

ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА

ОТБОР БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ НА ПРОГРАММУ ЭЛИТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МИНИН Михаил Григорьевич – д-р пед. наук, профессор, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. E-mail: minin@tpu.ru

МИХАЙЛОВА Наталья Степановна – канд. пед. наук, доцент, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. E-mail: profest@tpu.ru

ДЕНЧУК Дарья Сергеевна – аспирант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. E-mail: eds@tpu.ru

Аннотация. В статье проанализированы результаты исследований, проведенных в 2004-2015 гг. в ходе отбора студентов на дополнительную программу элитного технического образования (ЭТО) в Томском политехническом университете. Авторами разработана система входного контроля по психолого-педагогическим критериям, прогнозирующим успешность обучения студентов по естественнонаучным дисциплинам и математике как фундаментальной основе инженерного изобретательства. В статье дается обзор личных и профессиональных компетенций, которые развиваются у студентов в процессе обучения по траектории элитного технического образования, представлен результат сравнения с процессом развития компетенций у студентов, обучающихся по базовой образовательной программе. Авторами показан комплексный подход в обучении бакалавров на основе инженерного изобретательства в рамках программы ЭТО.

Ключевые слова: инженерное образование, гуманитарное знание, социальное знание, гуманитарная составляющая технического образования, креативные интеллектуальные среды, инженерное изобретательство, элитное техническое образование

Для цитирования: Минин М.Г., Михайлова Н.С., Денчук Д.С. Отбор будущих бакалавров на программу элитного технического образования // Высшее образование в России. 2016. №1 (197). С. 34–42.

Введение

Стремительное развитие инновационного сектора производства требует кардинальных изменений в подготовке технических специалистов. В 2004 г. в Томском политехническом университете была создана и введена в действие система элитного технического образования (ЭТО). «Элитное техническое образование представляет собой подготовку будущих лидеров инженерной профессии, готовых к инновационной и предпринимательской деятельности, способных различать вызовы современного общества, владеющих знаниями в прорывных направлениях науки и техники, а также современными инженерными методами и средствами, умеющих системно, крити-

чески и креативно мыслить в динамично меняющемся мире и обладающих навыками, которые позволяют им организовать команду и возглавить проект» [1].

Подготовка специалистов «экономики знаний» требует нового содержания образовательных программ, применения поисковых технологий обучения и предоставления дополнительных возможностей для способных студентов. Образовательная программа ЭТО предполагает развитие всех базовых профессиональных и универсальных компетенций при освоении основных образовательных программ в области техники и технологий и наполнение их дополнительным содержанием в части фундаментальности, профессионализма, инно-

вационности, предпринимательства и лидерства.

Необходимым условием развития ЭТО является особая система отбора студентов на обучение, которая позволяет выявить наиболее способных к инженерному изобретательству. Уже при первом наборе (2004 г.) студентов на программу ЭТО возник вопрос, каким образом из 500 претендентов-первокурсников, показавших наивысшие результаты суммарно по физике и математике, отобрать 200 лучших. На тот период зачисление на первый курс обучения проводилось по нескольким основаниям: баллы сертификатов единого государственного экзамена (ЕГЭ), результаты олимпиад различного уровня, централизованного тестирования и др. Поэтому возникла необходимость создания принципиально новой, нормативно-ориентированной системы отбора студентов, которая бы прогнозировала успешность развития их изобретательских способностей как основного результата обучения.

Данная статья представляет анализ результатов многолетних исследований по созданию инструментария для отбора студентов на программу элитного технического образования в ТПУ. Они включали решение следующих задач:

- 1) определение цели отбора и путей совершенствования инструментария;
- 2) формирование критериев и принципов, лежащих в основе создания контролирующих заданий;
- 3) разработка базы заданий и технологии их конструирования;
- 4) апробация и определение качества созданного инструмента и результатов оценивания.

Цели отбора

В условиях массовизации высшего образования, когда уровень подготовки образовательных программ ориентирован на человека со средними способностями, набор значительного числа слабых студентов ведет к снижению качества образования. И

чем выше доля зачисленных в вузы от числа получивших аттестат о среднем образовании, тем ниже уровень подготовки «среднего» студента. Более одаренные не имеют возможности реализовать себя, а к магистратуре и вовсе рискуют потерять мотивацию и возможности к опережающему развитию. Отбирать надо не лучших из худших, а способных достичь запланированных результатов обучения. Главным функциональным приоритетом обучения элитных инженеров стал переход от стандартных способов передачи обучающимся готовых знаний (информации) к развитию их способностей. Цель вступительных испытаний – отобрать наиболее способных к инженерному изобретательству как умение системно решать технические задачи, используя инновационный подход.

КИМы ЕГЭ, по результатам выполнения которых проводится зачисление в вузы, проверяют фактические знания или степень сформированности алгоритмических навыков выпускников средних школ в соответствии с программой обучения. К «тестам знаний» можно подготовиться, заучивая факты и тренируя действия. Они требуют от испытуемого не сообразительности или креативности, а воспроизведения [2]. К тому же задания ЕГЭ не учитывают специфики будущей профессиональной деятельности студентов, что ведет к снижению прогностической валидности КИМов. Содержательная валидность результатов тестирования, в котором пытаются совместить и аттестацию, и отбор наиболее подготовленных для обучения в разные по профилю вузы, не может быть высокой. Невозможность создания универсального высокоэффективного инструмента для измерения разных качеств В.С. Аванесов доказывает в своих работах с 2002 г. Уже с 2014 г. в ЕГЭ по математике КИМы разделены на две части.

Результаты олимпиад и др. конкурсов, как показывают результаты прогностической валидности, ниже, чем результаты

ЕГЭ. Главным фактором, снижающим качество отбора, в этом случае является субъективность оценивания. Наибольшие расхождения вызваны не только отсутствием четких оценочных схем для креативных заданий, но и насыщенностью сложными заданиями, которые ориентированы на определенную «натасканность», специальную подготовку для их решения. Сложность заданий здесь определяется большим числом структурных элементов, выходящих за пределы стандартных школьных программ. При членении задания все элементы оказываются знакомыми, известными, позволяющими выполнить задание с помощью заученных алгоритмов. Ценность заданий несомненна, но бесспорна и их ограниченность, особенно для прогнозирования способностей к инженерному изобретательству.

Итак, основной целью отбора было не измерение уровня подготовленности студентов по физике и математике, а прогноз их способностей к обучению инженерному изобретательству.

Критерии отбора

Требование объективности и оперативности обусловило форму испытаний – тестирование. Нацеленность на объективность достигалась использованием математико-статистических методов определения качества тестового инструмента. Не последнюю роль играла оперативность получения результатов: уже на следующий день после тестирования были известны 200 кандидатов на обучение по программе ЭТО и начались занятия.

Значительно сложнее сформулировать критерии разработки содержания заданий. Поскольку инновационная инженерная деятельность основана на глубоких фундаментальных и прикладных междисциплинарных знаниях, прежде всего – математических и естественнонаучных, то для успешности обучения на ЭТО у претендентов важно определить:

- объем знаний, которые могут выходить за рамки стандартных школьных программ;
- эрудицию;
- владение тезаурусом по физике, математике, химии.

Задания данной направленности образовали группу заданий, названную нами шкалой «Общая осведомленность». Они близки по функционалу заданиям ЕГЭ, т.к. диагностируют результат обучения. Однако, как известно, многознание уму не научает, поэтому большая часть (80%) заданий конструировалась по типу тестов способностей, призванных не оценивать прошлые успехи претендента, а составить представление о возможностях его обучаемости в определенной области. Главное не то, что претендент знает в какой-то области, а насколько он готов к определенному типу обучения. Эти испытания связаны с идеей измерения интеллекта и способностей. При этом задания данной части испытаний нельзя сводить к психологическим тестам, как нельзя отрывать умственное развитие от содержания изучаемых дисциплин. На первом месте у нас не интеллект, а успешность познавательной деятельности, применение знаний для инженерного творчества, что предполагает понимание учащимся латентных связей в изученном материале.

Создавая концепцию входного контроля на основе баланса эрудиции и креативности, мы выделили следующие особенности инструмента отбора:

1) несмотря на очевидную взаимосвязь между полнотой удерживаемой информации и осмысленным использованием знаний [3], за основу отбора все же следует брать критерий обучаемости: «Обучаемость характеризуется степенью легкости и быстроты, с какой приобретаются и используются знания» [4];

2) обучаемость рассматривается нами как способность овладевать содержанием образования, интегрирующая индивидуальные качества умственного труда (актив-

ность, самостоятельность, продуктивность, гибкость, критичность), фонд действительных знаний и обобщенность мышления;

3) для получения объективной и оперативной информации целесообразно использовать нормативно-ориентированный тест. Показатели испытания в таком случае будут выражены в сравнимых данных, которые легко обрабатываются с использованием стандартных процедур на основе математико-статистических методов.

Банк задач

Мыслительные операции не изолированы, они взаимосвязаны и зависимы друг от друга, но среди них выделяют сравнение, анализ, синтез, классификацию, абстрагирование и конкретизацию, отождествление и различение и т.д. Для разработчиков заданий – ведущих преподавателей физики, математики, химии – психологами были организованы семинары с целью выделения существенных признаков различных мыслительных операций в заданиях предметного содержания, выявления особенных, уникальных для каждой дисциплины способов мышления. На этой основе группы преподавателей предложили типовые задания, отвечающие критериям психолого-педагогической диагностики сформированности мыслительных процессов.

В ходе первого этапа эксперимента нужно было оценить валидность заданий и теста в целом, определить специфичность или связность заданий, направленных на различные мыслительные операции. В ходе корреляционного и факторного анализа результатов апробационных тестирований некоторые первоначально выделенные психологами мыслительные операции были объединены. Часть заданий, для которых были использованы задания на аналогии и выбор лишнего (тесты интеллекта), оказались сильно зависимы не от содержания дисциплин, а от формы задания, т.е. фактор интеллекта в них был выше, чем область

оцениваемого знания. Как не соответствующие целям отбора такие задания были удалены.

Исходя из временной ограниченности и содержательных особенностей испытаний, сначала путем экспертного решения, а затем на основе результатов апробации в тест включены (помимо «Общей осведомленности») группы заданий, названные шкалами:

- “Аналитические способности” (12 заданий) – способность выделить из множества связей (лишних данных) существенные для данного явления; способность найти и обозначить проблему; способность сравнивать;

- “Логические рассуждения” (12 заданий). Их решение связано со способностью определить структуру задачи, предвидеть конечный результат; способность найти ошибку в рассуждениях, решении проблемы, выбрать оптимальный способ решения;

- “Перенос знаний” (12 заданий). Задания, ориентированные на способность применения знаний одной дисциплины в решении проблем в другой предметной области;

- “Пространственное мышление”. Два задания данной шкалы включены по рекомендации психологов, доказавших высокую связь успешности обучения по техническим дисциплинам с выполнением типовых заданий тестов интеллекта (Р. Амтхауэра, Г. Айзенка, Р. Кэттела) [5]; задания на пространственное мышление составляют основу тестов механических способностей (батарея DAT, миннесотский тест «Доска форм», тест понимания механических закономерностей Беннетта).

В ходе ежегодных апробаций и анализа результатов тестирования накопилась база заданий, структурированная по шкалам и предметным областям. Каждое задание в базе представлено набором характеристик: функциональных, статистических, содержательных. Примеры формы хранения заданий представлены на *рисунке 1*.

№17	Физика	Шкала	Анализ	
Форма задания	с выбором одного правильного ответа			
Годы использования	Доля правильных ответов	ДСЗ, грбис	Место в билете № 1	Правильный ответ
2004	0,65	0,37	17	2
2005	0,70	0,33	45	
2007	0,68	0,33	36	
2010	0,64	0,35	32	
2013	0,68	0,35	32	
К коромыслу весов подвешены свинцовый и алюминиевый цилиндры равной массы. Если цилиндры одновременно погрузить в воду, то 1) перетянет свинцовый цилиндр, так как у него плотность больше; 2) поскольку объем алюминиевого цилиндра больше свинцового той же массы, то при погружении в воду на него будет действовать большая выталкивающая сила, и равновесие нарушится; 3) поскольку массы цилиндров одинаковые, то равновесие не нарушится.				
УЭ	Уровень базовости (Б, П, В)	Значимость (0, 1, 2)	Время выполнения (мин.)	Эксперт
Взаимодействие тел	П	2	0,8	Крючков Ю.Ю. Ерофеева Г.В.

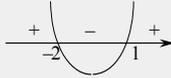
№22	Математика	Шкала	Логика	
Форма задания	С выбором одного правильного ответа			
Годы использования	Доля правильных ответов	ДСЗ	Место в билете № 1	Правильный ответ
2004	0,65	0,31	22	3
2007	0,67	0,30	18	
2011	0,69	0,29	8	
<p>Решая неравенство $\frac{1}{x} + 1 < \frac{1}{x+1} + \frac{3}{2}$, ученик записал такую цепочку рассуждений:</p> <p>1) $\frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} < \frac{3}{2} - 1$ 2) $\frac{1}{x(x+1)} < \frac{1}{2}$ </p> <p>3) $x(x+1) > 2$ 4) $x^2 + x - 2 > 0$,</p> <p>Ответ: $x \in (-\infty; -2) \cup (1; +\infty)$</p> <p>В каком звене цепочки допущена ошибка? 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4</p>				
УЭ	Уровень базовости (Б, В, П)	Значимость (0, 1, 2)	Время выполнения (мин.)	Эксперт
Неравенства	Б	1	1	Арефьев К.П. Пахомова Е.Г. Подскребко Э.Н.

Рис. 1. Форма представления базы заданий

Для формирования одного билета текущего года (теста) задания подбираются из базы по следующим критериям:

- 1) трудность заданий в тесте должна соответствовать нормальному распределению;
- 2) дифференцирующая сила заданий средней трудности (доля правильных от-

ветов – от 20% до 80%) должна быть выше 0,28;

- 3) дифференцирующая сила легких и трудных заданий не должна быть отрицательной;

4) соотношение между заданиями по физике и математике должно быть 0,7:0,3;

- 5) в тесте не может быть больше двух

Таблица 1

Структура теста отбора на ЭТО (2012–2015 гг.)

Шкалы	Число заданий						
	Математика			Физика			
	ВО	КО	УП	ВО	ВН	КО	УС
Общая осведомленность				6	4		
Анализ	2	2		3	2	1	2
Логика	4	1	1	4		2	
Перенос	1	1	1	6		3	
Пространственное мышление	2 задания УС						
	ВСЕГО 50 заданий						

Обозначения используемых форм заданий:

ВО – задания с выбором одного правильного ответа;

ВН – задания с выбором нескольких правильных вариантов ответа;

КО – задания с кратким ответом;

УП – задания установления правильной последовательности;

УС – задания установления соответствия.

заданий, относящихся к одному учебному элементу (УЭ);

6) время выполнения заданий не должно превышать суммарно 65 минут;

7) соотношение по форме и шкалам менялось экспериментально; с 2012 г. выбрана структура теста, которая представлена в *таблице 1*.

В ходе многолетних исследований определено оптимальное соотношение используемых форм заданий и правила их конструирования. В тесте применяются задания с выбором одного правильного ответа (52%), с выбором нескольких правильных вариантов ответа (12%), задания с кратким ответом (20%), задания установления соответствия и правильной последовательности (12%). В отличие от разработчиков ЕГЭ мы не отказываемся от заданий с выбором одного правильного ответа; возможность угадывания легко снизить грамотным подбором правдоподобных дистракторов. Высокая технологичность этой формы доказывается высокими значениями дифференцирующей силы заданий. В заданиях с выбором нескольких правильных ответов обязательно указывается число правильных вариантов ответа. Варианты ответов даются кратко (один вариант – не более двух слов). Задания с кратким ответом пред-

полагают вписывание либо числа, либо слова, которое является названием.

Качество заданий и теста

Ежегодно в ходе апробации теста определялось качество заданий с помощью специально созданной программы, разработанной программистами Центра обеспечения качества образования ТПУ, по следующим показателям:

- трудность как доля правильных ответов (выборка – не менее 300 человек);
- дифференцирующая сила (определяемая точечно-бисериальным коэффициентом корреляции и рассчитанная по двухпараметрической модели Бирнбаума);
- корреляция с заданиями этой же шкалы;
- степень нагрузки разными факторами.

По матрице результатов тестирования путем стандартных процедур определялись показатели распределения результатов оценивания и проводились интерпретация и анализ качества системы заданий. Полученные данные использовались для коррекции отдельных заданий, шкал и в целом теста. По результатам тестирования определялись надежность и валидность результатов тестирования. Установление точности и

помехоустойчивости проводилось путем определения надежности результатов тестирования – по формуле KR-20 и расщеплением пополам (эквивалентных половин). На этапе апробации надежность была удовлетворительной (от 0,7 до 0,75). После чистки заданий и коррекции теста надежность повышалась до 0,8.

В период 2004–2009 гг. осуществлялся расчет корреляции результатов тестирования с результатами вступительных испытаний (табл. 2). Уже тогда по этим результатам можно было сделать вывод о необходимости оставить результаты выполнения ЕГЭ в качестве единой формы вступительных испытаний как более надежной.

Главным показателем качества разрабатываемого инструмента оценивания стала прогностическая валидность, рассчитываемая как ранговая корреляция с результатами обучения студентов после первой сессии. В ТПУ используется балльно-рейтинговое оценивание, результаты которого по физике и математике использовались для определения суммарного рейтинга студентов по программе ЭТО. При определении прогностической валидности рассчитывалась корреляция и по отдельным шкалам. Данные представлены в таблице 3.

Очень интересные данные получены при определении корреляции результатов тестирования с результатами вступительных испытаний студентов по регионам, а также по гендерному признаку. Этот материал

требует дополнительных исследований с целью применения в реальном образовательном процессе.

Использование якорных (кластерных) заданий в тесте показало, что результаты выполнения шкалы «Общая осведомленность» практически не изменились за 10 лет эксперимента. На этом фоне идет небольшое достоверное снижение результатов по функционально-мыслительной части теста, особенно по шкале «Аналитические способности». Возможно, это связано с отсутствием у преподавателей школ мотивации к развитию этих качеств у обучающихся. Если шкала «Логические рассуждения» и «Перенос знаний» ориентированы на те же способности, что необходимы для участия в олимпиадах разного уровня, а задания на «пространственное мышление» в целом мало зависят от краткосрочного обучения, то специальному развитию мыслительных операций анализа, сравнения, абстрагирования, различения в школе внимания не уделяется.

В ходе анализа результатов выделяется группа студентов (от 80 до 40 человек) с высокими показателями владения теоретическими знаниями в плане их преобразования и применения в новой ситуации – высокий уровень сформированности мыслительных операций. Если бы система ЭТО была нацелена на дальнейшее теоретическое обучение по математике и физике, то более эффективно было бы осуществлять

Таблица 2

Корреляция тестирования на ЭТО с вступительными испытаниями

Год	ЕГЭ	Медалисты	Олимпиады	Вузовские экзамены
2004	0,82	0,71	0,68	0,53
2005	0,70	0,73	0,55	0,52

Таблица 3

Прогностическая валидность теста отбора

Год	Общая	Шкала «Общая осведомленность»	Шкала «Логика»	Шкала «Перенос знаний»
2012	0,51	0,44	0,50	0,57
2013	0,45	0,43	0,45	0,52
2014	0,42	0,43	0,44	0,51

набор именно этой группы. Но для инженерного изобретательства важен ряд качеств, не влияющих на результаты тестирования: предпринимательство и лидерство, коммуникация, командная работа, социальная ответственность. Очевидно, что, развивая эти качества и контролируя их формирование, мы можем в процессе обучения продолжать отбор студентов по другим важным критериям. Планируемый выпуск программы ЭТО – не более 50 человек ежегодно.

Заключение

Впервые в практике высшего технического образования в России проведены исследования по психолого-педагогическому оцениванию студентов для отбора на программу ЭТО. Правильный отбор претендентов и информация об их индивидуальных способностях позволяют прогнозировать развитие профессиональных и общекультурных компетенций бакалавров в части фундаментальности, предпринимательства, инженерного изобретательства и др.

Отбор студентов, имеющих высокий уровень способностей к мыслительным операциям при одновременно высокой информационной насыщенности, предоставляет им возможность успешно осуществлять поисково-исследовательскую и проектную деятельность, которые являются ведущими в обучении системы ЭТО. Созданный нормативно-ориентированный тест отбора является уникальным по содержанию и подходам, выдержал испытания в ТПУ и эффективно прогнозирует способность достигать высоких результатов в

углубленном изучении и творческом применении математических и естественнонаучных знаний.

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости дополнять педагогическую диагностику учебных достижений психолого-педагогической на всех этапах обучения. Увеличение комплексности оценки уже сейчас требуется при формировании студенческих «портфолио», дающих представление о способностях и склонностях обучающихся. На основании комплексных оценок можно эффективно применять личностно-ориентированные технологии обучения.

Литература

1. Чубик П.С., Чучалин А.И., Соловьев М.А., Замятина О.М. Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий // Вопросы образования. 2013. № 2. С. 188–208.
2. Зелман М. Особенности ЕГЭ в контексте опыта образовательного тестирования // Вопросы образования. 2004. № 2. С. 234–250.
3. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы. М.: Барс; Томск: Изд-во ТГУ, 1997. 391 с.
4. Менчинская Н.А. Психологические вопросы анализа развивающего эффекта обучения // Вопросы организации и методов исследования знаний, умений и навыков учащихся. М., 1973. С. 52–70.
5. Соколова И.Ю. Педагогическая психология: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 328 с.

Статья поступила в редакцию 19.11.15.

SELECTION OF UNDERGRADUATE STUDENTS FOR ELITE ENGINEERING EDUCATION

MININ Mikhail G. – Dr. Sci. (Pedagogy), Prof., Department of Engineering Pedagogy, Institute of Strategic Partnership and Competences Development, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. E-mail: minin@tpu.ru

MIKHAYLOVA Natalia S. – Cand. Sci. (Pedagogy), Department of Engineering

Pedagogy, Institute of Strategic Partnership and Competences Development, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. E-mail: profstest@tpu.ru

DENCHUK Daria S. – PhD-student in Pedagogy, Department of Engineering Pedagogy, Institute of Strategic Partnership and Competences Development, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. E-mail: eds@tpu.ru

Abstract. This paper analyzes the results of research carried out in 2004–2015 to select students for training in the supplementary program of Elite Engineering Education (EEE) of Tomsk Polytechnic University. The authors have designed an admission test system using psychological and pedagogical criteria that predict students' success in learning natural sciences and mathematics, which are the fundamentals of engineering invention. The article provides an overview of students' personal and professional competence development within the EEE Program in Tomsk Polytechnic University, as well as procedures and criteria used to measure it, and provides a comparison of the resulting values with those of the students of traditional programs. The article addresses the integrated approach in training bachelor's degree students for creative professional activity on the basis of engineering invention, as exemplified by the Elite Engineering Education Program implemented at National Research Tomsk Polytechnic University.

Keywords: humanities, social sciences, engineering education, creativity, intellectual environments, engineering invention, Elite Engineering Education, National Research Tomsk Polytechnic University

Cite as: Minin, M.G., Mikhaylova, N.S., Denchuk, D.S. (2016). [Selection of Undergraduate Students for Elite Engineering Education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. No. 1 (197), pp. 34-42. (In Russ., abstract in Eng.)

References

1. Chubik, P.S., Chuchalin, A.I., Soloviev, M.A., Zamyatina, O.M. (2013). [Training Elite Specialists in Engineering and Technologies]. *Voprosy obrazovaniya* [Educational Studies]. No. 2, pp. 188-208. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Zelman, M. (2004). [Features of Unified State Examination in the Context of Experience of Educational Testing]. *Voprosy obrazovaniya* [Educational Studies]. No. 2, pp. 234-250. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Kholodnaya, M.A. (1997). *Psikhologiya intellekta: paradoksy* [Intelligence Psychology: Paradoxes]. Moscow: Bars Publ.; Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publ., 391 p. (In Russ.)
4. Menchinskaya, N.A. (1973). [Psychological Questions of the Analysis of the Developing Effect of Training]. *Voprosy organizatsii i metodov issledovaniya znaniy, umenii i navykov uchashchikhsya* [Questions of the Organization and Methods of Knowledge Research, Skills of Students]. Moscow, pp. 52-70. (In Russ.)
5. Sokolova, I.Yu. (2013). *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology: textbook]. Tomsk: Tomsk State University Publ., 328 p.

The paper was submitted 19.11.15.

