициента линейного расширения при тепловом расширении». Описание лабораторной установки подробно рассмотрено в работе [6]. Рабочую тетрадь студент заполняет самостоятельно.

Цель исследования: измерить коэффициент линейного расширения алюминиевого стержня.

Гипотеза исследования: если любое твердое тело нагревать в диапазоне температур до 100 °С, то размеры тела меняются в соответствии с законом линейного расширения.

Задачи исследования:

- 1) исследовать удлинение алюминиевого стержня от комнатной температуры до 100 °С через каждые 5 °С;
- 2) построить график зависимости линейного удлинения δL от изменения температуры δt ;
- 3) аппроксимировав график, определить значение α для алюминиевого стержня.

Лабораторная установка

Установка для исследования теплового линейного расширения твердых тел схематически показана на рисунке 1.

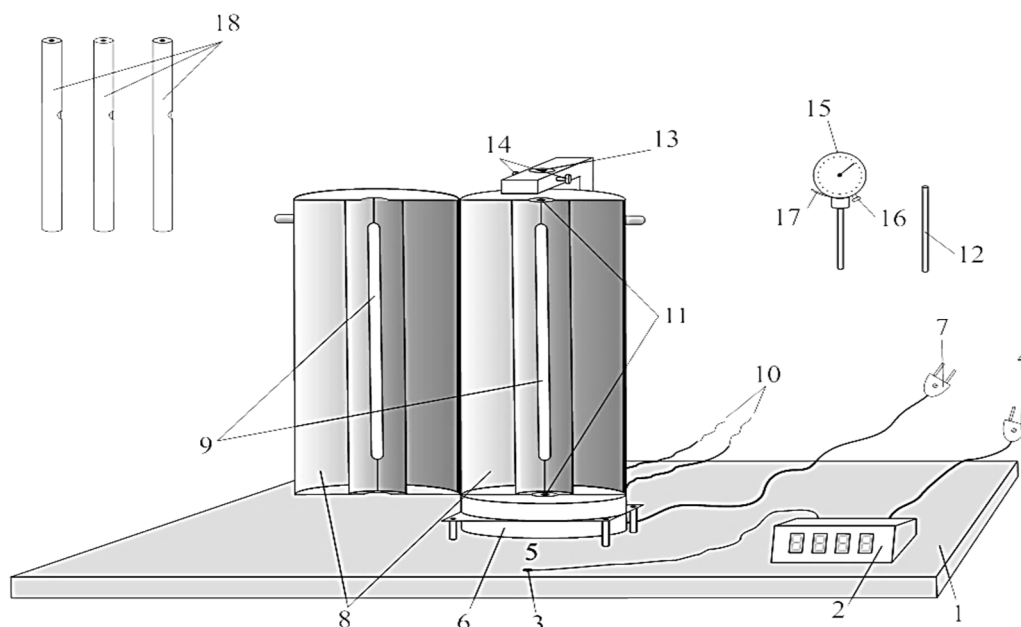


Рис. 1. Лабораторная установка. Установка содержит такие основные элементы, как: 1 – основание, 2 – цифровой термометр, 3 – датчик температуры, 5 – установка для измерения коэффициента линейного расширения, 6 – вентилятор, 8 – два полуцилиндра для теплоизоляции от внешней среды, 9 – мощные лампы накаливания, 15 – микрометр, 18 – образец с отверстием для датчика температуры /

Fig. 1. Laboratory installation. The installation contains such basic elements as: 1 – base, 2 - digital thermometer, 3 – temperature sensor, 5 – linear expansion coefficient measuring device, 6 – fan, 8 – two semi-cylinders for thermal insulation from the external environment, 9 – powerful incandescent lamps, 15 – micrometer, 18 – sample with hole for temperature sensor

Факторы, влияющие на протекание лабораторной работы: во время выполнения лабораторной работы важно помнить, что повышать и понижать напряжение с помощью автотрансформатора нужно плавно и равномерно. Для ускорения процесса охлаждения установки необходимо воспользоваться встроенным вентилятором.

Этапы выполнения лабораторной работы

1. Провести измерения зависимости линейного удлинения алюминиевого стержня от ком-

натной температуры до 100 °С с шагом 5 °С, при этом постепенно прибавляя напряжение на ЛАТРе (как правило, до 70 В). При достижении температуры образца 100 °С убавьте напряжение до нуля.

Цена деления микрометра $2 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Длина алюминиевого стержня при комнатной температуре $l_0 = 33,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

Начальные показания микрометра $L_0 = 0 \text{ м}$.

Начальная температура $t_0 = 22 \text{ °С}$.

Таблица 2 / Table 2

Результаты исследования / Results of the study

№	$L, \cdot 10^{-6} \text{ м}$	$\delta L = L - L_0, \cdot 10^{-6} \text{ м}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$\delta t = t - t_0, \text{ }^\circ\text{C}$
1	56	56	27	5
2	90	90	32	10
3	132	132	37	15
4	168	168	42	20
5	204	204	47	25
6	244	244	52	30
7	276	276	57	35
8	310	310	62	40
9	346	346	67	45
10	376	376	72	50
11	410	410	77	55
12	446	446	82	60
13	480	480	87	65
14	512	512	92	70
15	534	534	97	75

2. Построить график зависимости линейного удлинения δL от изменения температуры δt . Аппроксимировать график уравнением вида $\alpha = \frac{\delta L}{l_0 \delta t}$, определить значение α по графику.

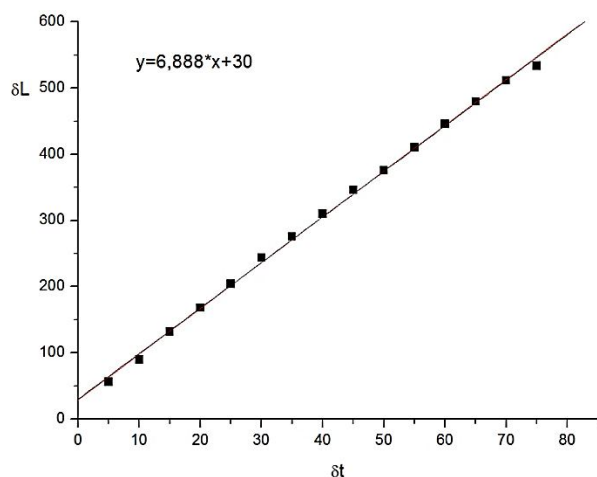


Рис. 2. Линейная зависимость $\delta L(\delta t)$ /
Fig. 2. Linear dependence $\delta L(\delta t)$

3. Записать и сравнить значения α :

$$\alpha_{\text{график}} = 20,4 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{\text{справочник}} = 23,8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Таким образом, рабочая тетрадь, которую студент заполняет при подготовке и выполнении лабораторной работы по молекулярной физике, позволяет отразить компоненты научного метода исследования при выполнении физического эксперимента. Доля самостоятельной работы возрастает, студенты ставят цель и задачи лабораторного эксперимента как физического исследования, формулируют гипотезу, планируют последовательность выполнения работы и анализа ее результатов, что настраивает студентов на ответственную подготовку к занятиям. Это, в свою очередь, должно привести к освоению методов научного познания физических явлений, приобретению умений и навыков их практического использования.

Литература

1. Белянин В. А. Методическая система формирования исследовательской компетенции будущего учителя при изучении физики. Теоретический аспект: монография. М.: МПГУ, 2011. 224 с.
2. Белянин В. А. Методическая система формирования исследовательской компетенции будущего учителя при изучении физики. Практический аспект: монография / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2013. 187 с.
3. Белянин В. А. Методологические особенности научного исследования эмпирического уровня // Физика и ее преподавание в школе и в вузе. X Емельяновские чтения: материалы Всерос. научн.-практ. конф. / Мар. гос. ун-т; под ред. В. А. Белянина. Йошкар-Ола, 2012. С. 13–19.
4. Белянин В. А., Жарков А. М. Подготовка будущего учителя физики к постановке физического практикума в школе // Физическое образование: проблемы и перспективы развития: материалы 9-й Междунар. научно-методич. конф., Ч. 1. М.; Рязань: МПГУ, 2010. С. 192–197.
5. Белянин В. А., Кузнецова А. В., Майба Н. С. Использование электронных цифровых весов в лабораторном практикуме по механике и молекулярной физике // Физика и ее преподавание в школе и в вузе. XV Емельяновские чтения: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. / Мар. гос. ун-т; под ред.: В. А. Белянина, Н. Л. Курилевой. Йошкар-Ола, 2017. 251 с.
6. Кузнецова А. В., Белянин В. А. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом сферических поверхностей // Современный физический практикум: сб. тезисов докладов XIV Междунар. учебно-методич. конф. М.: Издательский дом МФО, 2016. 294 с.
7. Кузнецова А. В., Белянин В. А. Лабораторная установка «измерение коэффициента линейного расширения твердых тел» с печью инфракрасного нагрева // Проблемы и перспективы информатизации физико-математического образования: материалы Всероссийской научно-практ. конф., г. Елабуга, 14 ноября 2016 г. / ред. колл.: Ф. М. Сабирова (отв. ред.) и др. Елабуга: ЕИ КФУ. 2016. С. 322–327.
8. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология. М.: ИНИЕРГ, 2007. 668 с.

9. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология научного исследования. М.: Либроком, 2009. 280 с.

10. Новиков А. М. Методология учебной деятельности. М.: Эгвес, 2005. 176 с.

References

1. Belyanin V. A. Metodicheskaya sistema formirovaniya issledovatel'skoi kompetentsii budushchego uchitelya pri izuchenii fiziki. Teoreticheskii aspekt: monografiya [Methodical system for the formation of the research competence of the future teacher in the study of physics. Theoretical aspect]. Moscow: MPGU, 2011, 224 p. (In Russ.)

2. Belyanin V. A. Metodicheskaya sistema formirovaniya issledovatel'skoi kompetentsii budushchego uchitelya pri izuchenii fiziki. Prakticheskii aspekt: monografiya [Methodical system for the formation of the research competence of the future teacher in the study of physics. Practical aspect]. Mar. gos. un-t, Ioshkar-Ola, 2013, 187 p. (In Russ.)

3. Belyanin V. A. Metodologicheskie osobennosti nauchnogo issledovaniya empiricheskogo urovnya [Methodological features of scientific research of the empirical level]. *Fizika i ee prepodavanie v shkole i v vuze. X Emel'yanovskie chteniya: materialy Vserossiiskoi nauchn.-prakt. konf.* = Physics and its teaching in school and in high school. Xth Emel'yanov readings: materials of All-Russian scientific-practical conference, Mar. gos. un-t, ed. by V. A. Belyanina. Ioshkar-Ola, 2012, pp. 13–19. (In Russ.)

4. Belyanin V. A., Zharkov A. M. Podgotovka budushchego uchitelya fiziki k postanovke fizicheskogo praktikuma v shkole [Training of the future teacher of physics for setting up a physical practical work in school]. *Fizicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya: materialy 9-i Mezhdunar. nauchno-metodich. konf., Ch. 1.* = Proceedings of the 9th International scientific and methodical conference "Physical education: problems and prospects for development", Part. 1, Moscow; Ryazan': MPGU, 2010, pp. 192–197. (In Russ.)

5. Belyanin V. A., Kuznetsova A. V., Maiba N. S. Ispol'zovanie elektronnykh tsifrovyykh vesov v laboratornom praktikume po mekhanike i molekulyarnoi fizike [Use of electronic digital scales

in laboratory practical work on mechanics and molecular physics]. *Fizika i ee prepodavanie v shkole i v vuze. XV Emel'yanovskie chteniya: materialy Vserossiiskoi nauchn.-praktich. konf.* = Physics and its teaching in school and university. XVth Emel'yanov readings: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Mar. gos. un-t; ed. by: V. A. Belyanina, N. L. Kurilevoi, Ioshkar-Ola, 2017, 251 p. (In Russ.)

6. Kuznetsova A. V., Belyanin V. A. Opredelenie koeffitsienta poverkhnostnogo natyazheniya zhidkosti metodom sfericheskikh poverkhnostei [Determination of the coefficient of surface tension of a liquid by the method of spherical surfaces]. *Sovremenniy fizicheskii praktikum: sb. tezisov dokladov XIV Mezhdunar. uchebno-metodich. konf.* = Modern physical practicum: collected theses of the reports of the XIVth International educational-methodical conference, Moscow: Izdatel'skii dom MFO, 2016, 294 p. (In Russ.)

7. Kuznetsova A. V., Belyanin V. A. Laboratornaya ustanovka «izmerenie koeffitsienta lineinogo rasshireniya tverdykh tel» s pech'yu infrakrasnogo nagreva [Laboratory installation "measurement of coefficient of linear expansion of solids" with an infrared heating furnace]. *Problemy i perspektivy informatizatsii fiziko-matematicheskogo obrazovaniya: materialy Vserossiiskoi nauchno-praktich. konf., g. Elabuga, 14 noyabrya 2016 g.* = Problems and prospects of informatization of physical and mathematical education: materials of the All-Russian scientific and practical conference, Elabuga, November 14, 2016, ed. by: F. M. Sabirova (otv. red.) and etc. Elabuga: EI KFU, 2016, pp. 322–327. (In Russ.)

8. Novikov A. M., Novikov D. A. Metodologiya [Methodology]. Moscow: INER G, 2007, 668 p. (In Russ.)

9. Novikov A. M., Novikov D. A. Metodologiya nauchnogo issledovaniya [Methodology of scientific research]. Moscow: Librokom, 2009, 280 p. (In Russ.)

10. Novikov A. M. Metodologiya uchebnoi deyatel'nosti [Methodology of educational activity]. Moscow: Egves, 2005, 176 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.12.2017 г.

Submitted 10.12.2017.

Для цитирования: Кузнецова А. В., Кузнецов А. В. Формирование навыков самостоятельной работы студентов при подготовке к выполнению лабораторных работ по молекулярной физике // Вестник Марийского государственного университета. 2018. Т. 12. № 1. С. 49–53.

Citation for an article: Kuznetsova A. V., Kuznetsov A. V. Forming students' independent work skills during preparation for making laboratory works in molecular physics. *Vestnik of the Mari State University*. 2018, vol. 12, no. 1, pp. 49–53.

Кузнецова Анастасия Владимировна, старший преподаватель, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, nastja-kljuzheva@rambler.ru

Кузнецов Алексей Валентинович, аспирант, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, nastja-kljuzheva@rambler.ru

Anastasia V. Kuznetsova, senior lecturer, Mari State University, Yoshkar-Ola, nastja-kljuzheva@rambler.ru

Aleksey V. Kuznetsov, graduate student, Mari State University, Yoshkar-Ola, nastja-kljuzheva@rambler.ru