

ПРОПЕДЕВТИЧЕСКИЙ КУРС ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 5–6-Х КЛАССОВ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНТЕРЕСА К ПРЕДМЕТУ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Е. А. Румбешта, Е. С. Кисленко

Томский государственный педагогический университет, Томск

Отражены проблемы естественно-научного образования, которые проявляются в школе и вузе. В частности, эти проблемы характерны для школ и вузов г. Томска и выявляются на основе фактов: низкие результаты при сдаче выпускных экзаменов в школе (средний балл выпускного экзамена по физике невысокий, по г. Томску – чуть выше, чем по России в целом); слабая естественно-научная подготовка школьников, выявленная в ходе серьезного исследования; понижение проходного балла для абитуриентов технических факультетов ведущих вузов г. Томска. Кроме того, в приведенных исследованиях выявлена низкая практическая и технологическая подготовка школьников, которая влияет на подготовку инженеров. Проанализированы предложения по решению выявленных проблем. Часть предложений касается введения пропедевтических курсов естественно-научной подготовки учащихся 5–6-х классов. Авторы считают, что такая подготовка более эффективна при изучении курса, построенного на основе важнейшего естественного предмета – физики, нежели на основе интегрального естественно-научного курса. Пропедевтическое изучение предмета, построенного определенным образом, способствует появлению мотивации на его изучение. Способ такой подготовки представлен в виде элективного курса (приведена программа и частично способы работы с учащимися), где ученики знакомятся с великими открытиями и их инженерными и бытовыми применениями. Преподавание курса построено на основе совместного обсуждения проблем, пополнения знаний учащихся об ученых и пользе их открытий, организации наблюдений и выполнения простых модельных опытов. В результате этого ученики приобретают некоторые практические, технологические, информационные умения. Показаны положительные результаты развития учащихся, появление у них мотивации на изучение физики.

Ключевые слова: *проблемы естественно-научного образования, усиление практической подготовки школьников, развитие интереса к физике, элективный курс для учеников 5–6-х классов.*

Физика является значимым естественно-научным предметом, изучаемым в школе, так как на ее основе наиболее полно формируется научное мировоззрение учеников, миропонимание, происходит подготовка молодых членов общества к практической деятельности в современном мире. При изучении физики закладываются основы естественно-научной грамотности школьников как составляющей их собственной культуры. В г. Томске школьное физическое образование должно быть еще и основой для дальнейшей подготовки инженерных кадров на многочисленных технических факультетах вузов города.

В настоящее время группа исследователей – сотрудников Института стратегии развития образования РАО под руководством академика В. Г. Разумовского провела первое в стране муниципальное исследование «Естественно-научная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы». Проверялась группа умений: научное объяснение явлений на основе имеющихся знаний; применение методов естественно-научного исследования; интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов; наличие экспериментальных умений [1]. Результативно выполнили задания в среднем 10–15 % учащихся, хотя результаты международного тестиро-

вания по проверке тех же умений в последние годы значительно улучшились.

Проблемы современного естественно-научного образования отмечаются и другими исследователями. Известный методист в области физики А. Т. Глазунов пишет, что школа начала XXI в. не отвечает социальным вызовам времени. Соглашаясь со многими исследователями, он констатирует, что существовавший весь XX в. фактологический подход к отбору содержания образования не решил проблему формирования мировоззрения школьников, так как просто знания не являются самоцелью современной системы образования, а лишь основой для решения конкретных учебных задач, демонстрирующих компетенцию [2].

Об этом же пишет Л. А. Ясюкова [3]. Исследования и практическая работа в школах, как отмечает автор, убеждают в правоте Л. С. Выготского: именно изучение наук формирует понятийное мышление, создает мощный потенциал интеллектуального и личностного развития, но не психологические занятия и игры. Изучение наук формирует схемы и принципы для анализа самых разнообразных ситуаций, явлений окружающего мира, позволяет понимать причины явлений, строить прогнозы о дальнейшем развитии событий.

Что касается результатов изучения наук школьниками, в частности наиболее значимой в плане построения понятийного мышления, а также основы дальнейшего технического образования – физики, то имеющиеся факты говорят о недостатке в знаниях и умениях российских выпускников, а также выпускников региона. В этом можно убедиться при анализе табл. 1 и 2.

ческое образование нуждается в изменениях, способствующих повышению уровня естественно-научной грамотности, повышению интереса к физике – науке и ее практическим применениям.

Эта проблема уже начала решаться на уровне государства. Необходимость политехнической подготовки учащихся в процессе обучения физике определена Стандартом общего среднего образования

Таблица 1

Результаты ЕГЭ по физике (Россия)

Показатель	Год						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Минимальный балл	34	33	36	36	36	36	36
Средний балл	51,32	51,54	46,7	53,5	45,4	51,1	51,2
Количество, человек	213186	173574	217954	208875	188 237	170000	180000
Не сдали ЕГЭ, %	5	7,4	12,6	11,0	17,7	6,9	6,1

Таблица 2

Результаты ЕГЭ по физике (Томская область) [2]

Показатель	Год		
	2014	2015	2016
Средний балл	47,94	54,57	51,69
Количество, человек	1569	1397	1279
Не сдали ЕГЭ, абс. (%)	219 (13,9)	39 (2,79)	67 (4,98)

Данные таблиц свидетельствуют о том, что средний балл томских школьников чуть выше среднего по России, но с 2014 г. он начал понижаться.

Имеющийся в области уровень результатов ЕГЭ по физике приводит к тому, что томские вузы вынуждены устанавливать в большинстве случаев низкие проходные баллы для поступления. Для подачи документов учащимся достаточно преодолеть минимальный порог по предмету. На протяжении 5 лет этот порог по предмету «физика» является неизменным и составляет 36 баллов, что соответствует 9 первичным баллам (9 верным заданиям из первой части). В 2015 г. для того, чтобы поступить в ТУСУР, учащимся достаточно было набрать 158 баллов (радиоинженерский факультет), 161 балл (радиотехнический факультет). Стоит отметить, что в общую сумму баллов входят баллы по математике, русскому языку и физике. И, как ни странно, больший удельный вес от общего количества баллов приходится на русский язык.

О проблемах, связанных с недостаточной подготовкой по физике для поддержания высокого статуса томских технических вузов, пишут и другие исследователи [4].

Все вышесказанное говорит о том, что достаточно явно проявлена проблема – школьное физи-

(ФГОС, 2010, 2012). Ставится задача усвоения учащимися физических основ работы различных технических устройств и промышленных технологических процессов, формирования у них умения применять полученные знания для решения практических задач повседневной жизни и обеспечения ее безопасности, рационального природопользования и охраны окружающей среды, готовности к прогнозированию, анализу и оценке последствий бытовой и производственной деятельности.

Достижение этих целей связывается с реализацией в обучении физике одного из базовых принципов дидактики – принципа политехнизма [4]. Это обусловлено: 1) высоким уровнем и нарастающими темпами развития технической оснащённости общества; 2) возникновением среды обитания нового типа – «биотехносреды», необходимостью подготовки молодежи к эффективному и безопасному существованию в этой среде, реализации природоохранных практик ее развития; 3) важностью воспитания у молодого поколения интереса к технической деятельности, готовности к совершенствованию отечественной техники и созданию высокотехнологичных производств.

Человек как субъект современной техносреды должен обладать необходимым уровнем технической культуры. Для развития техносреды, которая стала второй, если не основной, средой обитания человека, необходимо формирование у части молодежи инженерного мышления.

По определению А. П. Усольцева, Т. Н. Шамало [5], инженерное мышление – мышление, направленное на обеспечение деятельности с техническими объектами, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях и характеризующееся как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое.

Инженерное мышление характеризуется тем, что оно всегда направлено на созидание, в основе его мотивации лежат идеи гуманизма [6]. Это свойство инженерного мышления называется социально позитивным. Для формирования этого качества необходимо использовать в учебном процессе материал из истории физики, истории технических изобретений.

Д. А. Мустафина, И. В. Ребро, Г. А. Рахманкулова [7] выделяют в структуре инженерного мышления важную и для учащихся составляющую. Это – конструктивное мышление, то есть построение определенной модели решения поставленной проблемы или задачи, под которой понимается умение сочетать теорию с практикой.

Таким образом, для развития техносреды необходимо повысить качество инженерной подготовки студентов технических вузов, а это зависит от подготовки абитуриентов, которую они получают в школе, в частности от подготовки по предмету «физика». В настоящее время эта подготовка, как сказано выше, находится не на должном уровне. К тому же многие школьники не представляют роль физики не только как основы будущей инженерной профессии, но и как основы жизнедеятельности в современном обществе.

О. Г. Надеевой, С. Г. Авериной в исследовании информированности старшеклассников о профессиональных требованиях к инженерно-техническим работникам [8] установлено, что физика, по их мнению, необходима будущему инженеру. Однако менее трети учеников, участвующих в опросе, указали, для чего она нужна. Они отметили, что при создании конструкций или технических устройств необходимо знание и учет физических законов, однако никем не отмечена роль практической подготовки и необходимость знания истории технических открытий.

В то же время выявлено мнение, что для успешного овладения инженерной специальностью учащемуся еще в школе необходимо к ней заранее готовиться – развивать у себя технические способности, техническое мышление, пространственное воображение. Почти половина респондентов понимает значение активного включения в познавательную деятельность для овладения профессией инженера. Наиболее полезными они считают посещение кружков инженерно-технологического направления: моделирования и конструирования (14 %), рисования и черчения (10 %), программирования и робототехники (11 %). Однако немногие, даже понимающие необходимость такой практической подготовки, осуществляют ее самостоятельно.

Недопонимание школьниками роли практических занятий в естественно-научной подготовке, скорее всего, вызвано сравнительно низкой материально-технической оснащенностью образовательных орга-

низаций всех уровней. По данным 2006 года, износ основных фондов составлял 70 %. В настоящее время ситуация практически не изменилась [9].

Решение проблемы усиления практической подготовки школьников ряд исследователей предлагает осуществить через введение разработанной ими программы по физике для 7–9-х классов с усилением ее практической направленности [10].

В предлагаемой программе ведущую роль в реализации деятельностного подхода должны играть лабораторные работы. Независимо от их тематической принадлежности лабораторные работы делятся по следующим типам: 1. Проведение прямых измерений физических величин. 2. Расчет по полученным результатам прямых измерений зависимого от них параметра (косвенные измерения). 3. Наблюдение явлений и постановка опытов по обнаружению факторов, влияющих на протекание данных явлений. 4. Исследование зависимости одной физической величины от другой. 5. Проверка заданных предположений – гипотез. 6. Знакомство с техническими устройствами и их конструирование. Авторы программы считают, что данная типология лабораторных работ должна распространяться и на экспериментальные задания.

Это достаточно эффективный подход к изучению предмета, но деятельностная основа обучения требует определенной подготовки. Это относится не только к предлагаемой новой программе обучения физике, но и к традиционной.

Определенная естественно-научная подготовка к изучению предмета происходит в начальной школе при изучении курса «Окружающий мир». Ряд исследователей предлагают пропедевтические курсы естествознания, например, ИУМК «Естественно-научное образование» для основной школы (5–6-е классы). Авторы Е. И. Аффрина, Н. В. Шаронова (гимназия № 1567, г. Москва) и другие [11] ориентируют процесс обучения в рамках курса на овладение методами познания в процессе организации исследовательской деятельности, которая состоит в выполнении исследовательских проектов и исследовательских заданий. При этом учащиеся обучаются методам познания, у них формируются основные понятия естественных наук, умения работать с информацией и некоторые исследовательские умения.

Однако необходимые ученикам сведения о природе в курсе «Окружающий мир», базовые знания по астрономии, географии, физике и прочим естественным предметам в курсе «Естественно-научное образование» и межпредметные проекты не в полной мере дают возможность показать значительную роль физики как науки, разработавшей общую методологию, применяемую во всех науках. Они не достаточно эффективно способствуют развитию практико-конструкторских умений, во-

стребованных учениками данного возраста, появлению интереса к практическим применениям именно физики, который может повлиять на будущий выбор профессии.

Это означает, что нужен особый пропедевтический курс, который ориентирует учеников на изучение физики как основы будущих инженерных специальностей, на подготовку которых ориентированы томские университеты.

Подготовку учеников к изучению физики на основе разработанного авторами элективного пропедевтического курса целесообразно начинать с 5-го класса.

Это обусловлено психологическими особенностями учащихся данного возраста. Исследователи в области педагогической психологии установили, что на возраст, соответствующий 5–6-м классам, приходится максимум сензитивного периода развития функциональной системы интеллекта, задачей которого является освоение окружающего мира [12]. Именно в этот период ученики задают большое число вопросов и пытаются ответить на них. Задачей педагога является направление их творческой активности на решение учебных и образовательных проблем.

Этот период развития учеников наиболее благоприятен для формирования умений наблюдения физических явлений, измерения величин, объяснения явлений, конструирования моделей, желательных действующих.

В соответствии с поставленными требованиями для учащихся 5–6-х классов разработан электив «Изучаем технические открытия. Пробуем конструировать», апробация которого прошла в Центре дополнительного физико-математического и естественно-научного образования при Томском государственном педагогическом университете. В настоящее время электив ведется в школе № 197 г. Северска.

Для учащихся 5–6-х классов создана программа, на основе которой они сначала могут почувствовать красоту и силу физической науки, воплощенной в изобретениях. На основе простых демонстраций опытов или слайдов школьники вместе с учителем объясняют суть увиденных явлений. При выполнении простых опытов они могут увидеть практическое применение тех открытий, которые в давние времена или в современное время совершили ученые.

Задачей курса является развитие у школьников умений и способностей, которые в настоящее время определяются как результаты обучения в основной школе.

В плане личностных результатов:

– развитие познавательного интереса и интереса к творчеству;

– развитие отношения к физике как элементу общечеловеческой культуры;

– ориентация в дальнейшем на естественно-научный профиль обучения;

– мотивация на самообразование.

В плане метапредметных результатов:

– развитие первичных умений постановки цели деятельности, планирования, оценки результатов деятельности;

– развитие умения обсуждать проблемы, предлагать варианты решения;

– формирование умения ставить вопросы, отвечать на вопросы;

– развитие монологической речи, диалога.

В плане предметных результатов развитие умений:

– различать физические явления, встречающиеся в повседневной жизни;

– пользоваться общедоступными приборами;

– производить измерения некоторых физических величин;

– проводить несложные опыты и наблюдения.

Программа элективного курса следующая.

Программа для учащихся 5-го класса составлена на базе материалов авторов Д. Уэста, С. Паркера [13] и приведена кратко в табл. 3.

Ввиду ограниченности объема статьи в таблице заполнены только первые две строки. В следующих строках приведены только некоторые темы занятия.

Содержанием программы для учащихся 6-го класса является знакомство с домашней техникой, которая значительно облегчает жизнь современному человеку, и процессами ведения домашнего хозяйства, в основе которых лежат законы физики (табл. 4).

В процессе прохождения курса у учащихся начинают формироваться первичные практико-конструкторские умения, представления о значении физики как науки, великих ученых и практиках, роли физики в создании сложных технических конструкций и простых приборов.

После прохождения курса с учениками 5-го класса было организовано рефлексивное обсуждение совместной образовательной деятельности на основе следующих вопросов:

1. Что было самым интересным на занятиях электива.

2. Какие занятия запомнились, почему.

3. Какие научные открытия показались наиболее значимыми, какие известные Вам открытия мы не обсудили.

4. Как легче на занятиях открывать что-то новое, подумав самостоятельно или обсудив с другими учениками, учителем.

5. Какова роль физики в развитии общества.

Таблица 3

Программа для учащихся 5-го класса

Тема занятия	Краткое содержание	Демонстрации или опыты	Актуализируемые знания. Развиваемые умения
Введение	Около 5 млрд лет появилась Земля. А человек умелый появился только 2 млн лет назад. Но как люди изменили доставшийся им мир, особенно в последние 200 лет! О научных открытиях и технических воплощениях мы и поговорим	Обсуждаем с учениками, что они знают о научных и технических открытиях, записываем их примеры на доску с именем автора примера	Ученики вспоминают о пароходах, метательных орудиях, изобретении лампочки и пр. Развиваются коммуникативные умения (КУ): формулировать собственное мнение, учитывать разные мнения, задавать вопросы
Плуг	Плуг появился около 1000 лет до нашей эры. Некоторые его части и сейчас имеются в сельскохозяйственных машинах. Сейчас (по картинке) мы разберем его устройство и узнаем физические закономерности, которые использованы для создания его конструкции	Демонстрация слайдов: части плуга, использования плуга с лошадей, системы плугов с трактором	На основе наблюдения выясняем конструкцию плуга, вид лемеха. Учитель приводит формулу давления, использование которой поясняет эффективность работы режущих инструментов. Ученики приводят примеры использования дома ножей, отверток и пр. Развивается познавательное умение (ПУ): объяснять, как можно увеличить давление на опору
Метательные орудия, духовое оружие			
Корабль-парусник			
И т. д.			

Таблица 4

Программа для учащихся 6-го класса

Тема занятия	Краткое содержание	Демонстрации или опыты	Актуализируемые знания. Развиваемые умения
Утюг на углях	Ученикам сообщаем, что утюг изобретен очень давно. Утюги с формой, близкой к современной, появились в XVIII–XIX веках. Корпус утюга изготовлялся из чугуна. Сплошной утюг ставился на печь. Полый наполнялся углями. Древнетюркское «утюк» складывалось из «уг» – огонь, «юк» – положить	Демонстрируется фото утюга, нагреваемого или на печи или углями. Предлагается ученикам вопрос, как с помощью двух металлических цилиндров разного объема или состоящих из разных материалов и электроплитки показать принцип действия утюга и объяснить его. Задание: как из подручных средств сконструировать утюг. Обсудите, составьте план создания модели утюга	Тепло передается от более нагретого тела к менее нагретому. Развивается умение спланировать эксперимент, объяснить результат эксперимента, сконструировать модель устройства
Термос			
Электрочайник и чаепитие			
Телефон			
И т. д.			

Ученикам 6-го класса были предложены для заполнения анкеты следующего содержания.

1. Какова роль планирования при выполнении деятельности.

2. Какие роли Вы выбирали при совместной работе в группе.

3. Какие физические явления лежат в основе действия домашних приборов, назовите соответственно явления и приборы.

4. Какие умения Вы считаете конструкторскими и какие из них Вы применяли при выполнении заданий.

5. Какова бы была жизнь человека без современной техники.

6. Вы с желанием и интересом приступите к изучению физики в 7-м классе.

7. Какие знания, умения Вы хотели бы приобрести при изучении физики.

Рефлексивная оценка курса показала его полезность, все обучающиеся указали на наличие интереса к физике. Ученики приобрели ряд первичных умений, которые им необходимы при изучении естественных наук. Данное исследование позволяет скорректировать содержание программы, четко проявить способы работы с учащимися для достижения нужного результата

Список литературы

1. Разумовский В. Г., Пентин А. Ю., Никифоров Г. Г. и др. Планирование учебного процесса и конструирование уроков с учетом формирования естественно-научной грамотности // Физика в школе. 2016. № 6. С. 14–24.
2. Глазунов А. Т. Воспитательный потенциал школьного естественно-научного образования // Стандарты и мониторинг образования. 2014. № 3. С. 45–48.
3. Ясюкова Л. А. Качество образования: остановись падение, или о чем писал Л. С. Выготский // Народное образование. 2015. № 9. С. 73–82.
4. Камалева А. Р. Концепция формирования образовательных умений, навыков и основ естественно-научных компетенций учащейся молодежи в процессе непрерывного естественно-научного образования // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2012. № 2. С. 139–146.
5. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. О понятии «инженерное мышление» // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Формирование инженерного мышления в процессе обучения». Екатеринбург, 2015. С. 3–9.
6. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. О понятии инновационного мышления // Педагогическое образование в России. 2014. № 1. С. 94–98.
7. Мустафина Д. А., Ребро И. В., Рахманкулова Г. А. Негативное влияние формализма в знаниях студентов на формирование инженерного мышления // Инженерное образование. 2011. № 7. С. 10–15.
8. Надеева О. Г., Аверина С. Г. О формировании инженерного мышления в обучении физике // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Формирование инженерного мышления в процессе обучения». Екатеринбург, 2015. С. 141–147.
9. Караваев А. В., Ипутатов Д. Ю. Российское образование: финансирование, развитие, конкурентоспособность // Народное образование. 2016. № 4. С. 9–17.
10. Никифоров Г. Г., Орлов В. А., Разумовский В. Г., Фадеева А. А. Программа для 7–9-х классов. Физика // Физика в школе. 2016. № 2. С. 14–31.
11. Об ИУМК «Естественно-научное образование». URL: <http://school-collection.lyceum62.ru/ecor/storage/3b0249f9-5dfe-4557-9e08-213d30ba8e18/About.html> (дата обращения: 20.11.2016).
12. Bateson P. How do sensitive periods arise and what are they for? // Animal Behavior. 1979. V. 27. P. 470–486.
13. Уэст Д., Паркер С. 53/2 открытия, которые изменили мир и кое-что еще. М.: Росмэн, 1994. 60 с.

Румбешта Елена Анатольевна, доктор педагогических наук, профессор, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061). E-mail: erumbeshta@mail.ru

Кисленко Елена Сергеевна, аспирант, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061). E-mail: Elena_r@sibmail.com

Материал поступил в редакцию 09.01.2017.

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-57-63

PROPAEDEUTIC COURSE IN PHYSICS FOR THE 5–6 CLASS AS A MEANS OF DEVELOPMENT OF INTEREST IN THE SUBJECT AND A PRACTICAL COMPONENT

E. A. Runbeshta, E. S. Kislenko

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation

The article reflects the problem of science education, which manifest themselves in school and in higher school. In particular, these problems are common to the schools and universities of Tomsk. The problems are manifested by the facts: poor results at final exams in school (average point at the final examination in physics is not high, for Tomsk it is slightly higher than in Russia in whole); weak natural-science preparation of pupils identified in the serious study; lowering of the pass mark for the students of technical faculties of leading universities of Tomsk. In addition, in the above studies was found low practical and technical preparation of students, which affects the training of engineers. The authors analyzed the proposals to solve the manifested problems. Part of the proposals concerns the introduction of a propaedeutic course of natural-science for pupils of 5–6 classes. The authors believe that such training is more effective in the study of the course, built on the basis of the most important natural subject – physics, rather than on the basis of integrated natural sciences course. Propaedeutic study of the subject, built in a certain way, contributed to

the appearance of the motivation to study it. The process of such training is presented as an elective course (shows the program and, in part, the ways of working with students), where students are introduced to the great discoveries and the engineering, and consumer applications of these discoveries. The course is built on the basis of a joint discussion of the problems, updating of knowledge of students about the scientists and the benefits of their discoveries, the organization of observations and execution of simple model experiments. As a result, students gain some practical, technological and information skills. The article shows the positive results of the students, the appearance of their motivation to study physics.

Key words: *problems of science education, strengthening of practical training of students, development of interest in physics, elective course for students of grades 5–6.*

References

1. Razumovskiy V. G., Pentin A. Yu., Nikiforov G. G. et al. Planirovaniye uchebnogo protsessa i konstruirovaniye urokov s uchetom formirovaniya estestvenno-nauchnoy gramotnosti [Planning of the educational process and lesson design based on the formation of scientific literacy]. *Fizika v shkole – Physics at school*, 2016, no. 6, pp. 14–24 (in Russian).
2. Glazunov A. T. Vospitatel'nyy potentsial shkol'nogo estestvenno-nauchnogo obrazovaniya [Educational potential of school science education]. *Standarty i monitoring obrazovaniya – Standards and monitoring of education*, 2014, no. 3, pp. 45–48 (in Russian).
3. Yasyukova L. A. Kachestvo obrazovaniya: ostanovis' padeniye, ili o chem pisal L. S. Vygotskiy [Quality of education: stop falling, or what L.S. Vygotsky wrote about]. *Narodnoye obrazovaniye – Public education*, 2015, no. 9, pp. 73–82 (in Russian).
4. Kamaleeva A. R. Kontsepsiya formirovaniya obrazovatel'nykh umeniy, navykov i osnov estestvenno-nauchnykh kompetentsiy uchashcheyasya molodezhi v protsesse nepreryvnogo estestvenno-nauchnogo obrazovaniya [The concept of formation of self-educational abilities, skills and the cores natural-science competencies in the course of continuous natural-science education]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2012, no. 2, pp. 139–146 (in Russian).
5. Usol'tsev A. P., Shamalo T. N. O ponyatii "inzhenernoye myshleniye" [On the concept of "engineering thinking"]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Formirovaniye inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya"* [Materials of the international scientific-practical conference "Formation of engineering thinking in the learning process"]. Yekaterinburg, 2015. Pp. 3–9 (in Russian).
6. Usol'tsev A. P., Shamalo T. N. O ponyatii innovatsionnogo myshleniya [On the concept of innovative thinking]. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii – Pedagogical education in Russia*, 2014, no. 1, pp. 94–98 (in Russian).
7. Mustafina D. A., Rebro I. V., Rakhmankulova G. A. Negativnoye vliyaniye formalizma v znaniyakh studentov na formirovaniye inzhenernogo myshleniya [The negative influence of formalism in students' knowledge on the formation of engineering thinking]. *Inzhenernoye obrazovaniye – Engineering Education*, 2011, no. 7, pp. 10–15 (in Russian).
8. Nadeeva O. G., Averina S. G. O formirovanii inzhenernogo myshleniya v obuchenii fizike [On the formation of engineering thinking in teaching physics]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Formirovaniye inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya"* [Materials of the international scientific-practical conference "Formation of engineering thinking in the learning process"]. Yekaterinburg, 2015. Pp. 141–147 (in Russian).
9. Karavaev A. V., Iputatov D. Yu. Rossiyskoye obrazovaniye: finansirovaniye, razvitiye, konkurentosposobnost' [Russian Education: financing, development, competitiveness]. *Narodnoye obrazovaniye – Public education*, 2016, no. 4, pp. 9–17 (in Russian).
10. Nikiforov G. G., Orlov V. A., Razumovskiy V. G., Fadeeva A. A. Programma dlya 7–9-kh klassov. Fizika [The program for grades 7–9. Physics]. *Fizika v shkole – Physics at school*, 2016, no. 2, pp. 14–3 (in Russian).
11. Ob IUMK "Yestestvenno-nauchnoye obrazovaniye" [On Innovative educational methodical package "Science education"] (in Russian). URL: <http://schoolcollection.lyceum62.ru/ecor/storage/3b0249f9-5dfe-4557-9e08-213d30ba8e18/About.html> (accessed 20 11. 2016).
12. Bateson P. How do sensitive periods arise and what are they for? *Animal Behavior*, 1979, vol. 27, pp. 470–486.
13. Uest D., Parker S. 53/2 otkrytiya, kotorye izmenili mir i koye-chno eshche [53/2 discoveries that changed the world and something else]. Moscow, Rosmen Publ., 1994, 60 p. (in Russian).

Rumbeshta E. A., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).
E-mail: erumbeshta@mail.ru

Kislenko E. S., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).
E-mail: Elena_r@sibmail.com