

УДК 37

DOI: 10.34670/AR.2022.98.65.003

**Практико-ориентированное обучение физике как фактор
повышения качества подготовки обучающихся при изучении
естественнонаучных дисциплин**

Клишкова Наталия Владимировна

Кандидат педагогических наук,
доцент кафедры биологической и медицинской физики,
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова,
94044, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6;
e-mail: n.v.kpn@ya.ru

Новикова Наталия Георгиевна

Кандидат физико-математических наук, доцент,
завкафедрой биологической и медицинской физики,
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова,
94044, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6;
e-mail: nnov2006@yandex.ru

Аннотация

В статье приводится обзор различных активных и интерактивных методов обучения физике, анализируются методики обучения физике в вузах в части, касающейся применения интерактивных методов обучения. Представлен основанный на принципах методологии фундаментальных дисциплин, актуальный концептуальный подход к организации учебной активности обучающихся. Оценивая содержание предлагаемой методики построения практико-ориентированного обучения в контексте методики обучения естественнонаучным дисциплинам в целом и физике в частности, авторы приходят к выводу, что их реализация способствует выработке новых подходов к профессиональным ситуациям, развитию творческих способностей обучаемых, что ведет к повышению мотивации к освоению циклов естественнонаучных дисциплин и значительному повышению качества образования.

Для цитирования в научных исследованиях

Клишкова Н.В., Новикова Н.Г. Практико-ориентированное обучение физики как фактор повышения качества подготовки обучающихся при изучении естественнонаучных дисциплин // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 5А. С. 33-41. DOI: 10.34670/AR.2022.98.65.003

Ключевые слова

Методы обучения физике, интерактивные методы, активные методы, проектное обучения физике.

Введение

Достижение высокого качества подготовки обучающихся в соответствии федеральными государственными образовательными стандартами поколения 3++ возможно при организации процесса обучения с применением современных научных достижений, интерактивных методов обучения, обеспечением индивидуализации образования, личностно-ориентированного обучения [Новикова, Пронина, Клишкова, 2018]. Это предполагает использование предметного материала высокой научной и практической значимости, выявление в процессе его освоения единства фундаментального и прикладного аспекта науки, эвристического потенциала физических знаний.

Основная часть

Реализация практико-ориентированного исследовательского обучения физике представляется в методически согласованном комплексе теоретических и практических занятий.

Остановимся более подробно на каждом типе занятий. Основой теоретической подготовки является лекция, в рамках практико-ориентированного обучения лекции проходят в форме *лекционного исследования*. В качестве примера рассмотрим лекционное исследование по теме «Первое начало термодинамики» [Новикова, Пронина, Клишкова, 2018].

На предваряющем лекцию этапе преподаватель ставит задачу – рассчитать паек военнослужащего, выполняющего тяжелую физическую работу в условиях тропического климата. Обучаемые во внеаудиторное время анализируют лежащие в основе решения проблемы физические понятия, такие как виды работы, совершаемые в организме человека, их энергетическое обеспечение, виды теплообмена организма человека с окружающей средой, «энерготраты организма», «основной обмен», процедуры измерения основного обмена человека и факторы, от которого он зависит, подходя к решению поставленной задачи.

Лекция начинается с краткого обсуждения полученных результатов и формулирования вытекающих из них выводов, которые служат основой для создания проблемной ситуации и постановки проблемы, которая подробно разбирается в ходе лекционного исследования. Такая лекция обязательно становится мультимедийной, включающей видеозаписи натуральных экспериментов, в данном случае – визуализацию прямой и непрямой биокалориметрии. Хорошо структурированный и визуализированный учебный материал может быть представлен в удобном для одномоментного восприятия виде – модули, блоки – логически законченные, связанные между собой «порции» учебного материала.

Обязательной частью завершения лекционного исследования являются поддерживающие лекцию практические и лабораторные занятия, основная цель которых состоит в конкретизации решения физических проблем.

На *проблемных семинарах* обучаемые анализируют возможности технического применения физических эффектов или модельных представлений о них. Основная цель, которую преследуют семинары, состоит в конкретизации решения физико-технических проблем, доведении знаний обучающихся до практической реализации данных в лекциях теоретических основ. В отличие от лекционных занятий, когда студенты непрерывно ведомы преподавателем и возможности самостоятельного добывания ими знаний ограничены форматом занятий, организация проблемных семинаров с необходимостью предполагает информационно-

аналитическую деятельность обучающихся на уровне, отвечающем потребностям реального процесса поиска решения физико-технических проблем, открывает широкие возможности собственной генерации идей, нахождения новых вариантов решения, их аргументированного обоснования и отстаивания.

В общем плане участие в проблемных семинарах при соответствующем их методическом обеспечении способствует формированию у обучающихся информационной, методологической и коммуникационной компетенций, развитию творческого мышления и личностных волевых качеств.

Лабораторный практикум отличается приданием определению возможностей технического использования изучаемого явления статуса обязательного компонента задания; самостоятельностью обучаемых в выборе объекта и предмета экспериментального исследования; представленностью различных решений проблемы в разных учебно-исследовательских заданиях; сочетанием экспериментального решения задач с аналитическим [Долгоруков, www]. Для того чтобы практикум был действенным средством формирования у обучаемых умений и опыта решения прикладных проблем, необходимо выполнение ряда условий. К основным из них мы относим следующие:

- придание определению возможностей технического (приборного) применения полученных результатов статуса обязательного компонента выполнения заданий;
- наличие материально-технического обеспечения возможностей экспериментального изучения физических эффектов, которые могут быть положены в основу принципа действия технических устройств;
- придание деятельности студентов проблемности, включение в нее поисковых элементов – определения физических процессов, определяющих функциональные свойства технического устройства, нахождения необходимых для его создания материалов и технологий;
- активизирующий студентов способ организации учебного процесса;
- представленность и широта спектра различных возможностей решения физико-технических проблем сообразно логике физического образования и науки;
- критически-рефлексивный анализ процесса и результатов деятельности студентами и преподавателем.

Выполнение этих условий в значительной степени обеспечивается использованием разработанной в диссертации методики, которая предполагает:

- построение содержания практикума таким образом, что оно предусматривает возможности выполнения циклов заданий, каждый из которых имеет определенную прикладную направленность;
- востребованность информационно-аналитической деятельности студентов области физики и техники материалов и приборных структур;
- самостоятельный аргументированный выбор студентами объектов экспериментального исследования;
- представленность в ряду объектов исследования материалов и технологий, отвечающих передовым достижениям науки и техники;
- координацию выполнения экспериментальных заданий с решением задач, осуществляемым на основе имеющихся у студентов модельных представлений и позволяющим прогнозировать им новые для них эффекты, расширить проблемное поле

и круг изучаемых объектов;

- осуществление практикума на базе вузов и научных учреждений, обладающих необходимым для его выполнения материально-техническим обеспечением; при необходимости дистанционно – посредством удаленного эксперимента.

Рекомендуемые последовательность и содержание действий студентов и преподавателя в процессе выполнения практикума состоят в следующем. Стартовым является выполнение студентом запланированного, данного в стандартной формулировке, задания, результаты которого представляют интерес в плане приборного применения. Возможности последнего могут быть сразу не выявлены студентами. В этом случае преподаватель оказывает им поддержку в форме постановочной беседы, обсуждая со студентами определенную им заранее составляющую логическую цепочку, вопросы, ответы на которые, в их совокупности, подводят обучающихся к целевым установкам предстоящего цикла. При этом важно, чтобы формулируемые преподавателем вопросы максимально стимулировали познавательную деятельность студентов, а ответы на них могли быть найдены обучающимися на основе имеющихся у них знаний. Как только область применения полученных при выполнении задания результатов определена, преподаватель может рекомендовать студентам для углубленного изучения вопроса соответствующие источники информации. Предпочтение здесь следует отдавать литературе обзорного и монографического характера.

Следующий этап – поиск, отбор и анализ студентами имеющейся информации по проблеме исследования. Основными аспектами, в которых он должен осуществляться, являются значение решения проблемы для науки и социума (актуальность проблематики); критические в плане применения параметры устройства; физические принципы функционирования технических устройств; критерии выбора рабочих материалов и приборных структур.

Результаты работы на этом этапе студенты оформляют в виде краткой аналитической справки, содержание которой является ориентировочной основой последующей деятельности.

Далее на основании сформулированных принципов и критериев студенты выбирают объекты исследования из предоставляемого им набора (магазина) опытных образцов, паспортизированных по своим основным параметрам. Круг выбранных опытных образцов может быть широким, так как они могут распределяться для экспериментального изучения между участниками рабочей группы.

Функции преподавателя на этих этапах – корректировка выводов и решений студентов и расширение имеющихся у них представлений о функциональных возможностях технических устройств и физических эффектах, позволяющих их реализовать. Последнее осуществляется в процессе решения студентами задач, результаты которого позволяют прогнозировать эффекты приборного применения и оценить условия их проявления.

На следующем, соответственно, экспериментальном, этапе студенты привлекают, там, где это возможно, имеющиеся в лаборатории методики, а при необходимости самостоятельно обеспечивают и проводят эксперимент. Результаты последнего соотносятся с запросами практики, на основании чего делаются определенные выводы относительно целесообразности и реалистичности использования наблюдаемых физических эффектов в качестве основы принципа действия технических устройств. Они защищаются в форме отчета по выполнению цикла учебно-исследовательских заданий.

Особо подчеркнем необходимость критически-рефлексивного анализа процесса и результатов выполнения цикла заданий на всех его этапах со стороны как студентов, так и преподавателей. В плане самооценки обучающихся, в первую очередь, речь идет о критической

оценке содержания осваиваемой информации, достаточности аргументации принимаемых решений, методического обеспечения эксперимента, степени новизны, научного и практического значения получаемых результатов, готовности к отстаиванию своей точки зрения и к корректировке решения при наличии аргументированных контрдоводов. В плане самооценки преподавателя – главным образом, уровня выполнения цикла заданий студентами, собственного сотрудничества с ними в процессе поисковой деятельности, сформированности у обучающихся умений решения физико-технических проблем.

Проектно-исследовательскую деятельность студентов, призванную наиболее полно формировать у них умения и опыт решения физико-технических проблем, предложено структурировать в форме последовательного выполнения ряда этапов – постановочного, информационно-аналитического, поисково-исследовательского и опытно-конструкторского, и для каждого из них определены решаемые обучаемыми и преподавателем задачи.

В организационном аспекте принципиально важное значение имеет обеспечение высокого уровня активности и самостоятельности обучающихся на всех этапах проектно-исследовательской деятельности, для чего необходимо:

- рассматривать обучаемого как самостоятельного познающего и действующего субъекта, а саму деятельность – как сферу формирования у него индивидуального стиля мышления и собственных подходов к решению проблем;
- использовать методы и приемы, придающие деятельности личностную значимость для обучающихся;
- создавать условия для самостоятельного принятия курсантом решения проблемы и его практической реализации;
- использовать в качестве критериев оценки результатов деятельности степень активности и самостоятельности курсантов в процессе поиска и реализации решения проблемы.

Отметим особую роль преподавателя в реализации проектно-исследовательской деятельности. Здесь он не источник готовых знаний для обучающихся, а организатор их деятельности, ведущий сотрудник, осуществляющий совместно с курсантами поиск и реализацию решения проблемы. Акцент переносится, таким образом, с обучающей педагогической деятельности на самостоятельную теоретическую и практическую деятельность обучающегося как полноправного субъекта образовательного процесса, развитие его личности, формирование необходимых компетентностей посредством приобретения предметного опыта продуктивной целенаправленной деятельности. Основная функция преподавателя при этом состоит в активизации самостоятельной деятельности курсантов, создании условий для развития их познавательных возможностей и умений практико-ориентированной исследовательской деятельности. Эта функция может быть реализована при условии использования преподавателем форм и методов организации деятельности, позволяющих раскрыть и повысить личностный творческий потенциал обучающихся, создавать атмосферу их заинтересованности в достижении результата, стимулировать к разработке собственных решений; оценки деятельности курсантов не только по конечному результату, но и процессу его достижения. Подчеркнем, что при наличии различных, предлагаемых самими курсантами вариантов решения проблемы преподаватель должен быть готовым к тому, что какой-либо из них окажется лучше заранее им продуманного, и, соответственно, к корректировке, а при необходимости – перестройке всего первоначального плана действий [Клишкова, 2014].

Задачи, решаемые обучаемыми и преподавателем (содержание их деятельности) на различных этапах, представлены в таблице 1 [Клишкова, 2011].

Таблица 1 – Задачи, решаемые обучаемыми и преподавателем

№ этапа	Этапы проектно-исследовательской деятельности	Задачи, решаемые курсантами	Задачи, решаемые преподавателем
1	Постановочный	Выбор темы проекта. Определение физического содержания и отвечающее ему формулирование проблемы. Формирование рабочей группы	Отбор тематики и представление ее обучающимся. Направляющее участие в обсуждении физического содержания проблемы. Корректировка состава рабочей группы
2	Информационно-аналитический	Сбор и анализ информации по решению проблем данного класса. Разработка конкретного подхода к решению проблемы. Стратификация проблемы на задачи, распределение их между участниками рабочей группы	Рекомендация источников информации. Формулирование и представление обучающимся задач, способствующих определению подхода к решению проблемы. Корректирование распределения обязанностей в рабочей группе
3	Поисково-исследовательский	Выбор и реализация методов исследования. Выполнение экспериментальных и теоретических исследований, направленных на установление закономерностей и механизмов формирования функциональных свойств проектируемого устройства. Формулирование и обоснование решения	Оказание помощи курсантам в методическом обеспечении исследований. Обсуждение полученных результатов исследования. Участие в обсуждении и корректировка предлагаемых решений
4	Опытно-конструкторский	Практическая реализация предлагаемого решения, например, в форме макета проектируемого устройства. Критическая оценка полученных результатов и процесса их достижения. Представление (защита) результатов работы	Оказание курсантам помощи в практической реализации принятого решения. Организация экспертизы результатов решения. Организация презентации результатов практико-ориентированной исследовательской деятельности

Заключение

Оценивая содержание предлагаемой методики построения практико-ориентированного обучения в контексте методики обучения естественнонаучным дисциплинам в целом и физике в частности, отметим, что их реализация способствует выработке новых подходов к профессиональным ситуациям, развитию творческих способностей обучаемых, что непременно ведет к повышению мотивации к освоению циклов естественнонаучных дисциплин и значительному повышению качества образования.

Библиография

1. Бордовская Н.В. (ред.) Современные образовательные технологии. 2-е изд., стер. М.: Кнорус, 2011. 432 с.
2. Долгоруков А.Н. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения // Сайт Национальный институт «Высшая школа управления». URL: <http://www.vshu.ru/lections.php>.
3. Клестова Н.И., Деркач Г.В. Реализация проблемного обучения через применение кейс-метода // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке». Тамбов, 2013. С. 60-62.
4. Клишкова Н.В. Методы повышения мотивации обучения физики в медицинском вузе // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Современное общество, образование и наука». Тамбов, 2014. С. 63-64.
5. Клишкова Н.В. Формирование у студентов умений и опыта решения физико-технических проблем в процессе обучения физике: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2011. 17 с.
6. Кузьмин К.И. Проблемное обучение и элементы ТРИЗ в физическом образовании // Тезисы докладов «Физическое образование в XXI веке: съезд российских физиков-преподавателей». М.: МГУ, 2000.
7. Курвина А.В., Янюшкина Г.М. Современные образовательные технологии в практике обучения физике студентов-заочников железнодорожных специальностей // Письма в Эмиссия.Оффлайн (TheEmissia.OfflineLetters): электронный научный журнал. Art. 1553. СПб., 2011. URL: <http://www.emissia.org/offline/2011/1677.htm>.
8. Масалков И.К., Семина М.В. Стратегия кейс-стади: методология исследования и преподавания. М.: Академический проект; Альма Матер, 2011. 443 с.
9. Новикова Н.Г., Пронина Н.В., Клишкова Н.В. Обзор интерактивных методов обучения физике в медицинском вузе // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2018. № 3(63). С. 219-224.
10. Панина Т.С., Вавилова Л.Н. Современные способы активизации обучения. 4-е изд., стер. М.: Академия, 2008. 176 с.
11. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: активное обучение. М.: Академия, 2009. 192 с.
12. Ремеева А.Н., Матюгина Е.В. Интерактивные методы в обучении физике // Сборник научных статей международной молодежной школы-семинара «Ломоносовские чтения на Алтае». Барнаул, 2013. С. 232-237.
13. Ступина С.Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе. Саратов: Наука, 2009. 52 с.
14. Листик Е.М., Курганова Е.А., Кудрявцева Е.Л., Пашкова О.А. Взаимосвязь эмоционального интеллекта с академической успеваемостью студентов вуза // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). 2022. Т. 7. № 1. С. 106 – 113.
15. Ушаков А.В. Об изучении свойств кривых линий инверсии в педагогическом ВУЗе // Современное педагогическое образование. 2020. № 2. С. 58 – 63.
16. Лебедева М.В., Свитов В.И., Каплан И.М. Физико-химические особенности формирования палладиевых нанокатализаторов на двухкомпонентных мембранах для топливных элементов // Chemical Bulletin. 2021. Т. 4. № 2. С. 58 – 66.
17. Соловьева Н.М., Барахова Д.А. Особенности экологического воспитания обучающихся на уроках физики // Вестник педагогических наук. 2021. № 5. С. 212 – 216.
18. Сабирова Ф.М., Анисимова Т.И. Профессиональное совершенствование учителей физики и математики в рамках XI международного фестиваля школьных учителей в Елабуге // Обзор педагогических исследований. 2021. Т. 3. № 8. С. 11 – 17.

Practice-oriented teaching of physics as a factor in improving the quality of training of students in the study of natural sciences

Nataliya V. Klishkova

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department of biological and medical physics,
Kirov Military Medical Academy,
94044, 6 Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: n.v.kpn@ya.ru

Nataliya G. Novikova

PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of biological and medical physics,
Kirov Military Medical Academy,
94044, 6 Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: nnov2006@yandex.ru

Abstract

The article provides an overview of various active and interactive methods of teaching physics, analyzes the methods of teaching physics in universities in terms of the use of interactive teaching methods. Based on the principles of the methodology of fundamental disciplines, an up-to-date conceptual approach to the organization of educational activity of students is presented. Evaluating the content of the proposed methodology for constructing practice-oriented learning in the context of teaching methods for natural sciences in general and physics in particular, the authors conclude that their implementation contributes to the development of new approaches to professional situations, the development of students' creative abilities, which leads to an increase in motivation to master cycles of natural sciences and a significant improvement in the quality of education.

For citation

Klishkova N.V., Novikova N.G. (2022) Praktiko-orientirovannoe obuchenie fiziki kak faktor povysheniya kachestva podgotovki obuchayushchikhsya pri izuchenii estestvennonauchnykh distsiplin [Practice-oriented teaching of physics as a factor in improving the quality of training of students in the study of natural sciences]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 12 (5A), pp. 33-41. DOI: 10.34670/AR.2022.98.65.003

Keywords

Methods of teaching physics, interactive methods, active methods; project-based teaching of physics.

References

1. Bordovskaya N.V. (ed.) (2011) *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii* [Modern educational technologies], 2nd ed. Moscow: Knorus Publ.
2. Dolgorukov A.N. Metod case-study kak sovremennaya tekhnologiya professional'no-orientirovannogo obucheniya [The case-study method as a modern technology of professionally oriented education]. *Sait Natsional'nyi institut "Vysshaya shkola upravleniya"* [Website of the National Institute "Higher School of Management"]. Available at: <http://www.vshu.ru/lections.php> [Accessed 12/09/2022].
3. Klestova N.I., Derkach G.V. (2013) Realizatsiya problemnogo obucheniya cherez primeneniye keis-metoda [Implementation of problem-based learning through the use of the case method]. In: *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Nauka i obrazovanie v XXI veke"* [Proc. Int. Conf. "Science and Education in the 21st Century"]. Tambov, pp. 60-62.
4. Klishkova N.V. (2011) *Formirovaniye u studentov umenii i opyta resheniya fiziko-tekhnicheskikh problem v protsesse obucheniya fizike. Dokt. Diss.* [Formation of students' skills and experience in solving physical and technical problems in the process of teaching physics. Doct. Diss.]. Saint Petersburg.
5. Klishkova N.V. (2014) Metody povysheniya motivatsii obucheniya fiziki v meditsinskom vuze [Methods for increasing the motivation of teaching physics in a medical university]. In: *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Sovremennoye obshchestvo, obrazovanie i nauka"* [Proc. Int. Conf. "Modern Society, Education and Science"]. Tambov, pp. 63-64.
6. Kurvina A.V., Yanyushkina G.M. (2011) *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii v praktike obucheniya fizike*

- studentov-zaochnikov zheleznodorozhnykh spetsial'nostei [Modern educational technologies in the practice of teaching physics to part-time students of railway specialties]. *Pis'ma v Emissiya. Offlain (TheEmissia.OfflineLetters): elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Letters to TheEmission.OfflineLetters: electronic scientific journal. Art. 1553]. Saint Petersburg. Available at: <http://www.emissia.org/offline/2011/1677.htm> [Accessed 17/09/2022].
7. Kuz'min K.I. (2000) Problemnoe obuchenie i elementy TRIZ v fizicheskom obrazovanii [Problem-Based Learning and TRIZ Elements in Physical Education]. In: *Tezisy dokladov "Fizicheskoe obrazovanie v XXI veke: s"ezd rossiiskikh fizikov-prepodavatelei"* [Abstracts of the reports "Physical Education in the 21st Century: Congress of Russian Physicists-Teachers"]. Moscow: Moscow State University.
 8. Masalkov I.K., Semina M.V. (2011) *Strategiya keis-stadi: metodologiya issledovaniya i prepodavaniya* [Case Study Strategy: Research and Teaching Methodology]. Moscow: Akademicheskii proekt; Al'ma Mater Publ.
 9. Novikova N.G., Pronina N.V., Klishkova N.V. (2018) Obzor interaktivnykh metodov obucheniya fizike v meditsinskom vuze [Review of interactive methods of teaching physics in a medical university]. *Vestnik Rossiiskoi Voennomeditsinskoi akademii* [Bulletin of the Russian Military Medical Academy], 3(63), pp. 219-224.
 10. Panfilova A.P. (2009) *Innovatsionnye pedagogicheskie tekhnologii: aktivnoe obuchenie* [Innovative pedagogical technologies: active learning]. Moscow: Akademiya Publ.
 11. Panina T.S., Vavilova L.N. (2008) *Sovremennye sposoby aktivizatsii obucheniya* [Modern ways of activating learning], 4th ed. Moscow: Akademiya Publ.
 12. Remeeva A.N., Matyugina E.V. (2013) Interaktivnye metody v obuchenii fizike [Interactive methods in teaching physics]. In: *Sbornik nauchnykh statei mezhdunarodnoi molodezhnoi shkoly-seminara "Lomonosovskie chteniya na Altae"* [Proc. Int. Conf. "Lomonosov Readings in Altai"]. Barnaul, pp. 232-237.
 13. Stupina S.B. (2009) *Tekhnologii interaktivnogo obucheniya v vysshei shkole* [Interactive learning technologies in higher education]. Saratov: Nauka Publ.
 14. Listik E.M., Kurganova E.A., Kudryavtseva E.L., Pashkova O.A. Interrelation of emotional intelligence with academic performance of university students // *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2022. Vol. 7. No. 1. pp. 106 – 113.
 15. Ushakov A.V. On the study of the properties of inversion curves in a pedagogical university // *Modern pedagogical education*. 2020. No. 2. pp. 58-63.
 16. Lebedeva M.V., Svitov V.I., Kaplan I.M. Physico-chemical features of the formation of palladium nanocatalysts on two-component membranes for fuel cells // *Chemical Bulletin*. 2021. Vol. 4. No. 2. pp. 58-66.
 17. Solovyova N.M., Barakhova D.A. Features of environmental education of students on physics lessons // *Bulletin of Pedagogical Sciences*. 2021. No. 5. pp. 212 – 216.
 18. Sabirova F.M., Anisimova T.I. Professional improvement of teachers of physics and mathematics in the framework of the XI International Festival of school teachers in Yelabuga // *Review of pedagogical research*. 2021. Vol. 3. No. 8. pp. 11-17.