

Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. № 1 (106). С. 150–164.
Cherepovets State University Bulletin, 2021, no. 1 (106), pp. 150–164.

Научная статья

УДК 372.851

<https://doi.org/10.23859/1994-0637-2022-1-106-13>

К вопросу об организации модульного обучения математике в вузе

Юлия Владимировна Грибкова^{1✉}, Александр Анатольевич Банин²,
Ольга Альбертовна Кашинцева³, Надежда Валентиновна Плотникова⁴

¹Военный ордена Жукова университет радиоэлектроники,
^{2, 3, 4}Череповецкий государственный университет,
Череповец, Россия,

¹150475@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-2370-1251>

²aabanin1@chsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4242-1471>

³olalb@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5185-1292>

⁴Plotnikova16@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8873-2323>

Аннотация. Актуальной проблемой обучения математике на нематематических направлениях подготовки в высшей школе является несоответствие содержания и методики преподавания математики требуемым результатам обучения студентов. Целью данного исследования является разработка и апробация модульной модели курса математики, в которой содержание, методика преподавания и методика приема экзамена соответствуют развитию компетенций бакалавров, заданных ФГОС нематематических направлений подготовки в вузе. Апробация разработанной модели показала, что предложенная методика преподавания и методика приема экзамена позволяет учитывать разный уровень обучаемости студентов и способствует повышению их мотивации к изучению математики в процессе развития профессиональной компетентности.

Ключевые слова: модуль, модель, компетентность, методика, математика

Для цитирования: Грибкова Ю. В., Банин А. А., Кашинцева О. А., Плотникова Н. В. К вопросу об организации модульного обучения математике в вузе // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. № 1 (106). С. 150–164. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2022-1-106-13>.

To the organization of modular learning in mathematics course at university

Julia V. Gribkova^{1✉}, Aleksandr A. Banin²,
Olga A. Kashintseva³, Nadezhda V. Plotnikova⁴

¹Military University of Radio Electronics of the Order of Zhukov,
^{2, 3, 4}Cherepovets State University,
Cherepovets, Russia,

¹150475@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2370-1251>

²aabanin1@chsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4242-1471>

³olalb@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5185-1292>

⁴Plotnikova16@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8873-2323>

Abstract. An urgent problem of teaching mathematics in non-mathematical areas of higher education training is the inconsistency between the content, methods of teaching mathematics and the required learning outcomes. The purpose of this study is to develop and test a mathematics course modular model, in which the content, teaching methodology and examination technique correspond to the development of bachelors' competencies set by FSES of non-mathematical training areas at university and which is based on the general methodological principles of the system, modular and technological approaches. The proposed model was tested while teaching bachelors in engineering areas of training. The model showed that the proposed teaching methodology and examination technique allowed taking into account different levels of student learning and contributed to increasing their motivation to study mathematics in the process of professional competence development.

Keywords: module, model, competence, methodology, mathematics

For citation: Gribkova Ju. V., Banin A. A., Kashintseva O. A., Plotnikova N. V. To the organization of modular learning in mathematics course at university. *Cherepovets State University Bulletin*, 2022, no. 1 (106), pp. 150–164. (In Russ.). <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2022-1-106-13>.

Введение

Одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время перед системой образования, является повышение качества математического образования¹. Специалистами в области оценки качества образования принято следующее определение: «Под качеством образования понимается интегральная характеристика системы образования, отражающая степень соответствия реальных достигаемых образовательных ре-

¹ Богомолова Е. П. Формирование программы по математике в техническом университете и качество математических знаний // *Образование и наука*. 2016. № 1 (130). С. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>; Felder R. M., Woods D. R., Stice J. E., Rugarcia A. The future of engineering education II. Teaching methods that work // *Chemical Engineering Education*. 2000. Vol. 34 (1). P. 26–39. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf> (дата обращения: 28.02.2020); D'Souza M. J., Rodrigues P. Extreme pedagogy: An Agile teaching-learning methodology for engineering education // *Indian Journal of Science and Technology*. 2015. Vol. 8, iss. 9. P. 828–833. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i9/53274>; Jackson D. C. 'Necessary to engineers of the new generation': what is important for engineers to know? // *Engineering Studies*. 2015. Vol. 7, iss. 2–3. P. 168–170. <https://doi.org/10.1080/19378629.2015.1062503>.

зультатов нормативным требованиям, социальным и личностным ожиданиям»¹. «Качество образования» является интегративным понятием, включающим в себя содержание, формы и методы обучения, материально-техническую базу, кадровый состав образовательной организации и др.

Показателем качества математического образования в вузе может служить уровень сформированности математической компетентности выпускников². Под математической компетентностью понимается комплекс усвоенных фундаментальных математических знаний, готовность изучать дисциплины, требующие математической подготовки, способность применять математические методы для решения задач профессиональной направленности³.

Основная часть

Постановка проблемы. Рассматривая качество математического образования в вузе, можно выделить проблемное поле, включающее в себя как внешние, так и внутренние проблемы. Считаем, что основными внешними проблемами являются недостаточный уровень математической подготовки абитуриентов, поступающих в вуз, а также несформированность у них метакогнитивной компетенции. В течение нескольких лет на кафедре математики и информатики ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» проводятся мероприятия, направленные на оценку уровня начальной математической компетентности студентов⁴. Анализ результатов показывает, что 40–60 % первокурсников обладают достаточно слабой математической подготовкой. Кроме того, часть первокурсников испытывают затруднения, связанные с пониманием формулировки задачи, определением входных параметров, результатов, слабо контролируют этапы решения задачи, что свидетельствует о несформированности у них метакогнитивной компетенции, которая непосредственно

¹ Болотов В. А. О построении общероссийской системы оценки качества образования // Вопросы образования. 2005. № 1. С. 6.

² Там же. С. 5–10; Жафяров А. Ж. Методология и технология реализации компетентностного подхода в математическом образовании // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2016. Т. 6, № 3. С. 105–115. <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1603.10>.

³ Анисова Т. Л. Математические компетенции бакалавров-инженеров: определение, категории, уровни и их оценка // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 11, ч. 4. С. 493–497; Богомолова Е. П. Формирование программы по математике в техническом университете и качество математических знаний // Образование и наука. 2016. № 1 (130). С. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>; Devesh S. Mathematical competencies in higher education in Oman // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10, iss. 18. P. 38989–38994. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84944605956&partnerID=40&md5=ccb37d4035726ec310db8a7f68fbc85a> (дата обращения: 28.02.2020).

⁴ Парыгина С. А., Сенатова И. А., Гордобаева Т. В. О преодолении трудностей освоения студентами математических дисциплин в условиях реализации ФГОС ВПО в ЧГУ // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. № 3–1 (49). С. 128–132.

влияет на успешность изучения математики¹. Недостаточный уровень математической подготовки первокурсников и несформированность метакогнитивной компетенции приводят к затруднениям при изучении математики в вузе и низкой успеваемости этих студентов по дисциплинам математического цикла².

Внутренними сложностями становятся проблемы преподавания математики в вузе. Во-первых, студенты не осознают, с какой целью они изучают математику, как математические методы применяются в их будущей профессиональной деятельности, что снижает мотивацию и приводит к недостаточному усвоению фундаментальных математических знаний³. Во-вторых, преподавание математики осуществляется единым большим курсом, материал которого студентам нужно изучить за относительно небольшое число часов аудиторной работы (порядка 40 % от общего числа часов, отводимых на изучение дисциплины) при значительном числе часов, отводимых на самостоятельное изучение (60 % от общего числа часов). При этом у многих обучающихся возникают сложности с организацией самостоятельной работы. Все это препятствует развитию математической компетентности студентов. Таким образом, глобальной внутренней проблемой является несоответствие содержания, распределения часов между аудиторными занятиями и самостоятельным изучением, методики преподавания математики требуемым результатам обучения студентов⁴.

¹ Nurulhuda Md H., Saemah R. Problem Solving Skills, Metacognitive Awareness, and Mathematics Achievement: A Mediation Mode // *The New Educational Review*. 2017. Vol. 49. P. 201–212. <https://doi.org/10.15804/tner.2017.49.3.16>.

² Богомолова Е. П. Формирование программы по математике в техническом университете и качество математических знаний // *Образование и наука*. 2016. № 1 (130). С. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>; Попов Н. И., Никифорова Е. Н. Методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов вуза // *Интеграция образования*. 2018. Т. 22, № 1. С. 193–206. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.090.022.201801.193-206>; Harris D., Black L., Hernandez-Martinez P., Pepim B., William J. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2014. Vol. 46, iss. 3. P. 321–336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>; Shibata J. A., Okuhara K. B., Mohri S. A., Shiode S. C. A study on teaching methods of mathematics subject in the faculty of economics // *ICIC Express Letters*. 2016. Vol. 10, iss. 2. P. 363–369. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84956972350&partnerID=40&md5=7e302d-a6c4b5d39d35f0f580856a68c2> (дата обращения: 28.02.2020).

³ Rooch A. A., Junker P. B., Harterich J. C., Hackl K. B. Linking mathematics with engineering applications at an early stage – implementation, experimental set-up and evaluation of a pilot project (2016) // *European Journal of Engineering Education*. 2016. Vol. 41, iss. 2. P. 172–191. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056095>; Saiman, Puji W., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra // *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application: Journal of Physics Conference Series*. 2017. P. 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012041>.

⁴ Богомолова Е. П. Формирование программы по математике в техническом университете и качество математических знаний // *Образование и наука*. 2016. № 1 (130). С. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>; Парыгина С. А., Сенатова И. А., Гордобаева Т. В. О преодолении трудностей освоения студентами математических дисциплин в условиях реализации ФГОС ВПО в ЧГУ // *Вестник Череповецкого государственного университета*

Вопросы исследования. В статье рассматриваются вопросы модернизации системы преподавания курса математики в вузе, которые возникают при решении проблемы отбора содержания, его конкретизации и прикладной направленности. При разработке содержательной части курса необходимо учитывать противоречия между объемом, содержанием учебного материала, а также методикой преподавания и приема экзаменов.

Целью данного исследования является разработка и апробация модульной модели курса математики, в которой содержание, методика преподавания и методика приема экзаменов соответствуют развитию компетенций бакалавров, заданных ФГОС нематематических направлений подготовки в вузе.

Методы исследования. В основе определения содержания курса математики на нематематических направлениях подготовки в вузе лежат общеметодологические принципы системного, модульного и технологического подходов. Содержание курса математики рассматривается как система, состоящая из взаимосвязанных элементов, каждый из которых раскрывается через отдельный модуль, предусматривающий точное инструментальное управление учебным процессом и гарантированное достижение поставленных учебных целей.

Обобщая определения понятия «модуль» в русле трактовки разных исследователей¹, под «модулем» будем понимать отдельную учебную единицу знаний, объединенных определенной целью, методическими рекомендациями и системой контроля за его освоением. Разработка модулей базируется на следующих дидактических принципах модульного обучения: блочной структуры, интегративности, актуализации развивающего компонента содержания, «незамкнутости», осознанной перспективы, сотрудничества.

Считаем, что модульное обучение математике позволяет:

- 1) дифференцировать содержание обучения путем отбора модулей учебного материала, обеспечивающих разработку полного, сокращенного и углубленного варианта курса математики;
- 2) осуществлять самостоятельный выбор учащимися того или иного варианта курса математики в зависимости от уровня обученности и обеспечивать индивидуальный темп продвижения по программе;
- 3) использовать модули в качестве отдельных блоков при формировании программы курса;

та. 2013. № 3–1 (49). С. 128–132; Jackson D. C. ‘Necessary to engineers of the new generation’: what is important for engineers to know? // *Engineering Studies*. 2015. Vol. 7, iss. 2–3. P. 168–170. <https://doi.org/10.1080/19378629.2015.1062503>.

¹ Буркина В. А., Титова Е. И. Реализация модульного обучения в вузе применительно к курсу математики // *Молодой ученый*. 2015. № 7 (87). С. 739–741. URL: <https://moluch.ru/archive/87/16797/> (дата обращения: 28.02.2020); Виноградова М. В. Использование элементов технологии модульного обучения при изучении математике в аграрном вузе // *Мир науки, культуры, образования*. 2019. № 6 (79). С. 109–111. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2019-10048>; Сарычева И. А., Грибкова Ю. В. Разработка методики оценки качества знаний по математике для студентов инженерно-технических специальностей // *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2017. № 1 (76). С. 201–206.

4) акцентировать работу преподавателя на консультативно-координирующие функции управления познавательной деятельностью учащихся;

5) сократить курс обучения без особого ущерба для полноты изложения и глубины усвоения учебного материала на основе адекватного комплекса методов и форм обучения;

6) обеспечить надежность и адекватность контроля знаний студентов при помощи развернутой процедуры оценки результатов отдельных модулей, разработать пошаговую процедуру сдачи экзамена.

Реализация модульной модели курса математики в вузе предполагает интегративный и деятельностный подход в обучении, способствующие развитию способностей студентов к системному мышлению при решении теоретических и практических задач, стоящих перед инженером, с использованием математического аппарата¹.

При разработке модульной модели использовались следующие методы: сравнительный анализ ФГОС по различным направлениям подготовки; эксперимент в апробации модульной модели; опросы, выборочный анализ, экспертная оценка и графическая интерпретация результатов эксперимента.

Результаты. В ходе исследования была разработана модульная модель вузовского курса математики для нематематических направлений подготовки. Модель включает в себя 14 содержательных модулей, в каждом из которых выделены тематические микромодули, представляющих собой полную систему знаний по определенной теме (принцип интегративности).

Порядок следования модулей задается логикой математических дисциплин. Выбор модулей обусловлен компетенциями, заданными в ФГОС по данному направлению обучения. Определен диапазон зачетных единиц, которые отводятся на изучение модуля.

Разработанная авторами модульная структура курса высшей математики представлена в табл. 1. Модули 1–5 выделены в качестве базовых, они изучаются первыми и закладывают основу для успешного усвоения следующих модулей, расположенных в верхних строках таблицы. Также в табл. 1 указана примерная трудоемкость каждого модуля (в зачетных единицах).

¹ Анисова Т. Л. Математические компетенции бакалавров-инженеров: определение, категории, уровни и их оценка // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 11, ч. 4. С. 493–497; Harris D., Black L., Hernandez-Martinez P., Pepim B., William J. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2014. Vol. 46, iss. 3. P. 321–336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>; Saiman, Puji W., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra // International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application: Journal of Physics Conference Series. 2017. P. 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012041>; Shibata J. A., Okuhara K. B., Mohri S. A., Shiode S. C. A study on teaching methods of mathematics subject in the faculty of economics // ICIC Express Letters. 2016. Vol. 10, iss. 2. P. 363–369. URL: <http://www.scopus.com/inward/re-cord.url?eid=2-s2.0-84956972350&partnerID=40&md5=7e302da6c4b5d39d35f0f580856a68c2> (дата обращения: 28.02.2020).

Таблица 1

Модульная структура курса математики в вузе

10. Операционное исчисление (0,3–1 з. ед.)	10.2. Приложения операционного исчисления 10.1. Основные понятия	12. Уравнения математической физики (0,3–1 з. ед.)	12.2. Методы решения уравнений математической физики 12.1. Основные типы уравнений математической физики	14.4. Регрессионный анализ 14.3. Корреляционный анализ 14.2. Проверка статистических гипотез 14.1. Выборочный метод
9. Теория функций комплексной переменной (0,5–1 з. ед.)	9.4. Ряды в комплексной плоскости 9.3. Дифференцирование и интегрирование ФКП 9.2. ФКП 9.1. Комплексные числа 8.3. Приложения рядов 8.2. Функциональные ряды 8.1. Числовые ряды	11. Вычислительная математика (0,3–1,5 з. ед.)	11.5. Численное решение дифференциальных уравнений 11.4. Численное дифференцирование и интегрирование 11.3. Методы аппроксимации функций 11.2. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем 11.1. Теория погрешностей	14. Математическая статистика (0,3–1,5 з. ед.)
8. Ряды (0,3–1 з. ед.)	6.3. Системы дифференциальных уравнений 6.2. Дифференциальные уравнения высших порядков 6.1. Дифференциальные уравнения первого порядка	7. Теория поля (0,3–0,5 з. ед.)	7.3. Классы векторных полей 7.2. Векторное поле 7.1. Скалярное поле	13.4. Случайные процессы 13.3. Случайные величины 13.2. Случайные события 13.1. Комбинаторика
6. Дифференциальные Уравнения (0,3–1 з. ед.)	5. Функции нескольких переменных (0,5–1 з. ед.)	7. Теория поля (0,3–0,5 з. ед.)	5.2. Интегральное исчисление ФНП 5.1. Дифференциальное исчисление ФНП	
4. Интегральное исчисление функций одного аргумента (0,5–1 з. ед.)	4.3. Приложения определенного интеграла 4.2. Определенный интеграл 4.1. Первообразная и неопределенный интеграл	7. Теория поля (0,3–0,5 з. ед.)	4.3. Приложения определенного интеграла 4.2. Определенный интеграл 4.1. Первообразная и неопределенный интеграл	
3. Дифференциальное исчисление функций одного аргумента (0,5–1 з. ед.)	3.2. Приложения произвольной 3.1. Производная и дифференциал	2. Введение в математический анализ (0,5–1 з. ед.)	2.3. Непрерывность функции 2.2. Предел функции 2.1. Множества и отображения	
1. Линейная алгебра и аналитическая геометрия (0,5–1 з. ед.)	1.3. Аналитическая геометрия 1.2. Векторная алгебра 1.1. Матрицы и их приложения	2. Введение в математический анализ (0,5–1 з. ед.)	2.3. Непрерывность функции 2.2. Предел функции 2.1. Множества и отображения	

Содержательное наполнение микромодулей производится в соответствии с целевой направленностью самого модуля и характером практико-ориентированных задач, на решение которых направлен данный модуль (принцип осознанной перспективы). Обучающиеся должны четко знать, для чего и зачем они изучают каждый модуль, чтобы осознанно пополнять систему своих математических знаний, сознательно использовать эти знания в новых ситуациях и закреплять их умениями (принцип актуализации развивающего компонента содержания).

Качество и уровень усвоения студентами материала каждого модуля оцениваются преподавателем при помощи индивидуальных типовых практических работ различного уровня сложности и контрольного тестирования, во время которого учащиеся имеют возможность пользоваться справочной и/или учебной литературой. Студент, освоивший все модули, может досрочно получить оценку «удовлетворительно». В случае неудовлетворительного результата или при необходимости студент имеет возможность получить у преподавателя консультацию. Такой контроль знаний является и средством обучения, и средством обратной связи. Экзамен проходит в форме защиты студентами докладов, посвященных решению прикладных задач профессиональной направленности, с учетом баллов, набранных ими на контрольных тестированиях¹.

Таким образом, текущий контроль стимулирует постоянную, систематическую, целенаправленную, активную деятельность студентов, т. е. обеспечивает мотивационную и воспитательную функции учебного процесса. Преподавателю при модульном обучении отводится роль консультанта, который направляет и корректирует деятельность студента при подготовке к учебным занятиям, текущим контрольным мероприятиям и экзамену (принцип сотрудничества).

Для различных направлений подготовки выбираются необходимые модули, их наполнение и трудоемкость. В табл. 2 представлены примеры конструирования курса «Математика» для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (10 з. ед.), 22.03.02 Metallургия (12 з. ед.) и курса «Основы математики» для направления подготовки 07.03.03 Дизайн архитектурной среды (2 з. ед.).

¹ Сарычева И. А., Грибкова Ю. В. Разработка методики оценки качества знаний по математике для студентов инженерно-технических специальностей // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. № 1 (76). С. 201–206.

Таблица 2

Конструирование курса математики для различных направлений подготовки

Модуль	13.03.02	22.03.02	07.03.03
	Трудоёмкость, з. ед.		
1. Линейная алгебра и аналитическая геометрия	0,5	1	0,2
1.1. Матрицы и их приложения.	0,2	0,2	0,05
1.2. Векторная алгебра.	0,2	0,2	0,05
1.3. Аналитическая геометрия	0,1	0,1	0,1
2. Введение в математический анализ	0,5	0,5	0,2
2.1. Множества и отображения.	0,1	0,1	0,05
2.2. Предел функции.	0,2	0,2	0,1
2.3. Непрерывность функции	0,2	0,2	0,05
3. Дифференциальное исчисление функций одного аргумента	1	1	0,5
4. Интегральное исчисление функций одного аргумента	1	1,2	0,5
5. Функции нескольких переменных	1	1	
5.1. Дифференциальное исчисление ФНП.	0,2	0,5	-
5.2. Интегральное исчисление ФНП	0,8		
6. Дифференциальные уравнения	1	1	
6.1. Дифференциальные уравнения первого порядка.	0,3	0,3	-
6.2. Дифференциальные уравнения высших порядков.	0,4	0,4	-
6.3. Системы дифференциальных уравнений	0,3	0,3	
7. Теория поля	1	1	
7.1. Скалярное поле.	0,4	0,5	-
7.2. Векторное поле.	0,4	0,5	-
7.3. Классы векторных полей	0,2		
8. Ряды	0,5	1	
9. Теория функции комплексной переменной	1		
9.1. Комплексные числа.	0,1	0,3	-
9.2. ФКП.	0,2		
9.3. Дифференцирование и интегрирование ФКП.	0,5	0,3	
9.4. Ряды в комплексной плоскости	0,2		
10. Операционное исчисление	0,5		
10.1. Основные понятия.	0,2		-
10.2. Приложения операционного исчисления	0,3		
11. Вычислительная математика		1	
12. Уравнения математической физики		1	
13. Теория вероятностей	1	1	0,3
14. Математическая статистика	1	1	0,3

Апробация предлагаемой модели проводилась с 1 сентября 2016 года по 31 августа 2019 года при обучении бакалавров инженерно-технических направлений подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (экспериментальная группа, 81 студент) и 22.03.02 Металлургия (контрольная группа, 63 студента).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью критерия Стьюдента для проверки гипотезы однородности средних значений в двух нормальных генеральных совокупностях, имеющих одинаковую дисперсию (для возможности применения этого критерия первоначально с помощью критерия Фишера была проверена гипотеза о равенстве дисперсий генеральных совокупностей). Критическое значение, соответствующее уровню значимости 0,05, определено по таблице, эмпирическое значение критерия вычислено по формуле:

$$t_p = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n_x - 1) \cdot s_x^2 + (n_y - 1) \cdot s_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_x \cdot n_y \cdot (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}},$$

где n_x, n_y – объемы выборок, \bar{X}, \bar{Y} – средние значения, S_x, S_y – стандартные отклонения (рассчитаны по несмещенным оценкам дисперсий).

По результатам входного контроля по математике была проверена основная гипотеза H_0 о том, что экспериментальная и контрольная группы схожи по уровню математической подготовки против двусторонней альтернативной гипотезы H_1 о значительном различии в уровне подготовки. Так как $t_p = 0,61 < t_{кр} = 1,96$, то различия в уровне математической подготовки в выбранных группах статистически незначимы.

Также проверена основная гипотеза H_0 о том, что экспериментальная и контрольная группы по окончании изучения студентами курса схожи по уровню успеваемости по дисциплине «Математика» против двусторонней альтернативной гипотезы H_1 о значительном различии в уровне успеваемости. Так как $t_p = 2,78 > t_{кр} = 1,96$, то различия статистически значимы, успеваемость в экспериментальной группе выше, чем в контрольной.

Проведенный статистический анализ результатов изучения базового курса в процессе обучения математике позволяет утверждать, что с вероятностью не менее 95 % успеваемость студентов при использовании модульного обучения выше, чем при традиционном способе преподавания математики. Кроме того, модульное формирование курса математики дает возможность осуществлять перераспределение времени, отводимого учебным планом на его изучение, между модулями, а соответственно, и математическими дисциплинами. При этом исключается дублирование в изучении предмета, появляется возможность обоснованного введения в учебный процесс элементов научных исследований и проведения научно-исследовательских лабораторных работ. Но при этом возникает необходимость в новых формах лекции, семинарских и практических занятий.

Модульный подход в изучении математических дисциплин позволит повысить

мотивацию обучения, поскольку появится осознанная заинтересованность в получении математической компетентности. При этом в перспективе возникает возможность замены традиционных зачетных недель и межсеместровых экзаменов на иные контрольные мероприятия.

Выводы

Модульный принцип построения курса математики для нематематических направлений дает возможность конструировать содержание курса и выстраивать порядок его изучения в соответствии с требуемыми результатами конкретного направления подготовки. Апробация разработанной модульной модели курса математики показала, что предложенная система преподавания позволяет учитывать разный уровень начальной математической подготовки студентов, их обучаемость и способность осваивать математические дисциплины. Кроме того, модульный подход способствует повышению мотивации студентов к изучению математики в процессе получения профессиональных компетенций.

Конечно, внедрение системы модульного преподавания математики в вузе потребует определенной организационно-методической перестройки учебного процесса в части планирования работы преподавателей, разработки соответствующего методического обеспечения, организации контрольных мероприятий. Но возникновение этих проблем не должно сдерживать внедрение новой формы получения математических компетенций, так как связанные с введением модульной системы обучения интенсификация информационного обеспечения процесса обучения, система оценки знаний и профессиональных компетенций может в значительной мере повысить качество подготовки специалистов и обеспечить целенаправленность учебной деятельности.

Список источников

Анисова Т. Л. Математические компетенции бакалавров-инженеров: определение, категории, уровни и их оценка // *Международный журнал экспериментального образования*. 2015. № 11, ч. 4. С. 493–497.

Богомолова Е. П. Формирование программы по математике в техническом университете и качество математических знаний // *Образование и наука*. 2016. № 1 (130). С. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>.

Болотов В. А. О построении общероссийской системы оценки качества образования // *Вопросы образования*. 2005. № 1. С. 5–10.

Буркина В. А., Титова Е. И. Реализация модульного обучения в вузе применительно к курсу математики // *Молодой ученый*. 2015. № 7 (87). С. 739–741. URL: <https://moluch.ru/archive/87/16797/> (дата обращения: 28.02.2020).

Виноградова М. В. Использование элементов технологии модульного обучения при изучении математике в аграрном вузе // *Мир науки, культуры, образования*. 2019. № 6 (79). С. 109–111. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2019-10048>.

Жафяров А. Ж. Методология и технология реализации компетентностного подхода в математическом образовании // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. 2016. Т. 6, № 3. С. 105–115. <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1603.10>.

Парыгина С. А., Сенатова И. А., Гордобаева Т. В. О преодолении трудностей освоения

студентами математических дисциплин в условиях реализации ФГОС ВПО в ЧГУ // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. № 3–1 (49). С. 128–132.

Попов Н. И., Никифорова Е. Н. Методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов вуза // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 1. С. 193–206. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.090.022.201801.193-206>.

Сарычева И. А., Грибкова Ю. В. Разработка методики оценки качества знаний по математике для студентов инженерно-технических специальностей // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. № 1 (76). С. 201–206.

D'Souza M. J., Rodrigues P. Extreme pedagogy: An Agile teaching-learning methodology for engineering education // Indian Journal of Science and Technology. 2015. Vol. 8, iss. 9. P. 828–833. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i9/53274>.

Devesh S. Mathematical competencies in higher education in Oman // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10, iss. 18. P. 38989–38994. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84944605956&partnerID=40&md5=ccb37d-4035726ec310db8a7f68fbc85a> (дата обращения: 28.02.2020).

Felder R. M., Woods D. R., Stice J. E., Rugarcia A. The future of engineering education II. Teaching methods that work // Chemical Engineering Education. 2000. Vol. 34 (1). P. 26–39. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf> (дата обращения: 28.02.2020).

Harris D., Black L., Hernandez-Martonez P., Pepim B., William J. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2014. Vol. 46, iss. 3. P. 321–336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>.

Jackson D. C. 'Necessary to engineers of the new generation': what is important for engineers to know? // Engineering Studies. 2015. Vol. 7, iss. 2–3. P. 168–170. <https://doi.org/10.1080/19378629.2015.1062503>.

Nurulhuda Md H., Saemah R. Problem Solving Skills, Metacognitive Awareness, and Mathematics Achievement: A Mediation Mode // The New Educational Review. 2017. Vol. 49. P. 201–212. <https://doi.org/10.15804/tner.2017.49.3.16>.

Rooch A. A., Junker P. B., Harterich J. C., Hackl K. B. Linking mathematics with engineering applications at an early stage – implementation, experimental set-up and evaluation of a pilot project (2016) // European Journal of Engineering Education. 2016. Vol. 41, iss. 2. P. 172–191. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056095>.

Saiman, Puji W., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra // International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application: Journal of Physics Conference Series. 2017. P. 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012041>.

Shibata J. A., Okuhara K. B., Mohri S. A., Shiode S. C. A study on teaching methods of mathematics subject in the faculty of economics // ICIC Express Letters. 2016. Vol. 10, iss. 2. P. 363–369. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.084956972350&partnerID=40&md5=7-e302da6c4b5d39d35f0f580856a68c2> (дата обращения: 28.02.2020).

References

Anisova T. L. Matematicheskie kompetentsii bakalavrov-inzhenerov: opredelenie, kategorii, urovni i ikh otsenka [Mathematical competence of undergraduate engineers: definition, categories, levels and evaluation]. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniia* [International journal of experimental education], 2015, no. 11, part 4, pp. 493–497.

Bogomolova E. P. Formirovanie programmy po matematike v tekhnicheskome universitete i

kachestvo matematicheskikh znaniy [Developing programme in mathematics at technical university and the quality knowledge in mathematics]. *Obrazovanie i nauka* [The Education and Science Journal], 2016, no. 1 (130), pp. 34–50. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-34-50>.

Bolotov V. A. O postroenii obshcherossiiskoi sistemy otsenki kachestva obrazovaniia [On the development of an all-Russian system for assessing the quality of education]. *Voprosy obrazovaniia* [Educational Studies. Moscow], 2005, no. 1, pp. 5–10.

Burkina V. A., Titova E. I. Realizatsiia modul'nogo obuchenii v vuze primenitel'no k kursu matematiki [Implementation of modular education in the course of mathematics at university]. *Molodoi uchenyi* [Young researcher], 2015, no. 7 (87), pp. 739–741. Available at: <https://moluch.ru/archive/87/16797/> (accessed: 28.02.2020).

Vinogradova M. V. Ispol'zovanie elementov tekhnologii modul'nogo obuchenii pri izuchenii matematike v agrarnom vuze [Using elements of modular teaching technology when studying mathematics in agricultural training]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniia* [The world of science, culture and education], 2019, no. 6 (79), pp. 109–111. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2019-10048>.

Zhafiarov A. Zh. Metodologiya i tekhnologiya realizatsii kompetentnostnogo podkhoda v matematicheskom obrazovanii [Methodology and technology of implementation of competence-based approach in mathematical education]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin], 2016, vol. 6, no. 3, pp. 105–115. <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1603.10>.

Parygina S. A., Senatova I. A., Gordobaeva T. V. O preodolenii trudnosti osvoeniia studentami matematicheskikh distsiplin v usloviiakh realizatsii FGOS VPO v ChGU [On overcoming the difficulties in students' mastering mathematical disciplines in the context of the Federal Educational Standard of Higher Professional Education in ChSU]. *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Cherepovets State University Bulletin], 2013, no. 3–1 (49), pp. 128–132.

Popov N. I., Nikiforova E. N. Metodicheskie podkhody pri eksperimental'nom obuchenii matematike studentov vuza [Methodological approaches to experimental teaching of mathematics to university students]. *Integratsiia obrazovaniia* [Integration of Education], 2018, vol. 22, no 1, pp. 193–206. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.090.022.201801.193-206>.

Sarycheva I. A., Gribova Iu. V. Razrabotka metodiki otsenki kachestva znaniy po matematike dlia studentov inzhenerno-tekhnicheskikh spetsial'nostei [Development of methods for assessment of knowledge level in mathematics for the students of engineering specialties]. *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Cherepovets State University Bulletin], 2017, no. 1 (76), pp. 201–206.

D'Souza M. J., Rodrigues P. Extreme pedagogy: An Agile teaching-learning methodology for engineering education. *Indian Journal of Science and Technology*, 2015, vol. 8, iss. 9, pp. 828–833. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i9/53274>.

Devesh S. Mathematical competencies in higher education in Oman. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2015, vol. 10, iss. 18, pp. 38989–38994. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84944605956&partnerID=40&md5=ccb37d-403-5726ec310db8a7f68fbc85a> (accessed: 28.02.2020).

Felder R. M., Woods D. R., Stice J. E., Rugarcia A. The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*, 2000, vol. 34 (1), pp. 26–39. Available at: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf> (accessed: 28.02.2020).

Harris D., Black L., Hernandez-Martinez P., Pepim B., William J. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2014, vol. 46, iss. 3, pp. 321–336.

<https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>.

Jackson D. C. ‘Necessary to engineers of the new generation’: what is important for engineers to know? *Engineering Studies*, 2015, vol. 7, iss. 2–3, pp. 168–170. <https://doi.org/10.1080/19378629.2015.1062503>.

Nurulhuda Md H., Saemah R. Problem Solving Skills, Metacognitive Awareness, and Mathematics Achievement: A Mediation Mode. *The New Educational Review*, 2017, vol. 49, pp. 201–212. <https://doi.org/10.15804/tner.2017.49.3.16>.

Rooch A. A., Junker P. B., Harterich J. C., Hackl K. B. Linking mathematics with engineering applications at an early stage – implementation, experimental set-up and evaluation of a pilot project (2016). *European Journal of Engineering Education*, 2016, vol. 41, iss. 2, pp. 172–191. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056095>.

Saiman, Puji W., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application: Journal of Physics Conference Series*, 2017, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012041>.

Shibata J. A., Okuhara K. B., Mohri S. A., Shiode S. C. A study on teaching methods of mathematics subject in the faculty of economics. *ICIC Express Letters*, 2016, vol. 10, iss. 2, pp. 363–369. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84956972350&partnerID=40&md5=7e302da6c4b5d39d35f0f580856a68c2> (accessed: 28.02.2020).

Сведения об авторах

Юлия Владимировна Грибкова – кандидат технических наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0002-2370-1251>, 150475@mail.ru, Военный ордена Жукова университет радиоэлектроники (д. 126, Советский пр-т, 162600 Череповец, Россия); **Julia V. Gribkova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Military University of Radio Electronics of the Order of Zhukov (126, Sovetsky pr., 162600 Cherepovets, Russia).

Александр Анатольевич Банин – кандидат физико-математических наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0003-4242-1471>, aabanin1@chsu.ru, Череповецкий государственный университет (д. 5, Луначарского пр-т, 162600 Череповец, Россия); **Aleksandr A. Banin** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor; <https://orcid.org/0000-0003-4242-1471>, aabanin1@chsu.ru, Cherepovets State University (5, Lunacharsky pr., 162600 Cherepovets, Russia).

Ольга Альбертовна Кашинцева – кандидат технических наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0001-5185-1292>, olalb@yandex.ru, Череповецкий государственный университет (д. 5, Луначарского пр-т, 162600 Череповец, Россия); **Olga A. Kashintseva** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; <https://orcid.org/0000-0001-5185-1292>, olalb@yandex.ru, Cherepovets State University (5, Lunacharsky pr., 162600 Cherepovets, Russia).

Надежда Валентиновна Плотникова – кандидат физико-математических наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0002-8873-2323>, Plotnikova16@gmail.com, Череповецкий государственный университет (д. 5, Луначарского пр-т, 162600 Череповец, Россия); **Nadezhda V. Plotnikova** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor; <https://orcid.org/0000-0002-8873-2323>, Plotnikova16@gmail.com, Cherepovets State University (5, Lunacharsky pr., 162600 Cherepovets, Russia).

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.12.2021; одобрена после рецензирования 29.12.2021; принята к публикации 14.01.2022.

The article was submitted 02.12.2021; Approved after reviewing 29.12.2021; Accepted for publication 14.01.2022.