

Б. А. Бадак

Белорусский национальный технический университет, Минск

B. A. Badak

Belarusian National Technical University, Minsk

УДК 51:374

ОРГАНИЗАЦИЯ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ORGANIZATION OF BLENDED LEARNING IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Статья посвящена организации смешанного обучения и возможности его использования в процессе обучения математическим дисциплинам студентов технического университета. Перечислены модели применения смешанной формы обучения, а также приведена их характеристика. Рассмотрен вопрос применения смешанного обучения в процесс преподавания математики в вузе с учетом реализации принципа профессиональной направленности обучения математике. Приведены примеры профессионально-ориентированных задач в курсе высшей и прикладной математики в техническом университете.

Ключевые слова: смешанное обучение; модели; электронное обучение; профессионально-ориентированные задачи.

The article is devoted to the organization of blended learning and the possibility of its use in the process of teaching mathematical disciplines to students of a technical university. The models of application of the mixed form of education are listed, as well as their characteristics are given. The question of the application of blended learning in the process of teaching mathematics at the university, taking into account the implementation of the principle of professional orientation of teaching mathematics, is considered. Examples of professionally-oriented tasks in the course of higher and applied mathematics at a technical university are given.

Key words: blended learning; models; e-learning; professionally-oriented tasks.

В настоящее время в связи с трансформацией и цифровизацией экономики актуальна проблема нехватки компетентных кадров, способных эффективно участвовать в создании и реализации инновационных государственных проектов. После принятия Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества Республики Беларусь на 2021–2025 гг. [1] тенденции развития образования все больше ориентируются на применение информационно-коммуникационных технологий. Образовательные стандарты по направлениям (бакалавриата) высшего профессионально-технического образования [2] ставят задачи формирования у студентов компетенций, связанных с ИКТ: владение навыками работы с компьютером как средством управления информацией; умение анализировать информацию, находящуюся в компьютерных сетях и корпоративных

информационных системах; понимание роли и значения информации и информационных технологий в современном обществе. В то же время необходимость освоения все большего объема знаний, ограниченные ресурсы по времени изучения материала, различие когнитивных способностей и уровней подготовки обучаемых требуют новых подходов в образовании.

Технология смешанного обучения (blended learning) является одной из наиболее перспективных и интересных современных образовательных технологий как с точки зрения преподавателя, так и обучающегося. Эта технология позволяет эффективно использовать такие преимущества классического очного образования, как фундаментальность, системность, структурированность, сохраняет в некотором объеме занятия «лицом к лицу» и дополняет его электронным обучением [3, с. 50]. Особое место в разработке смешанного обучения принадлежит институту Клейтона Кристенсена (США). Впервые термин «смешанное обучение» был применён в 1999 г. В системе высшего образования смешанное обучение применяется с 2000 г. Под **смешанным обучением** будем понимать образовательную концепцию, в рамках которой студент получает знания и самостоятельно (онлайн), и очно с преподавателем [3, с. 50].

В зависимости от степени насыщенности учебного процесса онлайн-технологиями, доставки контента и характера взаимодействия участников выделяют несколько моделей смешанного обучения [4] (таблица 1).

Таблица 1

Основные модели смешанного обучения (blended learning)

| Вид модели | Характеристика |
|--|--|
| Face-to-Face Driver | Преподаватель лично даёт основной объем образовательного плана, по мере необходимости вкрапляя онлайн-обучение как вспомогательное. Эта модель зачастую включает в себя аудиторную и лабораторную работу на компьютере |
| Rotation Model – Ротационная модель | Происходит ротация расписания традиционного очного образования в аудитории и самостоятельного онлайн-обучения в личном режиме (например, через Интернет по плану ссылок, составленному преподавателем на специальном сайте) |
| Flex Model – Гибкая модель | В большинстве случаев используется онлайн-платформа, преподаватель поддерживает студентов по мере необходимости, время от времени работает с небольшими группами или с одним студентом |
| OnlineLab – Онлайн-лаборатория | Онлайн-платформа используется для передачи всего курса на занятиях в аудитории. Происходит такое обучение под присмотром преподавателя. Такая программа может сочетаться с классической в рамках обычного аудиторного расписания |
| Online Driver Model | Данная модель предполагает обучение онлайн – через платформу и удаленный контакт с преподавателем. Однако опционально или по требованию могут быть добавлены проверочные очные занятия и встречи с преподавателем |
| Self-Blend-Model – Модель «Смешай сам» | Студент решает сам, какие из (очных) Brick and Mortar-курсов ему необходимо дополнить удаленными онлайн-занятиями |

Вопрос применения смешанного обучения в процессе изучения математики широко рассматривается в научных публикациях. Анализ учебно-методической литературы показал, что учёные-методисты и исследователи по-разному характеризуют модель смешанного обучения, о чём свидетельствует многоаспектность и сложность его природы. Так, например, по мнению, С. J. Bonk [5], R. A. Wisner [5], C. R. Graham [6], R. E. Clark [7], J. E. Rooney [8] и др., смешанное обучение нельзя сравнивать с традиционной моделью обучения, основанной на активном использовании информационно-коммуникационных технологий. Отметим, в модели смешанного обучения электронная составляющая является логическим продолжением традиционного аудиторного компонента и наоборот.

Математическое образование в первые годы обучения в вузе должно способствовать развитию личности студентов любых направлений подготовки и формированию базы, необходимой будущим специалистам при приобретении профессиональных знаний и умений, а также в будущей профессии. Условия смешанного обучения способствовали появлению у студентов с выраженными математическими способностями четких высоких мотивационных установок к изучению математики, у преподавателя освободилось время для работы с сильными студентами, кроме того, смешанный подход в обучении позволил увеличить взаимодействие между студентами и преподавателями, а также стимулировал групповое обсуждение и совместное обучение [9]. По мнению многих авторов, размещенный в образовательной среде электронный математический курс должен не заменять, а дополнять традиционные занятия, то есть электронное обучение может эффективно использоваться для организации самостоятельной работы по математике студентов различных направлений подготовки.

В образовательном процессе при преподавании математики на первом курсе для реализации технологии смешанного обучения мы используем модели «Face-to-Face Driver», «Flex Model»; на 2–3 курсах – «OnlineLab» посредством проведения практических и лабораторных занятий на интерактивной платформе Desmos, а также модели «Self-Blend-Model», «Online Driver Model» для реализации проектной деятельности студентов совместно с преподавателем. При проведении опроса среди 120 студентов машиностроительного, автотракторного факультетов на вопрос «Какая форма смешанного обучения на ваш взгляд является наиболее удобной и интересной?» 35 % студентов проголосовали за модель «Flex Model, 55 % – за «Face-to-Face Driver» и 10 % – за «Online Driver Model», что свидетельствует о предпочтительности использования модели «Face-to-Face Driver» в образовательном процессе и желательном объединении и интеграции традиционного аудиторного и электронного обучения.

Основной технологической базой для организации и реализации смешанного обучения студентов машиностроительного, энергетического, автотракторного факультетов, а также факультета транспортных коммуникаций

Белорусского национального технического университета является созданный *онлайн-курс «Высшая математика в техническом университете»* на платформе Stepik [10], а также *электронный курс «Прикладная математика»* – с помощью сервиса Google Classroom [11]. Курс «Высшая математика в техническом университете» состоит из уроков по основным разделам высшей математики: линейной алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории вероятности и математической статистики. Каждый урок снабжен тремя или более «шагами»: первый шаг включает, как правило, теоретический материал лекционных занятий, снабженных видеоматериалами, второй – материал практических занятий, включающий как тестовые, так и разноуровневые задачи. Второй шаг – «Думаем, анализируем, обобщаем» – содержит темы докладов, рефератов, эссе, эвристических и творческих заданий для самостоятельной работы студентов во внеаудиторное время. Электронный курс «Прикладная математика» для студентов энергетического, автотракторного, военно-технического факультетов включает в себя материалы для лекционных, практических занятий, а также индивидуальные задания для лабораторных работ, на выполнение которых, как правило, преподаватель может устанавливать крайний срок сдачи.

Обучение математике студентов нематематических профилей должно быть профессионально направлено, что подразумевает «использование педагогических средств, при котором обеспечивается усвоение предусмотренных программами знаний, умений, навыков и в то же время успешно формируется интерес к выбранной профессии, ценностное отношение к ней, профессиональные качества личности» [12, с. 55]. Электронный компонент смешанного курса должен предполагать оптимальные условия для реализации принципа профессиональной направленности обучения математике студентов различных профилей, соответствовать индивидуальным потребностям и уровням сложности. Поэтому размещенный электронный курс должен содержать компактно изложенный основной материал, соответствующий обязательному минимуму содержания, и вариативную часть содержания. Обязательная часть содержания курса математики позволяет студентам, независимо от направления их подготовки, усваивать предусмотренные программами знания и умения. При изучении вариативной части должна быть возможность получить более глубокие знания и возможность самостоятельных исследований, связанных с их профилем подготовки. Профессиональное использование знаний – свободное владение языком математики, то есть точное оперирование терминами, понятиями, определениями, как отмечает Н. В. Бровка, является необходимым как для построения технической модели [13, с. 65], так и наоборот, для распознавания студентом уже готовой модели [14, с. 189]. Вариативный компонент электронного курса может содержать профессионально ориентированные математические задачи, моделирующие различные профессионально зна-

чимые ситуации, используемые на этапах мотивации введения понятий и изучения теорем, их применения, обобщения и систематизации знаний и формирующие профессиональные личностные качества студентов. Приведем примеры профессионально-ориентированных задач вариативной части курса, способствующей выработке умений построения и исследования определённых моделей. Под профессионально-ориентированными задачами в курсе высшей и прикладной математики будем понимать задачи профессионального содержания, решение которых требует осуществления математического моделирования средствами высшей математики [15, с. 51]. Отметим, что предлагаемые задачи сопровождаются эвристическими указаниями и имеют информационную поддержку (таблица 2).

Организация смешанного обучения в процессе преподавания математических дисциплин в техническом университете требует концептуального подхода в подготовке веб-составляющей курса, а также проверенных экспериментально и обоснованных психологами обучающих и контролирующих элементов курса. Результаты анкетирования 186 студентов первого и второго курсов автотракторного, машиностроительного, энергетического факультетов, а также факультета транспортных коммуникаций Белорусского национального технического университета на выявление эффективности использования различных форм смешанного обучения в учебном процессе показали, что применение смешанного обучения как формы работы при изучении математики способствует обеспечению мобильности студентов, индивидуальному режиму усвоения материала (56 %), развитию интереса и мотивации студентов (44 %) к изучению математических дисциплин, повышению уровня их математической подготовки. Важно отметить, что смешанная форма обучения не делает процесс обучения безличным, и она отражает личные и профессиональные качества преподавателя. Направленная самостоятельная деятельность студента, сопровождаемая обратной связью, позволяет лучше трансформировать полученную информацию в личное знание, которая демонстрирует преимущества смешанного обучения по сравнению с дистанционным обучением. Успех применения этой технологии во многом зависит от сотрудничества между преподавателем и студентом, от мотивации студентов, от степени подготовленности всех участников учебного процесса к применению информационных технологий.

Таблица 2
Примеры профессионально-ориентированных задач в курсе высшей и прикладной математики в техническом университете

| Тема | Условие задачи | Эвристические указания | Информационная поддержка |
|--|---|--|---|
| Собственные вектор. Собственные значения матрицы | <p>Структурная матрица торговли трёх стран – Беларуси, Японии, Китая – имеет вид:</p> $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 3 & 4 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & \end{pmatrix}.$ <p>Найдите соотношение национальных доходов стран для сбалансированной торговли</p> | <p>Рассмотрите линейную модель обмена (модель международной торговли). Для каждой страны найдите выручку от внутренней и внешней торговли. Учтите, что для сбалансированной торговли необходима бездефицитность торговли каждой страны S_i, т. е. выручка от торговли каждой страны должна быть не меньше ее национального дохода</p> | <p>Введя вектор национальных доходов стран, решите матричное уравнение, а далее найдите собственный вектор матрицы</p> |
| Определённый интеграл | <p>Автомобиль «Hundai Solaris» стоимостью 70 тыс. денежных единиц падает в цене со временем со скоростью $y'(t) = 1400(t - 12)$, при $0 \leq t \leq 12$, где t – годы.</p> <p>Найдите закон изменения стоимости автомобиля. На сколько денежных единиц автомобиль обесценился за первые 5 лет?</p> | <p>Переформулируйте условие задачи на языке математики. Найдите закон изменения стоимости с учётом того, что скорость изменения стоимости автомобиля приведена в условии задачи</p> | <p>Запишите закон изменения стоимости автомобиля с помощью математического аппарата: найдите функцию от времени, если известна её производная, вычислив определённый интеграл от её производной</p> |
| Графический метод решения задач линейного программирования | <p>Для закупки оборудования по фильрованию жидкости экономический отдел ОАО «Минскежелезобетон» выделяет 42 ден. ед. Оборудование должно размещаться на площади, не превышающей 68 м². Можно заказать оборудование двух видов: менее мощных фильтры типа А стоимостью 6 ден. ед., требующих производственную площадь 6 м² (с учётом проходов) которые имеют производительность в час 5 т., и более мощные станды типа В стоимо-</p> | <p>Постройте математическую модель задачи, которая решается с помощью системы ограничений и функции производительности (целевой функции)</p> | <p>Используйте графический метод для указанной задачи линейного программирования. При реализации задачи придерживайтесь общей схемы: 1. Постройте область допустимых решений. 2. Найдите и постройте вектор-градиент.</p> |

| Тема | Условие задачи | Эвристическое указание | Информационная поддержка |
|---------------------|---|--|---|
| Транспортная задача | <p>стью 7 ден. ед., общей площадью 8 м^2 и обеспечивающие производительность в час – 6 т. Какую максимальную производительность нужно получить инженерам завода по проектированию площадки фильтрования, учитывая, что разместить оборудование нужно на отведённой площадке, не выйдя за запланированный бюджет, а также выполнить электрические требования по мощности – использованные не более 16 фильтров типа В?</p> <p>Транспортная компания занимается перевозкой зерна специальными зерновозами от трех элеваторов A_1, A_2, A_3, до четырех мельниц B_1, B_2, B_3, B_4. Возможности отгрузки зерна элеваторами (предложения) и потребности мельниц (спрос), а также стоимость перевозки зерна одним зерновозом от элеваторов к мельницам указаны по вариантам в таблице. Стоимость перевозок между элеваторами A_i и мельницами B_j с минимальной стоимостью (транспортными издержками)</p> | <p>Для определения объемов перевозок из пунктов отправления в пункты назначения с минимальной суммарной стоимостью перевозок учитывайте ограничения на объёмы грузов</p> | <p>3. Проведите линии уровня перпендикулярно вектору-градиенту. 4. Найдите координаты точки экстремума (оптимальный план задачи линейного программирования). 5. Вычислите оптимальное значение целевой функции</p> <p>Найдите объемы перевозок X_{ij} между i-м элеватором i-й мельницей с минимальными транспортными издержками. Алгоритм транспортной модели для построения первоначального опорного плана позволяет применить: 1. Метод северо-западного угла. 2. Метод минимального элемента</p> |

Список использованных источников

1. Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100066/>. – Дата доступа: 01.02.2023.
2. Образовательные стандарты [Электронный ресурс] / Республиканский институт профессионального образования. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://ripo.by/index.php?id=3202/>. – Дата доступа: 25.01.2023.
3. *Бадак, Б. А.* О реализации модели смешанного обучения при изучении математики в техническом университете / Б. А. Бадак // *Фундаментальная наука и образовательная практика: материалы II Респ. науч.-метод. конф. «Актуальные проблемы современного естествознания»*, Минск, 1 дек. 2022 г. / редкол.: В. А. Гайсёнок (пред.) [и др.]. – Минск: РИВШ, 2022. – С. 49–53.
4. Центр смешанного обучения [Электронный ресурс] / Модели смешанного обучения. – Режим доступа: https://blendedlearning.pro/blended_learning_models/. – Дата доступа: 27.01.2023.
5. *Bonk, C. J.* Learning from focus groups: An examination of blended learning / C. J. Bonk [et al.] // *Journal of Distance Education*. – 2002. – 17(3). – P. 97–118.
6. *Graham, C. R.* Benefits and challenges of blended learning environments. In M. Khosrow-Pour (Ed.) *Encyclopedia of information science and technology* / C. R. Graham, S. Allen, D. Ure. – Hershey, PA: Idea Group, 2005. – P. 253–259.
7. *Clark, R. E.* Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research* / R. E. Clark. – 1983. – 53(4). – С. 445–459.
8. *Rooney, J. E.* Blending learning opportunities to enhance educational programming and meetings. *Association Management* / J. E. Rooney. – 2003. – 55(5). – С. 26–32.
9. *Ya-Wen Lin.* The Effect of Blended Learning in Mathematics Course / Ya-Wen Lin, Chin-Lung Tseng, Po-Jui Chiahg // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2017. – № 13 (3). – P. 741–770.
10. Курс «Высшая математика в техническом университете» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/join-class/75daf00353c0924061149b4f46823acc3d95e65e>. – Дата доступа: 12.02.2023.
11. Курс «Прикладная математика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://classroom.google.com/c/NTQyMTkxMDM5MjQ3?cjc=lxuiqbl>. – Дата доступа: 12.02.2023.
12. *Чиркова Л. Н.* Формирование профессионально важных качеств личности студентов профильных специальностей лесопромышленного колледжа в процессе обучения математике / Л. Н. Чиркова // *Казанский педагогический журнал*. – 2007. – № 4. – С. 54–58.
13. *Бровка Н. В.* Об интеграции теории и практики в обучении студентов математике / Н.В. Бровка // *Математические методы в технике и технологиях: сб. трудов междунар. науч. конф. (22–25 окт. 2017 г.; Санкт-Петербург. гос. тех. ун-т) / под общ. ред. А. А. Большакова*. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2017. – Т. 11. – С. 63–69.
14. *Берестова, С. А.* Математическое моделирование в инженерии: учебник / С. А. Берестова, Н. Е. Мисюра, Е. А. Митюшов; науч. ред. Т. А. Рощева. – Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. университета, 2018. – 244 с.
15. *Бадак, Б. А.* О профессионально-ориентированных задачах в процессе обучения математическому анализу в техническом университете. Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 20–21 окт. 2022 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец, А. Ф. Климович (отв. ред.), В. Р. Соболев [и др.]. – Минск: БГПУ, 2022. – С. 51–53.

(Дата подачи: 20.02.2023 г.)