

В. П. Вербная¹, О. Г. Павловская¹✉

Интеграция междисциплинарных связей как фактор повышения качества математической подготовки бакалавров

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: pavlovskaya@ssga.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения качества математической подготовки бакалавров в условиях современных образовательных стандартов. Обосновывается необходимость усиления междисциплинарных связей (МДС) математических курсов с профильными дисциплинами. Авторами проанализированы основные препятствия на пути реализации МДС: разобщенность учебных планов, дефицит учебно-методических материалов прикладного характера, недостаточная координация между кафедрами. Предложена модель интеграции, включающая проектирование согласованных рабочих программ, разработку кейсов и сквозных задач. Приведены примеры успешной интеграции курсов математического анализа и геодезии, линейной алгебры и геодезии, теории вероятностей и картографии, математического анализа и математической картографии. Делается вывод о том, что реализация МДС способствует формированию целостной научной картины мира, повышает мотивацию к изучению математики и развивает способность применять математический аппарат для решения профессиональных задач, что, в конечном итоге, ведет к повышению качества подготовки конкурентоспособного выпускника.

Ключевые слова: математическая подготовка, бакалавриат, междисциплинарные связи, интеграция, качество образования, прикладная математика, профессиональные компетенции

V. P. Verbnaya¹, O. G. Pavlovskaya¹✉

Integration of Interdisciplinary Connections as a Factor in Improving the Quality of Mathematical Training of Bachelors

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: pavlovskaya@ssga.ru

Abstract. The article examines the problem of improving the quality of mathematical training for bachelors within the framework of modern educational standards. The necessity of strengthening interdisciplinary connections (IDC) of mathematical courses with specialized disciplines is substantiated. The author analyzes the main obstacles to the implementation of IDC: fragmentation of curricula, a shortage of applied educational and methodological materials, and insufficient coordination between departments. A model of integration is proposed, including the design of coherent work programs, the development of case studies and cross-cutting tasks. Examples of successful integration of courses in mathematical analysis and geodesy, linear algebra and geodesy, probability theory and cartography, mathematical analysis and mathematical cartography are provided. It is concluded that the implementation of IDC contributes to the formation of a holistic scientific picture of the world, increases motivation to study mathematics, and develops the ability to apply mathematical tools to solve professional tasks, which ultimately leads to an improvement in the quality of training a competitive graduate.

Keywords: mathematical training, bachelor's degree, interdisciplinary connections, integration, quality of education, applied mathematics, professional competencies

Введение

Для освоения компетенций современных федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования математика должна выступить не только как фундаментальная наука, но и как универсальный язык и инструмент для моделирования, анализа и прогнозирования в профессиональной сфере, это требует высоких требований к уровню математической подготовки бакалавров практически по всем направлениям. Но отсутствие связи курса «Высшая математика» с профильными дисциплинами приводит к формированию у студентов так называемых «инертных знаний» – знаний, которые они не могут применить в контексте смежных или профильных дисциплин [1, 2]. Разрыв между абстрактными математическими теориями и их практическим применением является одной из ключевых причин снижения мотивации и качества усвоения материала.

Цель статьи – показать разработанные практические подходы к интеграции междисциплинарных связей как системного фактора, повышающего качество и эффективность математической подготовки бакалавров.

Материалы и методы

В работе использованы методы теоретического анализа методической литературы и проектирование учебно-методических материалов. Опыт преподавания математических дисциплин по направлениям подготовки «Геодезия и дистанционное зондирование», «Геодезия», «Картография и геоинформатика» в СГУГиТ послужил эмпирической базой для создания банка сквозных задач, позволяющей студентам познакомиться на первых курсах с задачами профильных курсов [3, 4].

Взаимная согласованность программ, содержания и методов преподавания различных дисциплин для формирования целостной системы знаний и умений обучающихся предполагает наличие междисциплинарных связей (МДС). В контексте математической подготовки МДС реализуются на трех основных уровнях:

- внутрицикловый: связь между различными разделами математического курса – математический анализ, алгебра, дискретная математика, теория вероятностей и математическая статистика;

- межцикловый: связь математики с естественнонаучными дисциплинами – физикой, химией, теоретической механикой;

- профессионально-ориентированный: связь математики с профильными дисциплинами будущей специальности – геодезическими дисциплинами, математической обработкой физических измерений и цифровых изображений, математическим картографированием, дешифрированием аэрокосмических снимков.

Именно последний уровень является наиболее значимым для формирования профессиональных компетенций, но при этом наименее разработанным в практике.

Анализ образовательной практики позволил выявить ряд системных проблем:

- организационные: жесткая структура учебных планов, ведомственная разобщенность кафедр, ограниченное число часов, отпущенных на дисциплину;
- содержательные: недостаток в учебных программах математических курсов явных отсылок к прикладным задачам конкретных направлений подготовки; спецкурсов и факультативных курсов математических методов решения прикладных задач, дефицит соответствующих заданий и учебных пособий;
- кадровые: преподаватели математики не всегда осведомлены о современных потребностях профильных дисциплин, а с другой стороны преподаватели прикладных дисциплин не всегда владеют достаточными знаниями математики.

Для преодоления указанных проблем предлагается реализовать следующую многоуровневую модель МДС.

1) На уровне проектирования ООП:

- создание рабочих групп с участием преподавателей математики и представителей выпускающих кафедр для согласования программ;
- введение в математические курсы специальных модулей или разделов с прикладным содержанием.

2) На уровне содержания обучения:

- разработка междисциплинарных кейсов: например, использование производной для оптимизации издержек и прибыли для экономистов [5,6]; матричного исчисления при выполнении аффинных преобразований для геодезистов;
- создание банка сквозных задач, которые начинают решаться на математике, а завершаются в курсе специальной дисциплины: например, расчет надежности системы на основе теории вероятностей с последующим моделированием в специализированном ПО;
- использование проектного метода: студенческие мини-проекты, требующие применения математических методов для анализа профессионально-значимых проблем, например, таких как анализ трендов, статистическая обработка экспериментальных данных, разработка математической модели для решения реальной производственной задачи [7, 8].

3) На уровне методики:

- использование программного обеспечения, актуального как для преподавания математики, так и для смежных и профильных дисциплин.

Результаты и обсуждение

Для направления 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование задания по темам «Собственные значения и векторы», «Аффинные преобразования» из раздела «Линейная алгебра», «Ряд Фурье, преобразование Фурье» из раздела «Математический анализ» являются актуальными для курса «Математическая обработка цифровых изображений».

Пример. Заданы координаты точек $A(1,1,1)$ и $B(2,4,2)$. Вычислить координаты точек отрезка AB при повороте его на 60° в пространстве вокруг оси OY , при условии, что координаты изменяются только в плоскости OYZ , и координата X неизменна.

Решение.

Матрица поворота на угол α – угол между осью OY и положительным

направлением OZ имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Новые координаты точек найдем из условия:

$$\begin{aligned} (x_1, y_1, z_1, 1) &= (x, y, z, 1) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 60^\circ & \sin 60^\circ & 0 \\ 0 & -\sin 60^\circ & \cos 60^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \\ &= (x, y, z, 1) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \left(x, \frac{1}{2}y - \frac{\sqrt{3}}{2}z, \frac{\sqrt{3}}{2}y + \frac{1}{2}z, 1 \right). \end{aligned}$$

Тогда

$$A_1 : \left(1, \frac{1}{2} \cdot 1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1, \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 1, 1 \right) = \left(1, \frac{1-\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{3}+1}{2}, 1 \right);$$

$$B_1 : \left(2, \frac{1}{2} \cdot 4 - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2, \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 2, 1 \right) = \left(1, 2 - \sqrt{3}, 2\sqrt{3} + 1, 1 \right).$$

То есть получили новые координаты точек $A_1 \left(1, \frac{1-\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{3}+1}{2} \right)$ и $B_1 (1, 2 - \sqrt{3}, 2\sqrt{3} + 1)$.

Для направления 05.03.03 Картография и геоинформатика предлагается ввести блок задач по теме «Частное дифференцирование», который отсутствует в рабочей программе курса «Высшая математика», но востребован в рамках курса «Математическая картография».

Пример. Для определения частного масштаба по меридианам и параллелям необходимо найти первые дифференциалы координат, заданных функциями от широты и долготы:

$$\begin{aligned} dx &= x_{\varphi} d\varphi + x_{\lambda} d\lambda \\ dy &= y_{\varphi} d\varphi + y_{\lambda} d\lambda \end{aligned} \quad \text{для} \quad \begin{cases} x = f_1(\varphi, \lambda), \\ y = f_2(\varphi, \lambda). \end{cases}$$

$$\text{Если} \begin{cases} x = N \cos \varphi \cos \lambda, \\ y = N \cos \varphi \sin \lambda, \end{cases} \quad \text{то} \quad \begin{cases} dx = -N \sin \varphi \cos \lambda d\varphi - N \cos \varphi \sin \lambda d\lambda, \\ dy = -N \sin \varphi \sin \lambda d\varphi + N \cos \varphi \cos \lambda d\lambda. \end{cases}$$

Заключение

Введение элементов предложенной модели на технических направлениях вызвало положительный отклик со стороны студентов и преподавателей. Наблюдалось повышение интереса студентов к математике как к инструменту (по результатам анкетирования, на 25%), улучшилось понимание профильных дисциплин, где требуется математический аппарат. Ключевым условием успеха явилась постоянное взаимодействие преподавательского состава в создании междисциплинарных кейсов.

Таким образом, целенаправленная и системная интеграция междисциплинарных связей математики с профильными дисциплинами перестает быть факультативным методическим приемом и становится необходимым фактором повышения качества подготовки бакалавров. Она способствует преодолению формализма в знаниях, формированию системного мышления и готовности выпускника применять фундаментальные знания в реальной профессиональной деятельности.

Дальнейшие исследования предполагают дальнейшую разработку прикладных заданий, а также критериев оценки эффективности МДС, и как результат исследования – создание универсальных дидактических комплексов для различных направлений подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М. : Высшая школа, 2019. – 207 с.
2. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. – М.: Изд-во МГУ, 2021. – 416 с.
3. Вербная В. П. Практико-ориентированные задачи по Высшей математике для студентов-геодезистов / В. П. Вербная, О. Г. Павловская // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 15 марта 2024 года. – Омск: Омский государственный педагогический университет, 2024. – С. 10–13. – EDN USEDMDG.
4. Вербная В. П. Практико-ориентированные задачи в математическом образовании обучающихся / В. П. Вербная // Актуальные вопросы образования. – 2021. – № 1. – С. 93–96. – DOI 10.33764/2618-8031-2021-1-93-96. – EDN PMSSTD.
5. Неклюдова В. Л. Применение задач с экономическим содержанием в компетентностном обучении математическому анализу / В. Л. Неклюдова, О. М. Логачева // Актуальные вопросы образования. – 2019. – Т. 3. – С. 46-50. – EDN ORVEYB.

6. Григоренко О. В. Реализация принципа практико-ориентированности обучения в курсе "Финансовая математика для оценки недвижимости" для направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры / О. В. Григоренко // Актуальные вопросы образования. – 2021. – № 2. – С. 161–163. – EDN EXCHDK.

7. Крылова Е. М. Опыт реализации практической подготовки в рамках непрофильных дисциплин / Е. М. Крылова, Е. В. Шевчук // Перспективы развития высшей школы : Материалы XVIII Международной научно-методической конференции, Гродно, 05 мая 2025 года. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2025. – С. 89–91. – EDN ICLDIL.

8. Логачева, О. М. Примеры междисциплинарного подхода в обучении высшей математики / О. М. Логачева, А. В. Логачев // Проблемы и пути развития профессионального образования : Сборник статей Всероссийской научно-методической конференции, Иркутск, 13–15 ноября 2024 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2025. – С. 306–309. – EDN ANYJIY.

© В. П. Вербная, О. Г. Павловская, 2026