

Н.М. Вострикова

Институт цветных металлов и материаловедения ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
г. Красноярск, Россия

## ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Анализируются возможности применения электронного обучения в химической подготовке будущих бакалавров в высшей школе. Показано, что из разработанных моделей смешанного обучения российскими и зарубежными исследователями активно исследуется модель «перевернутый класс». Предложена схема реализации модели «перевернутый класс» в информационно-деятельностной образовательной среде химической подготовки с учетом специфики химии как науки. Доказана результативность разработанной схемы при освоении темы «Электрохимические реакции» дисциплины «Химия неорганических и органических соединений» будущими бакалаврами металлургического направления в Сибирском федеральном университете. Отмечено повышение уровня усвоения материала, самостоятельности студентов в подготовке к занятию и выполнению заданий, интереса к предмету. Результативность применения модели «перевернутый класс» в химической подготовке будущих бакалавров зависит от насыщенности информационно-деятельностной образовательной среды образовательными ресурсами, обеспечивающими различные формы представления учебного материала, выбора траектории освоения материала студентами в зависимости от их индивидуальных особенностей, выполнение интерактивных заданий.

**Ключевые слова:** электронное обучение, смешанное обучение, модель «перевернутый класс», химическая подготовка, информационно-деятельностная образовательная среда.

Профессиональная компетентность инженера металлургической отрасли в значительной степени определяется качеством его химической подготовки, так как основу металлургических процессов переработки руд и концентратов составляют физико-химические явления. Поэтому в системе подготовки бакалавра металлургического направления цикл базовых химических дисциплин является основой для последующего изучения специальных дисциплин. Вместе с тем для инженерного образования в России характерны такие проблемы, как падение престижа профессии «инженер» и как следствие приток абитуриентов на технические специальности с низкими баллами ЕГЭ по математике, физике, химии. Поскольку базовая естественнонаучная подготовка является фундаментом для успешного освоения будущим инженером специальных дисциплин, это, безусловно, сказывается на качестве подготовки выпускников университетов.

Одним из возможных решений проблемы качественной фундаментальной естественнонаучной, и в частности химической, подготовки будущего бакалавра является использование электронного обучения (e-Learning). На данном этапе выделяются следующие основные причины его активного использования в системе высшего образования: конкуренция между вузами, связанная с набором студентов; стремление улучшить качество подготовки выпускника; стремление повысить эффективность работы университета в целом [4]. Фактически электронное обучение перестраивает мировой образовательный ландшафт. Создаются новые типы образовательных организаций: корпоративные университеты, платформы массового открытого онлайн-обучения и др. Традиционные университеты рассматривают e-Learning как значимый фактор адаптации образовательного процесса к потребностям современного студента, которого в полной мере можно отнести к цифровому поколению [1].

За последние 15 лет обширный опыт реализации электронного обучения накоплен за рубежом. Сложившиеся три модели e-Learning различаются соотношением распределения времени и объема работ между аудиторной и электронной компонентами и, как следствие, стратегиями обучения]:

- обучение с веб-поддержкой – до 30 % курса реализуется в сети: доставка контента, минимальное взаимодействие через LMS (электронную систему управления обучением) при выполнении самостоятельной работы, проведение текущего и промежуточного контроля и др.;
- смешанное обучение – модель, построенная на гибком комбинировании обучения в аудитории с занятиями в сети. При этом учебные взаимодействия в сети могут занимать до 80 % курса;
- полное электронное обучение – модель, в которой 80–100 % учебного процесса осуществляется в электронной среде, часто без очного взаимодействия [2].

Несмотря на то, что первые исследования по использованию e-Learning в химическом образовании на примере подготовки химиков-технологов были выполнены в России еще в 2007 г. [3], преподаватели химических дисциплин скептически относятся к электронному обучению вследствие таких причин, как сложности установления личности студента при его работе в электронной среде, проблемы внедрения e-Learning, учитывая такую специфическую организационную форму химической подготовки, как лабораторный химический практикум. Из известных моделей электронного обучения в отечественном высшем химическом образовании на данном этапе используется, в основном, обучение с веб-поддержкой [4, 5].

Однако существует мнение, что наибольшим потенциалом в повышении качества обучения и оптимизации учебного процесса в профессиональном образовании обладает модель смешанного обучения, которая построена на основе интеграции и взаимного дополнения технологий традиционного и электронного обучения, предполагающая замещение части традиционных учебных занятий различными видами учебного взаимодействия в электронной среде [1]. Из анализа зарубежных публикаций следует, что на данный момент разработаны следующие разновидности модели смешанного обучения: модель «перевернутого класса» (Flipped Classroom), модель «программ-

ного потока» (Program flow model), модель «сердцевины и спиц» (Core-and-spoke model); модель смешанного обучения IBM (IBM Blended Learning Model) и др. Основная задача, решаемая при разработке моделей, – это поиск оптимального сочетания очных и дистанционных (асинхронных и синхронных) занятий, разработка оптимальной системы контроля и самоконтроля, а также подходов к обеспечению индивидуального графика обучения [4. С. 74–77].

Данная статья посвящена анализу возможностей модели «перевернутый класс» как разновидности смешанного обучения в процессе химической подготовки студентов технических направлений на примере бакалавров металлургического направления в Сибирском федеральном университете.

Известно, что суть модели «перевернутый класс» заключается в перестановке ключевых составляющих учебного процесса на основе активного использования электронной обучающей среды. Особое внимание при этом уделяется проектированию электронных обучающих курсов (ЭОК) и организации учебного процесса [1, 4]. Так, G. Weaver и H. Sturtevant, используя данную модель при обучении общей химии, основной акцент сделали на переносе лекционного материала на самостоятельную внеаудиторную работу студентов с использованием видеофрагментов и презентаций, размещенных в электронной образовательной среде [6]. Время в аудитории посвящается совместному решению проблем. S.R. Mooring на основе анализа результатов исследований по использованию модели «перевернутый класс» в обучении химии отмечает, что все исследователи сочетают *предаудиторную* и *аудиторную* работу студентов при обязательной организации обратной связи по усвоению материала посредством различных форм контроля (опрос, тесты, викторины, контрольные работы и т.д.) [7]. Автор указывает на отсутствие в публикациях четкого описания деятельности студентов на аудиторных занятиях и вне аудитории (например, [8]). Эффективность модели разными авторами оценивается по результатам экзамена, анкетирования студентов, по количеству студентов, записавшихся на курсы химических дисциплин, и т.д. Однако выводы по результатам экзаменов не однозначны. Так, G. Weaver, H. Sturtevant показали резко отличающиеся результаты, J. Eichler,

М. Christiansen сообщают, что нет разницы в итоговых экзаменационных оценках студентов, осваивающих химическую дисциплину традиционно и с использованием модели «перевернутый класс» [9, 10].

Согласно авторам работ [1, 8] структура модели «перевернутый класс» представлена тремя составляющими. *Преаудиторная работа* определяется как *подготовка* к лекции, предполагающая самостоятельную работу студентов по изучению теоретического материала, решение проблемных задач в электронной среде. *Аудиторная работа* предполагает практическую работу, являющуюся продолжением самостоятельной работы студентов, а *постаудиторная работа* направлена на закрепление материала дисциплины в электронной среде. Однако поскольку обучение химическим дисциплинам включает наряду с освоением теоретических знаний овладение практическими умениями в лабораторном практикуме, *преаудиторная работа* в модели «перевернутый класс» рассматривается автором данной статьи как самостоятельная работа студентов по *подготовке к лекционным и лабораторным занятиям*. *Аудиторная работа* на лекции пред-

полагает обсуждение основных положений той или иной химической теории, решение проблем, а на лабораторных занятиях – решение практико-ориентированных задач, выполнение химического эксперимента. *Постаудиторная работа* направлена на закрепление учебного материала посредством выполнения заданий, оформления отчета по лабораторной работе и его последующей защиты.

Что касается электронной среды, в контексте компетентностного и информационно-деятельностного подходов нами обосновано использование понятия «информационно-деятельностная образовательная среда» (ИДОС), которая наряду с субъектами образовательного процесса включает информационные образовательные ресурсы, инструментальные и программные средства организации познавательной деятельности студентов с их использованием, современные педагогические технологии, образующие в совокупности интегративную педагогическую систему подготовки специалиста [11]. При этом ключевыми средствами ИДОС являются LMS (электронная система управления обучением) и технологии видеоконференц-связи [4]. Так, в СФУ

#### Календарный план-график изучения модуля и содержание учебной деятельности студентов

Неделя	Преаудиторная работа (в ЭОК)	Аудиторная работа	Постаудиторная работа (в ЭОК)
1-я	1. Изучение теоретического материала (презентация, конспект лекции, видеолекции). 2. Интерактивная лекция с встроенным тестированием	1. Обсуждение самостоятельно изученного материала. Ответы на вопросы студентов. 2. Лекция «Электрохимические процессы в гальваническом элементе, электрохимической коррозии металлов»	1. Работа с КОП «Гальванический элемент», «Коррозия металлов». 2. Выполнение домашнего задания (ДЗ). 3. Взаимное рецензирование ДЗ
2-я	1. Изучение теоретического материала (презентации, конспект лекции). 2. Интерактивная лекция с встроенным тестированием	1. Обсуждение самостоятельно изученного материала: блиц-опрос по понятиям темы. 2. Лекция «Электролиз в металлургии»	1. Работа с КОП «Электролиз» 2. Доработка ДЗ. 3. Заполнение глоссария по теме
Работа в ЭОК: постаудиторная работа предыдущей недели и преаудиторная работа следующей недели			
3-я	1. Подготовка к выполнению ЛР: проработка методических указаний, теоретического материала с оформлением шаблона отчета. 2. Выполнение теста – получение допуска к ЛР	1. Обсуждение ошибок в выполнении ДЗ, результатов тестирования, самостоятельного освоения методики выполнения лабораторных опытов. 2. Выполнение ЛР	1. Оформление отчета по ЛР. 2. Отправка отчета на проверку – «Задание» LMS Moodle. 3. Сдача ДЗ
4-я	1. Составление структурно-логической схемы по электрохимическим процессам. 2. Взаимное рецензирование структурно-логической схемы	1. Обсуждение построения структурно-логической схемы. 2. Защита ЛР. 3. Групповое решение контекстных задач.	1. Доработка отчета по ЛР и отправка на проверку. 2. Итоговое тестирование

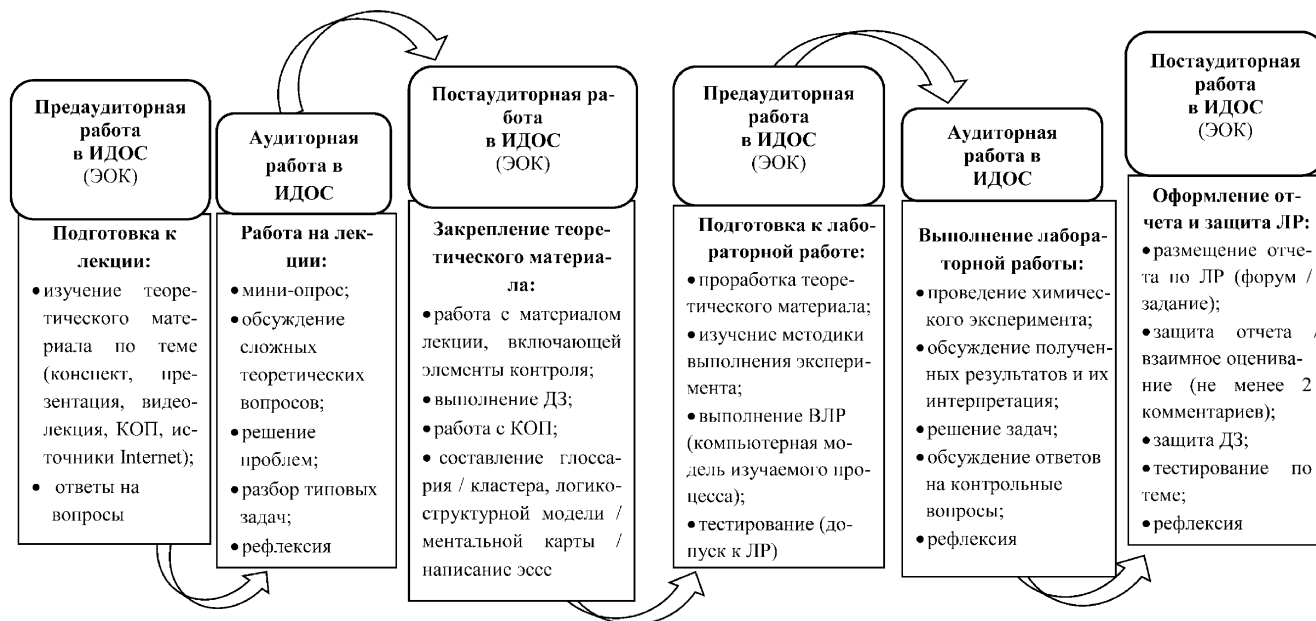


Рис. 1. Схема модели «перевернутый класс» при обучении химическим дисциплинам:

КОП – компьютерные обучающие программы; ЛР – лабораторные работы, ВЛР – виртуальная лабораторная работа; ДЗ – домашние задания

используются LMS Moodle, предоставляющая широкие возможности как для организации дистанционных курсов, так и для поддержки очного обучения [12], и аппаратно-программный сервер многоточечных видеоконференций Mind.

На рис. 1 представлена схема модели «перевернутый класс» применительно к обучению химическим дисциплинам. Для ее реализации необходимо наполнение ИДОС компьютерными обучающими программами (КОП), программами-тренажерами, виртуальными лабораториями (ВЛР) и т.д., обеспечивающими различные виды учебно-познавательной деятельности студентов [11–14].

В качестве примера рассмотрим применение модели «перевернутый класс» при организации освоения темы «Электрохимические реакции» дисциплины «Химия неорганических и органических соединений». Традиционно учебный процесс предполагает лекции (6 ч) и лабораторные занятия (6 ч). При использовании модели смешанного обучения аудиторная работа сокращена на 4 ч: 2 ч лекционных и 2 ч лабораторных занятий. В таблице показано содержание и распределение учебной деятельности студентов по неделям.

Как следует из таблицы, при организации смешанного обучения особая роль отводится

способам организации учебно-познавательной деятельности студентов. Так, особо значимым для преаудиторной работы является выполнение интерактивных заданий в ИДОС, например: составление глоссария, написание эссе, построение логико-структурных схем, самооценивание и взаимооценивание работ одногруппников и т.д., что значительно повышает активность и осмысленность деятельности обучающихся на аудиторных занятиях.

С целью выявления результативности применения модели «перевернутый класс» был проведен педагогический эксперимент в группах металлургического направления, изучавших тему «Электрохимические реакции» в 2015/16 и 2016/17 учебном году (объем совокупности выборки по каждому году обучения – 33 студента). Уровень усвоения содержания темы анализировался по результатам итогового тестирования на основе компонентного анализа. Задания были направлены на выявление уровня владения понятийным аппаратом темы, сформированности умений использовать полученные знания, в частности, умений описывать / прогнозировать процессы, протекающие в электрохимических системах. Ниже приведены примеры заданий:

1. Установите соответствие электродов и полуреакций, протекающих на них, при контакте металлов Co и Pb в среде влажного воздуха:

- 1) Анод а)  $\text{Co} - 2\text{e}^- = \text{Co}^{2+}$   
 2) Катод б)  $\text{Pb} - 2\text{e}^- = \text{Pb}^{2+}$   
 в)  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$   
 г)  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

Ответ: 1 – ..., 2 – ...

2. Электролитическое рафинирование свинца предполагает растворение анода, отлитого из чернового металла, и осаждение свинца ( $E = -0,126 \text{ В}$ ) в виде чистого металла на катоде. Однако в электролит могут переходить металлы-примеси. Определите металл, который в первую очередь выделится на катоде и загрязнит свинец...

- а) Bi ( $E^0 = 0,23 \text{ В}$ ); б) As ( $E^0 = 0,25 \text{ В}$ );  
 в) Ni ( $E^0 = -0,25 \text{ В}$ ); г) Ag ( $E^0 = 0,80 \text{ В}$ ).

В соответствии с целью экспериментального исследования рассчитывались медиана и коэффициент системности знаний по формуле, предложенной А.В. Усовой [15]:

$$K_{\text{сис}} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{l \cdot N},$$

где  $l_i$  – количество компонентов, усвоенных  $i$ -м обучаемым;  $l$  – общее количество компонентов, подлежащих усвоению;  $N$  – количество обучаемых.

Повышение значения медианы: 3,8 (2015/16 г.), 3,9 (2016/17 г.) по сравнению с 3,2 (2013/14 г.) в рамках традиционного обучения, а также коэффициента системности знаний: 0,72 (2015/16 г.), 0,75 (2016/17 г.) по сравнению с 0,66 (2013/14 г.) – позволяет сделать заключение о результативности предлагаемой схемы.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения модели «перевернутый класс» как разновидности модели смешанного обучения в химической подготовке будущих бакалавров. При этом результативность ее применения зависит от насыщенности электронной среды образовательными ресурсами, обеспечивающими различные формы представления учебного материала, выбор траектории освоения материала студентами в зависимости от их индивидуальных особенностей, выполнение интерактивных заданий (составление глоссария, построение логико-структурных схем, самооценивание и взаимооценивание и др.). Эффективная предподготовка студентов

к аудиторным занятиям высвобождает время в аудитории для решения более сложных задач. Студенты учатся планировать и организовывать самостоятельную работу по освоению содержания дисциплины, приобретают навыки работы, коммуникации в ИДОС, что положительно сказывается на качестве их знаний.

Что касается проблем, организация активной деятельности студентов в электронной среде – это трудоемкий процесс для преподавателя, который, к сожалению, пока не учитывается в его учебной нагрузке. Дальнейшие исследования, посвященные данной тематике, планируется уделить вопросам, связанным с изучением условий эффективного применения других моделей смешанного обучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Велединская С.Б. Смешанное обучение: секреты эффективности / С.Б. Велединская, М.Ю. Дорофеева // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 8. – С. 8–13.
2. Bonk C.J., Graham C.R. Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs. – San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2006. – P. 624.
3. Капустин Ю.И. Информационные технологии в подготовке химиков-технологов / Ю.И. Капустин, Т.В. Гусева, Г.А. Ягодин // Высшее образование в России. – 2007. – № 8. – С. 29–36.
4. Безрукова Н.П. Современные информационно-коммуникационные технологии в обучении химическим дисциплинам в высшей школе: учеб. пособие / Н.П. Безрукова. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2016. – 148 с.
5. Безрукова Н.П. К вопросу о повышении качества обучения химическим дисциплинам в вузе / Н.П. Безрукова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2006. – № 11. – С. 380–385.
6. Weaver G.C. Design, implementation, and evaluation of a flipped format general chemistry course / G.C. Weaver, H.G. Sturtevant // J. Chem. Educ. – 2015. – Vol. 92, № 9. – P. 1437–1448.
7. Mooring S.R. Evaluation of a flipped, large-enrollment organic chemistry course on student attitude and achievement / S.R. Mooring, C.E. Mitchell, N.L. Burrows // J. Chem. Educ. – 2016. – Vol. 93. – P. 1972–1983.
8. Smith J.D. Student attitudes toward flipping the general chemistry classroom // Chem. Educ. Res. Pract. – 2013. – Vol. 14, № 4. – P. 607–614.
9. Eichler J.F. Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: a low barrier approach to increase active learning and improve student grades / J.F. Eichler, J. Peeples // Chem. Educ. Res. Pract. – 2016. – Vol. 17, № 1. – P. 197–208.
10. Christiansen M.A. Inverted teaching: applying a new pedagogy to a university organic chemistry class / M.A. Christiansen // J. Chem. Educ. – 2014. – Vol. 91, № 11. – P. 1845–1850.
11. Вострикова Н.М. К вопросу о современной образовательной среде химической подготовки студентов – будущих

инженеров горно-металлургической отрасли / Н.М. Вострикова, Н.П. Безрукова // Химическая технология. – 2016. – Т. 17, № 2. – С. 89–96.

12. Вострикова Н.М. Использование электронных обучающих курсов при обучении химии студентов горного и металлургического направлений / Н.М. Вострикова. – Новосибирск: Международная научная школа психологии и педагогики, 2015. – № 6 (14). – С. 10–12.

13. Князева Е.М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. 2012. – Ч. 3, № 6. – С. 587–590.

14. Вострикова Н.М. Компьютерные тренажёры в организации самостоятельной работы студентов при изучении химических дисциплин / Н.М. Вострикова, Н.П. Безрукова // Химическая технология. – 2009. – Т. 10, № 10. – С. 635–639.

15. Усова А.В. Методология научных исследований: Курс лекций. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2004. – 130 с.

Vostricova N.M.

Siberian Federal University, Institute of non-ferrous metals and material science, Krasnoyarsk, Russia

#### POSSIBLE MODELS OF BLENDED LEARNING IN TRAINING OF FUTURE BACHELORS OF METALLURGICAL MAJORS

**Keywords:** e-learning, blended learning, model “flipped classroom”, chemical training, information-and-activity-based educational environment.

The article considers the possibility of using e-learning in training of future bachelors in Chemistry at universities. It shows that Russian and foreign researchers use actively the model “flipped classroom” provided by blended learning.

It offers a scheme of model implementation «flipped classroom» in computer educational environment for training chemistry taking into account science specifics.

A pedagogical experiment was conducted at Siberian Federal University to determine the effectiveness of the methods developed. The experiment was carried out in the groups of metallurgical students on the module “Electrochemical reactions” in the framework of the discipline “Chemistry of inorganic and organic compounds”. It took place in 2015-2016 and 2016-2017 academic years per 33 students for each year.

The knowledge level of the theoretical material was analyzed by the results of the final tests based on the component analyses. The final test included 27 assignments. The assignments were aimed at identifying the level of knowledge of the conceptual

apparatus, the ability to use the acquired knowledge in modified conditions, in particular the ability to describe/predict the processes taking place in the galvanic element, the chemical corrosion of two contact metals in the acid environment/wet air atmosphere, electrolysis of electrolyte solutions in inert electrodes/active anode. In accordance with the purpose of the pilot study were calculated median and coefficient of systematization of knowledge. The coefficient of the systematization of knowledge (coefficient of knowledge) was calculated according to the formula proposed by the A.V. Usova:

$$K_{\text{сис}} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{l \cdot N},$$

where  $l_i$  – the number of components learned by  $i$ -student;  $l$  – the total number of components, that must be learned;  $N$  – the number of trainees.

Raising the median value: 3.8 (2015-2016), 3.9 (2016-2017) compared to 3.2 (2013-2014) within the framework of traditional training, as well as the systematization of knowledge factor: 0.72 (2015-2016), 0.75 (2016-2017) compared to 0.66 (2013-2014 g.g.) allows you to make a conclusion about the effectiveness of the proposed scheme.

Thus, the obtained results suggest that it is appropriate to apply the “flipped class model” as varieties of blended learning model in chemical training of future bachelors. However, its impact depends on the saturation of the electronic environment with educational resources that provide different forms of presentation of the training material, select the path of the material to be developed by students based on their individual characteristics, perform interactive tasks (glossary, construct logic-structural schemes, estimate and evaluate, etc.). Efficient training of students to classroom work frees up time in the classroom and helps solve more complex problems. Students learn how to plan and organize their own work to master the content of the discipline, acquire working skills, communicate in educational computer environment (IDOS), which has positive impact on the quality of their knowledge. With regard to problems, the organization of active student activity in an electronic environment is a labor-intensive process for the teacher, which, unfortunately, is not marked in the academic load. Our further research will involve studies of conditions for effective use of other models of blended learning.

## REFERENCES

1. *Veledinskaja S.B.* Smeshannoe obuchenie: sekrety jeffektivnosti / S.B. Veledinskaja, M.Ju. Dorofeeva // *Vysshee obrazovanie segodnja*. – 2014. – № 8. – S. 8–13.
2. *Bonk C.J., Graham C.R.* Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs. – San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2006. – P. 624.
3. *Kapustin Ju.I.* Informacionnye tehnologii v podgotovke himikov-tehnologov / Ju.I. Kapustin, T.V. Guseva, G.A. Jagodin // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. – 2007. – № 8. – S. 29–36.
4. *Bezrukova N.P.* Sovremennye informacionno-kommunikacionnye tehnologii v obuchenii himicheskimi disciplinami v vysshej shkole: ucheb. posobie / N.P. Bezrukova. – Krasnojarsk: Krasnojarsk. gos. ped. un-t im. V.P. Astaf'eva, 2016. – 148 s.
5. *Bezrukova N.P.* K voprosu o povyshenii kachestva obuchenija himicheskimi disciplinami v vuze / N.P. Bezrukova // *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2006. – № 11. – S. 380–385.
6. *Weaver G.C.* Design, implementation, and evaluation of a flipped format general chemistry course / G.C. Weaver, H.G. Sturtevant // *J. Chem. Educ.* – 2015. – Vol. 92, № 9. – P. 1437–1448.
7. *Mooring S.R.* Evaluation of a flipped, large-enrollment organic chemistry course on student attitude and achievement / S.R. Mooring, C.E. Mitchell, N.L. Burrows // *J. Chem. Educ.* – 2016. – Vol. 93. – P. 1972–1983.
8. *Smith J.D.* Student attitudes toward flipping the general chemistry classroom // *Chem. Educ. Res. Pract.* – 2013. – Vol. 14, № 4. – P. 607–614.
9. *Eichler J.F.* Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: a low barrier approach to increase active learning and improve student grades / J.F. Eichler, J. Peeples // *Chem. Educ. Res. Pract.* – 2016. – Vol. 17, № 1. – P. 197–208.
10. *Christiansen M.A.* Inverted teaching: applying a new pedagogy to a university organic chemistry class / M.A. Christiansen // *J. Chem. Educ.* – 2014. – Vol. 91, № 11. – P. 1845–1850.
11. *Vostrikova N.M.* K voprosu o sovremennoj obrazovatel'noj srede himicheskoi podgotovki studentov – budushhih inzhenerov gorno-metallurgicheskoi otrasli / N.M. Vostrikova, N.P. Bezrukova // *Himicheskaja tehnologija*. – 2016. – T. 17, № 2. – S. 89–96.
12. *Vostrikova N.M.* Ispol'zovanie jelektronnykh obuchajushhih kursov pri obuchenii himii studentov gornogo i metallurgicheskogo napravlenij / N.M. Vostrikova. – Novosibirsk: Mezhdunarodnaja nauchnaja shkola psichologii i pedagogiki, 2015. – № 6 (14). – S. 10–12.
13. *Knjazeva E.M.* Laboratornye raboty novogo pokolenija // *Fundamental'nye issledovanija*. 2012. – Ch. 3, № 6. – S. 587–590.
14. *Vostrikova N.M.* Komp'yuternye trenazhory v organizacii samostojatel'noj raboty studentov pri izuchenii himicheskikh disciplin / N.M. Vostrikova, N.P. Bezrukova // *Himicheskaja tehnologija*. – 2009. – T. 10, № 10. – S. 635–639.
15. *Usova A.V.* Metodologija nauchnykh issledovanij: Kurs lekcij. – Cheljabinsk: Izd-vo ChGPU, 2004. – 130 s.