

ПОТЕНЦИАЛ И НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ И ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКЕ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ И КУРСАНТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА

Пастушок Елена Михайловна

Доцент, Государственный университет морского и
речного флота им. адм. С.О. Макарова
elena.pastushok@gmail.com

Свенцицкая Татьяна Алексеевна

Кандидат физико-математических наук, доцент,
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
sventsitskaya@mail.ru

Токарева Ольга Ивановна

Доцент, Государственный университет морского и
речного флота им. адм. С.О. Макарова
ol.tokareva@icloud.com

THE POTENTIAL AND NECESSITY OF USING PROFESSIONALLY-ORIENTED TASKS IN HIGHER AND DISCRETE MATHEMATICS IN TEACHING STUDENTS AND CADETS IN THE SPECIALTIES OF THE MARINE AND RIVER FLEET

**E. Pastushok
T. Sventsitskaya
O. Tokareva**

Summary: The purpose of this article is to identify and explore the possibilities associated with the use of professionally oriented tasks in various sections of higher mathematics in the framework of teaching students in specialties related to marine, river and other types of vessels. The authors of the work proceed from the position that university graduates during their studies should form for themselves a holistic scientific picture of the world, which develops in their minds due to the implementation of meta-subject and interdisciplinary connections in practical classes. One of the means to achieve this goal is the professionally oriented content of educational tasks. The use of such tasks in higher mathematics classes forms students' understanding of the applicability of mathematics in other disciplines related to their subsequent work, which also affects the motivational component of learning: interest in the knowledge and study of higher and discrete mathematics increases. In addition, the use of professionally oriented tasks in practical classes contributes to the professional socialization of students and junior cadets who are not yet fully immersed in the study of highly specialized academic disciplines, the development of engineering thinking as the main skill of future specialists of the marine and river fleet.

Keywords: professionally oriented education, content of tasks, higher mathematics, discrete mathematics, professional socialization, educational motivation, sea and river fleet specialties.

Аннотация: Целью данной статьи является выявление и исследование возможностей, связанных с использованием профессионально ориентированных задач по различным разделам высшей математики в рамках обучения студентов по специальностям, связанными с морскими, речными и другими видами судов. Авторы работы исходят из положения о том, что выпускники вузов за время обучения должны сформировать для себя целостную научную картину мира, которая складывается в их сознании благодаря реализации на практических занятиях метапредметных и междисциплинарных связей. Одним из средств достижения данной цели становится профессионально ориентированное содержание учебных заданий. Применение на занятиях по высшей математике такого рода задач формирует у студентов понимание применимости математики и в других дисциплинах, связанных с их последующей трудовой деятельностью, что также влияет на мотивационную составляющую обучения: повышается интерес к познанию и изучению высшей и дискретной математики. Кроме того, использование на практических занятиях профессионально-ориентированных задач способствует профессиональной социализации студентов и курсантов младших курсов, ещё полностью не погружённых в изучение узкоспециальных учебных дисциплин, а также развитию инженерного мышления как основному навыку будущих специалистов морского и речного флота.

Ключевые слова: профессионально-ориентированное обучение, содержание задач, высшая математика, дискретная математика, профессиональная социализация, учебная мотивация, специальности морского и речного флота.

О современному выпускнику вуза требуется многое – гибкая, систематическая реакция на изменения рынка и запросы общества, необходимость принятия новых нестандартных решений и постоянная новаторская деятельность. Именно поэтому современная система высшего образования является плодотворным полем для профессиональной социализации студентов.

В наше постоянно ускоряющееся время, обучающиеся уже с начальных курсов освоения программ университетов должны погружаться в аспекты будущей трудовой деятельности.

Высшая математика, являясь базовой дисциплиной, которая преподаётся на начальных курсах вуза, призвана

на помочь реализации указанной задачи. но лишь в том случае, если данная дисциплина будет иметь профилированный характер, т.е. будет «осуществлять профильную дифференциацию курса» [2, с. 167].

Одним из средств осуществления и реализации этого становится профессионально ориентированное содержание дисциплины, отражённое, в частности, в текстах заданий, применяемых для работы на практических занятиях.

Профессиональная направленность обучения позволяет студентам уже с первых шагов освоения вузовских программ осознать всю важность высшей и дискретной математики для своей будущей профессиональной деятельности.

Преподаватель, ведущий занятия по любой из её частей всегда принимает во внимание тот факт, что зачастую, когда математика не оказывается для обучающихся профильной дисциплиной, она воспринимается ими в качестве «абстрактной науки» [3, с. 75], что отражается на мотивации и познавательном интересе студентов и курсантов при изучении этого предмета [5, с. 66].

Профессионально ориентированные задачи, «осуществляющие междисциплинарную интеграцию» [1, с. 95], позволяют реализовать на занятиях метапредметные и межпредметные связи, формируя тем самым у студентов видение целостной научной картины мира, где информация, умения и навыки из различных отраслей знания становятся взаимовостребованными. Причём всеми исследователями вопроса профессионально ориентированных задач, отмечается, что следование принципам моделирования таких заданий (вариативность, наглядность, информационная компетентность, широта ассоциативных связей [4, с. 76]) влияет на проявление у студентов творческого мышления, а также укрепляет мотивацию к освоению выбранной специальности.

В рамках освоения различных тем по высшей математике в содержание задач на 1-2 курсах преподавателем включаются простейшие примеры, связанные с морской атрибутикой и понятные каждому человеку (якорь, спасательные средства и т.п.), а также с характеристиками различных классов кораблей и судов.

Такой подход позволяет предмету избавиться от некоторой степени абстрактности для обучающихся, сблизиться с реальной будущей профессиональной деятельностью студентов.

Даже в самом начале изучения высшей математики возможно применение профессионально ориентированных задач в том или ином материале.

Например, при изучении линейной алгебры и, в частности, действий с матрицами и навыков работы с ними, вниманию студентов и курсантов предлагается такая задача:

Санкт-Петербургский завод, выпускающий разнообразные виды насосов, поставляет их судоремонтному заводу № 1 и судостроительно-судоремонтному заводу № 2. Эти заводы устанавливают на суда центробежные, поршневые и вихревые насосы большой, средней и низкой производительности.

Каков общий выпуск изделий по указанным уровням производительности?

Информация о количестве установленных каждым заводом насосов по разным категориям производительности представляется в виде таблицы (рис.1).

На основе имеющихся данных студенты должны записать условие в матричном виде и, осуществив необходимые действия с матрицами, ответить на вопрос задачи.

Наряду с этими заданиями, приобретение навыков расчета определителей в сочетании с формулами векторной алгебры может иллюстрироваться задачей, приложенной к конкретной схеме питьевой воды на судне, что, несомненно будет интересно будущим судомеханикам, в чьём ведении находятся эти системы, а также судовым электрикам, обслуживающим их. Приведем пример такой задачи.

На рисунке 2 приведена схема судовой системы питьевой воды, цистерны которой сделаны в форме параллелепипедов.

Используя понятие определителя и методы его вычисления, а также соответствующую заданию форму-

Производительность	Готовые изделия, шт.					
	Завод №1			Завод №1		
	Центробежные насосы	Поршневые насосы	Вихревые насосы	Центробежные насосы	Поршневые насосы	Вихревые насосы
Большая	150	240	320	280	300	450
Средняя	100	130	175	120	150	170
Низкая	25	15	20	30	20	18

Рис. 1.

лу объёма параллелепипеда, рассчитать общий объём двух емкостей питьевой воды на судне такой формы, если вершины одной из них находятся в точках $O(0; 0; 0)$, $A(5; 2; 0)$, $B(2; 5; 0)$ и $C(1; 2; 4)$.

На схеме рисунка 2, приложенной к тексту задания, обозначаются составные части судовой системы питьевой воды (1-наливной трубопровод; 2-цистерны питьевой воды; 3-трубопровод к насосу; 4-ручной насос; 5-центробежный электронасос; 6-пневмоцистерна (гидрофор); 7-реле давления; 8-напорная магистраль; 9-потребители).

Таким образом, при решении подобных задач у студентов не только совершенствуются навыки выполнения математических вычислений, но и происходит расширение профессионального терминологического лексического запаса, что в значительной степени под-

готавливает их к лекциям и занятиям по профильным дисциплинам, где преподаватели активно используют данные понятия, а также даёт возможность впервые познакомиться с устройством различных судовых систем.

Продвигаясь далее в изучении курса высшей математики, обучающимся можно предложить применить знания из курса интегрального исчисления, например, формулу вычисления длины пространственной гладкой кривой L с помощью определённого интеграла, и выяснить, какое из приведённых выражений (варианты ответов даются на доске или на слайде презентации) описывает вычисление полной длины леера спасательного круга «Подкова», параметры которого можно описать функцией кардиоиды, изображенной на чертеже.

Задача сопровождается иллюстрацией данного спаса-

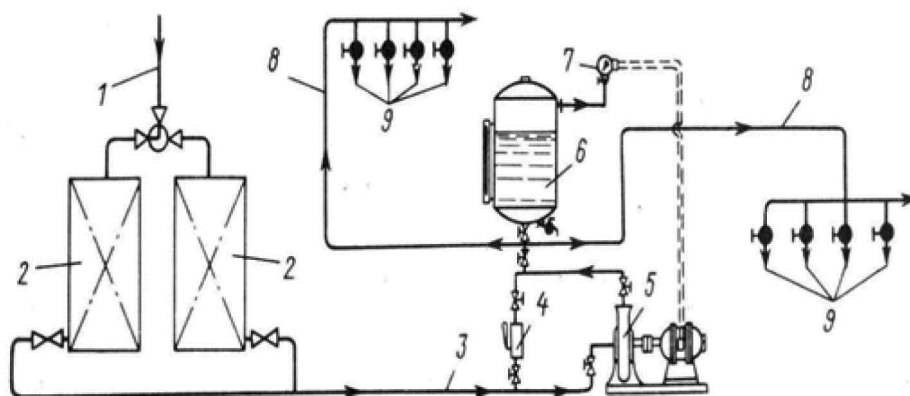


Рис. 2.

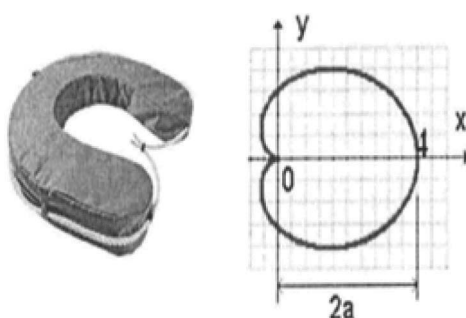


Рис. 3.

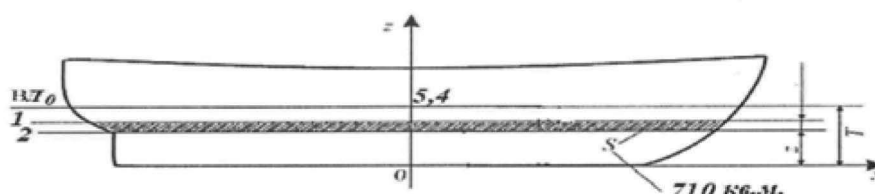


Рис. 4.

тельного средства и чертежом функции кардиоиды (рис. 3).

По мере дальнейшего вхождения в профессию, у студентов, начинающих изучать теорию устройства судна и другие специальные, узкопрофессиональные науки, осознание применимости высшей математики к будущей профессиональной деятельности формируется, например, посредством решения задач, демонстрирующих актуальность математических вычислений в практике расчётов необходимых параметров судов для их эффективной и безопасной эксплуатации.

Например, посредством использования определённого интеграла студенту представляется возможность *рассчитать* объём подводной части судна, разделив его на несколько элементарных объёмов рядом равноотстоящих плоскостей ватерлиний. Условие такой задачи приведено после рисунка 4 к этой задаче. (рис. 4.)

Объём подводной части судна можно получить, разбивая его на элементарные объёмы рядом равноотстоящих плоскостей ватерлиний.

Исходя из данных, приведенных на рисунке, *рассчитать* такой элементарный объём $V = 2 \int_{z_1}^{z_2} S dz$, где S – площадь конструктивной ватерлинии на уровне производимого расчёта, z_1 и z_2 – уровни нахождения конструктивных ватерлиний 1 и 2 соответственно, определяющие толщину слоя рассчитываемого объёма. Причём уровень №1 соответствует погружению судна на 1 м после частичной загрузки, а до уровня $z=3,9$ м судно опустилось после полной загрузки.

В свою очередь, стандартная задача по вычислению определённого интеграла может быть эффективно обогащена профессионально ориентированным содержанием, позволяющим студентам получить опыт и знания не только в части типов гражданских, но и военных кораблей, если будет составлена следующим образом:

Для разработки проекта нового судна строится его модель. Используя понятия интегрального исчисления, рассчитайте значения КВЛ (коэффициента полноты конструктивной (грузовой) ватерлинии) и определите по таблице, к какому классу кораблей и судов может относиться предполагаемый расчётный объект, округлив полученный результат до 0,01. В ответе запишите номера классов, к которым может подходить такая модель, в порядке возрастания номеров без точек и запятых.

$$S = 2 \int_a^b f(x) dx, a = -10; b = 10; f(x) = -\frac{1}{16}x^2 + 5;$$

$$L = 20; B = 8$$

Для работы над решением и ответом задачи студентам предлагается таблица (рис.5), где прописаны конкретные классы судов (линкоры, крейсера, эсминцы, лайнеры, морские пассажирские суда, большие грузовые суда, средние грузовые суда, ледоколы, большие парусные суда, речные пассажирские суда) и соответствующие этим классам допустимые значения КВЛ.

Понимание того, что высшая математика нужна для будущей профессии тех, кто собирается посвятить свою жизнь флоту, должно приходить постепенно и постоянно должно подпитываться различными заданиями и примерами, связанными с конкретными специальными дисциплинами, с выбранными ими судомеханическими, судоводительскими или электромеханическими направлениями обучения. Актуальность, в результате, приобретают задачи, содержательно связанные со строением судов и их отдельных частей, обслуживанием и ремонтом судовых механизмов

Обучающиеся, проходящие программы подготовки по таким сугубо техническим специальностям, нуждаются в прочно сформированной базе знаний по высшей математике, однако не всегда испытывают интерес к освоению названной дисциплины. Хотя, стоит заметить,

Номер класса	Классы кораблей и судов	α
1	Линкоры	0,7—0,77
2	Крейсера	0,69—0,72
3	Эсминцы	0,7—0,73
4	Лайнеры	0,75—0,82
5	Морские пассажирские суда	0,7—0,8
6	Большие грузовые суда	0,80—0,85
7	Средние грузовые суда	0,82—0,86
8	Ледоколы	0,75—0,77
9	Большие парусные суда	0,70—0,83
10	Речные пассажирские суда	0,78—0,87

Рис. 5.

что данный предмет обладает обширным инструментарием для развития инженерного мышления будущих специалистов флота и сферы судоходства. А большое количество всевозможных разделов и тем, содержащихся в высшей математике, которые изучаются в вузе, могут дать поистине бесконечный простор для создания подобных задач.

В частности, посредством применения профессионально ориентированных задач в курсе дискретной математики представляется возможным совершенствовать и углублять навыки инженерного мышления студентов и курсантов не только в вопросах, непосредственно связанных с судами, но и в вопросах управления водным транспортом, которые могут пригодиться им при различных изменениях в жизни и профессиональной деятельности. Причём важно, чтобы проявление такого мышления носило нестандартный характер, что необходимо в условиях реального производства и условиях мировой нестабильности.

Одним из таких эффективных способов развития нестандартности мышления при освоении теории графов становится метод «дерева решений» – графическое изображение процесса принятия решений, в котором могут быть учтены все «альтернативные решения и состояния среды, возможные риски и выигрыши» [6, с. 172], их вероятности, вариации всех альтернатив.

На предварительном этапе важно озвучить студентам правила построения графов, где пунктирная линия используется при выделении возможных решений, а сплошная – для исхода возможных решений; квадрат обозначает место решения, круг – место исхода. Для каждой альтернативы обучающимся необходимо вычислить ожидаемую стоимостную оценку (EMV – Expected Monetary Valuation) – максимальную из сумм выражений, умноженную на вероятность реализации. Получившуюся схему (граф) удобно анализировать справа налево (начиная с последнего принятого решения). Для каждого решения необходимо выбрать альтернативу с самой большой ожидаемой стоимостной оценкой. При наличии нескольких вариантов следует выбрать то решение, которое обладает наибольшей EMV. Приведём пример задачи, решаемой методом «дерева решений», используемой на практических занятиях для студентов и курсантов морских специальностей.

Морская транспортная компания (МТК) рассматривает вопрос о доставке грузов на другие континенты. Возможны три варианта:

Вариант № 1. Использовать все суда с учётом «Шанхайского индекса» (изначальная стоимость перевозки на мировом рынке), платы за проход (например, Суэцкий канал, Гибралтар, Босфор и т. д.), возможные надбавки

(обслуживание в порту, топливо и т. д.), топливная составляющая обойдётся МТК в сумму $M_1=650$ тыс. \$. При этом годовой доход $R_1=300$ тыс. \$ с вероятностью $p_1=0,7$ будет в течение 5 лет при большом спросе на перевозки. При низком спросе ежегодные убытки будут составлять $R_2=85$ тыс. \$ с вероятностью $p_2=0,3$.

Вариант 2. Ещё раз проверить суда на готовность к плаванию и использовать лишь часть из них. Тогда стоимость перевозки будет $M_2=360$ тыс. \$. Доход при большом спросе составит $T_1=120$ тыс. \$ в течение 5 лет с вероятностью $p_1=0,7$. При низком – ежегодные убытки будут составлять $T_2=60$ тыс. \$ в год с вероятностью $p_2=0,3$.

Вариант 3. Проверять все суда в течение года, а сам год потратить на сбор дополнительной информации (как позитивной, так и негативной), вероятности которых $p_3=0,9$ и $p_4=0,1$ соответственно. В случае позитивной информации следует использовать все суда, согласно расценкам варианта 1, а вероятности доходов и убытков поменять на $p_5=0,8$ и $p_6=0,2$ соответственно. Доходы останутся прежними в течение последующих 4 лет. В случае негативной информации МТК можно либо ликвидировать, либо продать.

После ознакомления с условиями задачи студентам предлагается нарисовать дерево решений, определить наиболее эффективную последовательность действий, основываясь на ожидаемых доходах, а также ответить на вопрос, какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения.

Таким образом, изучение теории графов в курсе дискретной математики также может быть обогащено профессионально-ориентированным содержанием. Рассмотренная задача призвана «погрузить» обучающихся в условия реализации своих трудовых обязанностей, развивая управленческие и организаторские навыки, активизируя творческий и нестандартный подход к решению профессионального вопроса, подключая математические методы и знания к процессу принятия решений.

Не менее важными в курсе дискретной математики для будущих штурманов, капитанов и управляющих их судами компаний становится в наше время так называемая транспортная задача, в условиях судоходства превращающаяся в задачу выбираемых маршрутов для доставки тех или иных грузов в Россию из разных стран мира и из нашей страны в различные порты не только по уже известным направлениям, но и по новым, предлагая поиск максимальных потоков, минимальных путей и так далее.

На основе всего вышесказанного не вызывает сомнения тот факт, что разработка профессионально ориен-

тированных задач по любым областям и разделам курса математики для морских и речных специальностей вуза является трудоёмким процессом для преподавателя, поскольку ему необходимо учитывать сферу будущей трудовой деятельности студентов каждого факультета, включённого в вузовскую структуру и самому изучать вопросы, связанные со спецификой судов, их строительства, ремонта, обслуживания и т.д. Однако такая работа необходима и очень важна, поскольку потенциал, необходимость и важность такого рода задач огромны и позволяют качественно влиять на ход обучения, а также способствовать:

- разнообразию дидактического материала в рамках дисциплины;
- реализации метапредметных и межпредметных связей при обучении высшей и дискретной математике;
- формированию готовности студентов начальных

курсов к освоению профильных дисциплин, в частности при обращении в курсе высшей и дискретной математики к терминологическим единицам, используемым в профессиональной сфере;

- наглядной демонстрации применимости математики в профессиональной деятельности и в рамках профильных дисциплин, что снимает с неё представление как об абстрактной науке;
- повышению мотивационной сферы студентов, развитию познавательного интереса к изучению предмета;
- совершенствованию навыков различных типов мышления (инженерного, нестандартного, творческого), востребованных у специалистов в реальных производственных условиях;
- расширению представлений обучающихся о выбранной ими профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ условий и результатов формирования профессиональных компетенций при изучении высшей математики / Д.Н. Бикмухаметова, О.М. Дегтярева, И.Д. Емелина [и др.] // Управление устойчивым развитием. – 2021. – № 5(36). – С. 94–100.
2. Калукова О.М. К вопросу профилирования математической подготовки бакалавров на основе интегративного подхода к обучению / О.М. Калукова, О.И. Иванов, Н.Г. Бабенко // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2015. – № 2–1 (32–1). – С. 166–172.
3. Ланина С.Ю. Профессионально ориентированные задачи как средство профессиональной мотивации студентов экономического профиля (на примере математики) / С.Ю. Ланина, Е.А. Подолько // Вопросы педагогики. – 2020. – № 9–1. – С. 75–78.
4. Лыков Е.Н. Основные требования к профессионально ориентированным математическим задачам, способствующим развитию устойчивой познавательной самостоятельности студентов // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2019. – № 2(14). – С. 76–81.
5. Львова В.Д. Применение профессионально-ориентированных задач для формирования ключевых компетенций при изучении математики // Вопросы педагогики. – 2018. – № 7. – С. 65–69.
6. Некрасов М.В. Применение метода «Дерево решений» при принятии инвестиционных решений // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2013. – № 10. – С. 171–175.

© Пастушок Елена Михайловна (elena.pastushok@gmail.com), Свенцицкая Татьяна Алексеевна (sventsitskaya@mail.ru),
Токарева Ольга Ивановна (ol.tokareva@icloud.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»