

DOI 10.23859/1994-0637-2018-1-82-15  
УДК 378.147

© Алексеенко А.В., Алексеенко А.Е., 2018

**Алексеенко Алексей Владимирович**  
Научно-педагогический работник,  
Череповецкое высшее военное инженерное  
училище радиоэлектроники  
(Череповец, Россия)  
E-mail: alexey505@yandex.ru

**Alekseenko Alexey Vladimirovich**  
Scientific and pedagogical worker,  
Cherepovets Higher Military Engineering School  
of Radio Electronics  
(Cherepovets, Russia)  
E-mail: alexey505@yandex.ru

**Алексеенко Алена Евгеньевна**  
Аспирант, Череповецкий  
государственный университет  
(Череповец, Россия)  
E-mail: alcharm@mail.ru

**Alekseenko Alyona Evgenyevna**  
Post-graduate student,  
Cherepovets State University  
(Cherepovets, Russia)  
E-mail: alcharm@mail.ru

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

## PEDAGOGICAL CONDITIONS OF OP- TIMIZATION OF TEACHING PHYSICS TO FUTURE ENGINEERS

---

**Аннотация.** Статья посвящена вопросу оптимизации процесса обучения физике будущих инженеров. Авторами уточнены цели и задачи курса физики; обоснована значимость дисциплины в системе подготовки специалистов инженерного профиля; проведен анализ работ в области, касающейся вопроса совершенствования преподавания физики в высшей инженерной школе. Авторами предложено использовать системный подход к оптимизации процесса обучения физике, который позволит организовать его наиболее качественным образом с целью формирования профессионально компетентного, конкурентоспособного специалиста.

**Abstract.** The article is focused on optimization of teaching physics to future engineers. The authors have refined the goals and objectives of physical science in the future engineer training; justified the importance of the subject; authors analyzed the works, regarding the issue of improving teaching physics in higher engineering school. The authors propose to use a system approach to optimization of teaching physics that allows to organize it properly to form professionally competent, competitive specialist.

**Ключевые слова:** оптимизация обучения, курс физики, системный подход

**Keywords:** training optimization, physics course, system approach

---

### Введение

В современных условиях существует реальная потребность в профессионально компетентных, социально активных и конкурентоспособных специалистах, способных эффективно вести инженерные разработки на междисциплинарном уровне, за короткий срок освоить передовые технологии и умеющих прогнозировать последствия своей деятельности. От инженеров требуется не просто знание отдельной отрас-

ли науки, а овладение целостной системой фундаментальных и профессиональных знаний и умений для решения сложных технических и технологических проблем.

Это означает, что подготовка таких специалистов в высшей инженерно-технической школе должна быть построена на основе единства фундаментальности и профессиональной направленности.

### Основная часть

Прежде всего, уточним, что термин «фундаментальный» в русском языке имеет несколько смысловых значений: большой, прочный; основательный, глубокий; основной, главный [20] и очень часто употребляется в составе таких понятий, как «фундаментальная наука», «фундаментальная подготовка», «фундаментальные дисциплины» и др.

Под фундаментальной наукой понимают теоретические изыскания и экспериментальные исследования в самых разных сферах научной деятельности. Ее целью является выявление наиболее общих закономерностей, свойственных явлениям действительности. Фундаментальная наука ответственна за выработку принципов как естественнонаучных, так и гуманитарных дисциплин. В ее рамках разрабатываются базовые теоретические концепции, которые становятся фундаментом для прикладных исследований.

Фундаментальные дисциплины – основные, главные для специалиста конкретного профиля, составляющие фундамент его специальности [9].

Фундаментальные знания – это стержневые, системообразующие, методологически значимые представления, восходящие к истокам понимания, к первичным сущностям [26].

Несмотря на то, что фундаментальная составляющая инженерно-технического образования должна включать математические и естественнонаучные, общетехнические и гуманитарные, а также специальные знания о передовых инженерных разработках в профессиональной сфере. Фундаментальность подготовки инженеров прежде всего состоит в должном уровне владения математическим аппаратом и физическими представлениями, основанными на знании и понимании основных законов физики и наличии предметных ассоциаций, связанных со знакомством с конкретными техническими устройствами и системами [15]. Вот почему должное значение при подготовке специалистов инженерного профиля должно придаваться математическому и естественнонаучному циклу, представленному курсами высшей математики, физики и др. Зачастую для так называемых выпускающих кафедр данные дисциплины воспринимаются как вспомогательные, в связи с чем высказываются предложения сократить число часов, отводимое на них, ограничиться изучением специальных дисциплин, и тем самым придать образовательному процессу узкую профессиональную и практическую направленность.

Заметим, однако, что именно изучение дисциплин математического и естественнонаучного цикла развивает логическое и абстрактное мышление, прогностические, критические, аналитические способности обучающихся, расширяет их эрудицию, оказывает существенное влияние на формирование научного мировоззрения будущих инженеров.

Цель данной статьи – выявить педагогические условия оптимизации процесса обучения физике для обеспечения фундаментальности естественнонаучной подготовки будущего инженера как детерминанты развития его профессиональной компетентности и конкурентоспособности в современных условиях.

По Ю.К. Бабанскому под оптимизацией процесса обучения будем понимать такое управление, которое организовано на основе всестороннего учета закономерностей

стей, принципов обучения, современных форм и методов обучения, а также особенностей данной системы, ее внутренних и внешних условий с целью достижения наиболее эффективного (в пределе оптимального) функционирования процесса с точки зрения заданных критериев [3].

Еще в 1951 г. А.Ф. Иоффе резко критиковал подход к преподаванию физики в высшей технической школе «только как общеобразовательного предмета, расширяющего кругозор будущего инженера... Физика – резервуар, откуда черпают новые технические идеи, – и новая технология. На определенной стадии своего развития физические исследования перерастают в крупнейшие достижения техники» [Цит. по: 8, с. 118]. С.И. Вавилов отмечал, что «современную технику в ее наиболее эффективной и важной части с полным правом можно назвать практическим воплощением результатов физики (механики, электротехники, теплотехники, светотехники и т.д.)».

Физика – не просто общеобразовательная дисциплина, знания, сформированные у обучающихся в рамках этого предмета, составляют теоретический базис общепрофессиональных и специальных дисциплин, позволяют последним быть успешными в любой отрасли современной техники. Кроме того, физика играет определяющую методологическую и мировоззренческую роль для подготовки технического специалиста практически любого профиля. Физика направлена на обобщение и систематизацию физических знаний и создание у обучающихся целостных представлений не только о физической картине мира, но и о своей будущей деятельности и тех знаниях, умениях, навыках и способностях, которые необходимы для успешного овладения будущей профессией и для выполнения профессиональных обязанностей.

Несмотря на дискуссии о необходимости усиления естественнонаучной грамотности инженеров в высшей школе, судьба физики на протяжении последних десятилетий складывается весьма противоречиво. В период с конца 50-х до начала 70-х гг. курс физики в технических вузах составлял 350 аудиторных часов, читался в течение четырех семестров. В настоящее время для большинства технических специальностей курс физики читается в течение двух-трех семестров, при значительном сокращении (практически на 40 %) аудиторных часов по сравнению с 60-ми гг. XX века.

А вместе с тем задача формирования у обучающихся системы знаний, умений исследовательского характера, социально ценных ориентиров на их применение с целью воспроизводства и дальнейшего развития высоких технологий не снимается. Все это требует существенных корректив в содержании и структуре учебного материала курса физики, изменения подходов к обучению с расчетом повышения результативности изучения предмета без увеличения количества учебных часов, с одной стороны, изменения роли курса физики в качественной подготовке специалистов инженерно-технического профиля – с другой.

Переходя к проблеме совершенствования образовательного процесса при изучении физики в условиях модернизации высшего инженерного образования, конкретизируем цели и задачи данного курса в методической системе подготовки инженеров на примере специальности 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

В структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по данной специальности дисциплина «Физика» входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла. Программа курса сформирована таким образом, чтобы дать обучающимся представление об основных разделах физики, показать их глубокую взаимосвязь, познакомить будущих инженеров с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами, достижениями современной науки с учетом требований ОПОП по данной специальности.

Цель курса физики состоит в том, чтобы:

- сформировать у обучающихся основы естественнонаучного мышления, позволяющие им нарисовать современную физическую картину мира;
- сформировать у них умение ориентироваться в потоке научной и технической информации;
- создать базу для изучения последующих профессиональных и специальных дисциплин учебного плана (таких как «Электродинамика и распространение радиоволн», «Оптика», «Электроника, электротехника и схемотехника», «Радиотехнические цепи и сигналы» и др.);
- обеспечить применение положений фундаментальной физики при создании и реализации новых технологий в области радиотехнических устройств и систем;
- привить навыки экспериментальных методов исследования и умение применять их в инженерной практике.

Актуальность изучения физики обучающимися радиотехнического профиля обусловлена необходимостью *знать*:

- основы науки физики: понятия, законы, теории, границы их применимости; области практического применения физических законов, теорий и явлений в радиотехнике, радиосвязи, электронике, военной технике;
- физическую сущность процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем;
- современную учебную (или научную) аппаратуру; физические принципы действия радиолокационных средств, лазеров, оптических, полупроводниковых и других приборов;
- способы измерения координат и параметров движения объектов;

*уметь*:

- применять законы физики для расчета параметров в задачах радиотехнической направленности;
- пользоваться техническими средствами измерений, читать схемы, составлять простейшие электрические цепи по предложенной схеме, проводить измерения различных физических характеристик, включая оценку погрешностей (неточностей) измерений;
- наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы, оформлять результаты исследования при проведении эксперимента;
- приобретать и использовать в своей профессиональной деятельности новые естественнонаучные знания (на основе знаний, полученных ранее);

*владеть*:

- навыками практического применения усвоенного содержания курса физики при изучении профессиональных и специальных дисциплин, а также в своей будущей профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Физика» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по данной специальности [24] выпускник должен обладать совокупностью общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (или частью компетенций).

Важными для будущей инженерной деятельности являются: способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения (ОК-9); способность использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современ-

ные образовательные и информационные технологии (ОПК-2); способность осваивать работу на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники, владение основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-9); способность составлять обзоры результатов проводимых исследований (ПК-16).

Способами реализации поставленной цели – привития системы общепрофессиональных и профессиональных компетенций при изучении курса физики наряду с развитием профессионально значимых личностных качеств обучающихся – должны стать эффективные методы, формы обучения, а также тщательный отбор содержания курса физики.

С целью изучения опыта формирования совокупности компетенций и личностных качеств (профессиональной компетентности) будущих специалистов инженерно-технического профиля в процессе изучения физики был проведен анализ исследований по этой проблематике за последние годы.

Отдельным аспектам совершенствования преподавания физики в высшей инженерной школе посвящены работы А.А. Черновой [28], В.И. Попкова [23]; вопрос методики преподавания курса физики в техническом университете затрагивает работа А.М. Лидер, Е.А. Складовой, Л.И. Семкиной [13]; в исследовании Е.В. Савченко представлено учебно-методическое обеспечение по курсу общей физики в качестве средства подготовки инженеров к профессиональной деятельности [25] и др.

К числу разработок, касающихся проблемы формирования профессиональной компетентности (набора компетенций) будущих инженеров при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла, можно отнести [7], [18], [19], [21], [22], средствами высокотехнологической образовательной среды – [5], [17], [27]; среди них отдельно можно выделить работы Ж.Г. Калеевой [10]–[12], в которых автором выявлены некоторые педагогические условия и технологии формирования профессиональной компетентности будущих инженеров в процессе изучения физики.

Авторы отмечают, что сегодняшнее состояние системы подготовки инженерных кадров, в том числе и радиотехнического профиля, характеризуется рядом негативных факторов, связанных с процессом обучения физике, что, в свою очередь, влияет на процесс развития компетенций у обучающихся. К их числу можно отнести следующие.

Во-первых, поскольку физика относится к числу непрофилирующих дисциплин, у обучающихся отсутствует понимание роли физических знаний, их важности в будущей профессиональной деятельности в качестве инженеров. Это обстоятельство дополняется тем фактом, что зачастую учебная программа по физике для технических вузов не соответствует профилю конкретной специальности и сильно отстает по содержанию от современного состояния физических наук и их технических приложений [1]. Все это приводит к отсутствию необходимых стимулов к изучению физики у обучающихся, привычки самостоятельно и непрерывно расширять свой научный кругозор, повышать естественнонаучную грамотность.

Во-вторых, во многих технических университетах до сих пор сокращается число аудиторных часов, отводимых на изучение дисциплины, при условии, что объем учебного материала при этом увеличивается.

В-третьих, несмотря на то, что целевым образом вкладываются деньги в развитие материальной базы отдельных инженерных факультетов российских вузов, в большинстве же их лабораторная база все так же остается слабо развитой, при этом наблюдается большой отрыв ее от конкретных технических задач сегодняшнего дня.

В-четвертых, актуальной проблемой остается совершенствование традиционных методов обучения, способов организации образовательного процесса, которые были бы ориентированы на качественное усвоение учебного материала обучающимися, на развитие у последних особого менталитета, в частности, формирования научного стиля мышления, умения самостоятельно решать нестандартные задачи.

Обобщая вышесказанное можно заключить, что в настоящее время недостаточно разработана методическая система обучения физике, ориентированная на эффективное формирование профессиональной компетентности будущих инженеров. Существует необходимость в обновлении содержания, методов, средств и форм организации учебного процесса по физике, а также в поиске путей его оптимизации, которые представляется целесообразным рассматривать с позиции системного подхода.

Под системным подходом будем понимать методологическое направление в науке, в основе которого лежит специфическое понимание объекта как целостной системы [4].

Концепцию оптимизации процесса обучения физике предлагается рассматривать как целостную систему, включающую в себя взаимосвязанные элементы (цель, задачи, содержание, участников образовательного процесса, формы организации их взаимодействия, технологии реализации учебного процесса и др.) и предполагающую следующую последовательность этапов [2]:

1) Подготовительный: на этом этапе выделяется объект исследования – процесс обучения физике, обозначается его цель как осознанный образ планируемого результата; выделяются его структура, основные элементы, устанавливаются связи между ними; определяются все заинтересованные стороны, участники процесса; прогнозируется деятельность по осуществлению этого процесса; учитываются факторы, оказывающие непосредственное влияние на этот процесс (очевидно, что наибольший интерес будут представлять те из них, решение которых может дать наибольший положительный эффект в краткосрочной перспективе), ранжируются по значимости, по их влиянию на поставленную цель.

2) Основной: на втором этапе непосредственно происходит определение, разработка и реализация комплекса мероприятий по оптимизации работы системы, и, соответственно, изменению существующей ситуации, сложившейся в процессе обучения физике.

Авторами статьи на основе обобщения опыта отечественных вузов инженерно-технической направленности (О.В. Вдовиченко, Ж.Г. Калеева, В.И. Коломин, Л.В. Масленникова, А.А. Червова и др.) и положений ОПОП по вышеназванной специальности был сделан вывод, что содержание и процесс изучения дисциплины «Физика» наиболее полно реализует свою роль на пути развития профессиональной компетентности будущих специалистов инженерно-технического профиля, если учитываются следующие организационно-педагогические условия, непосредственно оптимизирующие процесс обучения:

- а) с точки зрения содержания, учебный материал дисциплины:
  - соответствует современному уровню развития науки, техники, технологии;
  - представляет собой последовательное, структурированное, логически завершенное изложение курса физики, включающее все формы организации занятий, нацеленное на формирование целостной естественнонаучной картины мира;
  - адаптирован к профилю вуза или специальностей, осуществить которую представляется возможным, например, при осуществлении междисциплинарных исследовательских проектов [6], [14], [16], или за счет включения в курс физики элементов технических дисциплин [1];

б) построена оптимальная система взаимодействия и сотрудничества «обучающийся-педагог», специфика которой заключается не столько в передаче содержания знаний преподавателем и формировании соответствующих им умений и навыков у обучающихся, сколько в превращении учебного процесса в сотворчество, в рамках которого преподаватель и обучающиеся объединены стремлением к познанию истины;

с) усилена научно-исследовательская деятельность по физике, являющаяся важным связующим звеном между теоретическим естественнонаучным знанием, инженерной деятельностью и производством. В такую работу должны быть вовлечены преподаватели, обучающиеся, представители сторонних организаций, выполняемые проекты должны быть максимально приближены к проблемам будущей инженерной деятельности и иметь практическую значимость;

д) используемые в учебном процессе средства педагогической коммуникации (формы, методы, способы обучения), с одной стороны, способствуют усвоению содержания физики (например, интерактивные методы обучения), с другой – содействуют развитию у обучающихся субъектных качеств, актуального современным условиям уровня способностей. К числу последних можно отнести: проблемное обучение, метод проектов, исследовательские методы обучения и др. Обучающиеся не должны быть пассивными слушателями, а творчески, активно и эмоционально участвовать в образовательном процессе;

е) внедряемые информационные технологии используются в качестве учебно-методического сопровождения образовательного процесса, при проведении виртуальных лабораторных работ, в качестве средства диагностики и др.

3) Заключительный этап: окончательное суждение об эффективности предлагаемого подхода к построению оптимального курса физики для технических специальностей можно сделать лишь на основании результатов его практического применения. Поэтому завершающим шагом должна стать апробация представленного подхода, контроль за работой системы, его коррекция.

### Выводы

Подготовка высококвалифицированных инженерных кадров, обладающих достаточным уровнем компетентности в своей области, безусловно, должна опираться на прочный фундамент естественнонаучных знаний. Достижение фундаментальности естественнонаучной подготовки может осуществляться различными средствами, но именно создание учебных курсов, в частности, курса физики, ориентированных на формирование целостных представлений о физической картине мира, становится необходимым условием его эффективности.

Успешность обучения дисциплине в условиях инженерно-технического вуза тесно связана с оптимизацией этого процесса. Системный подход как основа оптимизации процесса обучения физике позволит организовать его наиболее качественным образом, даст возможность своевременного реагирования и корректирования различных его компонентов для достижения главной образовательной цели – формирования профессионально компетентного, конкурентоспособного специалиста.

### Литература

1. Айзензон А.Е. Об интегративных возможностях курса физики в высшем техническом учебном заведении // Преподаватель XXI век. 2015. №2 (1). С. 152–158.
2. Аполов О.Г. Теория систем и системный анализ. Курс лекций. Уфа, 2012. 274 с.
3. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. М., 1977. 256 с.

4. Бакулина М.С. Системный и комплексный подходы: сходство и различие // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2011. С. 168–173.
5. Бетуганова М.Б. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров в среде информационных технологий: дис. ... канд. пед. наук. Карачаевск, 2006. 156 с.
6. Биркун Н.И. Реализация межпредметных связей при изучении общепрофессиональных дисциплин в военном вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Орел, 2007. 23 с.
7. Вдовиченко О.В. Формирование интеллектуальной компетентности будущих военных авиационных инженеров в процессе профессионально направленного изучения физики: дис. ... канд. пед. наук. М., 2014. 251 с.
8. Вернигоров Ю.М., Кудря А.П., Кунаков В.С., Лемешко Г.Ф., Наследников Ю.М. Технологический императив физики в инженерном образовании // Физика в системе современного образования (ФССО–2017): Материалы XIV Международной научной конференции. Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. С. 118–119.
9. Володарская И.А. Взаимосвязь фундаментальных и специальных знаний при подготовке студентов в современной высшей школе // Российский научный журнал. 2010. №1 (14). С. 48–56.
10. Калеева Ж.Г. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности будущих инженеров в процессе изучения физики // Вестник Череповецкого государственного университета. 2011. №3 (32). С. 102–105.
11. Калеева Ж.Г., Земцова В.И. Система формирования профессиональной компетентности будущих инженеров в процессе изучения курса физики // Фундаментальные исследования. 2011. №8 (3). С. 510–514.
12. Калеева Ж.Г. Теоретические основы формирования профессиональной компетентности будущих инженеров в процессе изучения физики: монография. М.: ИНФРА-М, 2014. 261 с.
13. Лидер А.М., Склярова Е.А., Семкина Л.И. Вопросы методики преподавания курса физики в техническом университете // Фундаментальные исследования. 2015. № 2 (4). С. 787–790.
14. Масленникова Л.В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике студентов инженерных вузов: дис. ... д-ра пед. наук. Саранск, 2001. 398 с.
15. Мережин Н.И., Рыжов В.П. Особенности формирования инженерного мышления при подготовке радиоинженеров в современных условиях // Инженерное образование. 2014. №14. С. 234–238.
16. Николаева И.Б. Реализация межпредметных связей курса физики с общепрофессиональными и специальными дисциплинами в военном вузе: дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 1999. 194 с.
17. Новгородцева И.В. Формирование профессионально-коммуникативной компетентности будущих инженеров в вузе: дис. ... канд. пед. наук. Н. Новгород, 2008. 259 с.
18. Овчинникова И.В. Формирование профессиональной компетентности специалистов аэрокосмического профиля в процессе изучения естественнонаучных дисциплин: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Самара, 2009. 22 с.
19. Овчинникова Н.Н. Формирование информационно-профессиональной компетентности будущих инженеров: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2009. 30 с.
20. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М., 2004. С. 840.
21. Плахова В.Г. Математическая компетенция как основа формирования у будущих инженеров профессиональной компетентности // Известия Российского педагогического университета им. А.И. Герцена. 2008. С. 131–136.
22. Половникова Л.Б. Формирование профессиональных компетенций инженера при изучении физики // Современные проблемы науки и образования. 2015. №6. С. 387.
23. Попков В.И. Физика – основа профессиональной подготовки инженера // Вестник Брянского государственного технического университета. 2008. №4 (20). С. 127–133.

24. Приказ Министерства образования и науки РФ от 11.08.2016 №1019 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 11.05.02 Специальные радиотехнические системы (уровень специалитета)».

25. Савченко Е.В. Учебно-методическое обеспечение курса общей физики как средство профессиональной подготовки будущих инженеров // Теория и практика общественного развития. 2015. С. 115–121.

26. Тестов В.А. Различные подходы к понятию фундаментальности образования // Труды СГА. Юриспруденция. Образование. Психология. Экономика. Менеджмент. 2012. С. 76–91.

27. Ушаков Д.В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров средствами высокотехнологической образовательной среды: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2008. 23 с.

28. Червова А.А. Педагогические основы совершенствования преподавания физики в высших военных учебных заведениях: дис. ... д-ра пед. наук. М., 1995. 286 с.

### References

1. Aizencon A.E. Ob integrativnykh vozmozhnostyakh kursa fiziki v vysshem tekhnicheskome uchebnom zavedenii [On the integrative opportunities of the course of physics in high technical educational institutions]. *Prepodavatel' XXI vek* [Teacher XXI century], 2015, no. 2 (1), pp. 152–158.

2. Apolov O.G. *Kurs lektsii "Teoriia sistem i sistemnyi analiz"* [Lecture course "Theory of systems and systems analysis"]. Ufa, 2012. 274 p.

3. Babanskii Iu.K. *Optimizatsiia processa obucheniia* [Optimization of the learning process]. Moscow, 1997. 256 p.

4. Bakulina M.S. Sistemnyi i kompleksnyi podhody: shodstvo i razlichie [System and complex approaches: similarities and distinctions]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University], 2011, pp. 168–173.

5. Betuganova M.B. *Formirovanie professional'noi kompetentnosti budushhih inzhenerov v srede informatsionnykh tekhnologii* [Formation of professional competence of future engineers in the environment of information technology. Dr. dis.]. Karachaevsk, 2006. 156 p.

6. Birkun N.I. *Realizatsiia mezhpredmetnykh svyazei pri izuchenii obshcheprofessional'nykh disciplin v voennom vuze* [Realization of intersubject relationship at studying of disciplines in the military college]. Orel, 2007. 23 p.

7. Vdovichenko O.V. *Formirovanie intellektual'noi kompetentnosti budushhih voennykh avitsionnykh inzhenerov v processe professional'no napravlennoy izucheniia fiziki* [Formation of intellectual competence of future aviation engineers during the process of professionally directed study physics. Dr. dis.]. Moscow, 2014. 251 p.

8. Vernigorov Iu.M., Kudria A.P., Kunakov V.S., Lemesheko G.F., Naslednikov Iu.M. *Tekhnologicheskii imperativ fiziki v inzhenernom obrazovanii* [The technological imperative of physics in engineering education]. *Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniia (FSSO-2017): Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Physics in the system of modern education (PSME-2017): the material of the XIV international scientific conference]. Rostov-on-Don, 2017, pp. 118–119.

9. Volodarskaia I.A. *Vzaimosvyez' fundamental'nykh i spetsial'nykh znaniy pri podgotovke studentov v sovremennoi vysshei shkole* [The correlation between fundamental and special knowledge during preparation of the students at modern higher school]. *Rossiiskii nauchnyi zhurnal* [Russian scientific journal], 2010, no. 1 (14), pp. 48–56.

10. Kaleeva Zh.G. *Pedagogicheskie usloviia formirovaniia professional'noi kompetentnosti budushhih inzhenerov v processe izucheniia fiziki* [Pedagogical conditions of formation competence of future engineers in the course of studying the course of physics]. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Cherepovets State University Bulletin], 2011, no. 3 (32), pp. 102–105.

11. Kaleeva Zh.G., Zemcova V.I. *Sistema formirovaniia professional'noi kompetentnosti budushhih inzhenerov v processe izucheniia kursa fiziki* [System of formation of professional competence of future engineers in the course of studying the course of physics]. *Fundamental'nye issledovaniia* [Fundamental research], 2011, no. 8 (3), pp. 510–514.

12. Kaleeva Zh.G. *Teoreticheskie osnovy formirovaniia professional'noi kompetentnosti budushhih inzhenerov v processe izucheniia fiziki* [Theoretical bases of formation of professional compe-

tence of future engineers in the course of studying of the course of physics: monograph]. Moscow, 2014. 261 p.

13. Lider A.M., Skliarova E.A., Semkina L.I. Voprosy metodiki prepodavaniia kursa fiziki v tehničeskom universitete [Issues of teaching physics at a technical university]. *Fundamental'nye issledovaniia* [Fundamental research], 2015, no. 2 (4), pp. 787–790.

14. Maslennikova L.V. *Vzaimosviaz' fundamental'nosti i professional'noi napravlenosti v podgotovke po fizike studentov inženernykh vuzov* [The relationship of the fundamental and professional orientation in the preparation for physics engineering students of Universities. Dr. dis.]. Saransk, 2001. 398 p.

15. Merezhin N.I., Ryzhov V.P. Osobennosti formirovaniia inženernogo myshleniia pri podgotovke radioinženеров v sovremennykh usloviiah [Features of formation of engineering thinking in the training of radio engineers in modern conditions]. *Inženernoe obrazovanie* [Engineering Education], 2014, no. 14, pp. 234–238.

16. Nikolaeva I.B. *Realizaciia mezhpredmetnykh svyazei kursa fiziki s obshheprofessional'nymi i special'nymi disciplinami v voennom vuze* [Realization of intersubject connections of course of physics with general professional and special disciplines at the military college. Dr. dis.]. Chelyabinsk, 1999. 194 p.

17. Novgorodceva I.V. *Formirovanie professional'no-kommunikativnoi kompetentnosti budushchikh inženеров v vuze* [Formation of professional and communicative competence of future engineers at the University. Dr. dis.]. Nizhny Novgorod, 2008. 259 p.

18. Ovchinnikova I.V. *Formirovanie professional'noi kompetentnosti specialistov ajerokosmicheskogo profil'a v processe izucheniia estestvennonauchnykh discipline* [Formation of professional competence of specialists of the aerospace profile in the process of studying of natural-science disciplines]. Samara, 2009. 22 p.

19. Ovchinnikova N.N. *Formirovanie informacionno-professional'noi kompetentnosti budushchikh inženеров* [Formation of information-professional competence of future engineers]. Chelyabinsk, 2009. 30 p.

20. Ozhegov S.I. *Slovar' russkogo iazyka* [Dictionary of the Russian language]. Moscow, 2004, pp. 840.

21. Plahova V.G. Matematicheskaiia kompetenciia kak osnova formirovaniia u budushchikh inženеров professional'noi kompetentnosti [Mathematical competence as the basis for the formation of future engineers of professional competence]. *Izvestiia Rossiiskogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena* [Izvestia: Herzen University Journal of Humanities and Science], 2008, pp. 131–136.

22. Polovnikova L.B. Formirovanie professional'nykh kompetentcii inženера pri izuchenii fiziki [Formation of professional competences of the engineer in the study of physics]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia* [Modern problems of science and education], 2015, no. 6, pp. 387.

23. Popkov V.I. Fizika – osnova professional'noi podgotovki inženера [Physics – the basis of the professional training of the engineer]. *Vestnik Brianskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta* [Bulletin of Bryansk State Technical University], 2008, no. 4 (20), pp. 127–133.

24. *Prikaz Ministerstva obrazovaniia i nauki RF ot 11.08.2016 № 1019 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniia po special'nosti 11.05.02 Special'nye radiotekhnicheskie sistemy (uroven' specialiteta)"* [The order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation from 8/11/2016 no. 1019 "About the approval of the federal state educational standard of the higher education in 11.05.02 Special radio engineering systems"]].

25. Savchenko E.V. Uchebno-metodicheskoe obespechenie kursa obshhei fiziki kak sredstvo professional'noi podgotovki budushchikh inženеров [Educational methodical support of the general physics course as a means of vocational training of future engineers]. *Teoriia i praktika obshchestvennogo razvitiia* [Theory and practice of social development], 2015, pp. 115–121.

26. Testov V.A. Razlichnye podhody k poniatiiu fundamental'nosti obrazovaniia [Various approaches to the concept of fundamentality of education]. *Trudy SGA. Iurisprudenciia. Obrazovanie. Psihologiya. Ekonomika. Menedzhment* [The works of MHA], 2012, pp. 76–91.

27. Ushakov D.V. *Formirovanie professional'noi kompetentnosti budushhih inzhenerov sredstvami vysokotekhnologicheskoi obrazovatel'noi sredy* [Formation of professional competence of future engineers by means of high-tech educational environment]. Chelyabinsk, 2008. 23 p.

28. Chervova A.A. *Pedagogicheskie osnovy sovershenstvovaniia prepodavaniia fiziki v vysshikh voennykh uchebnykh zavedeniiah* [Pedagogical bases of improvement of teaching physics in the higher military educational institutions. Dr. dis.]. Moscow, 1995. 286 p.

---

*Алексеевко А.В., Алексеевко А.Е.* Педагогические условия оптимизации процесса обучения физике будущих инженеров // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. №1 (82). С. 104–114.

For citation: Alekseenko A.V., Alekseenko A.E. Pedagogical conditions of optimization of teaching physics to future engineers. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2018, no. 1 (82), pp. 104–114.