

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМАХ ПО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ**

**Бакланов И.О., Бирюкова И.П.**

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, e-mail: ipbir95@mail.ru*

В статье рассматривается проблема создания инструментария для диагностики формирования компетенций в рамках естественно-научных дисциплин. Представлена разработанная система методов и средств диагностики в лабораторных практикумах, предназначенная для оперативного управления формированием компетенций со стороны преподавателей и обучающихся. Для текущей диагностики деятельностных компонентов формируемых компетенций предлагается использовать метод анализа продуктов деятельности, наблюдение и дополнительно тесты деятельности, на этапе итоговой диагностики – компетентностно-ориентированные задания. Для диагностики когнитивных компонентов рекомендуется применять традиционные методы оценки знаний и тестирование. Для частичной диагностики мотивационного компонента в лабораторном практикуме целесообразно использовать метод анализа продуктов деятельности и наблюдение. Для диагностики рефлексивной составляющей рекомендовано заполнение обучающимися листов самооценки и комплектование портфолио, а дополнительно – методы беседы и интервью. Для диагностики коммуникативных компетенций предлагается применять метод наблюдения. В целях диагностики компетенций в процессе выполнения лабораторных работ необходимо использование многозадачных и модифицируемых лабораторных установок, а также специализированного компьютерного программного обеспечения. Результаты апробации разработанной системы показывают, что ее применение способствует формированию деятельностных и когнитивных компонентов исследовательских компетенций на более высоких уровнях. Представленную систему диагностики рекомендуется использовать при организации лабораторных практикумов в рамках компетентностного подхода.

Ключевые слова: педагогическая диагностика, исследовательские компетенции, методы диагностики компетенций, естественно-научные дисциплины, лабораторный практикум.

## **COMPETENCES FORMATION DIAGNOSTICS METHODS AND MEANS WITHIN LABORATORY CLASSES IN NATURAL SCIENCE DISCIPLINES**

**Baklanov I.O., Biryukova I.P.**

*Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, e-mail: ipbir95@mail.ru*

The paper deals with the problem of creating tools for diagnosing the competences formation within natural science disciplines. The developed system of diagnostics methods and means within laboratory practicums is designed for operational management of competences formation by teachers and students. Analysis of the activity products, observation and also activity tests are proposed to use for the current diagnostics of the activity components of competences; at the stage of final diagnostics competence-oriented tasks are recommended. Traditional methods of knowledge assessment and tests are recommended to diagnose cognitive components. The method of analyzing the products of activity and observation are advisable to use for partial diagnostics of the motivational component in the laboratory practice. To diagnose the reflexive component, students should fill out self-assessment sheets and complete a portfolio, methods of conversation and interviews are additionally recommended. It is proposed to use the observation method to diagnose communicative competences. In order to diagnose competences in laboratory classes, it is necessary to use multitasking and modifiable laboratory equipment as well as specialized software. The results of testing the developed system show that its application contributes to the formation of activity and cognitive components of research competences at higher levels. The presented diagnostic system is recommended for use while organizing laboratory practicums within the competency-based approach.

Keywords: pedagogical diagnostics, research competence, methods of competence diagnostics, natural science disciplines, laboratory practice.

В условиях реализации требований федеральных государственных образовательных

стандартов высшего образования (ФГОС ВО) имеется насущная необходимость в создании инструментария как итогового оценивания сформированности компетенций выпускников вузов, так и диагностики формирования компетенций в рамках отдельных учебных дисциплин. В частности, лабораторные практикумы по естественно-научным дисциплинам имеют большой потенциал для формирования ряда универсальных и общепрофессиональных компетенций, что обусловлено, в первую очередь, активной деятельностью обучающихся, в процессе которой при должной организации формируются необходимые компетенции. При этом для оценки результативности и эффективности применяемых педагогических технологий, своевременного выявления отклонений от заданных целей и внесения необходимых корректив в учебный процесс необходима разработка соответствующей системы диагностирующих средств. Поэтому в настоящее время осуществляются научные исследования и инновационная деятельность преподавателей с целью разработки методологии и технологий формирования компетенций в лабораторных практикумах. В ряде исследований определяется также соответствующий инструментарий диагностики, представляющий собой как традиционные методы и средства контроля результатов обучения, так и специально разрабатываемые для оценки уровней сформированности компетенций. Тем не менее проблема обоснования их использования и построения системы диагностики формирования компетенций в лабораторных практикумах окончательно еще не решена.

В связи с этим целью представленного в статье исследования является разработка системы методов и средств педагогической диагностики для обеспечения оперативного управления формированием компетенций у обучающихся в лабораторных практикумах по естественно-научным дисциплинам.

### **Материал и методы исследования**

В процессе исследования использовался компетентностный подход при выделении диагностируемых результатов обучения и их структурных компонентов. Так как для диагностики различных составляющих компетенций применяются разные методы и средства, при их отборе нами рассматривались когнитивный, включающий знания предметной области и методологии проведения экспериментальных исследований, деятельностный, характеризующий умения, навыки и опыт репродуктивных и продуктивных видов деятельности в сфере компетенции, мотивационный и рефлексивный компоненты. На различных этапах обучения эти компоненты могут быть сформированы не в полной мере и на разных уровнях. В лабораторных практикумах в первую очередь формируются и оцениваются деятельностный и когнитивный компоненты. Процесс формирования мотивационного и рефлексивного компонентов более медленный и не может

диагностироваться только в рамках одной учебной дисциплины.

Вследствие сложности и многоаспектности проблемы диагностики формирования компетенций использовался системный подход, в соответствии с которым отбирались дополняющие друг друга качественные и количественные методы и средства, в совокупности составившие систему, позволяющую решать задачу адекватной диагностики в условиях лабораторных практикумов. Системообразующим компонентом служила цель диагностики, которая, согласно принципу иерархичности, разбивалась на конкретные диагностируемые подцели. В соответствии с принципом согласованности с внешней средой определялись информационные связи разрабатываемой системы диагностики с надсистемой, представляющей собой в нашем случае общую систему оценивания и мониторинга формирования компетенций в образовательной организации.

Были задействованы также методы анализа научно-методической литературы и обобщения опыта применения различных диагностических методов и средств, используемых в современной высшей школе для определения уровней сформированности компетенций у обучающихся и выпускников.

Для оценки влияния разработанной системы методов и средств диагностики на процесс формирования компетенций данная система применялась при проведении лабораторного практикума по физике в Военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». Сравнение уровней сформированности компетенций в экспериментальной (n=53) и контрольной (n=52) группах проводилось по результатам выполнения компетентностно-ориентированного задания, которое предполагало проведение экспериментального исследования профессиональной направленности. По результатам выполнения задания определялись уровни сформированности деятельностного и когнитивного компонентов компетенции «Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных» (ОПК-И). Пороговый уровень предполагал способность самостоятельно выполнить отдельные этапы исследования: спланировать и провести эксперимент по готовой методике, обработать, наглядно представить и проанализировать результаты, сформулировать выводы, оформить отчет, сделать сообщение по результатам эксперимента. Базовый уровень соответствовал знанию методологии экспериментального исследования и способности выполнить целостный эксперимент по поставленной задаче с выбором известных методик. Высокий уровень предполагал самостоятельное проведение целостного экспериментального исследования, демонстрирующее способность к целеполаганию, моделированию, выдвижению гипотез, разработке или обоснованному выбору методики эксперимента и

подходящего оборудования, оценке качества проведенного исследования.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ научно-методических публикаций показывает, что в настоящее время разрабатываются и внедряются в учебный процесс как качественные, основанные на компетентности преподавателей, так и количественные, применяющие положения теории педагогических измерений и квалиметрии методы оценивания компетенций обучающихся и выпускников. Многими исследователями проблемы оценивания качества образования наиболее объективным и информативным считается метод групповых экспертных оценок [1; 2]. В качестве средства, обосновывающего сформированность компетенций выпускника, предлагается портфолио [3; 4]. Для мониторинга процесса формирования компетенций в течение всего периода обучения в вузе рекомендуется использовать междисциплинарные компетентностно-ориентированные задания по модулям дисциплин и периодические диагностические срезы с использованием междисциплинарного тестирования учебных достижений [5] и тестов учебной деятельности [6], для диагностики мотивационной и ценностно-ориентационной сфер личности, профессионально значимых личностных качеств – личностные опросники и психодиагностические проективные методики [1]. Многими учеными раскрывается большой потенциал для формирования и оценивания компетенций таких активных методов обучения, как кейсы, деловые игры и метод проектов [7]. Для формирования и диагностики рефлексивной составляющей компетенций используются технологические карты самооценивания достижений [5]. В лабораторных практикумах по естественно-научным дисциплинам для диагностики формирования компетенций предлагается использовать наблюдение, тестирование, компетентностно-ориентированные задания, обсуждение результатов работ, устный опрос [8; 9]. Но проблема построения системы методов и средств и обоснования их применения с учетом специфики диагностики формирования компетенций в лабораторных практикумах не решена.

В целях разработки функциональной и реализуемой системы диагностики нами выделены основные методы и средства, позволяющие получить объективную и достаточно полную картину формирования компетенций для управления этим процессом как со стороны преподавателя, так и со стороны обучающегося.

Для диагностики формирования деятельностных компонентов исследовательских компетенций, а также способности к письменной коммуникации в научно-исследовательской деятельности предлагается использовать анализ письменных отчетов о выполнении лабораторных работ. Высокая информативность этого метода для диагностики компетенций заключается в том, что компетенции проявляются в деятельности и отражаются в качестве ее продукта. Поэтому письменный отчет о проделанном эксперименте является объективным

подтверждением способности обучающегося достигать целей, анализировать и описывать ход исследования и полученные результаты.

При проверке отчетов оценивается сложность и разносторонность выполненного исследования, учитывается наличие компонентов исследования, проведенных по инициативе обучающегося, самостоятельность в постановке задач. В структуре отчета выделяются следующие составляющие, которые будут рассматриваться как индикаторы: цели и задачи исследования, гипотезы, проверяемые экспериментально; теоретические сведения; описание методики эксперимента и лабораторной установки; таблица результатов измерений; обработка и наглядное представление результатов эксперимента; выводы. По каждому пункту выставляются баллы при условии его самостоятельного выполнения.

Компетенции предполагают способности будущего специалиста мобилизовать знания, умения, навыки и личностные качества для решения проблем. Поэтому важной составляющей компетенций является способность к целеполаганию и интеллектуальной инициативе, которая должна формироваться и выявляться при выполнении лабораторных работ. В зависимости от текущей стадии развития у обучающегося исследовательских компетенций его самостоятельность в определении целей предстоящего эксперимента может варьироваться от формулирования целей на основе анализа имеющейся проблемы с последующей декомпозицией и определением задач до решения задачи, поставленной преподавателем. Оценивается полнота сформулированной обучающимся системы задач, правильность определения гипотез, выдвигаемых для экспериментальной проверки.

При оценке пункта «Теоретические сведения» баллы выставляются за отражение теоретических понятий, моделей и законов, необходимых для формулировки гипотезы исследования, разработки методики эксперимента, прогнозирования и объяснения его результатов. Описание методики эксперимента и лабораторной установки оценивается, если обучающийся сам разработал методику, выбрал готовую методику из нескольких с обоснованием выбора, вывел расчетную формулу, собрал или модифицировал в соответствии со своими задачами лабораторную установку, внес рационализаторские предложения о доработке лабораторных установок с целью расширения круга решаемых задач. При анализе таблицы результатов эксперимента выявляются умения, необходимые для планирования экспериментального исследования. Если методика эксперимента разрабатывалась обучающимся самостоятельно, то в отчет включается и оценивается описание хода эксперимента. Это способствует формированию и оцениванию навыков составления инструкций. Обработка и наглядное представление результатов эксперимента является необходимым компонентом, который обязательно выполняется самостоятельно и оценивается. При анализе сформулированных обучающимся выводов проверяется его

способность делать индуктивные заключения, понятно и логично описывать результаты исследования, давать им теоретические объяснения.

Высокоинформативным методом диагностики формирования компетенций является наблюдение за деятельностью обучающихся. Этот метод применяется для диагностики коммуникативных компетенций, готовности к сотрудничеству и кооперации при решении задач. В частности, оценивание умений представлять результаты деятельности перед аудиторией и доносить до слушателей свои идеи можно осуществлять на основе наблюдения за защитой обучающимися результатов лабораторных работ с помощью кратких сообщений перед учебной группой. При применении метода наблюдения необходимо выделить четкие поведенческие индикаторы проявления компетенций для стандартизации данных, облегчения их фиксирования и повышения объективности. Результаты наблюдения следует регулярно сообщать обучающимся для развития у них рефлексивных составляющих компетенций.

Так как формирование компетенций приводит к целостному изменению личностных качеств и способов деятельности, диагностика должна основываться не только на поведенческих индикаторах, но и на выявлении интегральной способности выполнять сложные виды деятельности в новых условиях. Для этого нужно привлечение компетентностно-ориентированных заданий, которые разрабатываются для диагностики когнитивного и деятельностного компонентов компетенций и предполагают выполнение целостного экспериментального исследования при решении некоторой проблемы, касающейся будущей профессиональной деятельности.

Общая структура компетентностно-ориентированных заданий разработана Н.Ф. Ефремовой [5], однако в лабораторном практикуме они имеют свою специфику. В силу того что при составлении заданий должно осуществляться моделирование профессиональной деятельности, их применение в рамках лабораторных практикумов по естественно-научным дисциплинам затруднено отсутствием у обучающихся на младших курсах необходимых профессиональных знаний и опыта деятельности. В этом случае целесообразно использование элементов кейс-метода: в задании предоставляется описание ситуации, содержащей проблему или вопрос в контексте будущей профессиональной деятельности, а также сведения о функциях и параметрах объектов профессиональной деятельности и соответствующих технологиях, достаточные, но в то же время избыточные для решения поставленной проблемы. Обучающиеся индивидуально или в группе должны проанализировать заданную ситуацию и на основе имеющихся знаний и изучения дополнительной информации выявить естественно-научную сущность проблемы и предложить возможные варианты решения или выбрать правильный и оптимальный из

предложенных вариантов. В частности, компетентностно-ориентированные задания в лабораторном практикуме по физике могут предлагать установить, какие физические явления происходят при функционировании заданного технического устройства или прибора, определить существенные влияющие факторы, поставить задачу, определить, какие физические законы можно применить для решения задачи, составить математическую модель, провести эксперимент для определения недостающих значений физических величин или неизвестных закономерностей, произвести необходимые расчеты.

Выполнение заданий оценивается по полноте, разносторонности проведенных исследований, по способности к самостоятельному выполнению целостных исследований или их этапов. При проведении исследований преподаватель фиксирует, какие этапы были выполнены самостоятельно, и оказывает помощь на отдельных этапах при затруднениях, чтобы в целом задания были выполнены. Проявления компетенций диагностируются методами анализа письменных отчетов и наблюдения за выступлением обучающихся с сообщениями о результатах решения задания.

Компетентностно-ориентированные задания целесообразно предлагать во время итоговой диагностики при выполнении лабораторной работы на заключительном этапе лабораторного практикума. Для проверки содержательной валидности компетентностно-ориентированных заданий, а также тестов следует использовать метод групповых экспертных оценок.

Применение тестирования в рамках лабораторного практикума имеет ограничения, обусловленные следующими причинами. Во-первых, валидность теста определяется оценками экспертов и корреляцией результатов его выполнения с результатами, полученными другими методами оценивания. Надежность теста проверяется апробацией на представительной выборке обучающихся. Поэтому создание качественных тестов требует значительных временных и трудовых затрат, привлечения различных специалистов и наличия соответствующего программного обеспечения, а также затрудняет их последующую модификацию и адаптацию к обучающимся, содержанию лабораторных работ, применяемым методам и технологиям обучения. Во-вторых, с помощью теста невозможно контролировать целостную деятельность в процессе решения какой-либо задачи, требующей творческого подхода, который предполагает различные и заранее не очевидные решения и действия обучающегося. Следовательно, тестирование целесообразно на этапе входной диагностики с целью определения начального уровня знаний и умений обучающихся и на этапе итоговой диагностики сформированности когнитивных компонентов компетенций при завершении лабораторного практикума. В процессе текущей диагностики для оценивания когнитивного компонента можно использовать разрабатываемые преподавателем квазитесты,

представляющие собой наборы стандартизованных заданий без определения их статистических параметров.

Для контроля решения задач и действий, процесс выполнения которых можно в достаточной степени формализовать, предлагается использовать тесты учебной деятельности. При диагностике компетенций в лабораторных практикумах этим средством рекомендуется оценивать сформированность репродуктивных действий, выполняемых по правилам и алгоритмам, например действий при обработке результатов экспериментов.

Для оценки развития рефлексивной составляющей компетенций целесообразно предложить обучающемуся во время и после выполнения лабораторной работы заполнить лист самооценивания, в котором требуется: доказать правильность полученного результата; оценить качество проведенного исследования и аргументировать свою оценку; указать, какие были совершены ошибки при проведении исследования, как они были выявлены, причины этих ошибок и использованные способы их устранения; показать, где можно применить полученные результаты и опыт в дальнейшем.

Комплектование портфолио обучающимся является методом формирования и диагностики рефлексивного, а также деятельностного и частично мотивационного компонентов. Поэтому в процессе выполнения лабораторного практикума для составления портфолио собираются следующие свидетельства формирования компетенций: отчеты о лабораторных работах, в которых выполнены самостоятельные исследования по инициативе обучающегося; отчеты, подтверждающие освоение методов исследования, например методов статистической обработки результатов экспериментов и методов математического моделирования физических явлений; описания разработанных обучающимися лабораторных установок и рационализаторских предложений.

Дополнительные методы для диагностики рефлексивного компонента – интервью, беседы, направленные на обсуждение промежуточных и конечных результатов, хода исследования, затруднений и ошибок.

Мотивационный компонент компетенций в лабораторном практикуме в полной мере оценить невозможно. Применяемые для этой цели личностные опросники и анкетирование в данных условиях ненадежны, так как у обучающихся имеются возможности и причины сознательного предоставления недостоверной информации в ситуации оценивания. Наличие и степень мотивации, отношение к процессу получения образования можно косвенно оценить по желанию обучающегося выполнять необязательные дополнительные задания, самостоятельности при проведении экспериментов, стремлению к постановке целей и задач с ориентацией на разностороннее рассмотрение изучаемых явлений. В этом случае применяются метод анализа отчетов о выполнении лабораторных работ и наблюдение за

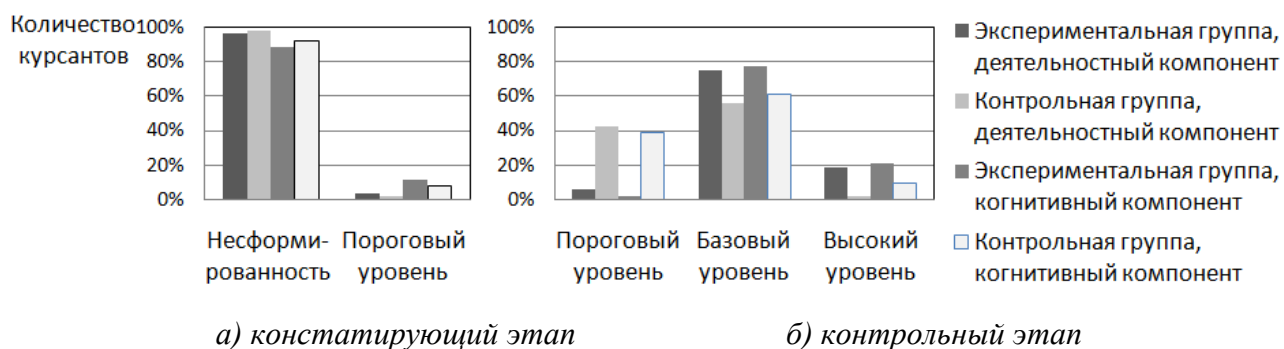


проведением исследований. Информацию об уровне мотивации может также дать анализ элементов портфолио.

В связи с диагностикой компетенций повышаются требования к материально-техническому обеспечению лабораторного практикума. Возникает необходимость в лабораторных установках со свойствами многозадачности и модифицируемости. Многозадачность означает, что лабораторная установка или комплекс оборудования позволяют при экспериментальном исследовании какого-либо явления изучать разные его стороны, ставить разнообразные цели, чтобы обучающиеся могли самостоятельно придумать задачи и решить их. Модифицируемость необходима для внесения изменений в установку для решения поставленных обучающимися задач, формирования умений разрабатывать методики экспериментов и создавать соответствующие ресурсы.

В процессе контрольно-оценочной деятельности преподавателя, ведущего лабораторный практикум в нескольких учебных группах, создается большой объем данных, представляющих результаты диагностики компетенций каждого обучающегося. Поэтому одной из составляющих деятельности преподавателя является создание структуры базы данных диагностики, ее наполнение, составление или настройка программ обработки и наглядного представления результатов для их последующего анализа и выдачи обучающимся, вузовской системе мониторинга и другим кафедрам.

Результаты оценивания уровней сформированности деятельностного и когнитивного компонентов ОПК-И у курсантов экспериментальной и контрольной групп на начальном и завершающем этапах лабораторного практикума показаны на рисунке.



*Результаты оценки уровней сформированности деятельностного и когнитивного компонентов ОПК-И*

Согласно критерию  $\varphi^*$  (угловому преобразованию Фишера) на уровне значимости 0,05 различий в начальном уровне сформированности деятельностного и когнитивного компонентов данной компетенции у курсантов экспериментальной и контрольной групп не выявлено. По критерию  $\varphi^*$  количество курсантов, показавших на завершающем этапе

лабораторного практикума высокий и базовый уровни деятельностного и когнитивного компонентов формируемой компетенции, больше в экспериментальной группе, чем в контрольной ( $p \leq 0,05$ ). Результаты сравнения позволяют сделать вывод, что применение разработанной системы методов и средств диагностики способствует формированию деятельностного и когнитивного компонентов рассматриваемой в нашем исследовании компетенции на более высоких уровнях.

### **Заключение**

Так как в настоящее время не существует универсальных инструментов, которые давали бы адекватную оценку уровней сформированности компетенций, необходима системная организация различных методов и средств диагностики, которые дополняли бы друг друга и в комплексе предоставляли достоверные сведения для обеспечения обратной связи в процессе формирования компетенций и оценки уровня их сформированности.

Для частичной диагностики мотивационного компонента в лабораторном практикуме целесообразно использовать метод анализа продуктов деятельности и наблюдение. Для диагностики когнитивного компонента рекомендуется применять традиционные методы оценки знаний и тестирование. Для оценивания деятельностной составляющей формируемой компетенции в процессе текущей диагностики предлагается использовать метод анализа продуктов деятельности, наблюдение и дополнительно тесты деятельности, на этапе итоговой диагностики – компетентностно-ориентированные задания. Для диагностики коммуникативных компетенций необходимо применять метод наблюдения, рефлексивной составляющей компетенций – заполнение обучающимися листов самооценивания и комплектование портфолио, а дополнительно – методы беседы и интервью.

Предлагаемую систему методов и средств диагностики рекомендуется использовать при проектировании и проведении лабораторных практикумов по естественно-научным дисциплинам для обеспечения оперативного управления процессами формирования планируемых компетенций.

### **Список литературы**

1. Андреева О.С., Селиванова О.А., Васильева И.В. Комплексная диагностика компонентов исследовательской компетенции у студентов педагогических направлений подготовки // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 1. С. 37–58.
2. Шихова О. Ф., Шихов Ю. А. Квалиметрический подход к диагностике компетенций выпускников высшей школы // Образование и наука. 2013. № 4 (103). С. 40-57.
3. Суховиенко Е.А., Абдрахимова Д.И. Модель диагностики математической

компетентности студентов экономических направлений на основе портфолио // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 7. С. 224–229.

4. Зеер Э.Ф., Степанова Л.Н. Портфолио как инструментальное средство самооценивания учебно-профессиональных достижений студентов // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 6. С. 139-157.

5. Ефремова Н.Ф. Гарантия качества компетентностного обучения в надежности оценки достижений обучающихся // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-5. С.1161-1166.

6. Некрасов В.П. О формировании и диагностике когнитивных компетенций студентов высшей школы // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 1. С. 27-32.

7. Королева Г.А., Дубова И.В., Саначева Г.С. Проектная деятельность студентов в лабораторном практикуме по химии // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14385> (дата обращения: 09.07.2020).

8. Алексеенко А.Е. Формирование профессиональной компетентности специалистов инженерно-технического профиля в условиях лабораторного практикума по физике // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. №6 (81). С. 150-160.

9. Николаева И.Б. Модель формирования профессиональных компетенций курсантов в военном вузе в процессе обучения физике // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2018. № 7 (июль). С. 552–561. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2018/181047.htm> (дата обращения: 10.07.2020).