

УДК 378**Физический лабораторный практикум как основа реализации
межпредметной взаимосвязи дисциплин «физика» и «машины
и оборудование нефтегазового производства»: обобщение опыта
Казанского (Приволжского) федерального университета****Фахертдинова Динара Илгизаровна**

Кандидат педагогических наук,
кафедра естественных дисциплин, сервиса и туризма,
Казанский кооперативный институт,
Российский университет кооперации,
420081, Российская Федерация, Казань, ул. Николая Ершова, 58;
e-mail: dinaraf@mail.ru

Ахмедова Альфира Мазитовна

Кандидат педагогических наук,
кафедра естественных дисциплин, сервиса и туризма,
Казанский кооперативный институт,
Российский университет кооперации,
420081, Российская Федерация, Казань, ул. Николая Ершова, 58;
e-mail: alfira233@yandex.ru

Еремина Рушана Михайловна

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры общей физики,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
420008, Российская Федерация, Казань, ул. Кремлевская, 18;
e-mail: REremina@yandex.ru

Аннотация

Статья представляет собой описание лабораторного профессионально ориентированного комплекса, направленного на формирование общепрофессиональной компетенции у будущих бакалавров инженеров нефтегазового дела в Казанском (Приволжском) Федеральном Университете. Данная работа основана на проведенном ранее теоретическом исследовании о выявлении межпредметной интеграции дисциплин «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства». В ранее проделанной работе было заключено, что наиболее интегральным междисциплинарным эффектом обладают содержательный компонент общепрофессиональной компетенции. Анализ соответствующих утвержденных стандартов и учебных планов обучения по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» показал, что особый раздел физики, необходимый для детального изучения будущим инженерам-нефтяникам, является

«Молекулярная физика. Термодинамика». В целях достижения цели максимальной взаимоинтеграции предметов «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства» авторами были разработан и составлен лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике междисциплинарного профессионально-ориентированного содержания.

Для цитирования в научных исследованиях

Фахертдинова Д.И., Ахмедова М.И. Еремина Р.М. Физический лабораторный практикум как основа реализации межпредметной взаимосвязи дисциплин «физика» и «машины и оборудование нефтегазового производства»: обобщение опыта Казанского (Приволжского) федерального университета // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 4А. С. 153-161.

Ключевые слова

Междисциплинарное взаимодействие, междисциплинарное содержание дисциплины, физический лабораторный практикум, компетенции будущего инженера-бакалавра направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профессионально-ориентированный лабораторный практикум, взаимоинтеграция дисциплин.

Введение

В последнее время среди основных тенденций в высшем образовании по-прежнему лидирует междисциплинарность и, как следствие, взаимодействие между фундаментальной и прикладной науками. В этой связи подобные исследования [Бушковская, 2009; Фахертдинова, 2010; Ржеуцкая, 2017] по-прежнему не утратят своей актуальности. Теоретическое исследование было проведено ранее, в работе [Фахертдинова, 2017] полностью проведен анализ междисциплинарного взаимодействия предметов «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства» в Казанском (Приволжском) Федеральном Университете в компетентностном представлении у будущих инженеров-бакалавров направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

В целях достижения цели максимальной взаимоинтеграции предметов «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства» [Осипов, 2015; 2017] авторами статьи был разработан и составлен лабораторный практикум по физике междисциплинарного профессионально-ориентированного содержания [Еремина, 2015; Захаров, 2014]. Данный термин в литературе встречается не так часто, однако, за последнее время, из-за большого интереса к данной тенденции междисциплинарной интеграции, в современной педагогической науке все больше стало появляться работ на данную тему [Алексеев, 2017; Десненко, 2014; Калачев, 2008; Рогалев, 2015; Семин, 2002; Калачев, 2012] и др.

Основная часть

Примером такой интеграции может служить следующее. Перед будущим инженером-нефтяником поставлена задача в рамках дисциплины «Машины и оборудование нефтегазового производства» – расчет вакуумсоздающих систем (ВСС) блоков вакуумной перегонки мазута [Осипов, 2015].

Не вдаваясь в детальные подробности поставленной задачи, выделим для анализа с точки зрения физики процессов работу 3.5 «Расчет ВСС на базе жидкостно-кольцевого вакуумного насоса (ЖКВН)». Перед будущим инженером-нефтяником поставлена задача в рамках дисциплины «Машины и оборудование нефтегазового производства» – выполнение работы 3.5 «Расчет ВСС на базе жидкостно-кольцевого вакуумного насоса (ЖКВН)». Опуская все специализированные технические расчеты, с точки зрения физики выделим следующее. В ЖКВН протекают сложные массо-теплообменные процессы между рабочей жидкостью и откачиваемым газом, на основные показатели работы ЖКВН влияние оказывают следующие 3 группы факторов: конструктивные, гидродинамические (учитывающие зависимость плотности и вязкости рабочего тела), термодинамические (определяющие фазовые переходы, происходящие при взаимодействии откачиваемого газа с рабочим телом ЖКВН).

Теперь, с точки зрения дисциплины «Физика», что здесь необходимо знать и вспомнить будущему инженеру-нефтянику? На первоначальных этапах необходимо знания изопроцессов (изобарного), процессов расширения и сжатия газов, таких характеристик жидкости как вязкость и плотность, термодинамических параметров газа и условия термодинамического равновесия [Савельев, 1982]. На дальнейших этапах необходимы знания о фазах термодинамической системы, коэффициенте полезного действия (производительности) машины, принципе действия насоса, законах идеального газа. В раннее проведенных исследовательских работах автора¹ было определено, что хорошими связующими звеньями в междисциплинарном взаимодействии у будущих инженеров являются профессионально-ориентированные лабораторные работы [Фахертдинова, 2010, 2014, 2011].

Данный комплекс лабораторных работ, выполняемых студентами будущими инженерами-нефтяниками на кафедре общей физики в КФУ, представляет собой дорогостоящее современное оборудование, максимально наглядно моделирующее процессы, происходящие на производстве. Кроме того, исходя из ранее проведенного исследования [Фахертдинова, 2017] о составе компетенций, очевидно, что помимо содержательного, когнитивного компонента компетенций, во всех описанных лабораторных работах формируются следующие компоненты – технический и информационный [Фахертдинова, 2011]. Рассмотрим подробнее основные лабораторные работы, наиболее наглядно демонстрирующие междисциплинарную интеграцию [Еремина, 2015; Захаров, 2014; Осипов, 2015].

Лабораторная работа №218 «Водоструйный вакуумный насос» является хорошим приближением к реальным производственным установкам, здесь принцип действия насоса студенты – будущие нефтяники могут изучить наглядно и практически, проделав и воочию пронаблюдав все циклы данной работы «от» и «до». В работе подробно разобран принцип действия водоструйного насоса и всех сопутствующих физических процессов, разобраны виды давлений – статическое и динамическое, их вклад в гидродинамику насоса. Также ценностью данной работы для студента – будущего инженера-нефтяника является выявление зависимости давления насыщенных паров воды от температуры. Существенным вкладом в формирование всех компонент компетенций ОПК и ПК является выполнение исследований по выявлению зависимости скорости откачки воздуха от начального давления воды на входе насоса и изучение влияния температуры воды на уровень вакуума.

Следующим примером взаимоинтеграции дисциплин является работа №222 «Определение вязкости жидкости методом Стокса», где, помимо определения вязкости глицерина и сравнения

ее с табличным, большим положительным эффектом в формировании технической компетенции является выполнения большего числа расчетов «вручную», подсчет всех составляющих параметров процесса и определение ошибки расчетов.

Большой практический интерес у студентов – будущих инженеров-нефтяников вызывает лабораторная работа №250 «Определение плотности растворов». Помимо знакомства с ареометром и, несмотря на простоту и доступность в понимании, эта лабораторная работа закладывает основу под изучение многих процессов молекулярной физики и термодинамики. Здесь качественно, по содержанию, раскрыты все понятия, параметры состояния.

Такую же практическую пользу имеет лабораторная работа №252 «Определение коэффициента объемного расширения жидкостей». Данная лабораторная работа полезна будущим инженерам-нефтяникам тем, что здесь изучается явление объемного расширения жидкостей, которое необходимо знать и учитывать в дальнейшем при расчете и моделировании трубопроводов. В данной работе изучается принцип действия дилатометра – устройства, столь необходимого геологам-нефтяникам, решаются задачи определения коэффициентов объемного расширения жидкостей, анализ достоверности полученных данных путем сверки их с табличными значениями.

Таким образом, в ходе выполнения данных профессионально-ориентированных работ можно выявить следующую общность в изучении дисциплин «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства», когнитивными компонентами ПК и ОПК компетенций в лабораторных работах по «Физике» и «Машины и оборудование нефтегазового производства» (см. табл.).

Таблица 1 - Профессионально-ориентированные лабораторные работы и формируемые компетенции при изучении дисциплин «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства»

Лабораторные работы Формируемые компетенции	«Физика»	«Машины и оборудование нефтегазового производства»
(ОПК-17) Способность к систематическому изучению научно-технической информации; (ОПК-2) Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; (ОПК-4) Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией; (ПК-4) Способность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в нефтегазовом производстве;	Лабораторная работа №222 Определение вязкости жидкости методом Стокса. Лабораторная работа №223 Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры и концентрации шариковом вискозиметре Лабораторная работа № 250 Определение плотности растворов.	Лабораторная работа: Режимы движения жидких сред. Сила поверхностного натяжения. Массовые силы. Молекулярный механизм. Конвективный механизм. Турбулентный механизм Лабораторная работа: Расчет материального и теплового баланса однокорпусного выпаривания. Расчет поверхностного нагрева. Расчет материального и теплового баланса многокорпусного выпаривания.

Лабораторные работы Формируемые компетенции	«Физика»	«Машины и оборудование нефтегазового производства»
(ПК-25) Способность использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности. (ОПК-12) Умение проводить анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции; (ПК-11) Способность оформлять технологическую и техническую документацию по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования; (ПК-5) способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; (ОК-11) Умение применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий; (ОК-15) Способность получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовность интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде.	Лабораторная работа №218 Водоструйный вакуумный насос Лабораторная работа №252 Определение коэффициента объемного расширения жидкостей.	Конструктивный расчет выпарных аппаратов. Гидравлический расчет выпарных аппаратов. Расчет конденсаторов смешения. Лабораторная работа: Расчет полного напора, мощности, производительности, давления, величины работы насосов. Лабораторная работа: Расчет поршневых компрессоров Расчет мощности, производительности, давления, величины работы компрессоров

Заключение

Таким образом, учитывая основные общие требования к методике организации и проведению занятий по физике студентов инженерных направлений вузов, с целью развития практико-ориентированного обучения, на основе междисциплинарной взаимосвязи предметов «Физика» и «Машины и оборудование нефтегазового производства» у будущих инженеров-бакалавров направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» был составлен профессионально-ориентированный физический практикум.

Данная разработка положила начало в проведении профессионально ориентированных занятий по физике со студентами вышеуказанного направления. Прделанная работа направлена на усовершенствование процесса преподавания дисциплины «Физика» в КФУ, с учетом специфики подготовки студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Библиография

1. Алексеенко А.Е. Формирование профессиональной компетентности специалистов инженерно-технического профиля в условиях лабораторного практикума по физике // Вестник череповецкого государственного университета. 2017. № 6. С.150-160.
2. Бушковская Е.А. Междисциплинарная интеграция как феномен философии и стратегия обучения // Молодой ученый. 2009. №5. С. 178-182.

3. Десненко С.И. Модель междисциплинарного практикума по физике и особенности ее реализации при подготовке будущих специалистов железнодорожного транспорта // Scholarly Notes. Theory and Methods of Physics Teaching. 2014. №6 (59). С. 124-129.
4. Еремина Р.М. Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела. Казань, 2015. 42 с.
5. Захаров Ю.А. Методические указания по выполнению лабораторных работ общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Основы молекулярно-кинетической теории. Законы идеального. Казань, 2014. 53 с.
6. Калачев Н.В. (сост.) Современный физический практикум. Сборник тезисов докладов XII Международной учебно-методической конференции. М., 2012. 208 с.
7. Калачев Н.В. (сост.) Физическое образование в вузах. Современный физический практикум. Сборник трудов X Международной учебно-методической конференции. М., 2008. 288 с.
8. Минобрнауки-2017: новые задачи и новые принципы управления. URL: http://ruskline.ru/monitoring_smi/2017/04/2017-04-10/minobrnauki_2017_novye_zadachi_i_novye_principiy_upravleniya/
9. Осипов Э.В. Конструктивное оформление процессов переработки нефти. Казань, 2015. 86 с.
10. Осипов Э.В. Основные принципы расчета установок АТ и АВТ и использованием универсальной моделирующей программы ChemCad. Казань, 2015. 86 с.
11. Ржеуцкая С.Ю. Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной информационной среде обучения технического вуза // Открытое образование. 2017. №2. С. 21-28.
12. Рогалев А.В. Междисциплинарный практикум по физике как средство развития технического мышления студентов колледжа железнодорожного транспорта: дис....канд. пед. наук. Чита, 2015. 257 с.
13. Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1982. 432 с.
14. Семин Ю.Н. Междисциплинарный учебный комплекс // Высшее образование в России. 2002. № 2. С.107-110.
15. Учебный процесс. Учебные планы. URL: <http://kpfu.ru/geology-oil/uchebnyj-process/uchebnye-plany>
16. Фахертдинова Д.И. Междисциплинарное взаимодействие как основа реализации профессионально-ориентированного обучения у будущих инженеров-нефтяников // Новые стандарты и технологии инженерного образования: возможности вузов и потребности нефтегазохимической отрасли – Синергия-2017. Казань, 2017. С. 424-430.
17. Фахертдинова Д.И. Междисциплинарное взаимодействие как один из основных факторов в формировании компетентного специалиста // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №12. С. 331-333.
18. Фахертдинова Д.И. Методические особенности преподавания физики в строительном вузе // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17. №24. С. 319-324.
19. Фахертдинова Д.И. Общепрофессиональная компетентность будущего инженера-строителя // Мир образования – образование в мире. 2011. №3. С. 112-115.
20. Фахертдинова Д.И. Формирование общепрофессиональной компетенции у будущих специалистов строительного профиля при дистанционном обучении физике: дис....канд. пед. наук. Казань, 2011. 165 с.

**Physical laboratory workshop as the basis for the implementation
of the interdisciplinary relationship of the disciplines "Physics"
and "Machinery and equipment for oil and gas production":
generalization of the experience of the Kazan (Volga) Federal University**

Dinara I. Fakhertdinova

PhD in Pedagogy,
Department of Natural Disciplines, Service and Tourism,
Kazan Cooperative Institute,
Russian University of Cooperation,
420081, 58, Nikolaya Ershova st., Kazan, Russian Federation;
e-mail: dinaraf@mail.ru

Al'fira M. Akhmedova

PhD in Pedagogy,
Department of Natural Disciplines, Service and Tourism,
Kazan Cooperative Institute,
Russian University of Cooperation,
420081, 58, Nikolaya Ershova st., Kazan, Russian Federation;
e-mail: alfira233@yandex.ru

Rushana M. Eremina

Doctor Physics and Mathematics,
Professor,
Professor of the Department of General Physics,
Kazan (Volga region) Federal University,
420008, 18, Kremlevskaya st., Kazan, Russian Federation;
e-mail: REremina@yandex.ru

Abstract

The article presents a description of professionally-oriented laboratory complex focused at forming general professional competence for future bachelors of oil and gas engineers at the Kazan (Volga) Federal University. This paper is based on an earlier theoretical study on the identification of interdisciplinary integration of the disciplines "Physics" and "Machines and equipment of oil and gas production". At the previous study, it was concluded that the most integral interdisciplinary effect there is in the content-component of general professional competence. The analysis of the educational standards and curriculum of this direction 21.03.01 "Oil and gas business" has shown that a special branch of physics, which is necessary for detailed study by future oil and gas engineers, is "Molecular physics. Thermodynamics". In order to achieve the goal of maximum inter-integration of these subjects, "Physics" and "Machines and equipment of oil and gas production", the authors developed and compiled a complex of laboratory works on molecular physics and thermodynamics with interdisciplinary professionally-oriented content. This work laid the foundation for conducting professionally oriented classes in physics with students of this specialty. The work done is aimed at improving the process of teaching the discipline "Physics" in KFU, taking into account the specifics of training students in the direction of 21.03.01 "Oil and Gas Business".

For citation

Fakhertdinova D.I., Akhmedova A.M., Eremina R.M. (2018) Fizicheskii laboratornyi praktikum kak osnova realizatsii mezhpredmetnoi vzaimosvyazi distsiplin «fizika» i «mashiny i oborudovanie neftegazovogo proizvodstva»: obobshchenie opyta Kazanskogo (Privolzhskogo) federal'nogo universiteta [Physical laboratory workshop as the basis for the implementation of the interdisciplinary relationship of the disciplines "Physics" and "Machinery and equipment for oil and gas production": generalization of the experience of the Kazan (Volga) Federal University]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 8 (4A), pp. 153-161.

Keywords

Interdisciplinary interaction, interdisciplinary content of the discipline, physical laboratory practice, competences of the future bachelor's engineer of training 21.03.01 "Oil and gas business", professional oriented laboratory practice.

References

1. Alekseenko A.E. (2017) Formirovanie professional'noi kompetentnosti spetsialistov inzhenerno-tekhnicheskogo profilya v usloviyakh laboratornogo praktikuma po fizike [Formation of professional competence of specialists of engineering and technical profile in the conditions of laboratory practical work on physics]. *Vestnik cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Cherepovets State University], 6, pp. 150-160.
2. Bushkovskaya E.A. (2009) Mezhdistsiplinarnaya integratsiya kak fenomen filosofii i strategiya obucheniya [Interdisciplinary Integration as a Phenomenon of Philosophy and a Learning Strategy]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 5, pp. 178-182.
3. Desnenko S.I. (2014) Model' mezhdistsiplinarnogo praktikuma po fizike i osobennosti ee realizatsii pri podgotovke budushchikh spetsialistov zheleznodorozhnogo transporta [Model of the interdisciplinary practical workshop on physics and features of its implementation in the preparation of future specialists of rail transport]. *Scholarly Notes. Theory and Methods of Physics Teaching*, 6 (59), pp. 124-129.
4. Eremina R.M. (2015) *Eksperimental'nye zadachi obshchego fizicheskogo praktikuma po molekulyarnoi fizike i termodinamike. Protsessy perenosa. Zhidkosti i tverdye tela* [Experimental problems of the general physical practical work on molecular physics and thermodynamics. Transfer processes. Liquids and solids]. Kazan.
5. Fakhertdinova D.I. (2011) *Formirovanie obshcheprofessional'noi kompetentsii u budushchikh spetsialistov stroitel'nogo profilya pri distantsionnom obuchenii fizike. Doct. Dis.* [Formation of the general professional competence of future specialists of the building profile for distance learning physics. Doct. Dis.]. Kazan.
6. Fakhertdinova D.I. (2014) Metodicheskie osobennosti prepodavaniya fiziki v stroitel'nom vuze [Methodical features of teaching physics in a construction college]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 17, 24, pp. 319-324.
7. Fakhertdinova D.I. (2017) Mezhdistsiplinarnoe vzaimodeistvie kak osnova realizatsii professional'no-orientirovannogo obucheniya u budushchikh inzhenerov-neftyanikov [Interdisciplinary interaction as a basis for implementing professionally-oriented training for future oil engineers]. In: *Novye standarty i tekhnologii inzhenernogo obrazovaniya: vozmozhnosti vuzov i potrebnosti neftegazokhimicheskoi otrasli – Sinergiya-2017* [New standards and technologies of engineering education: the potentialities of universities and the needs of the oil and gas chemical industry – Synergy-2017]. Kazan.
8. Fakhertdinova D.I. (2010) Mezhdistsiplinarnoe vzaimodeistvie kak odin iz osnovnykh faktorov v formirovanii kompetentnogo spetsialista [Interdisciplinary interaction as one of the main factors in the formation of a competent specialist]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 12, pp. 331-333.
9. Fakhertdinova D.I. (2011) Obshcheprofessional'naya kompetentnost' budushchego inzhenera-stroitel'ya [General professional competence of the future civil engineer]. *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire* [The world of education – education in the world], 3, pp. 112-115.
10. Kalachev N.V. (comp.) (2008) *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh. Sovremennyy fizicheskii praktikum. Sbornik trudov 20 Mezhdunarodnoi uchebno-metodicheskoi konferentsii* [Physical education in higher education. Modern physical practice. Collected Works of the X International Teaching and Methodological Conference]. Moscow.
11. Kalachev N.V. (comp.) (2012) *Sovremennyy fizicheskii praktikum. Sbornik tezisov dokladov XII Mezhdunarodnoi uchebno-metodicheskoi konferentsii* [Physical education in higher education. Modern physical practice. Collected Works of the X International Teaching and Methodological Conference]. Moscow.
12. *Minobrnauki-2017: novye zadachi i novye printsipy upravleniya* [Ministry of Education and Science-2017: new tasks and new principles of management]. Available at: http://ruskline.ru/monitoring_smi/2017/04/2017-04-10/minobrnauki_2017_novye_zadachi_i_novye_printsipy_upravleniya/ [Accessed 05/05/2019]
13. Osipov E.V. (2015) *Konstruktivnoe oformlenie protsessov pererabotki nefti* [Design of oil refining processes]. Kazan.
14. Osipov E.V. (2015) *Osnovnye printsipy rascheta ustanovok AT i AVT i ispol'zovaniem universal'noi modeliruyushchei programmy ChemCad* [Basic principles of calculating AT and AVT settings and using the universal modeling program ChemCad]. Kazan.
15. Rogalev A.V. (2015) *Mezhdistsiplinarnyy praktikum po fizike kak sredstvo razvitiya tekhnicheskogo myshleniya studentov kolledzha zheleznodorozhnogo transporta. Doct. Dis.* [Interdisciplinary practical work on physics as a means of developing technical thinking of students of the college of railway transport. Doct. Dis.]. Chita.

-
16. Rzhetskaya S.Yu. (2017) Mezhdistsiplinarnoe vzaimodeistvie v integrirovannoi informatsionnoi srede obucheniya tekhnicheskogo vuza [Interdisciplinary interaction in the integrated information environment for the training of a technical college]. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 2, pp. 21-28.
 17. Savel'ev I.V. (1982) *Kurs obshchei fiziki* [Course of General Physics]. Moscow: Nauka Publ.
 18. Semin Yu.N. (2002) Mezhdistsiplinarnyi uchebnyi kompleks [Interdisciplinary study complex]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 2, pp. 107-110.
 19. *Uchebnyi protsess. Uchebnye plany* [The educational process. Educational plans]. Available at: <http://kpfu.ru/geology-oil/uchebnyj-process/uchebnye-plany> [Accessed 05/05/2019]
 20. Zakharov Yu.A. (2014) *Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh rabot obshchego fizicheskogo praktikuma po molekulyarnoi fizike i termodinamike. Osnovy molekulyarno-kineticheskoi teorii. Zakony ideal'nogo* [Methodical instructions for the performance of laboratory works of the general physical practical work on molecular physics and thermodynamics. Fundamentals of the molecular-kinetic theory. The laws of the ideal]. Kazan.