

# Статистическая проверка эффективности учебно-методического комплекса по математике как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов технических специальностей

**А.П. Мателенок**

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»*

*Тенденции инновационного развития высшей школы обуславливают необходимость разработки, проектирования и апробации в современных условиях учебно-методических комплексов нового поколения – УМК (в широком смысле). Для доказательства их эффективности необходимо провести статистическую обработку экспериментальных данных.*

*Цель исследования – проанализировать уровень сформированности проектируемых компетенций, навыков самостоятельной работы студентов до и после применения УМК (в широком смысле) через диагностику выбранных для статистической обработки показателей.*

**Материал и методы.** *Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения разработанного проекта УМК (в широком смысле) проводились с 2006 по 2013 г., 2016 г. в процессе обучения математике студентов I-II курса специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» и с 2013 по 2015 г. 107 студентов первого курса специальностей 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». В эксперименте приняли участие 352 студента.*

**Результаты и их обсуждение.** *Экспериментально выявлено увеличение уровня сформированности навыков самостоятельной работы и академических, социально-личностных и профессиональных компетенций студентов технических специальностей Полоцкого государственного университета. Обобщение и систематизация полученных данных помогли доказать эффективность УМК (в широком смысле) как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов. Подводя итог, можно говорить, что после завершения эксперимента доля студентов с прикладным уровнем обучения повысилась на 38,7% в экспериментальных группах, на 14,3% – в контрольных группах. Кроме того, значительно увеличилось (на 15%) количество студентов экспериментальных групп, получивших оценки 9–10, что соответствует творческому уровню обучения. В то же время в контрольной группе эти показатели остались неизменными. Через обобщение и систематизацию полученных данных установлено, что численность студентов в ЭГ, обладающих сильными навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше численности студентов со слабыми навыками самостоятельной познавательной деятельности. В КГ численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, и количество студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности статистически значимо не различаются.*

**Заключение.** *Анализ опытно-экспериментально-аналитических исследований, проведенных в обозначенном в данной публикации направлении, подтверждает эффективность проекта УМК (в широком смысле). Результаты исследований носят практико-ориентированный характер, могут быть полезны начинающим преподавателям, аспирантам.*

**Ключевые слова:** *учебно-методический комплекс, систематический педагогический контроль, самостоятельная познавательная деятельность, культура труда.*

## Statistic Check of the Efficiency of Mathematics Academic and Methodological Complex as a Means of Optimization of Technical Students' Individual Activities

**A.P. Matelenok**

*Educational Establishment «Polotsk State University»*

*Tendencies of university innovation development predetermine the necessity in elaborating, designing and testing new generation academic and methodological complexes (AMC) (in the broad sense). To prove their efficiency it is necessary to conduct statistic processing of experimental data.*

*The purpose of the research is to analyze the level of shaping the designed competencies, individual work skills of students before and after the application of AMC (in the broad sense) by diagnostics of data selected for statistic processing.*

**Material and methods.** The testing and analytical and experimental studies of the results of the developed AMC (in the broad sense) introduction were conducted between 2006 and 2013, in 2016 during teaching Mathematics to 1–2 year students majoring in Heat and Gas Supply, Ventilation and Air Basin Protection; Water Supply, Water Distribution and Water Resources Protection and between 2013 and 2015 107 first year students majoring in Chemical Technology of Natural Power Carriers and Carbon Materials. 352 students participated in the experiment.

**Findings and their discussion.** The increase in the level of shaping of individual work skills as well as academic, socially personal and professional competencies of Polotsk State University Technical students was experimentally found out. The generalization and systematization of the obtained data made it possible to prove the efficiency of AMC (in the broad sense) as a way of optimization of students' individual activities. In conclusion we can state that after the experiment had finished the share of students with the applied level of training increased by 38,7% in the experimental groups and by 14,3% in the control groups. Apart from this, the number of the experimental group students with the top marks of 9 and 10 increased considerably (15%), which corresponds to the creative academic level. At the same time these parameters stayed unchanged in the control group. The generalization and systematization of the obtained data made it possible to state that the number of the experimental group students, who possess strong skills of cognitive individual activity, is statistically reliably bigger than the number of and students with weak skills of cognitive individual activity. The number of the control group students with weak skills of cognitive individual activity and the number of students with the sufficient skills of cognitive individual activity were not statistically significantly different.

**Conclusion.** The analysis of the experimental analytical studies conducted in the presented direction confirms the efficiency of the AMC (in the broad sense) Project. The research findings are of practically targeted character and can be useful for young teachers and postgraduates.

**Key words:** academic and methodological complex, systematic pedagogical control, cognitive individual activity, labor culture.

Обозначившиеся в последние годы устойчивые тенденции инновационного развития высшей школы обуславливают необходимость разработки методической системы, адаптированной к условиям конкретного вуза. Она должна включать общий алгоритм действий, выстроенный на теоретико-методологических основаниях современной педагогики, уделяющей внимание не только формальной стороне образовательного процесса, но и методике работы преподавателей при проведении ими аудиторных занятий, развитию навыков самостоятельной познавательной деятельности студентов. В нашем исследовании посредством УМК (в широком смысле) реализовано проектирование такой методической системы. Названный УМК потенциально содержит в себе возможность создания средствиально и поэтапно (через спроектированное функционально взаимосвязанное педагогическое взаимодействие его компонентов) благоприятных условий для качественной подготовки квалифицированных кадров в соответствии с компетентностной нормативно-методической моделью. Эта подготовка, разумеется, находится в зависимости от целей, подходов и технологий, применяемых на аудиторных занятиях, в процессе организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, и во многом устанавливается уровнем сформированности у студентов умений и навыков познавательной самостоятельности [1].

В нашем исследовании, в контексте определения Б.В. Пальчевского, под УМК (в широком смысле) понимается методическая система целей, содержания, дидактических процессов, средств и организационных форм обучения, ориентированная на повышение качества математической подготовки, на соответствие признакам оптимизации самостоятельной деятельности студентов, а также содержательно-методической, организационно-управленческой, контрольно-корректирующей деятельности педагогов, разработанная на единых научных основаниях, единым авторским коллективом, представленная через неразрывно связанные между собой компоненты, интегрирующая взаимодополняющие дидактические принципы и подходы к обучению математике, возможности информационных технологий. При этом УМК (в узком смысле) выступает в качестве ведущего, инвариантного компонента УМК (в широком смысле), с которым в тесной взаимосвязи и взаимозависимости взаимодействуют и функционируют другие, выделенные и спроектированные нами, инвариантные и вспомогательные его компоненты.

Структура УМК (в широком смысле) может быть представлена в следующем виде:

- теоретическим блоком (спроектированные лекционные занятия);
- практическим блоком (спроектированные практические занятия);
- блоком контроля знаний (систематический педагогический контроль знаний);
- вспомогательным блоком (материалы для творческих занятий; графические схемы; информационные таблицы; алгоритмические предписания, частные алгоритмы решения задач; приложения, разработанные в СА).

При этом УМК (в узком смысле) включает в себя все указанные основные блоки в менее развернутом виде.

Цель исследования – проанализировать уровень сформированности проектируемых компетенций, навыков самостоятельной работы студентов до и после применения УМК (в широком смысле) через диагностику выбранных для статистической обработки показателей.

**Материал и методы.** Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения разработанного проекта УМК (в широком смысле) проводились с 2006 по 2013 г., в 2016 г. в процессе обучения математике студентов I–II курса специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» и 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов технического факультета» по программам, которые были разработаны доцентом кафедры высшей математики В.С. Вакульчик; и 107 студентов первого курса специальностей 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» с 2013 по 2015 г. по программам, которые были разработаны А.П. Мателенок. Учебно-методические программы основаны на образовательном стандарте, утвержденном и введенном в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь, спроектированы с учетом критериев оптимизации и применения компонентов УМК (в широком смысле), скорректированных под указанные специальности. В эксперименте приняли участие 352 студента первого курса специальностей.

**Результаты и их обсуждение.** Цель педагогического эксперимента – апробировать УМК (в широком смысле) и доказать его эффективность как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов.

Для реализации обозначенного нами решались следующие задачи:

1. Всестороннее и комплексное изучение состояния проблемы организации в вузах технического профиля аудиторных занятий, аудиторной и внеаудиторной СРС в процессе обучения математике с применением учебно-методических комплексов в условиях существенного сокращения аудиторного времени.

- Изучить УМК, применяемые для аудиторных занятий, аудиторной и внеаудиторной СРС в процессе обучения математике на технических специальностях вузов.
- Получить информацию об исходном уровне математической подготовки у студентов-первокурсников указанных специальностей.
- Выявить исходный уровень их навыков самостоятельной познавательной деятельности, уровень сформированности их познавательной самостоятельности.
- Разработать компоненты УМК (в широком смысле) с учетом критериев оптимизации, учебного времени, отведенного на изучение материала, а также уровня математической подготовки студентов рассматриваемых специальностей.
- Спроектировать УМК (в широком смысле) как педагогическую систему.

2. Спроектировать процесс обучения математике на технических специальностях с использованием разработанных компонентов учебно-методического комплекса (в широком смысле) по математике, обеспечивающий взаимосвязанное формирование у студентов компетенций (академических, социально-личностных, профессиональных) и навыков самостоятельной познавательной деятельности.

- Участие в проектировании и разработке ведущего инвариантного компонента УМК (в широком смысле) – УМК (в узком смысле) по всем модулям, входящим в курс обучения математике на технических специальностях.
- Поиск для изучаемых тем высшей математики оптимальной формы представления их содержания, выбор средств обучения, использующих эту форму с учетом навыков студентов и преемственности в обучении.
- Разработка и конструирование отдельных компонентов УМК (в широком смысле) с целью взаимодействия в процессе обучения когнитивно-визуального подхода.
- Отбор задач практико-ориентированного содержания.
- Экспериментальная апробация с оценкой результатов.

3. Апробация и проверка продуктивности УМК (в широком смысле) и его компонентов для обучения математике студентов технических факультетов как средства оптимизации самостоятельной познавательной деятельности; математическая обработка экспериментальных данных.

- Инструктирование преподавателей, принимавших участие в проведении эксперимента.
- Статистическая обработка первичных данных ЭГ и КГ.
- Фиксирование данных о ходе эксперимента на основе результатов самостоятельных, контрольных работ, сдачи коллоквиумов и экзаменов, анкетирование преподавателей и студентов.
- Проведение сравнительных итоговых контрольных работ на экспериментальных и контрольных потоках.
- Выявление затруднений и возможных недостатков предлагаемой методики в ЭГ, внесение коррективов.

Приведем описание педагогического эксперимента, который был проведен в несколько этапов: этап 1 – проверка контрольных и экспериментальных групп (КГ и ЭГ) на однородность (одинаковость) начальной подготовки. В качестве признака (показателя) для сравнения на этом этапе выбрана сумма баллов по математике аттеста-

та и централизованного тестирования. Этапы 2, 3 – сравнение результатов КГ и ЭГ в связи с различными методиками изложения материала (этап 2 – по итогам 1-го семестра, этап 3 – по итогам 2-го и 3-го семестров). Этап 2 – в качестве показателя для сравнения выбрана сумма баллов по контрольным работам 1-го семестра и по экзамену за первый семестр. Этап 3 – та же методика выбора показателя для сравнения за 2-й и 3-й семестры.

С целью выявления исходного уровня математической подготовки студентов-первокурсников мы сравнивали полученные данные для контрольной и экспериментальной групп по трем независимым направлениям: результаты выполнения единой контрольной, результаты централизованного тестирования и итоговые (приведенные в аттестате) оценки успеваемости по математике. Результаты контрольной работы, разработанной в разрезе знаний с традиционным курсом математики, позволили выявить пробелы в знаниях каждого студента, выделить те темы школьного курса математики, на которые следует обратить пристальное внимание при дальнейшей подготовке студентов. Сравнительный анализ полученных при этом результатов показал, что лишь 3,1% студентов обладает глубокими и прочными знаниями по всем разделам учебной программы по математике за курс средней школы (оценки 9–10); 43,6% студентов владеют достаточным количеством знаний, необходимым для дальнейшего обучения (оценки 6–8); 53,3% – обладают элементарными математическими навыками (оценки 3–5). Результаты ЦТ представим в диаграммах.

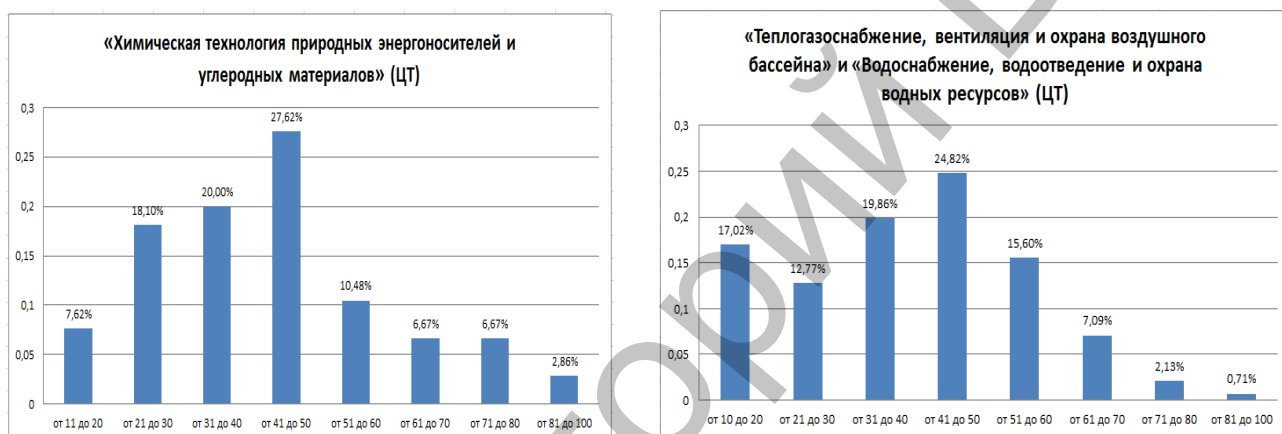


Рис. 1. Результаты ЦТ в ЭГ и КГ

На начальном этапе эксперимента для выявления степени развитости навыков самостоятельной деятельности и соответственно уровня познавательной самостоятельности у студентов нами была создана анкета и произведено анкетирование в экспериментальных группах общей численностью 155 человек и контрольных группах общей численностью 197 человек. В анкете 7 вопросов, каждый из которых содержал ответы, позволяющие охарактеризовать наличие или отсутствие у студентов той или иной черты (того или иного признака) самостоятельной деятельности, т.е. ответы позволили дать положительную или отрицательную оценку на наличие у студента того или иного признака самостоятельной деятельности. В результате анализа анкетных данных нами была получена таблица сопряженности (рис. 2). Используя критерий  $\chi^2$ -Пирсона (анализ классификаций для двух градаций), изучили распределение студентов, имеющих и не обладающих достаточными или сильно развитыми навыками самостоятельной познавательной деятельности и соответственно высоким уровнем познавательной самостоятельности, для чего сравнили полученные нами эмпирические данные с теоретическим распределением. Анализ данных выявил: численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше количества студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности.

ЭГ	1	2	3	4	5	6	7	сумма
да	25	9	127	19	144	4	10	338
нет	130	146	28	136	11	151	145	747

КГ	1	2	3	4	5	6	7	сумма
да	27	9	165	48	183	6	11	449
нет	170	188	32	149	14	191	186	930

Рис. 2. «Таблицы сопряженности»

Таким образом, экспериментальные данные, полученные в ходе проведения контрольных работ и анкетирования, позволили выявить общую тенденцию в отношении студентов к курсу математики, состоящую в том, что начальный уровень подготовки первокурсников отвечает преимущественно оценкам 5–7, знания студентов нередко носят формальный характер, а навыки самостоятельной познавательной самостоятельности сформированы недостаточно. Поэтому внедрение аудиторной и внеаудиторной СРС в полномасштабном объеме и с эффективными результатами в первом семестре не представляется возможным. В соответствии с этим объективно допустимо утверждать, что у студентов по указанной причине возникают сложности не только при изучении математики, но и в дальнейшем при прохождении специальных дисциплин.

Отметим, что обработка эмпирических данных исследования (оценок) проводилась двумя методами: параметрическими и непараметрическими. Основу параметрических методов составляет нормальность рассматриваемых выборок. Ключевой метод проверки нормальности – критерий  $\chi^2$ -Пирсона, который применяется при больших объемах выборок. При объемах выборок, меньших 20, для проверки нормальности использовались ослабленные критерии, в частности, критерий размаха выборки. Непараметрические методы, в частности метод Вилкоксона или Манна–Уитни, применяются при более общих предположениях.

Все данные заносили в таблицы: объемы сравниваемых выборок, рейтинги признаков, выборочные значения  $u, \tilde{u}$  критерия Вилкоксона и соответствующие критические значения этого критерия. По полученным данным легко произвести сравнение КГ и ЭГ. Качественный анализ проведенного педагогического эксперимента позволяет считать, что на всех этапах данные удовлетворяют условию нормальности. Так как  $T_{\text{эмпир}} < t_{\text{табл}}$ , то обе группы можно считать однородными, т.е. студенты контрольных и экспериментальных групп имели приблизительно одинаковый общий уровень развития и примерно равную математическую подготовку. Этот факт находит свое подтверждение и при обработке данных с помощью критерия Вилкоксона  $\min(u, \tilde{u}) > U_{\text{эмпир}}$ . Обучение на 2 и 3 этапах велось по экспериментальной методике, основные положения которой отражены в исследованиях [1–10]. Дополнительного времени на изучение высшей математики не выделялось, различия касались лишь переструктурирования материала и изменения подходов к его изучению; в экспериментальных группах применялись все компоненты УМК (в широком смысле). Одновременно с этим мы вели поиск оптимальных форм и методов организации учебного процесса, обеспечивающих взаимосвязанное формирование у студентов компетенций (академических, социально-личностных, профессиональных) и навыков самостоятельной познавательной деятельности, а также изучали воздействие предложенного УМК (в широком смысле) на уровень математических знаний, на успешность обучения, на формирование познавательной самостоятельности студентов. На этом этапе (первичной апробации) допускалась корректировка разработанных компонентов в соответствии с критериями оптимизации.

На втором этапе поискового эксперимента проводился анализ эффективности применения УМК (в широком смысле). Согласно его результатам оценки уровней обученности и сформированности познавательной самостоятельности в сравниваемых группах пока не имеют серьезных отличий. Они показывают, что и в контрольных, и в экспериментальных группах значительное количество студентов имеет средний уровень подготовки. По нашему мнению, это объясняется тем фактом, что студенты ЭГ и КГ работали по одним и тем же УМК (в узком смысле) и на общих лекционных занятиях, на которых, в определенной мере, использовались отдельные компоненты УМК (в широком смысле), применяемые в процессе работы в информационном поле каждого из изучаемых на данном этапе модулей. Следует отметить, что контрольных точек в КГ было меньше и масштабного, целенаправленного развития навыков самостоятельной познавательной деятельности не проводилось. Значит, потенциально студенты контрольных групп имели меньшую возможность для формирования и развития как стремления познавать, так и умения познавать математику. С другой стороны, можно утверждать, что за первый семестр в экспериментальных группах познавательная самостоятельность только начала формироваться на более высоком уровне, чем в контрольных. Основанием для этого являлась целенаправленная, научно обоснованная и специальным образом спроектированная с использованием возможностей всего методического арсенала УМК (в широком смысле) содержательно-методическая, организационно-управленческая, контрольно-корректирующая деятельность педагога, направленная на вовлечение студентов в активную, регулярную самостоятельную познавательную деятельность по изучению математического аппарата. В то же время выполнение критериев оптимизации обучения математике достигается в ЭГ

именно преимущественно за счет функционального взаимодействия компонентов УМК (в широком смысле) и методических подходов, специальным образом спроектированных в нем.

Однако уже результаты 3 этапа показали статистически значимые изменения и различия в уровнях обученности и сформированности познавательной самостоятельности в ЭГ и КГ, так как  $T_{эмпир} < t_{табл}$  и  $U_{эмпир} < U_{табл}$ . Следовательно, с помощью параметрических и непараметрических методов статистически обосновано, что применение методической системы и технологии обучения математике на технических специальностях, спроектированных в УМК (в широком смысле), апробированных в ходе исследования в экспериментальных группах, позволяет оптимизировать самостоятельную деятельность студентов и совершенствовать разноплановую деятельность педагогов в этом процессе. Данная методика является более эффективной в сравнении с методикой, реализованной в контрольных группах. Пример таблицы для групп 10 ВВ–ТВ представлен на рис. 3.

**Группа 10 ВВ (КГ) и группа 10 ТВ (ЭГ).**

Таблица А (КГ:  $n=41, k=6, n' = 6,83333$ ; ЭГ:  $n=28, k=5, n' = 5,6$ )

Этап 1				Этап 2				Этап 3			
10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)		10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)		10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)	
$n_i$	$\chi_i^2$	$n_i$	$\chi_i^2$	$n_i$	$\chi_i^2$	$n_i$	$\chi_i^2$	$n_i$	$\chi_i^2$	$n_i$	$\chi_i^2$
13		7	0,35	8		7	0,35	8	0,1992	5	0,0643
2	0,1301	7	0,35	3	0,5203	4	0,4571	9	0,687	7	0,35
5	0,4919	2	2,3143	10	1,4675	4	0,4571	4	1,1748	5	0,0643
4		6	0,0286	7	0,0041	7	0,35	4	1,1748	6	0,0286
11	0,1301	6	0,0286	4		6	0,0286	6	0,1016	5	0,0643
6	0,1016			9	0,0325			10	1,4675		
$\Sigma$	0,8537	$\Sigma$	3,0714	$\Sigma$	2,0244	$\Sigma$	1,6429	$\Sigma$	4,8049	$\Sigma$	0,5714
$\chi_{1,095}^2=3,84$		$\chi_{2,095}^2=5,99$		$\chi_{1,095}^2=3,84$		$\chi_{2,095}^2=5,99$		$\chi_{3,095}^2=7,81$		$\chi_{2,095}^2=5,99$	

**Рис. 3. «Статистическая обработка данных»**

Таким образом, прослеживается тенденция к существенному увеличению навыков самостоятельной познавательной деятельности и взаимосвязанного формирования у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций при использовании математического аппарата в экспериментальном потоке, по сравнению с контрольным. Выделенный факт обусловлен тем, что на этапе 3 фиксируется увеличение доли студентов со средним и высшим баллами по математике и специальным дисциплинам, формирования навыков самостоятельной познавательной деятельности. Это позволяет сделать вывод об эффективности применения УМК (в широком смысле). Предложенная методика помогает добиваться более высоких результатов в обучении в сравнении с традиционной в условиях существенного сокращения аудиторных часов. Она предоставляет возможность одновременно с изучением математики целенаправленно и специальным образом воспитывать познавательную самостоятельность, формировать культуру мышления и развивать интеллектуальные способности обучающихся на более высоком уровне.

Проведенные исследования на этапе поискового эксперимента и статистический анализ полученных результатов подтвердили преимущества разработанного УМК (в широком смысле) и позволили внести некоторые коррективы в эту методику:

- для сознательного усвоения понятий высшей математики в обучении следует на самом первом этапе использовать многообразные подходы и формы представления содержания;
- среда обучения должна проектироваться по определенным правилам и с применением системы специальным образом разработанных компонентов [3–8]. Они обусловлены совокупностью условий обучения, в которой акцент ставится на формировании не только математических знаний, но и на развитии навыков познавательной самостоятельности. Эти условия предполагают наличие как традиционных методов, так и специальных средств и приемов, позволяющих активизировать самостоятельную работу студентов оптимальным способом;
- информационные технологии, в меру и обоснованно применяемые, облегчают формирование активного восприятия и переработки математической информации;

Исследования проводились с учетом спроектированных нами методических инструментов содержательно-методического и управленческого аспектов контролирующего компонента процесса обучения, а также с целью реализации на основе взаимодействия всех структурных компонентов УМК (в широком смысле) его контрольно-регулирующей, оценочно-результативной, обучающей,

развивающей и воспитательной функций [5]. Проверка качества математической подготовки студентов и развития их навыков самостоятельной познавательной деятельности осуществлялась посредством мониторинга – системы целенаправленной диагностики и контроля с помощью компьютерного тестирования, анкетирования, опросов и контрольных мероприятий, имеющих различные критерии оценки, указанные в компоненте «Систематический педагогический контроль».

Рассмотрим в качестве примера обработку результатов внеаудиторной контрольной работы первого семестра «Дифференциальное исчисление функции одной переменной». Всего в работе 10 заданий. Выделенное контрольное мероприятие включает диагностику математических знаний и умений по их использованию. Она содержит как стандартные или базовые задания по рассматриваемой теме, так и практико-ориентированные задачи. Составлена контрольная работа таким образом, чтобы ее решение позволяло проверить не только качество усвоения учебного материала по математике. Качественный анализ решения в определенной мере должен помочь выявить наличие умений, позволяющих говорить в дальнейшем о сформированности навыков познавательной самостоятельности (умение выделять в задачах известные и недостающие данные, выбирать оптимальные методы решения задач и т.д.). Обработка результатов внеаудиторной работы выполняется следующим образом: каждой задаче присваиваются весовые значения в зависимости от уровня, к которому относится задание, и подсчитывается общее количество баллов, набранных студентом. Исходя из этой информации и составляется оценка. После работа возвращается на полную доработку. Для устранения типичных ошибок, возможных затруднений при выполнении внеаудиторной работы нами использовались классические консультации посредством личного контакта с преподавателем или on-line и off-line консультации Google Classroom. Отметим, что коррекционная работа на начальном этапе позволила сформировать уверенность студентов в своих знаниях, способствуя лучшему усвоению нового материала при дальнейшем обучении. В контрольных группах целенаправленная коррекционная работа во внеаудиторной контрольной работе не проводилась.

Обратим внимание на еще одно важное условие функционирования предложенной нами методики: она разрабатывается в соответствии с критериями об оптимальности расходов времени и усилий преподавателя и студента. Методическим средством проектирования и реализации организационно-планирующего элемента в системе контроля выступает структурно-логическая схема, одним из назначений которой является развитие навыков организации и планирования самостоятельной деятельности студентов, навыков их самоорганизации. Выделенные требования обуславливают методическое проектирование указанной схемы таким образом, чтобы поставленные дидактические цели обучения и контроля достигались без значительного перерасхода учебного времени, отведенного действующей учебной программой. Благодаря оптимизации учебного времени, которая достигается за счет использования компонентов УМК (в широком смысле), нам удается получить дополнительные часы, которые мы применяем для увеличения в первом семестре обучения количества аудиторных контрольных работ.

Отметим, что сравнение уровней подготовки студентов экспериментальных и контрольных групп первого семестра и третьего демонстрирует следующее: после завершения эксперимента доля студентов с «низким» уровнем успеваемости снизилась как в экспериментальных (на 1,29%), так и в контрольных (на 1,51%) группах. Доля студентов, получивших итоговый балл 4–5 (что соответствует базовому уровню (I)), в экспериментальных группах уменьшилась на 7,77%, в контрольных – на 5,43%. Доля студентов с прикладным (II) успеваемости уменьшилась на 6,46% в экспериментальных группах, на 2,08% – в контрольных группах, также подчеркнем значительное увеличение на 15% (52%) количества студентов экспериментальной группы, получивших оценки 9–10, что соответствует творческому (III) уровню, в то время как в контрольной группе этот показатель увеличился на 9,02.

На завершающем этапе эксперимента нами была создана новая анкета и произведено анкетирование в экспериментальных и контрольных группах. Результаты обработки анкетирования показали, что численность студентов в ЭГ, обладающих сильными навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше численности студентов со слабыми навыками самостоятельной познавательной деятельности, а в КГ численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, и количество студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности статистически значимо не различаются.

На третьем этапе сформированность навыков самостоятельной познавательной деятельности проверялась в процессе использования изученного математического аппарата при выполнении студентами практико-ориентированных лабораторных работ по физической химии у студентов специальности 1-48 01 03 и теоретической механики у студентов специальностей 1-70 04 02 и 1-70 04 03, где оценка математической составляющей работы осуществлялась отдельно. Эти предметы мы выбрали из перечня других общепрофессиональных и спе-

циальных дисциплин в связи с тем, что практически все основные математические понятия в них востребованы в большей или меньшей степени. Лабораторные работы по физической химии студенты выполняли во втором семестре, после изучения математики, а по теоретической механике – параллельно с изучением курса «Математика». Были получены положительные отзывы от преподавателей указанных дисциплин, что свидетельствует о том, что студенты экспериментальных групп не только получили формальные математические знания, но и научились применять их на практике, а это говорит о сформированности у них на достаточном уровне навыков познавательной самостоятельности, а также проектируемых в стандарте компетенций.

**Заключение.** Данные педагогического эксперимента свидетельствуют о том, что в экспериментальных группах по сравнению с контрольными на 7% увеличилась доля студентов с баллом 9–10, а также доля студентов с баллом 6–8 (на 5%). Доля студентов со средним баллом 4–5 понизилась на 2,35%, а доля студентов с низким уровнем знаний стала ниже на 1%. Изучение формирования навыков самостоятельной познавательной деятельности показало, что в экспериментальных группах значительно увеличилось число студентов, способных структурировать сложный абстрактный материал методами и средствами, которыми они овладели в процессе обучения математике с применением спроектированных компонентов УМК (в широком смысле). Применение U-критерия Манна–Уитни позволило выявить статистически значимые различия у студентов экспериментальной и контрольной групп. Таким образом, педагогический эксперимент подтвердил эффективность разработанного УМК (в широком смысле) для математической подготовки студентов технических специальностей как средства оптимизации самостоятельной познавательной деятельности студентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакульчик, В.С. УМК как средство формирования познавательной самостоятельности в контексте компетентностной модели подготовки выпускника вуза / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестник СПГУТД. – 2018. – № 2. – С. 90–98.
2. Вакульчик, В.С. Учебно-методический комплекс как средство совершенствования организации самостоятельной работы при обучении математике студентов на нематематических специальностях / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок [и др.] // Вестн. Магілёўс. дзярж. ун-та імя А.А. Куляшова. Сер. С, Псіхалага-педагагічныя навукі. – 2010. – № 1(35). – С. 70–82.
3. Вакульчик, В.С. Научно-методические основы проектирования лекционных занятий как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) для процесса обучения математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2017. – № 7. – С. 39–49.
4. Мателенок, А.П. Проектирование практических занятий в процессе обучения математике студентов технических специальностей как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) / А.П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2016. – № 7. – С. 32–39.
5. Вакульчик, В.С. Содержательно-методический и оргуправленческий аспекты проектирования и функционирования систематического контроля как важной компоненты УМК в процессе обучения математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 2–3(86–87). – С. 108–117.
6. Вакульчик, В.С. Методические средства и приемы реализации когнитивно-визуального подхода при обучении математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Педагогические науки. – 2013. – № 15. – С. 40–47.
7. Вакульчик, В.С. Метод построения частных алгоритмов как методический прием реализации когнитивно-визуального подхода при обучении математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Science and Education a New Dimension. – 2015. – Vol. III(22), iss. 45. – С. 18–23.
8. Мателенок, А.П. Информационные технологии в обучении математике студентов технических специальностей / А.П. Мателенок // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 1(73). – С. 116–122.
9. Вакульчик, В.С. Элементы векторной алгебры. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 220 с.
10. Вакульчик, В.С. Методические аспекты проектирования лекционных занятий по математике для студентов технических специальностей вузов в современных условиях с применением учебно-методических комплексов / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования: монография / под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 13–28.

## REFERENCES

1. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vestnik SPGUTD* [Journal of SPGUTD], 2018, 2, pp. 90–98.
2. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vestnik Magileuskaga dziarzhaunaga universiteta imia A.A. Kuliashova. Seriya C, Psicholaga-pedagogichniye navuki* [Journal of Mogilev State A.A. Kuleshov University, Series C, Psychological and Pedagogical Sciences], 2010, 1(35), pp. 70–82.
3. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E, Pedagogical Sciences], 2017, 7, pp. 39–49.
4. Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E, Pedagogical Sciences], 2016, 7, pp. 32–39.
5. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vestnik VGU im. P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2015, 2–3(86–87), pp. 108–117.
6. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E, Pedagogical Sciences], 2013, 15, pp. 40–47.
7. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, III(22), Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos, Issue: 45, 2015, pp. 18–23.
8. Matelenok A.P. *Vestnik VGU im. P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2013, 1(73), pp. 116–122.
9. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Elementi vektornoj algebri. Elementi analiticheskoi geometrii na ploskosti i v prostranstve: ucheb.-metod. kompleks dlia studentov tekhn. spets.* [Elements of Vector Algebra. Elements of Analytical Geometry on the Surface and in Space: Textbook for Technical Students]. Novopolotsk: PGU, 2009, 220 p.
10. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Innovatsionnoye razvitiye: potentsial nauki i sovremennogo obrazovaniya: monografiya* [Innovation Development: Potential of Science and Contemporary Education: Monograph], Penza: MTsNS «Nauka I Prosveshcheniye», 2018, pp. 13–28.

Поступила в редакцию 27.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: Atess@rambler.ru – Мателенок А.П.