

УДК 37.013.75

ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, МЕТОДИКА ИХ ВЫЯВЛЕНИЯ И НИВЕЛИРОВАНИЯ

¹Воронов В.К., ²Герашенко Л.А.

¹*Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет,
Иркутск, e-mail: voronov@istu.edu.ru*

²*Братский государственный университет, Братск, e-mail: fizika-brgu@yandex.ru*

В статье приводятся результаты проводимых авторами исследований проблемы познавательных барьеров (затруднений), связанных с третьей составляющей педагогической триады «как учить, чему учить, как учиться». На первом этапе отработывались методические приемы входного контроля знаний студентов по предметам цикла математических и естественнонаучных дисциплин. На следующем этапе выявлялись познавательные барьеры студентов, возникающие в процессе изучения предметов указанного цикла. Полученные в процессе выполнения двух указанных этапов результаты послужили основой для разработки методического обеспечения занятий по дисциплине «Концепции современного естествознания», преподаваемой студентам, обучающихся по направлениям гуманитарного и экономического профиля. Основу предлагаемой методики преподавания упомянутой дисциплины составляет теоретический курс, опирающийся на фундаментальные положения физики, сформулированные к настоящему времени наиболее определенно в концептуальном плане.

Ключевые слова: принцип развивающегося образования, познавательные барьеры, закономерности непонимания учебного материала, статистический анализ банка данных.

COGNITIVE BARRIERS IN TRAINING THE STUDENTS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS, METHODOLOGY FOR THEIR ELUCIDATION AND OVERCOMING

¹Voronov V.K., ²Gerashchenko L.A.

¹*National research Irkutsk state technical university, Irkutsk, e-mail: voronov@istu.edu.ru*

²*Bratsk state university, Bratsk, e-mail: fizika-brgu@yandex.ru*

The paper deals with a problem (studied by the authors for several years) of the cognitive barriers (difficulties) related to the third component of a pedagogical triad “how to learn, what to learn, how to study?”. At the first stage, methodical approaches to the control of students knowledge in mathematical and natural-science disciplines were worked out. At the next stage, the cognitive barriers of the students arising in the course of studying the above-mentioned disciplines were elucidated. The results obtained during the performance of the two specified stages allowed methodological recommendations related to “The concept of modern natural sciences” discipline to be developed.

Keywords: principle of developing education, cognitive barriers, regularities of misunderstanding of a training material, statistical analysis of databank.

Анализ публикаций по проблеме познавательных барьеров, позволяет утверждать, что среди проблем педагогики, формулируемых в рамках принципа развивающегося образования, проблема познавательных затруднений, возможно, является наиболее интригующей. В самом деле, казалось бы очевиден тот факт, что абитуриенты относятся к разряду обучаемых, которые должны быть подготовленными для усвоения предлагаемого им материала. Поэтому третью составляющую триады «чему учить, как учить, как учиться» можно было бы считать если ненадуманной, то играющей подчиненную роль. По крайней мере, по отношению к двум другим частям обозначенной триады она должна быть менее значимой. Однако исследования, выполненные в восьмидесятых – девяностых годах прошлого века показали, что немалый резерв

на пути дальнейшего совершенствования методики обучения связан с готовностью (способностью) субъекта усваивать предлагаемый ему материал. Более того, исследователи пришли к заключению, что существуют не только закономерности понимания учебного материала, но и закономерности его непонимания. В результате за счет третьей составляющей триады (как учиться) был расширен круг вопросов, поиск ответов на которые стал необходимым этапом учебного процесса. Естественно, что принципиальным моментом в этом плане является поиск общедидактических аспектов, объясняющих причины познавательных барьеров.

В существующей на сегодня трактовке упомянутая выше педагогическая триада была сформулирована сравнительно недавно – примерно пятнадцать лет назад. Хотя, конечно, исследования в этом направлении

начались, по-видимому, порядка двадцати пяти – тридцати лет назад (см. [7,10-12] и приведенную там литературу). Считается, в частности, что этапным оказался предложенный в 1993 году принцип дополнительности в педагогике (аналогично принципу дополнительности Бора в физике). Наконец, в 1997 году были сформулированы познавательные барьеры, обуславливаемые как раз третьей составляющей выше обозначенной триады. Фактически благодаря исследованиям, выполненным, прежде всего, А.А. Пинским, А.И. Пилипенко, Г.Г. Гранатовым, В.А. Попковым, А.В. Коржуевы, Е.В. Шевченко, было обозначено новое научное направление в педагогике, которое представляется чрезвычайно перспективным с точки зрения проведения востребованных научных исследований.

В процессе обучения учебная информация может восприниматься, либо по какой-то причине не восприниматься. Кроме того, она может быть неверно интерпретирована или просто искажена в ходе ее обработки. Вследствие этого вполне закономерно складываются соответствующие негативные явления в учебной мыслительной деятельности обучаемого, которые предлагается идентифицировать как *познавательные барьеры*, т.е. совокупность явлений, отрицательно влияющих на субъективно-познавательные возможности обучаемого. В реальных условиях индикатором проявления таких барьеров является степень интеллектуальной готовности обучаемого к усвоению учебного материала. Выявив указанную готовность, можно затем констатировать проявление тех или иных познавательных барьеров, с которыми студенты включаются в учебный процесс.

Существует четыре уровня проблемы связанной с третьей составляющей, упоминаемой выше педагогической триады. Первый уровень – это типы барьеров как таковые; второй – признаки их проявления; третий уровень, который мы предлагаем называть технологическим, должен включать методики выявления познавательных барьеров. Если первые два уровня можно считать содержательно наполненными, то третий уровень в этом отношении все еще открыт для исследователей. И, наконец, четвертый уровень, на котором замыкаются первые три, отражает проявление барьеров в реальном учебном процессе. Необходимость проведения таких исследований про-

диктована актуальностью проблемы познавательных барьеров именно на технологическом уровне.

Можно констатировать, что к концу девяностых годов двадцатого века исследования проблемы познавательных затруднений достигли стадии, когда стала очевидна необходимость непосредственного включения в организацию (планирование) учебного процесса мероприятий, направленных на преодоление упомянутых барьеров. Ясно, что для этого необходимо иметь соответствующие методики, которые к началу наших исследований, результаты которых отражены в работах [1-6] еще не были разработаны. Таким образом, на первый план вышла проблема реализации теоретических разработок. Необходимо подчеркнуть, что это отнюдь не просто техническая задача. В самом деле, совсем не очевидно, каким образом преломить проблему познавательных барьеров к той реальной среде, в которой происходит учебный процесс. Такая среда, как известно, имеет свою специфику в каждом вузе, каждом регионе, наконец, в каждой учебной группе.

Концепция познавательных барьеров в обучении ориентирует педагога на интеллектуальные проблемы обучающегося и исходит из того, что учебная деятельность не может осуществляться без целенаправленного и систематического предупреждения и преодоления барьеров, функционирующих в сознании. Таким образом, характерной особенностью указанной концепции является четкое выделение в содержании учебного материала элементов, смысл которых может быть искажен познавательными барьерами, функционирующими в сознании учащегося, или искажен в исходном тексте. Другими словами, системе формируемых знаний, умений и приемов мышления необходимо сопоставить систему познавательных барьеров и соответствующих механизмов учебного сознания. Преподаватель, подготавливая учебный материал, планируя занятия, обязан обдумать вероятные мыслительные проблемы учащихся, предвидеть возможность и выявить точки вероятного рассогласования собственных усилий и мыслительных усилий студентов. С позиции повседневной педагогической практики это означает, что при разработке учебно-методических материалов для той или иной специальности должна быть выполнена такая подготовительная работа, чтобы был уч-

тен весь комплекс условий, выполнение которого и обеспечивает высокий уровень процесса обучения. Необходимым элементом такой работы должно стать установление степени интеллектуальной готовности учащихся освоить учебный материал в необходимом объеме. Проблема как раз и состоит в том, чтобы иметь возможность использовать определенную методику, которая включает процедуру оценки такой готовности при организации учебного процесса для конкретного контингента студентов.

Основная часть данной статьи построена следующим образом. Сначала излагается предложенная нами методика выявления познавательных барьеров студентов. В связи с этим обосновывается выбор оптимального количества признаков сходства, необходимых для анализа результатов опроса, проводимого на основе специально подобранных тестовых заданий. Затем дается анализ собранного массива данных по выбранным признакам сходства с использованием методов математической статистики. Наконец, приводится оценка тесноты связи указанных признаков сходства с помощью коэффициентов взаимной сопряженности Чупрова, которая показала высокую степень их (признаков) однородности. Поэтому они могут быть использованы для совместного анализа с целью получения выводов обобщающего характера. На основании этого в работе делается вывод о характерных познавательных барьерах, присущих основной массе студентов вузов, обучающихся по специальностям гуманитарного и экономического профиля. В заключительной части работы обсуждается учебно-методический комплекс по дисциплине «Концепции современного естествознания» как средство нивелирования выявленных познавательных барьеров.

Обсуждение результатов

Выполненные нами исследования включали три стадии: 1) сбор первичной информации; 2) статистическая сводка и обработка полученной первичной информации; 3) анализ статистической информации. Первая стадия исследования осуществлялась методом опроса на основании тестовых заданий, включающих десять предложенных нами вопросов. Опрос – незаменимый прием получения информации о мире людей, их склонностях, мотивах деятельности, мнениях. В определенном смысле он

универсален – с помощью его можно получать информацию о чем угодно. Однако, при этом необходимо принимать во внимание, что получаемая в процессе его проведения информация содержит субъективные мнения и оценки, которые подвержены колебаниям, воздействиям условий опроса и других обстоятельств. Поэтому на второй стадии исследования собранная информация подвергалась статистической обработке – систематизации и группировке по основным признакам сходства. На третьей стадии исследования проводился анализ статистической информации описательным и математическим методами. В эксперименте принимали участие 1417 человек, из них 1191 – студенты очной формы, 226 – заочной формы обучения.

В соответствии с существующими представлениями успех использования статистических методов для анализа экспериментальных результатов очень часто зависит от того, насколько успешно удастся совместить выполнение двух условий. Первое из них – использовать по возможности небольшое количество параметров (критериев), на основании которых собирается предполагаемая затем для обработки база данных; второе – выбранные критерии должны наиболее полно отражать ту информацию, которую предполагается получить в процессе статистической обработки. Проведенный нами анализ ответов на нашу анкету, полученных в течение трехлетнего цикла, позволил подобрать именно такое количество критериев интегрального характера: 1) уровень подготовки опрашиваемых студентов в школе; 2) желания учиться; 3) склонность к изучению дисциплин естественнонаучного и (или) гуманитарного цикла; 4) интерес к предмету. Проведенный на основе указанных критериев анализ позволил, в конечном счете, обозначить познавательные барьеры (затруднения), возникающие у студентов при изучении предметов цикла математических и естественнонаучных дисциплин, в том числе и дисциплины «Концепции современного естествознания» (КСЕ). Это комплексная дисциплина. Ее изучение базируется на знании определенного объема конкретного материала нескольких дисциплин естественнонаучного цикла (прежде всего, конечно, физики). Отсюда вытекает проблема, обуславливающая затруднения (барьеры) в изучении указанного предмета. Речь идет о готовности приступающих к

изучению КСЕ интегрально осмысливать (к умению обобщать) основополагающие знания, на которых базируются современные представления, лежащие в основе естественнонаучной картины мира. Приведенные ниже результаты статистического анализа отражают проведенные нами на этот счет исследования.

Оценка уровня подготовки в школе

Данная оценка проводилась на основании ответов на вопрос: «Какие оценки Вы имели в школе по дисциплинам естественнонаучного цикла?» Затем проводился статистический анализ полученной в результате опроса информации, результаты которого отражены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка уровня подготовки в школе

Год	Форма обучения	Интервал	Середина интервала x	Количество студентов f	xf	x _{cp}	x - x _{cp}	x - x _{cp} ² f
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2003-2004	Очное	2,3,4,5	3,5	-	-	4,2	-	-
		3,4	3,5	25	87,5		0,7	12,3
		3,4,5	4	52	208		0,2	2,1
		4,5	4,5	86	387		0,3	7,7
		5	5	12	60		0,8	7,7
		Итого		175	742,5		2,0	29,8
	Заочное	2,3,4,5	3,5	-	-	3,9	-	-
		3,4	3,5	32	112		0,4	5,1
		3,4,5	4	14	56		0,1	0,1
		4,5	4,5	13	58,5		0,6	4,7
5		5	3	15	1,1		3,6	
Итого		62	241,5	2,2	13,5			
2004-2005	Очное	2,3,4,5	3,5	1	3,5	4,2	0,7	0,5
		3,4	3,5	39	136,5		0,7	19,1
		3,4,5	4	61	244		0,2	2,4
		4,5	4,5	120	540		0,3	10,8
		5	5	18	90		0,8	11,5
		Итого		239	1014		2,7	44,3
	Заочное	2,3,4,5	3,5	-	-	4,0	-	-
		3,4	3,5	15	52,5		0,5	3,8
		3,4,5	4	9	36		0,0	0,0
		4,5	4,5	10	45		0,5	2,5
5		5	1	5	1,0		1,0	
Итого		35	138,5	3,2	7,3			
2005-2006	Очное	2,3,4,5	3,5	2	7	4,2	0,7	1,0
		3,4	3,5	42	147		0,7	20,6
		3,4,5	4	53	212		0,2	2,1
		4,5	4,5	114	513		0,3	10,3
		5	5	17	85		0,8	10,9
		Итого		228	964		2,7	44,9
	Заочное	2,3,4,5	3,5	2	7	3,9	0,4	0,3
		3,4	3,5	34	119		0,4	5,4
		3,4,5	4	92	368		0,1	0,9
		5	5	1	5		1,1	1,2
Итого			129	499	2,0		7,8	

Анализ проводился на основании существующих методик обработки базы данных [8,9]. Здесь уместно замечание о том, что в ходе ответов на предложенные вопросы студенты могли давать не совсем точную информацию относительно своих оценок в школе. Данное обстоятельство указывает на необходимость проведения соответствующей количественной обработке результатов опроса, чтобы делать на их основе достаточно адекватные выводы. Речь идет об использовании статистических методов, которые позволяют (при соответствующем их применении) делать обобщающие (прогнозные) выводы на основании сравнительно небольшого фактического материала. Используемые нами методики предполагают сначала нахождение среднего выборочного (x_{cp}) значения соответствующего параметра и среднего квадратичного отклонения (σ^2) отдельно для каждой из групп. Значения x_{cp} и σ^2 позволяют оценить степень однородности анализируемых оценок на основании коэффициента вариации (V) и моды (M).

Здесь необходимы пояснения. Однородность – это свойство, которое показывает близость характеристик отдельных явлений, образующих данную (рассматриваемую) совокупность. Для оценки однородности используется коэффициент вариации (V) по факторным признакам, который равен отношению среднего квадратичного отклонения к среднему выборочному значению. Если коэффициент вариации меньше 33%, то совокупность однородная. В однородной совокупности значения признака типичны (близки по значению). Естественно, что в неоднородной совокупности (коэффициент вариации > 33%) значения признака нетипичны (противоположные по значению).

Таким образом, определение однородности нам необходимо для того, чтобы выяснить, совпадают ли мнения студентов относительно того или иного вопроса. Естественно, что совокупность студентов мно-

гообразна с точки зрения социальных, биологических, семейных, экономических и других причин, но качественно однородна относительно процесса учебы, в результате которого формируются специалисты высокой квалификации.

Использованные нами параметры для статистической обработки полученного массива экспериментальных данных вычислялись с использованием ниже приведенных формул [9].

$$x_{cp} = \frac{\sum xf}{\sum f}; \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - x_{cp})^2 f}{\sum f}; \quad (2)$$

$$V = \frac{\sigma}{x_{cp}}; \quad (3)$$

$$M = X_M + i \frac{f_M - f_{(M-1)}}{[f_M - f_{(M-1)}] + [f_M - f_{(M+1)}]}, \quad (4)$$

где X_M – нижняя граница модального интервала;

f_M – частота модального интервала;

$f_{(M-1)}$ – частота интервала, предшествующего модальному;

$f_{(M+1)}$ – частота интервала, следующего за модальным;

i – величина модального интервала.

Целесообразно вычислять моду, когда изучаемая совокупность содержит некоторое количество единиц с очень большим или очень малым значением варьирующего признака. Эти, не очень характерные для совокупности значения вариантов, влияя на среднее арифметическое, в существенно меньшей степени определяют значения мод, что делает последние ценными для статистического анализа показателями. В таблице № 2 приведены исходные данные для расчета моды взяты из таблицы № 1, исходя из следующих допущений.

Таблица 2

Исходные данные для расчета моды

	2003-2004 г.		2004-2005 г.		2005-2006 г.	
	очное	заочное	очное	заочное	очное	заочное
f_M	163	59	220	34	209	126
$f_{(M-1)}$	0	0	1	0	2	2
$f_{(M+1)}$	12	3	18	1	17	1
x_M	3	3	3	3	3	3
i_M	2	2	2	2	2	2

Таблица 3

Расчетные характеристики массива данных

Форма обучения	σ^2	σ	V, %	M
Очное 2003-2004 г.	0,17	0,41	9,8	4,04
Заочное 2003-2004 г.	0,22	0,47	12,1	4,03
Очное 2004-2005 г.	0,19	0,44	10,5	4,04
Заочное 2004-2005 г.	0,21	0,46	11,5	4,01
Очное 2005-2006 г.	0,20	0,45	10,7	4,04
Заочное 2005-2006 г.	0,06	0,24	6,2	4,00

Частота модального интервала в нашем случае соответствует количеству студентов, включаемых в расчет. В соответствии с выше приведенным замечанием о целесообразности использования медианы в качестве усредненной характеристики массива данных какого-либо параметра при оценке величины f_M нами не принимался во внимание интервалы ответов 2, 3, 4, 5 и 5 с наибольшим (или даже нулевым) значением f . Поэтому $x_M = 3$, а $i_M = 2$.

Полученные в процессе вычисления значения M собраны в таблице 3, в которой приведены также параметры σ^2 , σ , V , свидетельствующие о том, что анализируемый нами массив экспериментальных данных является однородным, а большинство участвующих в опросе студентов имели в школе в среднем хорошую оценку по предметам естественно-научного цикла.

Желание учиться

На первый взгляд может показаться, что данная оценка надумана – ведь если студент поступил в вуз, значит он хочет учиться.

Однако проведенный нами опрос показал, что нередко студент обучается не по той специальности, которую он хотел бы иметь. Тому имеется две причины: 1) высокий конкурс (как правило, это относится к бюджетным местам) препятствует поступлению всех желающих на ту или иную специальность; 2) порой будущую профессию выбирают не сами студенты, а их родители (особенно это характерно для студентов, обучающихся на платной основе). В результате выясняется, что студенты не стремятся к глубокому изучению необходимых (согласно учебному плану) предметов, проявляя, однако, повышенный интерес к предметам из другой области знаний (таблица 4).

Таблица 4

Ответы на вопрос о желании углубленного изучения предметов

Форма обучения	Варианты ответов	Учебный год					
		2003-2004		2004-2005		2005-2006	
		Количество ответов	Процентное соотношение	Количество ответов	Процентное соотношение	Количество ответов	Процентное соотношение
очное	Нет	31	17,7	62	26,0	46	20,2
	Затруднились ответить	54	30,9	-	-	24	10,5
	Не знают	12	6,8	13	5,4	20	8,8
	Да	78	44,6	164	68,6	138	60,5
	ИТОГО	175	100	239	100	228	100
заочное	Нет	10	16,1	5	14,3	16	12,4
	Затруднились ответить	30	48,4	-	-	44	34,1
	Не знают	13	21,0	-	-	1	0,8
	Да	9	14,5	30	85,7	68	52,7
	ИТОГО	62	100	35	100	129	100

Чтобы определить, хотят ли студенты познавать новое, мы воспользовались ответами на вопрос: «Хотели бы Вы изучать какой-нибудь предмет углубленно?» Имелись ввиду предметы естественно-научного цикла. Из полученных на поставленный вопрос ответов (таблица 4) следует, что примерно шестьдесят процентов студентов дневной формы обучения и пятьдесят процентов заочного отделения выразили желание получать углубленные знания в процессе обучения в вузе. Обращает на себя внимание тот факт, что значительная группа из опрошенных студентов отнеслись довольно индифферентно к ответу на поставленный вопрос.

Склонность к изучению дисциплин естественно-научного и (или) гуманитарного цикла

Третьим критерием, которым мы пользовались при решении проблемы познавательных затруднений, встречающихся в процессе изучения студентами КСЕ, был их интерес (склонность) к тем или иным учебным предметам (таблица 5).

увеличивают степень адекватности знаний абитуриентов требованиям, необходимым для усвоения вузовской программы, т.е., в конечном счете, чтобы стать специалистом высшей квалификации. Естественно, что у преподавателя, начинающего работать с данными студентами, появляется дополнительная информация, которая (по крайней мере, в принципе) позволяет более эффективно организовывать учебный процесс.

Прежде, чем проводить опрос, мы разделили предметы на две группы – гуманитарные и естественнонаучные. Конечно, в этом делении есть определенный элемент условности, поэтому нами давалось пояснение студентам относительно того, что означает это деление. Естественно, принимался во внимание тот факт, что окажутся и такие студенты, которые проявляют интерес к предметам обеих групп.

Результаты данного опроса показали, что студенты, участвующие в опросе, явно отдают предпочтение предметам естественно-научного цикла (соотношение ответов

Таблица 5
Ответы на вопрос о предпочтении в изучении предметов

Форма обучения	Предпочитаемые предметы	Учебный год		
		2003 – 2004	2004 – 2005	2005 – 2006
		Количество ответов	Количество ответов	Количество ответов
Очное	Гуманитарные	18	23	6
	Естественно-научные	157	216	222
	Итого	175	239	228
Заочное	Гуманитарные	9	3	21
	Естественно-научные	53	32	108
	Итого	62	35	129

Нам представлялось, что данный критерий важен хотя бы потому, что успех в усвоении представлений о естественнонаучной картине мира на уровне требований, определяемых учебными планами вуза, в небольшой степени зависит также и от возможности изучать дисциплины естественнонаучного цикла. Конечно, сама по себе указанная склонность является, если использовать точную математическую формулировку, еще не достаточным условием для успешной учебы. В конце концов, студент обязан (может он или хочет того или нет) изучать предусмотренные учебным планом дисциплины. Тем не менее, и эти данные также

595/47 для очной и 193/ 33 для заочной форме обучения).

Интерес к предмету

Стремясь получить более полное представление о готовности студентов к изучению КСЕ, мы предложили ответить студентам на вопрос о том, почему им импонировало изучение того или иного предмета (какой именно – в данном случае не принципиально) в школе (таблица 6). По нашему мнению, ответы на подобные вопросы, возможно косвенно, но также способствуют составлению более адекватного представления о потенциальных возможностях студентов, с которыми приходится работать преподавателю.

Таблица 6

Данные опроса студентов о причинах интереса к изучению предметов

Форма обучения	Причина интереса	Год обучения		
		2003-2004	2004-2005	2005-2006
Очное	Предмет интересен	48	71	65
	Увлечение	29	49	32
	Преподавали интересно	13	19	21
	Предметы были понятны	14	14	18
	Затруднялись ответить	71	86	92
	Итого	175	239	228
Заочное	Предмет интересен	9	14	30
	Увлечение	7	6	29
	Преподавали интересно	7	5	6
	Предметы были понятны	2	3	10
	Затруднялись ответить	37	7	54
	Итого:	62	35	129

Начиная опрос, мы поясняли студентам, что они сами должны назвать причину интереса к изучению в школе того или иного предмета. Такими причинами назывались: личный интерес к предмету, интересное преподавание, предметы были более понятны по сравнению с другими. Вместе с тем были студенты, которые затруднялись ответить что-либо на поставленный вопрос. Таким образом, если судить по полученным нами ответам на указанный выше вопрос, большинство опрошенных студентов потенциально оказались подготовленными для того, чтобы осознанно учиться в вузе. В то же время существенный процент опрошенных (39% и 43% для дневной и заочной формы обучения соответственно), не давших какого-либо конкретного ответа, может свидетельствовать о пассивном отношении этих студентов к учебному процессу в школе.

Оценка корреляционной связи с использованием коэффициента Чупрова

В соответствии с существующими представлениями статистический анализ массива (банка) данных в конечном счете проводится с целью получения модели, которая могла бы достаточно адекватно описывать рассматриваемые явления и (или) процессы, к которым относится анализируемый массив. В случае, когда используется для этой цели несколько признаков (факторов), необходимо проводить оценку тесноты их связи с помощью коэффициентов взаимной сопряженности Пирсона или Чупрова [9]. При этом первичная или исходная статистическая информация, необходимая для количественного ана-

лиза тесноты связи используемых в процессе моделирования признаков, собирается в таблицы, аналогичные таблице 7.

Таблица 7

Таблица исходных данных для расчета коэффициентов взаимной сопряженности

Признаки	A	B	C	Итого (n _y)
D	f ₁₁	f ₁₂	f ₁₃	A _{1i}
E	f ₂₁	f ₂₂	f ₂₃	A _{2i}
F	f ₃₁	f ₃₂	f ₃₃	A _{3i}
Итого (n_x)	A _{1j}	A _{2j}	A _{3j}	n

Примечание: f_{ij} – частоты взаимного сочетания двух атрибутивных признаков;
n – суммарное число парных наблюдений.

Коэффициенты Пирсона (C) находятся по формуле:

$$C = \sqrt{\frac{\phi^2}{1 + \phi^2}}, \quad (5)$$

где ϕ^2 – показатель средней квадратичной сопряженности. Он определяется как сумма отношений квадрата частот каждой клетки таблицы к произведению итоговых частот соответствующего столбца и строки за минусом единицы:

$$\phi^2 = \left(\sum \frac{f_{ij}^2}{A_i \cdot A_j} \right) - 1, \quad (6)$$

где f_{ij} – частота каждой клетки, i – номер строки, A_i – суммарные частоты по строкам, A_j – суммарные частоты по столбцам, j – номер столбца.

Таблица 8

Таблица исходных данных для оценки коэффициента Чупрова

Год обучения	Форма обучения	Желание учиться	Оценка уровня подготовки в школе (варианты ответов) f_{ij}					Итого
			2,3,4,5	3,4	3,4,5	4,5	5	
2003-2004	Очное	Нет	-	7	4	19	1	31
		Не знаю	-	6	17	4	1	28
		Да	-	12	31	63	10	116
		Итого	-	25	52	86	12	175
	Заочное	Нет	-	4	3	3	-	10
		Не знаю	-	18	3	2	2	25
		Да	-	10	8	8	1	27
Итого		-	32	14	13	3	62	
2004-2005	Очное	Нет	-	19	14	25	4	62
		Не знаю	1	1	4	7	-	13
		Да	-	19	43	88	14	164
		Итого	1	39	61	120	18	239
	Заочное	Нет	-	4	1	-	-	5
		Не знаю	-	-	-	-	-	-
		Да	-	11	8	10	1	30
Итого		-	15	9	10	1	35	
2005-2006	Очное	Нет	-	10	10	22	4	46
		Не знаю	1	10	16	12	5	44
		Да	1	22	27	80	8	138
		Итого	2	42	53	114	17	228
	Заочное	Нет	1	4	6	5	-	16
		Не знаю	-	13	19	13	-	45
		Да	1	17	20	29	1	68
Итого		2	34	45	47	1	129	

Считается, что в исследованиях, подобных проведенными нами, более приемлемым является использование коэффициентов Чупрова (K), определяемых выражением:

$$K = \sqrt{\frac{\varphi^2}{(K_1 - 1)(K_2 - 1)}}, \quad (7)$$

где φ имеет тот же смысл, что и в выражении (6),

K_1 – число групп по столбцам таблицы,
 K_2 – число групп по строкам таблицы.

Коэффициенты C и K изменяются в пределах от нуля до единицы. Отличное от нуля значение свидетельствует о наличии связи между рассматриваемыми признаками, при чем большее значение C и (или) K соответствует и большей тесноты связи между ними [9].

Нами проведен анализ с целью установления корреляционной связи между четырьмя использованными нами признаками.

Ниже приводится расчет коэффициента Чупрова при сопоставлении двух признаков – оценки уровня подготовки в школе и желания учиться. Исходные для этого данные, взятые из таблиц 1 и 4, собраны в таблице 8 (отдельно по каждому году). Оба рассматриваемых признака являются альтернативными по своему смыслу, т.е. единицы изучаемой совокупности могут либо обладать ими, либо не обладать. В таких случаях наличие признака обозначается единицей, а его отсутствие – нулем.

На основании таблицы 8 находились парные наблюдения n , собранные в таблице 9. Они получены путем суммирования соответствующих частот для каждого года (отдельно для очной и заочной формы обучения). При этом значения f_{ij} из столбца «2,3,4,5», существенно меньшие аналогичных значений из других колонок, не принимались во внимание.

Таблица 9

Сводная таблица парных наблюдений

Учебные годы	Форма обучения	Желание учиться	Уровень подготовки в школе f_{ij}				Итого n_y
			3,4	3,4,5	4,5	5	
2003-2006	Очное	Нет	36	28	66	9	139
		Не знаю	17	39	23	6	85
		Да	53	102	231	32	418
		Итого n_x	106	169	320	47	642
	Заочное	Нет	12	11	8	-	31
		Не знаю	31	23	15	2	71
		Да	38	36	47	3	124
		Итого n_x	81	70	70	5	226

Данные таблицы 9 являлись исходными значениями для нахождения показателя среднеквадратичной сопряженности φ^2 и коэффициента связи Чупрова K между сопоставляемыми признаками (уровнем подготовки в школе и желанием учиться) с использованием выражений (6) и (7). Ниже приведен пример такого расчета.

Следующим шагом в установлении корреляционной связи стало попарное сопоставление остальных факторов. Здесь уместно еще раз отметить, что речь идет о критериях интегрального характера, использованные нами для выявления познавательных барьеров (затруднений), возникающих у студентов при изучении предметов цикла математических и естественнонаучных дисциплин, в том числе и КСЕ. Как и в

случае сопоставления факторов (признаков) «уровень подготовки в школе» и «желание учиться», сначала делалась выборка (из полученных нами в результате опроса ответов) соответствующих парных значений по каждому году в отдельности (аналог таблицы 8). Эти данные сводились в таблицу (аналог таблицы 9), содержащую суммарные значения частот f_{ij} за три года отдельно для очной и заочной форм обучения. Затем вычислялся показатель среднеквадратичной сопряженности φ^2 и коэффициента связи Чупрова K между сопоставляемыми признаками с использованием выражений (6) и (7). Найденные таким образом коэффициенты, характеризующие уровень связи различных факторов между собой, собраны в таблице 10.

$$\varphi_{очн}^2 = \left(\frac{36^2}{106 \cdot 139} + \frac{17^2}{106 \cdot 85} + \frac{53^2}{106 \cdot 418} + \frac{28^2}{169 \cdot 139} + \frac{39^2}{169 \cdot 85} + \frac{102^2}{169 \cdot 418} + \frac{66^2}{320 \cdot 139} + \frac{23^2}{320 \cdot 85} + \frac{231^2}{320 \cdot 418} + \frac{9^2}{47 \cdot 139} + \frac{6^2}{47 \cdot 85} + \frac{32^2}{47 \cdot 418} \right) - 1 = 0,06$$

$$K_{очн} = \sqrt{\frac{0,06}{\sqrt{(4-1)(3-1)}}} = 0,15$$

$$\varphi_{заочн}^2 = \left(\frac{12^2}{81 \cdot 31} + \frac{31^2}{81 \cdot 71} + \frac{38^2}{81 \cdot 124} + \frac{11^2}{70 \cdot 31} + \frac{23^2}{70 \cdot 71} + \frac{36^2}{70 \cdot 124} + \frac{8^2}{70 \cdot 31} + \frac{15^2}{70 \cdot 71} + \frac{47^2}{70 \cdot 124} + \frac{2^2}{5 \cdot 71} + \frac{3^2}{5 \cdot 124} \right) - 1 = 0,03$$

$$K_{заочн} = \sqrt{\frac{0,03}{\sqrt{(4-1)(3-1)}}} = 0,11$$

Сводная таблица коэффициентов Чупрова

Форма обучения	Сравниваемые признаки					
	Уровень подготовки / Желание учиться	Уровень подготовки / Склонность к предметам	Уровень подготовки / Интерес к предмету	Желание учиться / Склонность к предметам	Желание учиться / Интерес к предмету	Склонность к предметам / Интерес к предмету
Очное	0,15	0,17	0,14	0,20	0,19	0,25
Заочное	0,11	0,11	0,17	0,20	0,15	0,35

Данные таблицы 10 однозначно указывают на то, что анализируемый нами массив экспериментальных данных (ответы на заданные вопросы) обладает высокой степенью однородности. В свою очередь это означает, что предложенные нами критерии интегрального характера – уровень подготовки опрашиваемых студентов в школе, желания учиться, склонность к изучению дисциплин естественнонаучного и (или) гуманитарного цикла, интерес к предмету – могут быть использованы для совместного их анализа с целью получения выводов обобщающего характера.

С позиции теории познавательных барьеров, полученные экспериментальные данные следует рассматривать как признаки существования у студентов познавательных барьеров, обуславливаемых технологическим стилем мышления, т.е. рецептурным мышлением, который оказывается тормозом для развития более глубокого продуктивного мышления. В этом случае даже хо-

рошо усвоенная система знаний, умений и навыков воспринимается обучаемым как игра в правильные ответы на правильные вопросы. Но поставив «правильный» вопрос в непривычной формулировке и обучающийся оказывается в беспомощном положении.

Проведенный нами анализ собранного банка данных позволяет также констатировать и существование познавательных барьеров исторического типа у абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения. С методической точки зрения эти результаты дают повод для того, чтобы исторический аспект развития науки использовать для оптимизации учебного процесса.

Схема, приведенная на рисунке, иллюстрирует предложенную и обоснованную нами методику выявления познавательных барьеров у студентов гуманитарных, экономических и художественных специальностей, приступающих к изучению дисциплин естественнонаучного цикла.



Схема, иллюстрирующая этапы выявления познавательных барьеров у студентов

В широком смысле ее можно рассматривать как модель, позволяющую выявлять уровень интеллектуальной готовности обучающихся.

На основании полученных выводов относительно познавательных барьеров, присущих студентам вузов, разработан учебно-методический комплекс по дисциплине КСЕ как средство их нивелирования. Основу его составляет курс лекций, опирающийся на фундаментальные положения физики, сформулированные к настоящему времени наиболее определенно в концептуальном плане.

Заключение

В качестве резюме данной статьи могут стать следующие замечания.

1. Проведенные в девяностых годах двадцатого века исследования показали, что существуют не только закономерности понимания учебного материала, но и закономерности его непонимания (принцип дополненности Бора в педагогике). Вследствие этого вполне закономерно складываются соответствующие негативные явления в учебной мыслительной деятельности обучающегося, которые предлагается идентифицировать как познавательные барьеры.

2. Предложена и отработана методика выявления познавательных барьеров студентов. Ее реализация предполагает выполнение трех последовательных этапов. Первый этап исследования осуществляется методом опроса на основании тестовых заданий. На втором этапе исследования собранная информация подвергается систематизации и группировке по основным признакам сходства. На третьем этапе исследования проводится обработка экспериментальных данных методами математической статистики путем оценки тесноты связи признаков сходства с помощью коэффициентов взаимной сопряженности Чупрова. Показано, что предложенные нами критерии и показатели действительно характеризуют познавательные барьеры студентов. Эффективность предложенной нами методики была продемонстрирована в процессе выявления наиболее характерных познавательных барьеров, присущих основной массе абитуриентов, поступающих в вузы на специальности гуманитарного и экономического профиля.

3. Разработано конкретное методическое обеспечение для проведения занятий по

дисциплине «Концепции современного естествознания» со студентами специальностей экономического и гуманитарного профиля высших учебных заведений. Основу предлагаемой методики преподавания упомянутой дисциплины составляет теоретический курс, опирающийся на фундаментальные положения физики, сформулированные к настоящему времени наиболее определенно в концептуальном плане.

Список литературы

1. Воронов В.К., Герашенко Л.А. Педагогическая модель выявления и нивелирования познавательных барьеров в обучении студентов технических вузов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 203-206.
2. Герашенко Л.А., Воронов В.К., Ким Де Чан. О результатах входного контроля знаний студентов, изучающих дисциплину «Концепции современного естествознания» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Фундаментальное естественнонаучное образование». – 2003. – № 8 (1-2). – С. 101-105.
3. Герашенко Л.А., Воронов В.К., Петровская В.Н., Анализ входного контроля знаний студентов, изучающих дисциплину «Концепции современного естествознания» // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2004. – № 4. – С. 90-94.
4. Герашенко Л.А., Воронов В.К., Дадвани Т.А., Петровская В.Н., Ким Де Чан. Особенности входного контроля знаний студентов заочной формы обучения по дисциплине «Концепции современного естествознания». Современный университет: образование, наука, культура. Материалы международной научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. – С. 63-73.
5. Герашенко Л.А., Воронов В.К., Ким Де Чан. Познавательные затруднения (барьеры) в обучении дисциплины «Концепции современного естествознания» // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2006. – № 3. – С. 115-119.
6. Герашенко Л.А., Воронов В.К., Ким Де Чан. Проблема познавательных затруднений студентов вузов в изучении цикла математических и естественнонаучных дисциплин // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2009. – № 3. – С. 52-57.
7. Гранатов Г.Г. Метод дополненности в педагогическом мышлении (методология развивающего образования): дис. ... д-ра пед. наук. – Челябинск, 1993. – 398 с.
8. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях. – М., 2004. – 67 с.
9. Общая теория статистики: учебник / под ред. Башинной О.Э., Спирина А.А. – 5-е изд., доп. и перераб. – М., 2001. – 440 с.
10. Пилипенко А.И. Познавательные барьеры в обучении физике и методические принципы их преодоления: дис. ... д-ра пед. наук. – Курск: Курский государственный технический университет, 1997. – 242 с.
11. Попков В.А., Коржув А.В. Теория и практика высшего профессионального образования: учебное пособие для системы дополнительного педагогического образования. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
12. Voronov V.K., Gerashchenko L.A. Cognitive Barriers in Training the Students of Higher Education Institutions, Methodology for Their Elucidation and Overcoming // I.J. Modern Education and Computer Science. – 2013. – № 2. – С. 1-11.