

УДК 378.147.88

## ДИАГНОСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМАХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

**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*

Статья посвящена проблеме педагогической диагностики универсальных и общепрофессиональных компетенций обучающихся при преподавании естественнонаучных дисциплин в высшей школе. Цель представленного в статье исследования состояла в разработке модели системы диагностики в лабораторных практикумах естественнонаучных дисциплин, которая обеспечивала бы оперативную и своевременную обратную связь для управления процессом формирования компетенций и оценивания его результатов, а также преемственность развития компетенций на всех этапах обучения в вузе. Методологическую базу исследования составили компетентностный, личностно-ориентированный и системный подходы, методы анализа научно-методической литературы и обобщения опыта диагностики формирования компетенций в вузах. В результате проведенного исследования разработана структура диагностики, определены информационные связи между ее функциональными элементами, а также связи с системой мониторинга формирования компетенций в вузе. Определены задачи этапов входной, текущей и итоговой диагностики при проведении лабораторного практикума, выявлен состав соответствующей деятельности преподавателя и обучающихся, отобраны методы и средства диагностики мотивационного, деятельностного, когнитивного и рефлексивного компонентов компетенций. Определены критерии достижения цели разрабатываемой системы диагностики: достоверность и прогностичность оценки уровней сформированности компетенций, результативность оперативного управления процессом формирования компетенций преподавателем и обучающимися на основе данных диагностики. Результаты использования разработанной системы в учебном процессе показали, что она способствует формированию деятельностного компонента исследовательской компетенции на более высоком уровне. Разработанная модель системы диагностики предлагается для использования при проектировании учебного процесса в лабораторных практикумах для технических специальностей и направлений подготовки.

**Ключевые слова:** педагогическая диагностика, высшее образование, исследовательские компетенции, методы диагностики компетенций, естественнонаучные дисциплины, лабораторный практикум

## COMPETENCES FORMATION DIAGNOSTICS WITHIN LABORATORY CLASSES IN THE NATURAL SCIENCES DISCIPLINES

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

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

The paper is devoted to the problem of students' universal and general professional competences diagnostics while teaching natural sciences in higher school. The aim of the research presented in the paper was to develop a model of diagnostics system within natural science disciplines laboratory practicums, which would provide prompt and timely feedback for management of the competence formation process and evaluation of its results, as well as continuity of competence development at all stages of studying. The methodological base of the research was made up of competency-based, personality-oriented and system-based approaches, methods of analyzing scientific and methodological literature and generalizing the experience of competence formation diagnostics in higher education institutions. As a result of the research, the structure of diagnostics was developed, information links between its functional elements as well as communications with the higher education institution competences formation monitoring system were determined. The tasks of input, current and final diagnostics during the laboratory practicum are defined, the composition of the teacher's and students' activity is revealed, methods and means of diagnostics of motivational, activity, cognitive and reflexive competence components are selected. Criteria to achieve the developed diagnostic system goal are reliability and predictability of competence levels assessment, effectiveness of operational management of the competences formation process by a teacher and students based on diagnostic data. The results of using the developed system in the educational process showed that it contributes to the formation of the research competence activity component at a higher level. The developed model of the diagnostic system is proposed to use while designing the educational process within laboratory components of natural sciences for technical specialties.

**Keywords:** pedagogical diagnostics, higher education, research competences, methods of competence diagnostics, natural science disciplines, laboratory work

Ориентация современной высшей школы на компетентностную концепцию образования актуализировала проблему диагностики процесса обучения как одного из факторов гарантии его качества. В частности, существует необходимость в раз-

работке методологических основ и инструментария оперативной диагностики, которая должна выполняться преподавателями, непосредственно организующими процесс формирования компетенций в рамках отдельных учебных дисциплин. Систе-

ма диагностики требуется преподавателю для эффективного управления процессом формирования компетенций в конкретных условиях, своевременного выявления и решения возникающих проблем, совершенствования педагогической деятельности. Результаты диагностики также необходимы обучающемуся для адекватной самооценки и самоорганизации учебной деятельности на каждом этапе профессиональной подготовки.

Лабораторные практикумы естественнонаучных дисциплин дают возможности для начального этапа формирования ряда универсальных и общепрофессиональных компетенций, в том числе категорий: «Исследовательская деятельность» и «Разработка и реализация проектов», – присутствующих в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) для технических специальностей и направлений подготовки. Следовательно, в профильных вузах выполнение обучающимися лабораторных экспериментов целесообразно организовать как подготовку к исследовательской и проектной деятельности, и диагностика результатов прохождения лабораторных практикумов позволит спрогнозировать успешность в этих видах деятельности в дальнейшем.

В то же время результаты исследований по разработке общеузовских систем мониторинга и диагностики формирования компетенций невозможно непосредственно применить на данном этапе обучения, так как имеются существенные ограничения в ресурсах учебного времени и в кадровых ресурсах, а также знания и опыт деятельности первокурсников не позволяют в полной мере использовать междисциплинарные и профессионально-ориентированные задания.

В связи с этим цель представленного в статье исследования состояла в разработке модели системы диагностики формирования компетенций в лабораторных практикумах естественнонаучных дисциплин, которая обеспечивала бы оперативную и своевременную обратную связь для управления процессом формирования компетенций и оценивания его результатов, а также преемственность развития компетенций на всех этапах обучения в вузе.

#### **Материалы и методы исследования**

Методологическую базу исследования составили компетентностный, личностно-ориентированный и системный подходы, методы анализа научно-методической литературы и обобщения опыта диагностики формирования компетенций в вузах.

Для оценки влияния разработанной системы диагностики на процесс формирования компетенций данная система применялась в ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» в лабораторном практикуме по физике в экспериментальной группе, состоящей из 53 курсантов первого курса. Контрольная группа состояла из 52 курсантов первого курса, обучающихся по той же образовательной программе. Исследование проводилось на примере общепрофессиональной компетенции «Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных» (ОПК-И).

Оценивание результатов обучения в рамках отдельных учебных дисциплин вызывает необходимость выделения соответствующих уровней сформированности компетенций, однозначно определяемых системой дескрипторов. В этой связи необходимо отметить, что в публикациях, рассматривающих проблему диагностики компетенций, встречаются как различные названия уровней и основания для их выделения, так и разное число уровней. Для определения уровней сформированности компетенций часто используется таксономия целей обучения Б. Блума [1]. Например, О.Ф. Шихова и Ю.А. Шихов применяют ее при разработке компетентностной модели бакалавра технологического образования и соответствующих комплексных аттестационных заданий [2], Н.Ф. Ефремова – при разработке компетентностно-ориентированных заданий [3]. Другое основание для выделения уровней – характер деятельности, демонстрирующей способность решать задачи и проблемы разной степени новизны и сложности [4]. Соответственно рассматриваются репродуктивный, реконструктивный и творческий уровни. Мы считаем, что в лабораторных практикумах возможно и целесообразно определение уровней сформированности компетенций на основе дифференциации по способности к самостоятельному решению экспериментальных задач разной степени сложности и новизны, соответствующего характера деятельности обучающегося и полноты ее структурных компонентов.

Было составлено конкретное диагностируемое описание ожидаемого результата формирования деятельностного компонента указанной компетенции с помощью следующих дескрипторов. При сформированности данного компонента на пороговом уровне обучающийся способен самостоятельно выполнить отдельные этапы экспериментального 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 предполагает, что обучающийся способен провести целостный эксперимент по поставленной задаче с использованием известных методик, то есть наряду с выполнением этапов порогового уровня также способен: проанализировать теоретическую модель и сформулировать гипотезу исследования; обоснованно выбрать или собрать по готовой схеме лабораторную установку; проверить результаты на правильность, оценить их точность, объяснить полученные результаты на основе имеющихся теоретических знаний, при необходимости внести коррективы в предыдущие этапы; оценить качество проведенного исследования по критериям результативности для решения поставленной задачи, наметить направления использования полученного опыта в дальнейшем.

Высокий уровень соответствует способности обучающегося к проведению целостного разностороннего экспериментального исследования с элементами творческого подхода. Это означает, что у обучающегося сформированы компоненты компетенции на базовом уровне и он также способен: сформулировать цель исследования на основе анализа проблемы, выполнить декомпозицию цели, проанализировать условия и имеющиеся ресурсы и поставить несколько задач; установить основные и второстепенные факторы, влияющие на объект исследования, сделать обоснованный выбор теоретических моделей изучаемых явлений; выдвинуть гипотезы и наметить способы их проверки; разработать методику эксперимента, при необходимости выбрать или разработать несколько методик с целью получения более достоверного результата; разработать или подобрать экспериментальную установку, измерительные приборы; сделать доклад с использованием визуальных средств компьютерной поддержки; оценить качество проведенного исследования по критериям результативности для решения проблемы, разносторонности и объективной или субъективной новизны.

Сравнение уровней сформированности компетенций в экспериментальной и контрольной группах проводилось по результатам выполнения компетентностно-ориентированного задания. Это задание предполагало проведение целостного экспериментального исследования в контексте будущей профессиональной деятель-

ности, в процессе которого преподаватель фиксировал, какие этапы были выполнены обучающимся самостоятельно, и оказывал помощь при затруднениях, чтобы в целом исследование было закончено. Проявления компетенций диагностировались методами анализа письменных отчетов и наблюдения за выступлениями обучающихся с сообщениями о полученных результатах.

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

Анализ научно-методических публикаций, описывающих практический опыт формирования компетенций обучающихся средствами естественнонаучных дисциплин, показывает, что лабораторные практикумы этих дисциплин имеют большой потенциал для формирования ряда универсальных и общепрофессиональных, а также некоторых профессиональных компетенций [5–7]. В ряде работ рассматриваются методы и средства оценивания формируемых компетенций [8–10]. Тем не менее в недостаточной мере раскрываются аспекты применения этих методов и средств в лабораторных практикумах, и системное использование их для диагностики не рассматривается.

Основная цель разработанной нами системы диагностики – получение достоверной информации о процессе формирования у обучающихся запланированного комплекса компетенций для эффективного управления этим процессом и предоставления результатов субъектам системы образования вуза. Система диагностики является подсистемой, с одной стороны, педагогической системы формирования компетенций в лабораторном практикуме, разрабатываемой преподавателем, с другой стороны, общей системы оценивания результатов образования в вузе, которая осуществляет мониторинг формирования компетенций. В системе формирования компетенций проектируемая система является компонентом управления, в вузовской системе мониторинга она выполняет функции поставщика и потребителя информации.

В связи с этим функционирование системы педагогической диагностики при проведении лабораторного практикума должно включать:

– контрольно-оценочную деятельность преподавателя, при которой выполняется проверка, оценивание и учет индивидуальных учебных достижений обучающихся, выявление отклонений от запланированных результатов, оценивание уровней сформированности компетенций, анализ тенденций и динамики их развития;

– выявление и анализ внешних факторов и условий педагогического процесса, оказывающих существенное положительное или отрицательное влияние на процесс формирования планируемых компетенций;

– самодиагностику педагогической деятельности преподавателя, оценку эффективности применяемых методов, средств и технологий обучения, определение направлений совершенствования педагогического мастерства;

– оценивание обучающимися своей деятельности и ее продуктов под руководством преподавателя. Структура диагностики представлена на рис. 1.

Система диагностики должна снабжать информацией преподавателя для эффективной организации и управления процессом формирования компетенций, принятия решений о корректировке организационно-педагогических воздействий, а также обуча-

ющегося для получения им представления об успешности его учебной деятельности и уровне развития компетенций, повышения мотивации и постановки дальнейших задач образования. Вместе с тем данная система обеспечивает информацией другие кафедры для эффективной организации формирования компетенций в этих кафедрах, вузовскую систему оценивания качества образования и мониторинга формирования компетенций обучающихся для отслеживания динамики и анализа этого процесса, администрацию вуза для принятия управленческих решений. Разрабатываемая система многофункциональна: в лабораторном практикуме она выполняет информационную, контролирующую, оценивающую, дифференцирующую, корректирующую, мотивирующую, обучающую, воспитывающую, развивающую и прогнозирующую функции.

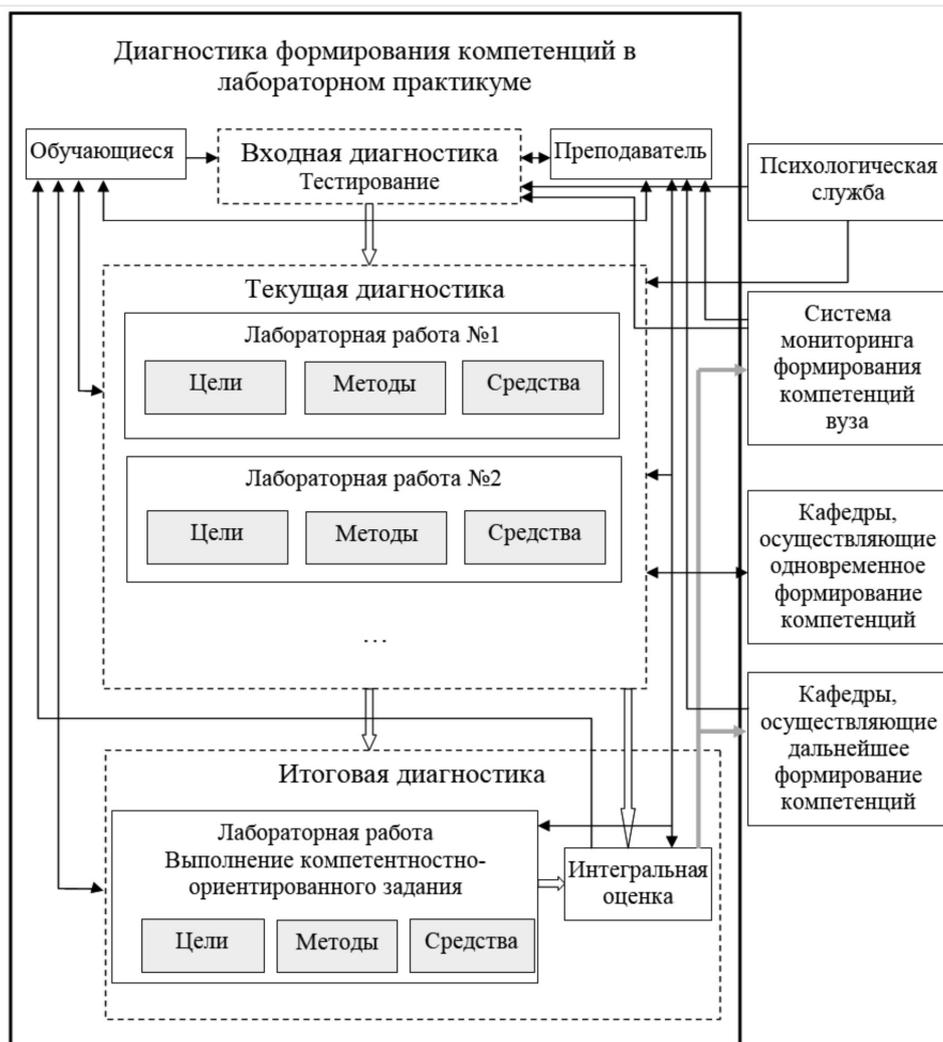


Рис. 1. Структура диагностики формирования компетенций в лабораторном практикуме



Рис. 2. Структура диагностики при выполнении лабораторной работы, К1, К2... – набор компетенций, формируемых в данной работе

Диагностика состоит из этапов: входной диагностики перед началом выполнения лабораторного практикума, текущей диагностики в процессе выполнения каждой лабораторной работы, итоговой диагностики уровней сформированности компетенций при завершении лабораторного практикума.

Входная диагностика проводится с целью получения начальных данных для проектирования процесса формирования компетенций в конкретной ситуации, отбора содержания лабораторных работ и разработки заданий, выбора методов и средств, подходящих для данного контингента обучающихся. При этом для разработки оптимальных методик проведения лабораторных занятий наряду с оцениванием имеющихся знаний по изучаемой дисциплине необходима проверка методологических знаний и умений. Основной рекомендуемый для этого метод – тестирование. На этапе входной диагностики выявляются также внешние условия и факторы, которые будут оказывать влияние на достижение планируемых уровней компетенций.

Текущая диагностика осуществляется с целью получения актуальной информации о процессе формирования компетенций для обеспечения оперативного управления этим процессом. Следовательно, на первый план выходят контролирующая, корректирующая, мотивирующая и обучающая функции. На основе сведений, полученных в процессе текущего контроля, преподаватель делает вывод о результативности формирования компетенций и необходимости внесения корректив в учебную деятельность обучаю-

щихся, пересмотра содержания лабораторных работ или отдельных заданий, применяемых методов и средств.

Структура текущей диагностики в процессе выполнения лабораторных работ и соответствующие основные методы и средства показаны на рис. 2.

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. Для диагностики готовности к сотрудничеству и кооперации при решении задач, а также коммуникативных компетенций следует применять метод наблюдения. Для стандартизации и повышения объективности этих процедур необходимо использовать бланки протоколов с четко выделенными показателями достижения составляющих компетенций, а также систему управления базами данных. Для диагностики когнитивных компонентов рекомендуется применять традиционные методы оценки знаний и тестирование. При этом можно использовать оперативно разрабатываемые преподавателем квизтесты, представляющие собой наборы заданий стандартизованного вида, но без определения их статистических параметров. Для диагностики мотивационного компонента следует применять метод анализа продуктов деятельности и наблюдение. На этапе текущей диагностики систематически осуществляется самооценка обучающимся своей деятельности и ее ре-

зультатов с целью развития рефлексивной составляющей компетенций. Для этого используются специальные средства, например, листы самооценивания, которые обучающийся заполняет при выполнении каждой лабораторной работы. С целью диагностики рефлексивного, а также деятельностного и частично мотивационного компонентов можно также применять комплектование обучающимся портфолио.

Результаты текущей диагностики сообщаются обучающемуся, который получает возможность проанализировать и исправить допущенные ошибки, устранить выявленный недостаток знаний, определить, какие недостающие умения и навыки необходимо приобрести в процессе выполнения следующих лабораторных работ, оценить свои сильные и слабые стороны, наметить план дальнейшего совершенствования учебной деятельности для развития компетенций. При этом ему оказывает помощь преподаватель, который обсуждает с обучающимся результаты диагностики и выдает рекомендации для устранения выявленных недочетов.

Помимо диагностики при выполнении каждой лабораторной работы преподаватель запрашивает необходимую информацию о текущем состоянии формирования компетенций средствами других дисциплин в вузовской системе мониторинга. Также происходит обмен информацией с другими кафедрами, на которых осуществляется одновременное формирование таких же компетенций. Для выяснения причин нарушения процесса формирования запланированных компетенций преподаватель, при необходимости, запрашивает у психологической службы результаты психодиагностических процедур, определяющих мотивы учебной деятельности, ценностные ориентации, уровни развития рефлексивности и эмоциональное отношение обучающихся к будущей профессии и процессу получения образования.

На этапе итоговой диагностики при выполнении последней лабораторной работы оцениваются способности обучающихся к проведению целостного экспериментального исследования, интегрирующего компоненты компетенций, которые были сформированы в процессе выполнения лабораторного практикума. Для этого обучающиеся выполняют компетентностно-ориентированное задание профессиональной направленности.

Затем аккумулируются результаты всех форм диагностики в процессе изучения данной дисциплины, осуществляется оценивание уровней сформированности компетенций каждого обучающегося, результаты

обрабатываются и анализируются, формируются интегральные оценки, приводятся в стандартную форму для передачи в службу мониторинга формирования компетенций в вузе и кафедрам, на которых будет осуществляться развитие этих компетенций в дальнейшем. Возможные виды предоставляемой информации – оценочные суждения об уровне сформированности компетенций, результаты анализа составляющих компетенций в наглядной форме, рейтинговые баллы, результаты тестирований, продукты деятельности обучающихся с оценочными суждениями для электронного портфолио, в частности сканированные отчеты по лабораторным работам, описания рационализаторских предложений.

Критерии достижения цели разрабатываемой системы диагностики – достоверность и прогностичность оценки уровней сформированности компетенций, эффективное положительное влияние на процесс их формирования, результативность оперативного управления процессом формирования компетенций как со стороны преподавателя, так и со стороны обучающегося, организующих свою деятельность на основе данных диагностики.

Констатирующий эксперимент на начальном этапе лабораторного практикума показал, что у 96 % курсантов экспериментальной и 98 % курсантов контрольной групп деятельностный компонент ОПК-И не был сформирован, у 4 % курсантов экспериментальной и 2 % курсантов контрольной групп данный компонент был сформирован на пороговом уровне. По критерию  $\phi^*$  (угловому преобразованию Фишера) на уровне значимости 0,05 сделан вывод, что различия в начальном уровне сформированности деятельностного компонента рассматриваемой компетенции у курсантов экспериментальной и контрольной групп по результатам эксперимента не выявлены.

Результаты итогового оценивания уровней сформированности деятельностного компонента ОПК-И у курсантов экспериментальной и контрольной групп показаны на рис. 3.

По критерию  $\phi^*$  доля курсантов, показавших высокий ( $p \leq 0,01$ ) и базовый ( $p \leq 0,05$ ) уровни сформированности деятельностного компонента формируемой компетенции, больше в экспериментальной группе, чем в контрольной. Результаты сравнения позволяют сделать вывод, что применение разработанной системы диагностики способствует формированию деятельностного компонента рассматриваемой в нашем исследовании компетенции на более высоких уровнях.

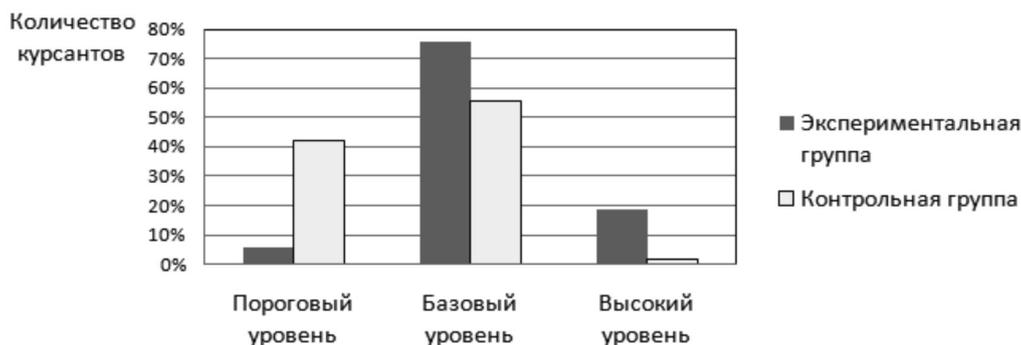


Рис. 3. Результаты итоговой оценки уровней сформированности деятельностного компонента ОПК-И у курсантов экспериментальной и контрольной групп

### Заключение

Диагностика компетенций обучающихся – сложная многоаспектная задача, решение которой подразумевает проектирование и проведение разноплановых процедур, а также создание соответствующего инструментария с использованием системного подхода. Предлагаемая модель системы диагностики призвана предоставить методическую основу для разработки преподавателями вузов диагностических процедур, направленных на управление процессом формирования компетенций конкретных профилей подготовки в лабораторных практикумах.

### Список литературы

1. Bloom B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W.H., Krathwohl D.R. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain. New York: David McKay, 1956. 403 p.
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. Ефремова Н.Ф. Гарантия качества компетентностного обучения в надежности оценки достижений обучающихся // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. С. 1161–1166.
4. Ибрагимов Г.И., Ибрагимова Е.М. Оценка компетенций: проблемы и решения // Высшее образование в России. 2016. № 1 (197). С. 43–52.
5. Вострикова Н.М., Кравцова Е.Д. Подходы к развитию исследовательской компетенции бакалавров в лабораторном химическом практикуме // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 1. № 9. С. 169–172.
6. Стожко Н.Ю., Бортник Б.И., Чернышева А.В., Подшивалова Е.М. Формирование профессиональных компетенций в ходе физико-химического лабораторного практикума в экономическом вузе // Образование и наука. 2016. № 10. С. 50–65.
7. Половникова Л.Б. Виртуальный лабораторный практикум как средство формирования научно-исследовательских компетенций будущего инженера // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4–2. С. 311–316.
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. Алтухов А.И., Калинин В.Н., Ковнацкий В.К. Экспертный метод оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций обучающихся при выполнении лабораторного практикума по физике // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. № 659. С. 179–183.
10. Николаева И.Б. Модель формирования профессиональных компетенций курсантов в военном вузе в процессе обучения физике // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2018. № 7. С. 552–561. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2018/181047.htm> (дата обращения: 02.08.2020).