

ВОЗМОЖНОСТИ ШКОЛЬНОЙ БИОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗНАНИЙ

Смирнова Наиля Заиловна,

профессор кафедры физиологии человека и методики обучения биологии факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, доктор педагогических наук, г. Красноярск, smirnovanz06@mail.ru

Юликова Татьяна Валериевна,

доцент кафедры физиологии человека и методики обучения биологии факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, кандидат педагогических наук, г. Красноярск, egolikova-1969@mail.ru

Зорков Иван Александрович,

доцент кафедры физиологии человека и методики обучения биологии факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, кандидат педагогических наук, г. Красноярск, ivanatutnet@mail.ru

Бережная Оксана Викторовна,

доцент кафедры физиологии человека и методики обучения биологии факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, кандидат педагогических наук, г. Красноярск, zax20111985@mail.ru

АВТОРАМИ РАЗРАБОТАНЫ МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ, АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ШКОЛЬНОЙ БИОЛОГИИ, А ТАКЖЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗНАНИЙ В КУРСЕ ШКОЛЬНОГО ПРЕДМЕТА.

• методика обучения биологии • инженерные знания • специализированные классы • инженерное дело

Цели российского образования в течение последних 5–7 лет направлены на обеспечение его глобальной конкурентоспособности, формирование личности ученика, обладающей не только суммой определённых знаний, но и soft skills (гибкими навыками), умением планомерно и в то же время креативно мыслить. Социальным заказом государства к образованию является подготовка грамотных специалистов инженерных профессий. Губернатором Красноярского края поставлена задача создания специализированных классов для обучения по математическому, естественно-научному и инженерно-технологическому направлениям в муниципальных образовательных организациях, реализующих образовательные программы основного общего и среднего общего образования, повышение мотивации выпускников на выбор инженерных,

технических направлений для поступления в профессиональные образовательные организации и образовательные организации высшего образования, что в дальнейшем обеспечит приток квалифицированной, высокомотивированной, активной молодёжи в отрасли материального производства и экономики страны.

Реформирование содержания школьного образования и внедрение новых педагогических технологий в практику — это приоритетное условие интеллектуального, творческого и нравственного развития обучающегося. В условиях деятельности школ на современном этапе становится важным обеспечение развивающего потенциала действующих образовательных стандартов в свете системно-деятельностного подхода, который предполагает новые аспекты

конструирования содержания образования. Отличительной особенностью действующего стандарта является его направленность на обеспечение перехода образования к стратегии социального проектирования и конструирования, от непосредственной передачи знаний к развитию творческих способностей обучающихся, раскрытию возможностей, подготовки к современным жизненным условиям на основе системно-деятельностного подхода.

В школе закладывается основа и раскрываются особенности и качества будущих специалистов различных квалификаций, которые смогут эффективно работать в инновационных и наукоёмких областях мировой экономики, биоинженерии, промышленности и т. п. [1]. Следовательно, нужно создать все необходимые условия для развития научно-технического творчества обучающихся, сформировать у них интерес к естественнонаучному и инженерному знанию [2].

Инженерное дело реализуется через применение как научных знаний, так и практического опыта (инженерные навыки, умения) с целью создания (в первую очередь, проектирования) полезных технологических и технических процессов и объектов, которые реализуют эти процессы.

Инженерное образование на сегодняшний день — это один из приоритетов политики России в образовательной сфере для создания соответствующего кадрового обеспечения промышленности. Школа обеспечивает всестороннее развитие личности в совокупности гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной и инженерной подготовки [3].

Актуальность проблемы формирования и развития инженерного знания заключается в специальном заказе государства и общества к образовательным учреждениям в подготовке выпускников, выбирающих профессию инженера. **Цель** исследований заключается в научном обосновании методики инженерного образования и выявлении организационно-педагогических условий формирования инженерного знания при обучении биологии. В соответствии с проблемой, целью, объектом, предметом и выдвинутой гипотезой были использованы следующие

методы исследования: теоретические — анализ психолого-педагогических работ по теме исследования, нормативных документов, предметных УМК; эмпирические — анкетирование, интервьюирование, наблюдение, обобщение педагогического опыта, педагогический эксперимент и диагностика предметных и метапредметных результатов; качественный и количественный анализ экспериментальных данных; статистические — обработка данных, полученных в ходе экспериментальной работы средствами математической статистики.

Результатами исследования являются разработанная авторами методика инженерного образования и организационно-педагогические условия по формированию и развитию инженерных знаний в курсе школьной биологии.

В педагогической истории России инженерное образование появилось более трёх веков назад и связано с инициативами Петра I. С этого времени оно постоянно развивается, а современные общественные запросы определяют значительное повышение качества инженерного образования. В перечне направлений реализации стратегии инновационного развития России выделяются: повышение престижа научной, инженерной и предпринимательской деятельности, разработка и реализация мероприятий НТИ, WorldSkills и дуальное образование, разработанная авторами методика инженерного образования и организационно-педагогические условия по формированию и развитию инженерных знаний в курсе школьной биологии [4].

В современном отечественном образовании возникла потребность создания целостной системы подготовки обучающихся к осознанному выбору профессии инженера на основе положительного регионального опыта в специализированных классах по инженерно-техническому направлению в условиях средней школы [5].

Главное отличие инженерных классов от обычных сведено к аспектам, связанным с технологией и содержанием образования. Оно реализуется через сетевое взаимодействие, направленное на совместную работу с вузами, предприятиями, исследования в лабораториях научно-исследовательских

институтов (практическая составляющая). Система специализированных классов не только способствует решению проблемы недостатка специалистов технического направления, но и усиливает общее образование за счёт применения новых методик и современного оборудования.

Идея создания инженерного класса находит отражение и в системе образования Красноярска и Красноярского края. Социально-экономические перспективы развития нашего региона ставят перед всеми образовательными организациями задачи формирования образовательной среды, которая позволит целенаправленно готовить детей к работе на объектах машиностроительной, атомной отраслях с высокой наукоёмкостью производств.

Сегодня наблюдается уменьшение интереса детей к изучению предметов естественнонаучного цикла, таких как физика, химия, математика, биология. Ещё достаточно слабо развита система внедрения сетевых технологий обучения, поэтому особо актуальна популяризация профессий инженера и технолога уже в средней школе, внедрение и распространение лучших практик по профориентации талантливой молодёжи на инженерно-технологические специальности.

С 2015/2016 учебного года в России возросло количество направлений специализированного обучения. Расширилась география проекта, специализированные классы открыты в сельских районах, удалённых от регионального центра [6].

Выделим задачи, стоящие перед школьным образованием для реализации формирования инженерного знания.

1. Пробуждение интереса у обучающихся к инженерно-техническому образованию, инженерным дисциплинам и предметам естественнонаучного цикла. Реализация данной задачи заключается в инвариантности образовательной траектории и должна начинаться со школьной скамьи для того, чтобы обучающийся уже имел полное представление о той профессии, на которую он собирается поступать, и обладал первоначальными знаниями и навыками инженерно-технической деятельности. Итоговым показателем развитого интереса к инженерно-технической

деятельности является готовность обучающихся к осознанному выбору профильного направления обучения в старших классах.

2. Распознавание склонностей и особенностей обучающихся к познанию предметов естественнонаучного цикла. Эта задача реализуется через выполнение специальных заданий. Например, задание на наблюдательность: «Цветущие растения поворачиваются к солнцу и повторяют траекторию его движения по небосклону. Как называется данное явление в биологической науке? Приведите пример подобного свойства у других представителей растительного мира».

3. Создание во всех муниципальных бюджетных общеобразовательных школах условий для овладения школьниками знаний по выбранным предметам и для развития врождённых способностей обучающегося к освоению этих предметов. Это, прежде всего, увеличение количества часов, отводимых на дополнительные занятия, организацию конференций по отраслям инженерного образования, привлечение в школы специалистов, имеющих базовое не педагогическое, а техническое, инженерное образование.

4. Создание возможностей заблаговременного выбора обучающимися будущей профессии, высшего учебного заведения и мест трудовой деятельности через систему профориентационной работы при организации в школах коворкинг-зон, посвящённых специфике различных инженерных профессий, встреч и мастер-классов с профессионалами в данной сфере [7].

Важное место в освоении инженерного знания занимают предметы школьной программы: математика, физика, информатика, технология. Роль биологии как одной из основных естественнонаучных дисциплин является ключевой в развивающемся мире новых технологий. Без знаний по биологии не получится вырастить и обучить будущего биоинженера, биотехнолога, биохимика, селекционера, эколога. Как следствие, без понимания практической биологии ученик обречён на заучивание данных без формирования причинно-следственных связей и отсутствие формирования рабочего осознания предмета с целью использования получаемых данных в будущем.

Задачи, стоящие перед современной биологией, не будут решены без современной техники и наукоёмких производств, поэтому необходимо овладеть инженерным знанием. В вузах современной России ежегодно открываются новые специальности на базе биологических факультетов, на которых в приоритете хотят видеть обучающихся, обладающих не только знаниями в области базовых наук (биологии, химии, физики), но и владеющих основами инженерных знаний.

Нами разработан алгоритм формирования инженерных знаний на основе биологического содержания. Алгоритм включает следующие этапы: сформировать мотивацию и первичный опыт выполнения действий при изучении учебного предмета, основываясь на имеющемся опыте, сформировать понимание способа выполнения соответствующего учебного действия; сформировать умение выполнять изученные учебные действия посредством включения их в практику учения на предметном биологическом содержании; сформировать умение организовывать самоконтроль их выполнения и при необходимости — коррекцию.

Нами выявлены возможности содержания школьного курса биологии, которые позволят формировать знания в инженерной области. Школьный предмет «Биология» имеет большое количество понятий, используемых в инженерной области. Это такие понятия, как: антитела, антиген, антикодон, аутосомы, векторы, гибридизация, дробление, евгеника, селекция, биотехнология, криобиология, ксенобиотики, культура *in vitro* и т. п. (табл. 1). В биологии выделяется область знаний бионика, которая занимается изучением функций и структуры биологических систем в качестве моделей (образцов) для решения технических и технологических задач в самом широком смысле.

Далее нам предстояло обосновать и разработать методику инженерного образования и определить модель её реализации в образовательном процессе. Экспериментальная методика позволяет обучающимся более эффективно достигать целей обучения биологии, которая характеризуется отбором, систематизацией содержания экспе-

риментальных уроков на основе важнейших доминант нашего исследования; системы практико-ориентированных заданий, являющихся приоритетным средством формирования у обучающихся предметных результатов, разработанных с учётом этапов их формирования, возрастных и познавательных возможностей обучающихся, отвечающих предметному содержанию о живых организмах.

Для успешной реализации педагогического исследования нами выявлены организационно-педагогические условия формирования знаний в инженерной области, включающие: учёт степени готовности и возможностей обучающихся к проведению исследовательской деятельности; создание психологического настроя обучающихся на необходимость определённых действий в процессе выполнения учебного задания, воспроизведения алгоритма выполнения учебных действий обучающихся; подготовленность учителя биологии к организации процесса формирования и развития инженерных знаний; обеспечение разнообразия методических приёмов и диагностик, направленных на выявление отдельных критериев сформированности предметных результатов.

Разработанные компетентностно-ориентированные задания соответствуют этапам формирования у обучающихся инженерных знаний из биологической области и требованиям, предъявляемым к практико-ориентированным заданиям: в основу содержания задания включена проблема; в задание включается моделирование практической или жизненной ситуации; это деятельностное задание, так как предполагает использование различных обобщённых способов действий, прежде всего мыслительных (анализ, сравнение, обобщение, абстрагирование, синтез и др.); сочетает коллективные и индивидуальные формы её решения; фиксирование результатов решения задачи осуществляется в индивидуальной или командной форме, завершается рефлексивными действиями обучающихся.

Структура задания задаётся следующими элементами: стимулом (погружает в контекст задания и мотивирует на его выполнение), задачей формулировкой (точно указывает на деятельность учащегося, необходимую для выполнения задания),

Таблица 1

Инженерные понятия в школьном курсе биологии

Раздел/тема школьной биологии	Биологические понятия ↕ Инженерные понятия
Биология как наука	Биология — Биохимия и молекулярная биология Биотехнология Биоинженерия Радиобиология Космическая биология Селекция Бионика
Строение клетки	Клетка → Клеточная теория → Строение клетки Клеточная инженерия ← Типы клеток ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ Культура тканей Культивирование клеток растений Культура опухолевых клеток Клонирование
Вирусы и бактерии	Применение вирусов и бактерий: 1. Биотехнологии (нанобиотехнологии) 2. Биоинженерия 3. Селекция 4. Медицина: ↓ – использование ретровирусных векторов; – молекулярные векторы грамотрицательных бактерий; – медленные вирусные инфекции, инъекции и типы вирусных мутантов; – полупроводниковые вирусные схемы (нанокомпозиты); – биочипы и т.п.
Грибы	Грибница → Гифы → Культивация спор Структуры из наночастиц ← в присутствии золота Грибы → Съедобные → Медицина, биотехнология, фармацевтика, сельское хозяйство, пищевая промышленность, утилизация бытовых отходов и др. ↓ ↓ ↓ Дрожжи → Плесневые → Хлебопечение, производство спирта, виноделие, кондитерская промышленность
Растения	Проводящая система → трубы водо- и тепло-снабжения; Стебель злаковых, внешний вид деревьев → конструкции современных труб; Хлорофитум — природный кондиционер → бытовые и промышленные воздухоочистители
Животные	Крыло птицы → крыло самолёта; Кожа дельфина → обшивка кораблей; Внешний вид акулы → корпус автомобилей марки Mercedes, BMW;
Человек и его здоровье	Кровеносная система → поршневой насос; Строение бедренной кости → конструкция Эйфелевой башни; Монокулярное зрение → определитель глубины пространства для анализа аэрофотоснимков
Генетика. Основные понятия	Молекула ДНК → ферменты → эндонуклеазы → рестриктазы → клонирование генов → генная инженерия

источником (содержит информацию, необходимую для успешной деятельности обучающегося по выполнению задания). Составными компонентами заданий являются следующие параметры: историческая справка и биологические факты, описание приёма и задания, формируемые умения, алгоритм выполнения и методические рекомендации.

Исследовательская задача открывает собой одну из глав учебной программы или направлена на открытие закономерности или закона. Ниже приводится несколько примеров заданий с инженерным аспектом.

Задание 1

Эйфелева башня и бедренная кость — что общего?

Сооружение Эйфелевой башни, созданное по чертежу 1889 года Густавом Эйфелем, является на сегодняшний день одним из ранних примеров использования биологии в инженерии. Херман фон Мейер (Hermann Von Meyer) за 40 лет до сооружения парижского инженерного чуда исследовал костную структуру головки бедренной кости в том месте, где она изгибается и под углом входит в сустав. Профессор при этом обнаружил, что кость почему-то не ломается под тяжестью тела.

Головка кости покрыта изощрённой сетью миниатюрных косточек, благодаря которым нагрузка удивительным образом перераспределяется по всей кости. Эта сеть имеет геометрическую структуру в строгом порядке, профессор задокументировал эти факты в своей работе. В итоге, костная структура головки бедренной кости стала основанием Эйфелевой башни.

Задание

Воссоздать модель Эйфелевой башни, основываясь на исследованиях Хермана фон Мейера. Или по этому принципу придумать любую другую конструкцию.

Алгоритм выполнения

1. Внимательно рассмотреть строение бедренной кости на рисунке 1.
2. Слепить из пластилина костные балки (трабекулы).
3. Соединить костные балки в единую конструкцию.
4. Представить результаты своей работы перед классом.

Данное задание можно использовать во время урока по теме «Строение и свойства костей» для 9-го класса. На этапе изучения нового материала учителю необходимо рассмотреть внешнее и внутреннее строение костей на конкретном примере бедренной кости.

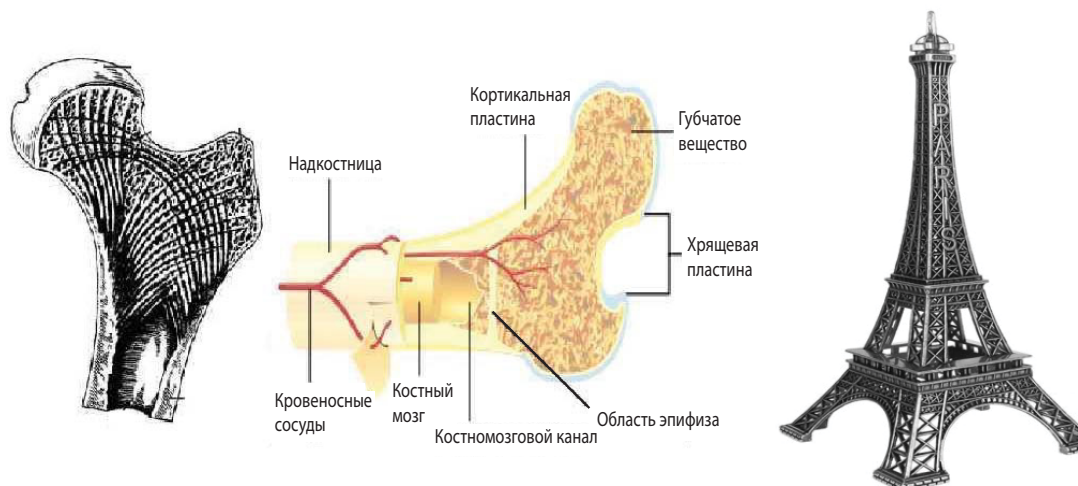


Рис. 1. Строение бедренной кости и модель Эйфелевой башни

Задание 2

Магическая паутина

Паутина паука *Loxosceles reclusa* в пять раз прочнее стали и на 30% эластичнее нейлона. С помощью атомного микроскопа удалось выявить то, что каждая нить паутины (толщина которой примерно в 1000 раз меньше человеческого волоса), на самом деле, является плотным «канатом», сплетённым из сотен нановолокон. Диаметр одного такого волокна — 20 миллионных долей миллиметра. Похожую структуру имеет современный кабель. Из паутины пауков учёные предлагают делать ремни безопасности, невесомые провода, пуленепробиваемые ткани, медицинские нити, автомобильные шины и даже искусственные связки в сухожилиях человека.

Задание

Рассмотреть структуру паутины (рис. 2). В парах либо в группах сконструировать паутину из бельевой верёвки. Отступить от центра 10 см и оплести перекрёщённые шнуры, попутно завязывая узлы. Так необходимо создать желаемое количество рядов паутины. В некоторых местах, если верёвка не скользит, узлы можно не завязывать, а просто обматывать вокруг основной верёвки.

Алгоритм выполнения

1. Сконструировать паутину.
2. Придумать ей применение в жизни людей.
3. Выступить перед классом с рассказом.

Данное задание можно использовать на этапе закрепления пройденного материала

урока по теме «Класс “Паукообразные”» для 7-го класса, после повторения строения насекомых. Рассказать применение паутины в инженерной сфере, показать фотографии на слайде (рис. 2) и для большего понимания этой информации предложить практически закрепить её восприятие.

В инженерной деятельности можно выделить последовательность обобщённых операций, которая включает в себя анализ проблемной ситуации, синтез решений, оценку и выбор альтернатив, моделирование, корректировку и реализацию решения. В связи с этим основными методическими условиями к реализации инженерного обучения являются:

- обеспечение включения обучающихся в учебно-исследовательскую работу, адекватно имитирующую реальную деятельность инженера;
- обеспечение их необходимой лабораторно-информационной базой;
- формирование системы взаимосвязанных теоретических и практических знаний в области биоинженерии;
- использование информационных технологий, практическое их освоение;
- создание учебного пространства для развития ряда умений, таких как: моделировать, организовывать коммуникацию и продуктивно в ней участвовать, самостоятельно принимать решения в оценке достоверности событий и фактов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать заключение о том, что теоретико-методологическая характеристика инженерного знания и его составляющих представляет собой актуальную проблему для исследования, т. к. заключается в специальном заказе государства и общества к образовательным учреждениям в подготовке выпускников,

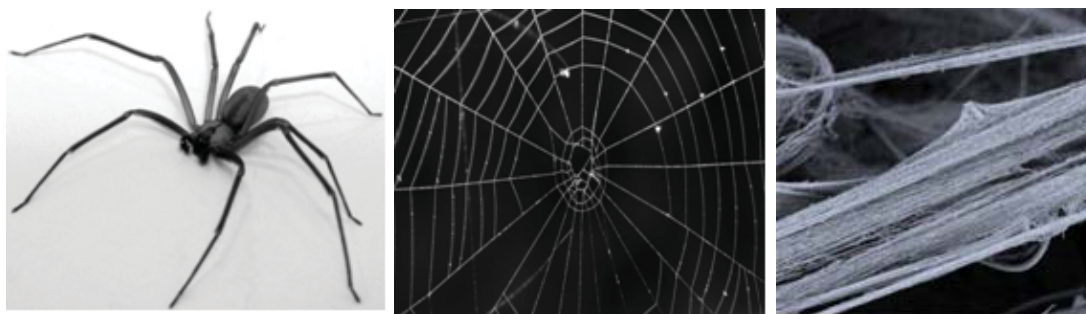


Рис. 2. Структура паутины

выбирающих профессию инженера. Зарождение и развитие инженерного образования в России было ярко выраженным финансируемым проектом и остаётся таким по настоящее время. Современное инженерное образование — это один из приоритетов политики России в образовательной сфере для создания соответствующего кадрового обеспечения промышленности. □

Список использованных источников:

1. *Смирнова Н. З., Бережная О. В.* Компетентностный подход в биологическом образовании учебно-методическое пособие Краснояр. гос. пед. ун-т. им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2012. 168 с.
2. *Приходько В. М., Петрова Л. Г., Соловьёв А. Н.* Новый формат реализации задач международной интеграции инженерного образования // Высшее образование в России. 2013. № 8–9. С. 18–24.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. М.: Просвещение, 2011. 48 с.
4. *Нелюбов С. А.* О концепции школьного инженерного образования [Электронный ресурс] / С. А. Нелюбов // «Непрерывное инженерное образование — ресурс подготовки кадров реиндустриализации экономики региона НТИ». Режим доступа: http://akvobr.ru/mezhdunarodnii_forum_tehnologicheskogo_razvitiya.
5. *Мышлявцев А. В.* Опыт технического университета по подготовке инженерных кадров / А. В. Мышлявцев, О. В. Кропоткин // Высшее образование в России. 2012. № 12. С. 62–67.
6. *Шахнов В. А., Власов А. И., Зинченко Л. А.* О методическом обеспечении инженерного образования в современных условиях / Шахнов В. А., Власов А. И., Зинченко Л. А. // Высшее образование в России. 2012. № 3. С. 104–108.
7. *Иванов В. Г., Кондратьев В. В., Кайбияннен А. А.* Современные проблемы инженерного образования: итоги международных конференций и научной школы // Высшее образование в России. 2013. № 12. С. 66–77.

References:

1. *Smirnova N. Z., Berezhnaya O. V.* Kompetentnostnyj podhod v biologicheskom obrazovanii uchebno-metodicheskoe posobie Krasnoyar. gos. ped. un-t. im. V. P. Astaf'eva. Krasnoyarsk, 2012 168 s.
2. *Prihod'ko V. M., Petrova L. G., Solov'ev A. N.* Novyj format realizacii zadach mezhdunarodnoj integracii inzhenernogo obrazovaniya // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2013. № 8–9. S. 18–24.
3. *Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart osnovnogo obshchego obrazovaniya / M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federacii.* M.: Prosveshchenie, 2011. 48 s.

4. *Nelyubov S. A.* O koncepcii shkol'nogo inzhenernogo obrazovaniya [Elektronnyj resurs] / S. A. Nelyubov // «Nepreryvnoe inzhenernoe obrazovanie — resurs podgotovki kadrov reindustrializacii ekonomiki regiona NTI». Rezhim dostupa: http://akvobr.ru/mezhdunarodnii_forum_tehnologicheskogo_razvitiya.
5. *Myshlyavcev A. B.* Opyt tekhnicheskogo universiteta po podgotovke inzhenernyh kadrov / A. B. Myshlyavcev, O. V. Kropotkin // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2012. № 12. S. 62–67.
6. *Shahnov V. A., Vlasov A. I., Zinchenko L. A.* O metodicheskom obespechenii inzhenernogo obrazovaniya v sovremennyh usloviyah / Shahnov V. A., Vlasov A. I., Zinchenko L. A. // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2012. № 3. S. 104–108.
7. *Ivanov V. G., Kondrat'ev V. V., Kajbiyajnen A. A.* Sovremennye problemy inzhenernogo obrazovaniya: itogi mezhdunarodnyh konferencij i nauchnoj shkoly // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2013. № 12. S. 66–77.