

УДК 54: 372.8

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, ОБУЧАЮЩИХ СТУДЕНТОВ БАКАЛАВРИАТА ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В УСЛОВИЯХ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ НАУКИ

Минин М.Г., Шепель О.М.

*ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: minin@tpu.ru*

Статья посвящена исследованию целесообразности и возможности изучения концепции естественнонаучного подхода к анализу процессов информационного обмена, освоения методологии координации содержания естественно-математического образования преподавателями, обучающими студентов бакалавриата естественно-математическим дисциплинам в условиях постнеклассического этапа развития науки. Приведено описание контрольного этапа педагогического эксперимента, в рамках которого представлены диаграммы усвоения знаний преподавателями бакалавриата, сопоставлены знания преподавателей естественно-математических дисциплин до и через год после чтения спецкурса в экспериментальной группе, проанализировано распределение студентов бакалавриата по уровням сформированности знаний и умений по окончании контрольного этапа эксперимента. На основании полученных результатов сделан вывод об эффективном усвоении указанной концепции преподавателями вузов при условии использования конкретной методической системы; о повышении знания студентов бакалавриата до уровня, отвечающего требованиям современного постнеклассического этапа развития науки при внедрении методологии координации содержания естественно-математического образования в учебный процесс.

Ключевые слова: концепция естественнонаучного подхода, методология координации содержания образования, постнеклассический этап развития науки, педагогический эксперимент, студенты бакалавриата, естественно-математические дисциплины

CONTINUING EDUCATION OF THE TEACHERS WHO TRAIN STUDENTS OF BACCALAUREATE TO NATURAL AND MATHEMATICAL DISCIPLINES UNDER POST-NONCLASSICAL STAGE OF THE SCIENCE DEVELOPMENT

Minin M.G., Shepel O.M.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: minin@tpu.ru

The article is devoted to research of expediency and possibility of studying concept of a natural-science approach to the analysis of information exchanges, learning to use the methodology of natural and mathematical educational content's coordination by the teachers who train baccalaureate's students to natural and mathematical disciplines under post-nonclassical stage of the science development. There is the description of a control stage of pedagogical experiment, within which: diagrams of learning knowledge by teachers of a bachelor degree are presented, knowledge of natural and mathematical disciplines teachers are compared before reading a special course in experimental group and in an year after reading one, distribution of a bachelor degree students on levels of knowledge maturity and skills after termination of a control stage of experiment is analyzed. The following conclusions are drawn on the basis of the received results: effective learning of the mentioned concept by teachers of higher education institutions is possible when concrete methodical system is using; knowledge of baccalaureate's students go up to the modern level fit with post-nonclassical stage of the science development when the methodology of natural and mathematical educational content's coordination is implementing.

Keywords: concept of a natural-science approach, methodology of educational content's coordination, post-nonclassical stage of the science development, pedagogical experiment, baccalaureate's students, natural and mathematical disciplines

В рамках разработки теоретических принципов построения процессов образования в работах [2, 4–6] предложена концепция естественнонаучного подхода к анализу процессов информационного обмена, согласно которой информационный обмен между преподавателем и обучающимся предлагается воспринимать как развитие знания – процесс, представляющий собой один из аспектов единой эволюции живых, физико-химических и ментальных систем. На основе указанной концепции разработана методология координации содержания естественно-математического образования, позволяющая эффективно осуществлять согласование содержания:

- различных разделов внутри одной дисциплины (физики, химии, биологии, математики);
- различных естественно-математических дисциплин между собой;
- естественно-математических и гуманитарных дисциплин;
- естественно-математического образования с содержанием успехов современной науки, достигшей постнеклассического этапа своего развития.

В настоящей работе приводятся результаты контрольного этапа педагогического эксперимента по изучению возможности и целесообразности внедрения предложенной нами методологии в учебный процесс.

Цель исследования:

– проверка принципиальной возможности усвоения концепции естественно-научного подхода к анализу процессов информационного обмена и методологии координации содержания естественно-математического образования слушателями курсов повышения квалификации – преподавателями бакалавриата, обучающимися физике, химии, математике на кафедрах различных вузов Российской Федерации;

– сопоставление эффективности традиционной технологии обучения концепции и методологии с эффективностью методической системы, предложенной в работе [1].

Материал и методы исследования

Участниками эксперимента являлись преподаватели и слушатели курсов повышения квалификации при кафедре инженерной педагогики Национального исследовательского Томского политехнического университета, а также студенты, обучающиеся по направлениям подготовки: 011200 «Физика», 020100 «Химия», 020400 «Биология», 010400 «Прикладная математика и информатика» в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, Национальном исследовательском Томском государственном университете, Томском государственном педагогическом университете.

В исследовании использовались три основных способа определения уровня знаний и умений преподавателей бакалавриата.

Первый способ заключается в контроле знаний и умений одной и той же группы слушателей до и после прохождения спецкурса, что позволяет определить прирост знаний и умений как для группы в целом, так и для отдельного преподавателя.

При втором способе одновременно определялись знания и умения двух групп преподавателей: преподаватели в экспериментальной группе обучались в рамках методической системы, предложенной в [1], а в контрольной группе преподаватели знакомились с отдельными аспектами проблемы координации содержания естественно-математического образования по традиционной технологии.

Третий способ заключается в формировании контрастных групп. Из группы преподавателей, прошедших обучение на курсах повышения квалификации по данной проблеме, выбирались те преподаватели, которые заинтересовались этой проблемой всерьез и продолжали работать на кафедре над методикой реализации методологии координации содержания естественно-математического образования в процессе обучения студентов бакалавриата своей дисциплине. Вторую группу составили те преподаватели, которые после прослушивания спецкурса не стали реализовывать полученные знания в своей профессионально-педагогической деятельности. В этом случае нами проводилось изучение влияния профессионально-педагогической компетентности преподавателей физики, химии, биологии, математики на качество знаний и умений студентов бакалавриата, сформированных на основе реализации методологии координации содержания естественно-математического образования, а также умения студентов осуществлять перенос знаний смежных дисциплин при решении задач, требую-

щих комплексного применения знаний. Преподаватели бакалавриата, находящиеся в промежуточной стадии, не включались в контрастные группы.

Результаты исследования и их обсуждение

Диаграммы усвоения знаний преподавателями бакалавриата в экспериментальной и контрольной группах после реализации второго способа определения уровня знаний и умений на контрольном этапе эксперимента приведены на рис. 1.

Коэффициент полноты усвоения знаний (K) рассчитывался по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{nN},$$

где n – общее количество элементов знаний, которые должны быть усвоены обучаемым; n_i – количество элементов знаний, усвоенных i -м обучаемым; N – число обучающихся, выполнявших контрольное задание, и в данном случае оно оказалось равным 0,713 и 0,505 в экспериментальной и контрольной группах соответственно.

Коэффициент эффективности выбранной методики (на полноту усвоения знаний) η определялся отношением:

$$\eta = \frac{0,713}{0,505} \approx 1,41.$$

Поскольку $\eta > 1$, то выбранную методику обучения можно считать достаточно эффективной для формирования у преподавателей бакалавриата теоретических представлений о естественнонаучном подходе к анализу процессов информационного обмена и методологии координации содержания естественно-математического образования.

Первый способ определения уровня знаний и умений преподавателей бакалавриата был реализован при расчёте прочности знаний по методике А.В. Усовой [3]. С этой целью было проведено тестирование преподавателей спустя год после их обучения.

Статистическое сопоставление результатов контроля знаний преподавателей естественно-математических дисциплин до чтения спецкурса и через год после чтения спецкурса в экспериментальной группе приведено в табл. 1.

Для оценки статистической значимости различий результатов оценки знаний до и после чтения спецкурса использовался критерий χ^2 , согласно которому:

$$T = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 Q_{2i} - n_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}},$$

где n_1 и n_2 – объем независимых выборок экспериментальных и контрольных групп;

Q_{1i} и Q_{2i} – наибольшие частоты (число обучаемых, обладающих знаниями, соответствующими данному качественному уровню); c – число категорий, на которые

распределяются результаты измерения состояния изучаемого свойства (число уровней сформированности знаний или умений); $T = \chi^2$.

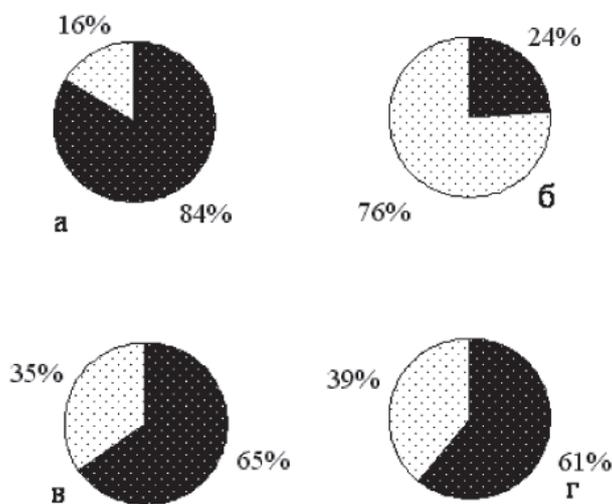


Рис. 1. Диаграммы усвоения знаний преподавателями бакалавриата:
 а – в экспериментальной группе перед контрольным этапом эксперимента;
 б – в экспериментальной группе по окончании контрольного этапа эксперимента;
 в – в контрольной группе перед контрольным этапом эксперимента;
 г – в контрольной группе по окончании контрольного этапа эксперимента;
 □ – получившие хорошие и отличные оценки;
 ■ – получившие неудовлетворительные и удовлетворительные оценки

Таблица 1

Сопоставление знаний преподавателей естественно-математических дисциплин до и через год после чтения спецкурса в экспериментальной группе

Экспериментальная группа	Кол-во преподавателей (n)	Кол-во неудовлетворительных и удовлетворительных оценок	Кол-во хороших и отличных оценок
До чтения спецкурса	$n = 25$	$Q_{11} = 21$	$Q_{12} = 4$
После чтения спецкурса	$n = 25$	$Q_{21} = 5$	$Q_{22} = 20$

Полученное значение $T_{набл}$ (20,513) существенно превышает $T_{кр} = 3,841$, определённое по таблице критических значений статистики для числа степеней свободы $\nu = 1$ и принятого уровня значимости $\alpha = 0,05$, что позволяет:

– отклонить нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимого различия в распределении оценок до и после чтения спецкурса;

– констатировать усвоение концепции естественнонаучного подхода к анализу процессов информационного обмена и методологии координации содержания естественно-математического образования преподавателями бакалавриата, обучающимися физике, химии, биологии, математике.

Коэффициент полноты усвоения знаний оказался равен 0,808.

Коэффициент прочности усвоения знаний (γ) определялся отношением:

$$\gamma = \frac{0,808}{0,713} \approx 1,15.$$

Таким образом, активная работа преподавателей по совершенствованию знаний о координации содержания естественно-математических дисциплин в межкурсовой период приводит к повышению коэффициента прочности усвоения знаний до значения, превышающего единицу

Третий способ определения уровня знаний и умений преподавателей бакалавриата был реализован при исследовании влияния изученной педагогами методологии координации содержания естественно-математического образования на качество усвоения студентами бакалавриата сведений

междисциплинарного характера, включающих в себя достижения неклассического и современного постнеклассического естествознания.

При этом были выделены следующие уровни сформированности междисциплинарных знаний и умений:

I уровень (уровень фактов) – студенты бакалавриата оперируют естественнонаучными фактами, однако знания носят ограниченный характер, студенты испытывают трудности при определении связей между ними;

II уровень (уровень понятий) – студенты бакалавриата оперируют естественнонаучными понятиями при выполнении отдельных этапов решения задач, но при установлении связи между ними испытывают затруднения;

III уровень (аналитико-синтетический уровень) – студенты бакалавриата оперируют знаниями смежных дисциплин, осознают взаимосвязи между ними, применяют междисциплинарные знания при установлении причинно-следственных связей между явлениями различной природы, различают классический, неклассический и постнеклассический этапы развития науки;

IV уровень (уровень творчества) – студентами бакалавриата усвоены:

– естественнонаучные понятия, законы и теоретические положения, общие для физики, химии, биологии, математики, взаимосвязи между ними;

– умения использовать их при решении задач, требующих комплексного применения знаний из смежных предметов;

– особенности классического, неклассического и постнеклассического этапов развития науки;

– математический аппарат каждого из этапов развития науки.

Контрольная работа была проведена со студентами бакалавриата, обучающимися в четвёртом семестре по направлениям подготовки: 01120 «Физика», 020100 «Химия», 020400 «Биология», 010100 «Математика» в различных вузах г. Томска в группах, в которых преподаватели после курсовой подготовки продолжали работать над проблемой координации содержания естественно-математических дисциплин при обучении физике, химии, биологии, математике (экспериментальные группы), и в группах, в которых преподавателями такая работа не проводилась или проводилась эпизодически (контрольные группы). Результаты представлены на рис. 2 и в табл. 2. При этом $T_{\text{набл}}$ оказалось равным 30,579, что намного превышает значение $T_{\text{кр}}$, равного 7,815 и определённого для числа степеней свободы $\nu = 3$, принятого уровня значимости $\alpha = 0,05$. Полученный результат позволяет констатировать статистическую значимость различий в распределении уровней сформированности междисциплинарных знаний между экспериментальной и контрольной группами.

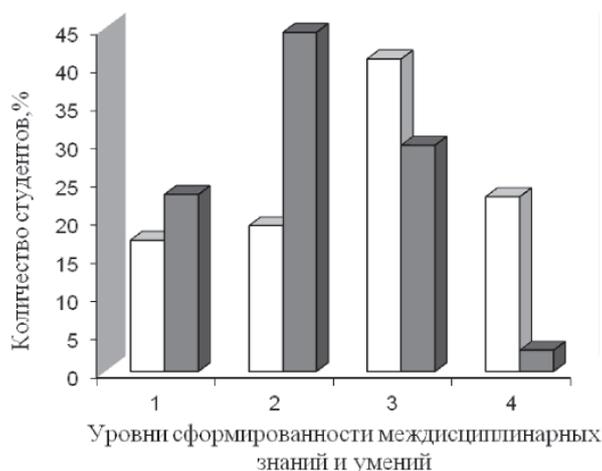


Рис. 2. Распределение студентов бакалавриата по уровням сформированности знаний и умений по окончании контрольного этапа эксперимента:

□ – экспериментальная группа;

■ – контрольная группа

То есть, проведённые контрольные срезы показали положительное влияние подготовки преподавателей естественно-математических дисциплин на качество усвоения знаний и умений студентов бакалавриата, сформированных на основе методологии

координации содержания естественно-математического образования. В результате систематической реализации методологии координации содержания естественно-математического образования преподавателями естественнонаучного и математического

цикла, учебно-познавательные умения студентов бакалавриата, общие для дисциплин этого цикла, становятся обобщенными, их естественно-математические знания приобретают междисциплинарный характер и достигают уровня, отвечающего требованиям современного постнеклассического этапа развития науки.

Таблица 2
 Результаты сравнительного анализа сформированности междисциплинарных знаний у студентов бакалавриата четвёртого семестра

Показатели	Группы	
	контрольные	экспериментальные
Число студентов	108	105
Коэффициент полноты усвоения знаний	0,41	0,84

Выводы

Таким образом, согласно результатам проделанной работы, предлагаемая нами концепция естественнонаучного подхода к анализу процессов информационного обмена и разработанная на её основе методология координации содержания естественно-математического образования усваиваются преподавателями естественно-математических дисциплин более эффективно при использовании методической системы, разработанной в [1], а внедрение указанной методологии в учебный процесс повышает знания студентов бакалавриата до уровня, отвечающего требованиям современного постнеклассического этапа развития науки.

Список литературы

1. Елагина В.С. Теоретико-методические основы подготовки учителей естественнонаучных дисциплин к деятельности по реализации межпредметных связей в школе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02, 13.00.08. – Челябинск, 2003. – 467 с. РГБ ОД, 71:04-13/50-Х.

2. Стародубцев В.А. Особенности современного образовательного процесса / В.А. Стародубцев, О.М. Шепель, А.А. Киселёва // Высшее образование в России. – 2011. – № 8–9. – С. 68–73.

3. Усова А.В. Влияние системы самостоятельной работы на формирование у учащихся научных понятий (на материале курсов первой ступени): дис. ... д-ра пед. наук. – Челябинск, 1969. – 481 с.

4. Шепель О.М. Энтропийно-синергетические аспекты естественнонаучного образования. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2006. – 232 с.

5. Шепель О.М. Энтропийно-синергетические подходы к преподаванию естественнонаучных дисциплин / О.М. Шепель, М.Г. Минин // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т.309. – № 3. – С. 231–236.

6. Шепель О.М. Проблемное обучение основам синергетики студентов естественнонаучных факультетов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8. – С. 322–325.

References

1. Elagina V.S. Teoretiko-metodicheskiye osnovy podgotovkyuchiteley estestvennonauchnykh distsiplin kdehyatelnosti porealizatsii mezhpredmetnykh svyazeyvshkole. Doktorskaya dissertatsia [The theorist-methodical bases of preparation of natural-science disciplines teachers to activities for realization of intersubject communications at school]. Chelyabinsk, 2003. 467 p.

2. Starodubtsev V.A., Shepel O.M., Kiselyova A.A. Vyssh-eye obrazovanie v Rossii, 2011, no. 8–9, pp. 68–73.

3. Usova A.V. Vliyanie sistemy samostoyatelnoi raboty na formiovanie u uchashchikhsya nauchnykhponyatiy (na material kursov pervoi stupeni). Doktorskaya dissertatsia [Influence of independent work system on formation of scientific concepts of pupils (on a material of courses of the first step)]. Chelyabinsk, 1969. 481 p.

4. Shepel O.M. Entrpiyno-sinergeticheskiye aspekty estestvennonauchnogo obrazovaniya [Entropy – synergetic aspects of natural-science education]. Tomsk, TGPU publ., 2006. 232 p.

5. Shepel O.M., Minin M.G. Izvesiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2006, Vol. 309, no 3, pp. 231–236.

6. Shepel O.M. Fundamentalniye issledovaniya, 2006, no 8, pp. 322–325.

Рецензенты:

Стародубцев В.А., д.п.н., профессор кафедры инженерной педагогики ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Соколова И.Ю., д.п.н., профессор кафедры инженерной педагогики ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 24.07.2012.