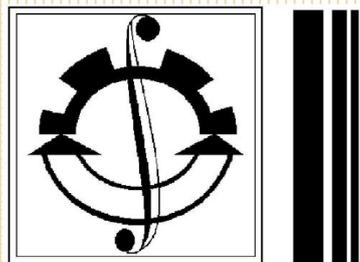


ISSN 1992-2752



Вестник Сыктывкарского университета

Серия 1:
Математика
Механика
Информатика

3(52) ВЫПУСК **24**

ВЕСТНИК СЫКТЫВКАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА Основан в 1995 году Выходит 4 раза в год	СЕРИЯ 1: <i>Математика</i> <i>Механика</i> <i>Информатика</i>	12+ ISSN 1992-2752 Выпуск 3 (52) 2024
--	--	--

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55)

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС77-37565 от 17 сентября 2009 года

Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика : сборник. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2024. — 3 (52). 2024. — 74 с.

Рецензируемый научный журнал. Основан в 1995 г.

Журнал «Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика» включён в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по направлению «5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (математика, уровни общего и профессионального образования) (педагогические науки)».

Журнал также публикует научные статьи по следующим научным специальностям: «1.1.5. Математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика (физико-математические науки)», «1.1.8. Механика деформируемого твердого тела (физико-математические науки)», «1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

The peer-reviewed journal was founded in 1995

«Bulletin of Syktyvkar University. Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics» is in the list of peer-reviewed scientific journals which publish the main scientific results of dissertations for the scientific degree of Candidate of Sciences, for the scientific degree of Doctor of Sciences, in the direction «5.8.2. Theory and methods of teaching and education (mathematics, general and vocational education levels) (pedagogical sciences)»

The journal also publishes scientific articles on the following scientific specialties: «1.1.5. Mathematical logic, algebra, number theory, and discrete mathematics (physical and mathematical sciences)», «1.1.8. Mechanics of deformable solids (physical and mathematical sciences)», «1.2.2. Mathematical modeling, numerical methods and software packages (technical sciences)»

Подписной индекс журнала в интернет-каталоге «Пресса России» — 43653.

АДРЕС РЕДАКЦИИ
167001, РЕСПУБЛИКА КОМИ, Г. СЫКТЫВКАР, ОКТЯБРЬСКИЙ ПРОСП., Д. 55
ТЕЛ. (8212)390-308.
ЭЛЕКТРОННЫЙ АДРЕС: [HTTP://VESTNIK-MMI.SYKTSU.RU/](http://vestnik-mm1.syktsu.ru/)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

д.пед.н., доцент, ректор ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»
Сотникова О. А.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Ермоленко А. В., к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой
(СГУ им. Питирима Сорокина)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Аббасов М. Э., д.ф.-м.н., доцент, профессор (СПбГУ)
Беляева Н. А., д.ф.-м.н., доцент, профессор (СГУ им. Питирима Сорокина)
Вечтомов Е. М., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой (ВятГУ)
Головач П. А., к.ф.-м.н., доцент, исследователь (Университет Бергена, Норвегия)
Григорьев С. Г., член-корреспондент РАО, д.т.н., профессор, профессор (МГПУ)
Дворяткина С. Н., д.пед.н., доцент, профессор (ЕГУ им. И. А. Бунина)
Дорофеев С. Н., д.пед.н., к.ф.-м.н., профессор, профессор (ТолГУ)
Калинин С. И., д.пед.н., к.ф.-м.н., профессор, профессор (ВятГУ)
Колесников Г. Н., д.т.н., профессор, профессор (ПетрГУ)
Колпак Е. П., д.ф.-м.н., профессор (СПбГУ)
Крылатов А. Ю., д.ф.-м.н., доцент, профессор (СПбГУ)
Махнев А. А., член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, главный научный
сотрудник (ИММ УрО РАН)
Одинец В. П., д.ф.-м.н., профессор
Орлов В. В., д.пед.н., профессор, профессор (Российский государственный
педагогический университет им. А. И. Герцена)
Парилина Е. М., д.ф.-м.н., доцент, профессор (СПбГУ)
Певный А. Б., д.ф.-м.н., профессор
Петров Н. Н., д.ф.-м.н., профессор, профессор (УдмГУ)
Петраков А. П., д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой
(СГУ им. Питирима Сорокина)
Питухин Е. А., д.т.н., профессор, профессор (ПетрГУ)
Попов Н. И., д.пед.н., к.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой
(СГУ им. Питирима Сорокина)
Рудикова-Фронхёфер Л. В., к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой
(ГрГУ им. Янки Купалы, Респ. Беларусь)
Тихомиров А. Н., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник
(Коми НЦ УрО РАН)
Чермных В. В., д.ф.-м.н., доцент, главный научный сотрудник
(СГУ им. Питирима Сорокина)
Щербатых С.В., д.пед.н., профессор, ректор ЕГУ им. И. А. Бунина

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕДАКЦИЯ:

Руденко Л. Н., руководитель издательского центра (СГУ им. Питирима Сорокина)
Котелина Н. О., к.ф.-м.н., доцент (СГУ им. Питирима Сорокина)
Мазур В.В., к.г.н., преподаватель (СГУ им. Питирима Сорокина)
Старцева Е. Н., ст. преподаватель (СГУ им. Питирима Сорокина)

Содержание

Информатика

- Васильев Т. И. *Интеграция с различными платежными системами: вызовы и решения* 4

Математическое образование

- Бабикова Н. Н. *Дискретная математика для информатиков: трехзначная логика* 20

Теория и методика обучения математике и информатике

- Пармузина М. С., Рочева М. Г., Терентьева Е. А. *О формировании критического мышления студентов технического вуза на занятиях по математике* 36

- Сангалова М. Е., Федорова С. В., Фролова Э. В. *Обучение математике иностранных студентов в педагогическом вузе* 52

Методические материалы

- Одинец В. П. *О работах Ивана Александровича Скопина (1900–1942), одного из первых учеников профессора И. М. Виноградова* 66

ИНФОРМАТИКА

COMPUTER SCIENCES

Вестник Сыктывкарского университета.

Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2024.

Выпуск 3 (52)

Bulletin of Syktuykar University.

Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2024; 3 (52)

Научная статья

УДК 05.13.00

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_4

ИНТЕГРАЦИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ПЛАТЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ

Тимур Игоревич Васильев

Paybis LTD Scotland, timmi129@yandex.ru

Аннотация. В современном быстроразвивающемся цифровом мире возможность интеграции с различными платежными системами является наиболее важной для компаний любого размера. Независимо от того, управляете вы небольшим интернет-магазином или же крупной организацией, главным приоритетом всегда должна оставаться возможность предоставления клиентам простой и безопасной оплаты. Однако процесс интеграции с несколькими платежными системами может быть сложным и связан со многими проблемами. Каждая платежная система имеет свой собственный набор требований и тонкостей, поэтому разработчикам и предприятиям важно подходить к интеграции с хорошо продуманной стратегией. В этой статье мы рассмотрим общие проблемы, с которыми сталкиваются при интеграции различных платежных систем, и предложим практические решения для их устранения. К концу этого обсуждения вы получите не только более четкое понимание того, как преодолеть эти сложности, но и сами сможете реализовать надежную интеграцию платежей, отвечающую как потребностям вашего бизнеса, так и ожиданиям ваших клиентов.

Ключевые слова: платежные системы, оптимизация интеграции, автоматизация, веб-приложение

Для цитирования: Васильев Т. И. Интеграция с различными платежными системами: вызовы и решения // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика*. 2024. Вып. 3 (52). С. 4–19. https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_4

Article

Integration with various payment systems: challenges and solutions

Timur I. Vasilev

Paybis LTD Scotland, timmi129@yandex.ru

Abstract. In today's fast-paced digital world, the ability to integrate with various payment systems is most important for companies of any size. Whether you run a small online store or a large organization, providing customers with easy and secure payment options should always remain a top priority. However, the process of integrating with multiple payment processors can be complex and present many challenges. Each payment system has its own set of requirements and intricacies, so it is important for developers and businesses to approach integration with a well-thought-out strategy. In this article, we will look at common problems encountered when integrating different payment systems and offer practical solutions to overcome them. By the end of this discussion, you will not only have a clearer understanding of how to overcome these challenges, but you will also be empowered to implement a robust payments integration that meets both your business needs and your customers' expectations.

Keywords: payment systems, integration optimization, automation, web application

For citation: Vasilev T. I. Integration with various payment systems: challenges and solutions. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics], 2024, no 3 (52), pp. 4–19. (In Russ.) https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_4

1. Введение

В настоящее время для ведения успешного бизнес-проекта необходимо предлагать максимально удобный интерфейс для пользователя, при этом важно учитывать множество аспектов системы, начиная от авторизации и заканчивая удобной оплатой продукта. Независимо от того, какой именно продукт предоставляет компания: банковские услуги, доставка еды или заказ такси, обеспечение корректной работы с платежными системами является самым важным аспектом в ведении бизнеса [1–5].

Чаще всего компании стараются выбрать наиболее быстрый путь, который подразумевает интеграцию с одной конкретной платежной системой. К сожалению, ни один сервис не может в полной мере гарантировать стабильность системы, ведь даже сервисы самых крупных платежных систем вроде Square или PayPal иногда бывают недоступны [6–7]. Такого рода проблема явным образом может сказаться на приложении, и пользователи попросту не смогут оплатить услугу, вследствие чего компания потеряет деньги и лояльность клиентов. Именно поэтому важно интегрироваться с несколькими платежными системами одновременно.

Важно помнить, что любая интеграция с внешним платежным сервисом несет в себе ряд технических сложностей. К примеру, необходимо безопасно хранить ключи взаимодействия, соблюдать юридические нормы, а также обеспечивать стабильную работу интеграции, особенно в условиях высоких нагрузок. При интеграции с несколькими платежными сервисами одновременно появляется множество других проблем, связанных с поддержкой различных API-схем. К одним из таких проблем можно отнести способы авторизации в платежную систему и разный подход к удобству использования этих систем для пользователя. Целью данной работы является анализ и решение самых распространенных проблем, с которыми может столкнуться компания при интеграции с множеством платежных систем одновременно.

2. Материалы и методы

Методы, которыми проводилось исследование: анализ литературы и нормативных документов, сравнение и обобщение опыта интеграции платежных систем, наблюдение, анализ результатов реализации проектов.

При подготовке данной статьи были использованы документации по интеграции следующих платёжных систем: ЮKassa, PayPal, BridgerPay, Trustly, Checkout, Square, Stripe [8–14].

3. Результаты

Компаниям перед интеграцией с платёжными системами необходимо решить, существует ли необходимость хранения карточных данных пользователя на их стороне, так как существует строгий стандарт безопасного хранения карт PCI DSS (Payment Card Industry Data Security Standard) [15], которому обязаны следовать все компании, планирующие хранить и обрабатывать данные карт пользователей. Соблюдение требований стандарта PCI DSS может быть затруднительным для компаний из-за большого набора требований к безопасности системы, а также из-за высокой стоимости прохождения ежегодной сертификации. Множество платёжных систем берут обязательства по работе с картами на себя, таким образом, вся банковская информация вводится на стороне платёжной системы, и компаниям нет необходимости соответствовать требованиям PCI DSS.

Первым шагом любой интеграции является изучение API интересующей системы, чаще всего интеграция с платёжной системой сводится к нескольким шагам:

- запрос на создание платежа в платёжной системе;
- подтверждение оплаты пользователем;
- получение информации об успешной оплате от платёжной системы;
- запрос на списание средств в платёжную систему.

Звучит достаточно просто, но на деле в данных шагах кроются огромные проблемы, которые необходимо решить.

Первая проблема, с которой придется столкнуться, – это способ аутентификации запросов веб-приложения с платёжной системой. На примере интеграции с Яндекс-кассой можно рассмотреть самые популярные из них. Один из распространенных способов — это аутентификация с помощью секретного ключа. Секретный ключ — это уникальная последовательность символов, которая используется для проведения операций. Он необходим, чтобы платёжная система могла понять,

что запросы на оплату отправляет авторизованный сервис. Вторым является авторизация с помощью OAuth или JWT, приложению необходимо осуществить запрос с парой логин-пароль, а иногда используя тот же секретный ключ для получения токена, с помощью которого будет осуществляться аутентификация запроса. Например, секретные ключи для аутентификации используются в платежных системах: ЮKassa, Trustly, Checkout; OAuth: ЮKassa, PayPal, Checkout, Square; JWT: BridgerPay. В любом из вышеперечисленных способов аутентификации приложению необходимо безопасно хранить выданный ключ доступа, так как, получив его, злоумышленники смогут осуществлять операции под видом приложения. Для решения данной проблемы стоит использовать различные сервисы безопасного хранения параметров окружения вроде AWS Secrets Manager [16]. С помощью них возможно безопасно хранить параметры окружения и добавлять их в приложение непосредственно во время деплоя.

Также очень часто платежные системы используют дополнительные средства защиты взаимодействия. На примере платежной системы Trustly рассмотрим вызовы API, которые защищены криптографическими подписями. Данная платежная система требует дополнительный уровень безопасности, где каждый API-запрос или вебхук необходимо проверять на корректность криптографической подписи. В данной интеграции используется Base64-хэш всего тела запроса с помощью секретного ключа. Таким образом, компания и Trustly уверены, что запрос является защищенным и осуществляется исключительно между ними.

Исходя из сказанного выше можно сделать вывод о том, что проблемы при использовании нескольких платежных систем могут возникнуть уже на уровне простейшего взаимодействия, ведь необходимо поддерживать несколько видов аутентификации и систем безопасности взаимодействия одновременно, из-за чего разработка может сильно усложниться или замедлиться.

После успешной аутентификации приложение сможет создавать платежи, и в этом случае появляется еще одно различие между платежными системами, а именно идентификатор платежа. Требования к нему отличаются в разных платежных системах, чаще всего системы ограничивают длину идентификатора или запрещают использование сторонних символов, поэтому о корректном идентификаторе необходимо подумать заранее. Очень часто неудачный выбор формата идентификатора может привести к неожиданным сложностям, например, при из-

менении на новый формат вам какое-то время необходимо поддерживать оба формата в системе, так как платёжная система будет ожидать работу по формату, переданному при создании платежа. Лучшей практикой для выбора внешнего идентификатора является использование порядкового номера платежа в системе, таким образом, идентификатор не будет содержать лишних символов и вряд ли превысит максимальный лимит в большинстве платёжных систем.

Следующим моментом, которому следует уделить внимание, является статус платежа в различных интеграциях. Так как в настоящий момент не существует единого формата, которому следуют платёжные системы, то нужно проанализировать и разработать свой набор статусов. Также необходимо обезопасить интеграцию и добавить проверку переходов, например, невозможно перевести платеж из статуса «создано» в статус «средства получены», ведь между ними существуют промежуточные статусы, такие как «платеж авторизован» и прочие. Таким образом, система будет защищена от некорректно настроенной интеграции или ошибок в системе. Также всегда следует помнить о том, что платёжная система может отправить некорректные данные или статусы и, добавив такого рода проверку, будет возможно избежать фатальной ошибки и потери средств.

Например, лучше использовать следующий набор статусов в системе:

- Created — платеж создан на стороне системы и ожидает дальнейших действий.
- Cancelled — платеж отменен пользователем.
- Pending — платеж ожидает подтверждения от пользователя (Ввод смс от банка или секретного пароля).
- Declined — произошла ошибка на шаге ожидания подтверждения оплаты пользователем, или пользователь ушел со страницы подтверждения.
- Authorized — подтверждение оплаты пользователем произошло успешно, ожидание дальнейших действий системы, например запуск проверок.
- CaptureRequested — списание средств запрошено системой.

- CaptureFailed — списание средств невозможно.
- Captured — успешное списание средств.
- VoidRequested — аннулирование платежа запрошено системой.
- VoidFailed — аннулирование платежа невозможно.
- Voided — успешное аннулирование платежа.

Таким образом, можно рассмотреть несколько возможных сценариев перехода статусов платежа в системе:

- Пользователь создал платеж, но передумал и отменил заказ.
Created => Cancelled
- Пользователь создал платеж, перешел на форму подтверждения платежа и завалил проверку либо решил не проводить платеж.
Created => Pending => Declined
- Пользователь создал платеж, прошел проверку от банковской системы, но в результате невозможности оказать услугу было решено отклонить платеж.
Created => Pending=> Authorized => VoidRequested => Voided
- Пользователь создал платеж, прошел проверку от банковской системы, система запросила списание средств.
Created => Pending=>Authorized=> CaptureRequested => Captured
- Также стоит упомянуть о вспомогательных статусах CaptureFailed и VoidFailed. Данные статусы необходимы только для критичной ситуации, которая не должна происходить в отлаженной системе, с помощью них можно отследить платежи с некорректными финальными действиями.

Предложенный набор статусов был сформирован на основании анализа следующих платежных систем и их наборов статусов:

- PayPal: Created, Captured, Denied, Voided, Pending;
- Stripe: Canceled, Processing, RequiresAction, RequiresCapture, RequiresConfirmation, Succeeded;

- Square: Approved, Completed, Canceled, Failed;
- ЮKassa: Pending, WaitingForCapture, Succeeded, Canceled.

Статусы платежных систем сильно отличаются друг от друга, и создать набор исключительно из них невозможно. Именно поэтому предложенный выше набор статусов является наиболее подходящим из-за его простоты для понимания и достаточно широкого покрытия всевозможных кейсов при обработке платежа.

Большинство платёжных интеграторов осуществляют оповещение об изменении платёжной операции по средству уведомлений или вебхуков. При построении API для входящих вебхуков рекомендуется придерживаться следующей схемы (рис. 1), то есть все входящие вебхуки от платежной системы передавать на обработку в очередь, например, RabbitMQ или Kafka. Придерживаясь данной архитектурной схемы приложения, можно обработать большое количество входящих запросов при возросшей нагрузке на приложение или при ошибочной отправке большого количества вебхуков от платёжной системы. Также при возникновении внутренней ошибки во время обработки вебхука появится возможность перезапустить обработку сообщений, что обеспечит консистентность данных между системой и платёжным интегратором.

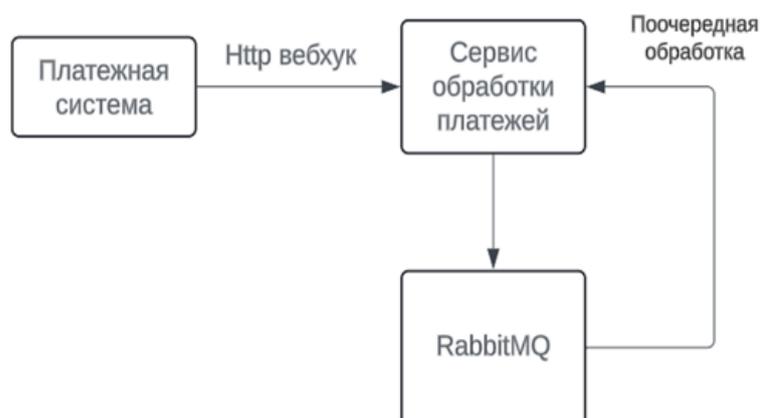


Рис. 1. Схема построения взаимодействия с платежной системой

Многие поставщики платежных услуг предоставляют библиотеки с уже готовым кодом для облегчения интеграции с их системами. Хорошей практикой является использование данных библиотек, так как они поставляются компанией, которая разработала платежную систему. Это позволило им учесть все возможные риски и ошибки, и также

нельзя не упомянуть, что такие библиотеки своевременно обновляются при добавлении новых API или при возникновении проблем с безопасностью [17].

В случае успешной интеграции и решении всех проблем, описанных выше, перед разработчиком неминуемо появится новая дилемма. Необходимо разработать алгоритм по выбору нужной платежной системы, чаще всего этот алгоритм отталкивается от потребностей бизнеса. Некоторые компании используют вспомогательные платежные системы для безопасности, например, если с первой возникнут ошибки или она будет недоступна, компания с легкостью сможет на какое-то время переключиться на другую платежную систему, чаще всего основной выбирают одну из самых приемлемых по тарифу. Также можно разработать алгоритм определения платежной системы по стране карты пользователя или валюты, таким образом существенно оптимизировать неуспешные транзакции по тем или иным причинам.

Помимо технических решений, связанных с бэкендом, частью приложения необходимо проработать удобный UI-флоу пользователя на веб-сайте или мобильном приложении. Логика должна работать таким образом, чтобы поддерживать работу с несколькими системами и быть максимально удобной для пользователя. В качестве примера можно рассмотреть процесс оплаты в онлайн-магазине Ozon (рис. 2), после выбора товара пользователь попадает на страницу оформления заказа, где для него предоставляются возможные платёжные методы, и, таким образом, действия по оформлению заказа для пользователя будут всегда аналогичны даже для различных платёжных систем. В статье [18] описаны лучшие практики по созданию удобного интерфейса страницы оплаты.

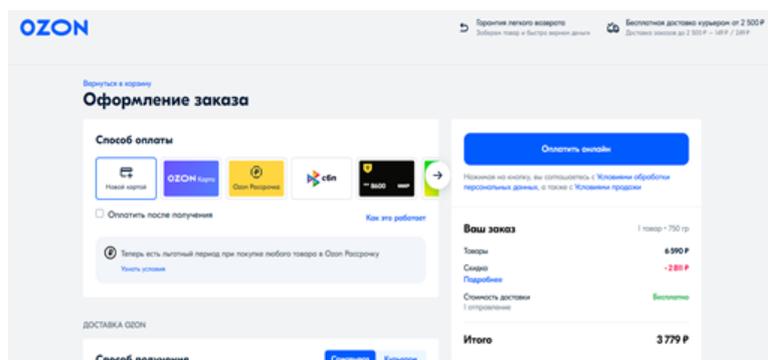


Рис. 2. Пример страницы оплаты товара Ozon

Чтобы добиться удобного UI, необходимо создание единого уровня API на бэкенд части приложения, с помощью которого получится унифицировать процесс. Таким образом, вся логика будет абстрагирована внутри бэкенда, и при добавлении нового платёжного шлюза не придётся дорабатывать ничего, кроме внутренней логики. Для этого желательно придерживаться следующего формата:

- POST `public/v1/payments/` — создание платежа.
- GET `public/payments/uuid` — получение информации о платеже.
- POST `internal/v1/payments/uuid/void` — аннулирование платежа.
- POST `internal/v1/payments/uuid/capture` — завершение платежа,

где «`internal`» префикс обозначает API для внутреннего использования в системе, например для вызова из другого внутреннего сервиса, а «`public`» префикс – API для использования клиентской частью приложения (мобильное приложение или веб-сайт). Также хорошей практикой для дальнейшего расширения системы является версионирование API с помощью блоков `v1/v2/v3` и т. д.

После успешной интеграции с несколькими платёжными системами необходимо позаботиться о быстром обнаружении и решении возникающих проблем, для этого потребуется качественная система мониторинга и логирования. Данная система обязана отслеживать логи взаимодействия, статусы платежей, ответы API и данные вебхуков, а также аккумулировать сообщения об ошибках в контексте интеграции со всеми платёжными системами. В качестве примера можно привести решение Sentry [19], главной идеей которого является наглядное отображение ошибок в приложении, он имеет удобный дизайн и простую интеграцию с помощью реализованной библиотеки. В качестве системы логирования рекомендуется использовать ELK stack [20], данная система позволяет собирать и обрабатывать огромное количество логов и метрик без негативного воздействия на приложение.

Также не стоит забывать, что интеграция с платёжными системами требует надежных методов управления рисками. Различные платёжные системы часто имеют собственные инструменты и протоколы управления рисками, которые нужно понимать и качественно с ними работать, если не соблюдать данные требования, ошибки могут привести к финансовым потерям или ухудшению репутации бизнеса.

По мере роста бизнеса компаниям необходимо будет поддерживать повышенную пропускную способность и учитывать проблемы, которые могут возникнуть при масштабировании. Для решения данной проблемы важно распределять запросы между несколькими платежными шлюзами, чтобы минимизировать нагрузку на них, так как это может повлечь дополнительные траты или перегрузить платежный шлюз. Также стоит уделить внимание тем платежным системам, которые на рынке успели зарекомендовать себя, а также предлагают масштабируемость и высокую доступность в любой момент времени [21–22].

4. Обсуждение

Интеграция с несколькими платежными системами — очень сложная, но необходимая задача для компаний, которые хотят обеспечить удобный и безопасный процесс оплаты своим пользователям. Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать выводы, что процесс включает в себя решение ряда технических сложностей, связанных с обеспечением поддержки нескольких видов интеграции, управления рисками, удобного пользовательского интерфейса и обеспечения безопасности.

Выводы:

- Необходимо упростить интеграцию с платежными системами и продумать единый API, который облегчит взаимодействие клиентской части с бэкенд-частью приложения.
- Лучше использовать готовые инструменты. Если платежная система выпустила библиотеку с готовым кодом, то необходимо использовать ее при интеграции. Поддержку данного функционала берет на себя компания, выпустившая код, и это заметно скажется на безопасности и скорости разработки внутри системы.
- Внедрение надежной системы мониторинга и логирования ошибок является важным аспектом построения приложения. Разработка функционала приводит к появлению ошибок или проблем, связанных с человеческим фактором. При интеграции с платежной системой необходимо заранее продумать и настроить внутренний мониторинг, чтобы оперативно решать возникшие проблемы.
- При разработке приложения нужно сразу подумать о масштабировании. Необходимо выбирать платежные системы, которые спо-

способны поддерживать тот уровень трафика, что необходим для бизнеса.

- Удобный и интуитивно понятный процесс оплаты является ключом к удержанию клиентов и снижению количества незавершенных покупок. Нужно убедиться, что интерфейс одинаков для различных устройств и работает одинаково для всех интегрированных платежных систем.

Список источников

1. **Chishti S., Craddock T.** *The PAYTECH Book // Wiley.* 2020. Pp. 48–51.
2. **Benson C. C., Loftesness S.** *Payment Systems in the U.S.: Third Edition // Glenbrook Partners.* 2017. Pp. 18–22.
3. **O'Mahony D., Peirce M., Tewari H.** *Electronic Payment Systems for E-Commerce // Artech House.* 2001. Pp. 25–33.
4. **Макембаева К. И., Мырзахматова Ж. Б.** *Современные платежные технологии // Известия вузов Кыргызстана.* 2023. С. 134–138.
5. **Кулумбегова Л. В.** *Национальная платежная система России: Оценка состояния и анализ использования платежных инструментов // Экономика и управление: Проблемы, решения.* 2021. С. 135–140.
6. Описание инцидента сервиса Square. URL: <https://developer.squareup.com/blog/incident-summary-2023-09-07> (дата обращения: 22.10.2024).
7. История инцидентов сервиса PayPal. URL: <https://www.paypal-status.com/history/production> (дата обращения: 22.10.2024).
8. Документация ЮKassa. URL: <https://yookassa.ru/developers> (дата обращения: 22.10.2024).
9. Документация PayPal. URL: <https://developer.paypal.com/docs/online/> (дата обращения: 22.10.2024).

10. Документация BridgerPay. URL: <https://developers.bridgerpay.com/docs/getting-started> (дата обращения: 22.10.2024).
11. Документация Trustly. URL: <https://amer.developers.trustly.com/rauments/docs/overview> (дата обращения: 22.10.2024).
12. Документация Checkout. URL: <https://api-reference.checkout.com/> (дата обращения: 22.10.2024).
13. Документация Square. URL: <https://developer.squareup.com/reference/square/refunds-api> (дата обращения: 22.10.2024).
14. Документация Stripe. URL: <https://docs.stripe.com/api> (дата обращения: 22.10.2024).
15. Описание стандарта PCI DSS. URL: <https://selectel.ru/blog/pci-dss/> (дата обращения: 05.09.2024).
16. Документация по работе с AWS Secrets. URL: <https://aws.amazon.com/ru/secrets-manager/faqs/> (дата обращения: 05.09.2024).
17. **Pfleeger C. P., Pfleeger S. L., Margulies J.** Security in Computing. 5 ed. Westfield, Massachusetts USA: Prentice Hall, 2015. 910 p.
18. Руководство по созданию страницы оплаты. URL: <https://reconcept.ru/blog/kak-sproektirovat-pravil-nuj-interfejs-oplaty> (дата обращения: 01.10.2024).
19. Веб-сайт Sentry. URL: <https://sentry.io/welcome/> (дата обращения: 01.10.2024).
20. Веб-сайт ELK стека. URL: <https://www.elastic.co/elastic-stack> (дата обращения: 01.10.2024).
21. **Evans D. S., Schmalensee R.** Paying with Plastic: The Digital Revolution in Buying and Borrowing. 2 ed. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Press, 2005. 44 p.
22. **Skinner C.** Digital Bank: Strategies to Launch or Become a Digital Bank. Singapore: Marshall Cavendish International Asia Pte Ltd, 2014. 35 p.

References

1. **Chishti S., Craddock T.** The PAYTECH Book. *Wiley*. 2020. Pp. 48–51.
2. **Benson C. C., Loftesness S.** Payment Systems in the U.S.: Third Edition. *Glenbrook Partners*. 2017. Pp. 18–22.
3. **O’Mahony D., Peirce M., Tewari H.** Electronic Payment Systems for E-Commerce. *Artech House*. 2001. Pp. 25–33.
4. **Makembaeva K. I., Myrzakhmatova Zh. B.** Modern payment technologies. *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana* [News of universities of Kyrgyzstan]. 2023. Pp. 134–138. (In Russ.)
5. **Kulumbegova L. V.** National payment system of Russia: Assessment of the status and analysis of the use of payment instruments. *Ekonomika i upravlenie: Problemy, resheniya* [Economics and management: Problems, solutions]. 2021. Pp. 135–140. (In Russ.)
6. *Opisanie incidenta servisa Square* [Description of the Square service incident]. Available at: <https://developer.squareup.com/blog/incident-summary-2023-09-07> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
7. *Istoriya incedentov servisa PayPal* [History of PayPal service incidents]. Available at: <https://www.paypal-status.com/history/production> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
8. *Dokumentaciya YuKassa* [Yukassa documentation]. Available at: <https://yookassa.ru/developers> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
9. *Dokumentaciya Paypal* [Paypal documentation]. Available at: <https://developer.paypal.com/docs/online/> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
10. *Dokumentaciya BridgerPay* [BridgerPay documentation]. Available at: <https://developers.bridgerpay.com/docs/getting-started> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
11. *Dokumentaciya Trsutly* [Trsutly documentation]. Available at: <https://amer.developers.trsutly.com/payments/docs/overview> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)

12. *Dokumentaciya Checkout* [Checkout documentation]. Available at: <https://api-reference.checkout.com/> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
13. *Dokumentaciya Square* [Square documentation]. Available at: <https://developer.squareup.com/reference/square/refunds-api> (accessed: 22.10.2024). (In Russ.)
14. *Dokumentaciya Stripe* [Stripe documentation]. Available at: <https://docs.stripe.com/api> (accessed: 22.10.2024).
15. *Opisanie standarty PCI DSS* [PCI DSS Description]. Available at: <https://selectel.ru/blog/pci-dss/> (accessed: 05.09.2024). (In Russ.)
16. *Dokumentaciya po rabote s AWS Secrets* [Documentation for working with AWS Secrets]. Available at: <https://aws.amazon.com/ru/secrets-manager/faqs/> (accessed: 05.09.2024). (In Russ.)
17. **Pfleeger C. P., Pfleeger S. L., Margulies J.** *Security in Computing. 5 ed.* Westfield, Massachusetts USA: Prentice Hall, 2015. 910 p.
18. *Rukovodstvo po sozdaniyu stranicy oplaty* [Guide to creating a payment page]. Available at: <https://reconcept.ru/blog/kak-sproektirovat-pravil-nyj-interfejs-oplaty> (accessed: 01.10.2024). (In Russ.)
19. *Veb-sajt Sentry* [Sentry web-site]. Available at: <https://sentry.io/welcome> (accessed: 01.10.2024). (In Russ.)
20. *Veb-sajt ELK steka* [ELK stack web-site]. Available at: <https://www.elastic.co/elastic-stack> (accessed: 01.10.2024). (In Russ.)
21. **Evans D. S., Schmalensee R.** *Paying with Plastic: The Digital Revolution in Buying and Borrowing.* 2 ed. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Press, 2005. 44 p.
22. **Skinner C.** *Digital Bank: Strategies to Launch or Become a Digital Bank.* Singapore: Marshall Cavendish International Asia Pte Ltd, 2014. 35 p.

Сведения об авторе / Information about author

Васильев Тимур Игоревич / Timur I. Vasilev

Эксперт в разработке программного обеспечения / Software
Development Expert

Ведущий разработчик компании Paybis.com / Senior developer company
Paybis.com

g2 1rw, Шотландия, г. Глазго, Уэст-Риджент-стрит, 1 / 1, West egent
Street, Glasgow, g2 1rw, Scotland

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 21.09.2024

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 25.10.2024

Принято к публикации / Accepted for publication 27.10.2024

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

MATHEMATICS EDUCATION

Вестник Сыктывкарского университета.

Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2024.

Выпуск 3 (52)

Bulletin of Syktuykar University.

Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2024; 3 (52)

Научная статья

УДК 398.016, 510.6

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_20

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ ИНФОРМАТИКОВ: ТРЕХЗНАЧНАЯ ЛОГИКА

Надежда Николаевна Бабикина

Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина, valmasha@mail.ru

Аннотация. Применение трехзначных логик при разработке информационных систем связано прежде всего с проблемой неполноты и неопределенности данных. Все коммерческие системы баз данных, использующие язык структурированных запросов SQL, предлагают решение по обработке неполной информации, основанное на трехзначной логике. В статье представлены результаты исследования методических вопросов, связанных с включением раздела «Элементы трехзначной логики» в программу курса «Дискретная математика» для студентов направления подготовки «Прикладная информатика» Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина: для изучения выбрана логика Клини, определены результаты обучения и содержание раздела.

Ключевые слова: трехзначная логика, логика Клини, дискретная математика, результаты обучения

Для цитирования: Бабикина Н. Н. Дискретная математика для информатиков: трехзначная логика // *Вестник Сыктывкарского*

университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика. 2024. Вып. 3 (52). С. 20–35. https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_20

Article

Discrete mathematics for computer scientists: three-valued logic

Nadezhda N. Babikova

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, valmasha@mail.ru

Abstract. The use of three-valued logics in the development of information systems is primarily associated with the problem of incompleteness and uncertainty in data. All commercial database systems using the structured query language SQL offer a solution for processing incomplete information based on three-valued logic. The article presents the results of a study of methodological issues related to the inclusion of the section "Elements of Three-Valued Logic" in the program of the course "Discrete Mathematics" for students majoring in "Applied Informatics" at Pitirim Sorokin Syktyvkar State University: Kleene's logic was selected for study, the learning outcomes and content of the section were determined.

Keywords: three-valued logic, Kleene's logic, discrete mathematics, learning outcomes

For citation: Babikova N. N. Discrete mathematics for computer scientists: three-valued logic. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics], 2024, no 3 (52), pp. 20–35. (In Russ.) https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_20

1. Введение

Математическая логика в курсе дискретной математики для информатиков обычно представлена логикой высказываний и логикой предикатов классической двузначной логики. Однако современные информационные системы (ИС) разрабатываются с использованием и других логик, в том числе трехзначных.

Система трехзначной пропозициональной логики впервые была разработана Я. Лукасевичем в 1920 году. Лукасевич анализировал проблему истинностного статуса будущих случайных событий и пришел к выводу, что принцип двузначности не является универсальным. Поэтому в дополнение к имеющимся истинностным значениям — «истина» (1)

и «ложь» (0) — ввел в логику третье значение — $1/2$. Так как Лукасевич рассматривал будущие события, то третье значение можно трактовать как «возможно», «еще не определено» или просто «не определено», «неизвестно» [1; 2].

В трехзначной логике Лукасевича в качестве основных логических связок выбраны отрицание и импликация, их значения задаются при помощи таблиц истинности (табл. 1). Введенное таким образом отрицание называют зеркальным, или отрицанием Лукасевича.

Конъюнкция, дизъюнкция и эквиваленция определяются формулами: $p \vee q \stackrel{\text{def}}{=} (p \rightarrow q) \rightarrow q$, $p \& q \stackrel{\text{def}}{=} \sim (\sim p \vee \sim q)$, $p \leftrightarrow q \stackrel{\text{def}}{=} (p \rightarrow q) \& (q \rightarrow p)$. Конъюнкцию можно трактовать как минимум значений аргументов, а дизъюнкцию — как максимум. Результаты всех операций совпадают с классическими на значениях аргументов $\{0; 1\}$.

Таблица 1

**Таблица истинности логических связок
трехзначных логик Лукасевича и Клини**

x	y	$\sim x$	$x \rightarrow y$		$x \& y$	$x \vee y$	$x \leftrightarrow y$	
			Лукасевич	Клини			Лукасевич	Клини
0	0	1	1		0	0	1	
0	$1/2$	1	1		0	$1/2$	$1/2$	
0	1	1	1		0	1	0	
$1/2$	0	$1/2$	$1/2$		0	$1/2$	$1/2$	
$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	$1/2$
$1/2$	1	$1/2$	1		$1/2$	1	$1/2$	
1	0	0	0		0	1	0	
1	$1/2$	0	$1/2$		$1/2$	1	$1/2$	
1	1	0	1		1	1	1	

Различные трехзначные логики развивались и развиваются как в рамках формальной, так и в рамках математической логики. Третье истинностное значение вводилось в логику по разным причинам: возможной зависимости истинности высказывания от контекста; неопределенности истинности высказываний о будущих событиях; нечеткости понятий, относительно которых делается высказывание; неполноты информации, которая требуется для однозначной оценки высказывания [3]. Именно с проблемой неполноты и неопределенности данных

прежде всего связано применение трехзначных логик при разработке информационных систем и в анализе данных.

В современной научно-технической литературе можно найти разнообразные примеры применения аппарата трехзначной логики: в системах медицинской диагностики [4], для оценки параметров моделей криминогенной ситуации [5]; в системах поддержки принятия решений в условиях неполноты и/или недостоверности информации [6–8]; в скоринговых системах [9]. Автоматизированная система диспетчерского управления движением поездов Новосибирского метрополитена разрабатывалась с использованием трехзначной логики во всех операциях контроля действий оператора и анализа состояния оборудования. Например, для корректной обработки сигналов датчиков их состояние характеризуется трехзначными переменными «напряжение < 220 В», «напряжение ≥ 220 В» и «связь с датчиком отсутствует». Разработчик системы считает, что использование аппарата трехзначной логики позволило значительно упростить запись логических выражений при написании программы [10].

Все коммерческие системы баз данных, говорящие на языке структурированных запросов SQL, предлагают решение по обработке неполной информации, основанное на трехзначной логике. Такой подход был заложен при проектировании SQL и в настоящее время зафиксирован в стандарте языка (ISO/IEC, 2016) [11; 12]. Востребованность трехзначной логики в профессиональной практике ставит вопрос о целесообразности ее изучения студентами информационных специальностей. В статье представлены результаты исследования методических вопросов, связанных с включением раздела «Элементы трехзначной логики» в программу курса «Дискретная математика» для студентов направления подготовки «Прикладная информатика». Целью исследования было: определить результаты обучения, выбрать конкретную трехзначную логику для изучения, определить содержание раздела.

2. Материалы и методы

Анализ научно-технической литературы, посвященной применению трехзначных логик при разработке информационных систем, показал, что аппарат трехзначных логик находит применение во многих предметных областях, примеры представлены во введении.

Но трудно не согласиться с авторами статьи «Перспективы применения многозначных логик в исследованиях искусственного интеллекта»

та: вопросы наглядности»: «Однако практическое использование многозначных логик во многом затруднено существованием выраженных междисциплинарных барьеров; язык, на котором написаны труды по многозначным логикам, остается трудно воспринимаемым для значительной части специалистов в области информационных технологий. Положение усугубляется тем, что в этих работах акцент часто ставится на специфических проблемах, связанных с логико-философской проблематикой, а также со значительным разнообразием многозначных логик» [13]. Это подтверждает целесообразность знакомства с трехзначной логикой на доступном уровне в процессе обучения будущих специалистов в области информационных технологий.

В учебной литературе по дискретной математике для информатиков (программистов) разделы, посвященные трехзначным логикам, встречаются крайне редко. В пособии для студентов направления «Информатика и вычислительная техника» (Казанский государственный технический университет) есть глава «Неклассические логики», один параграф в ней содержит краткий обзор пяти трехзначных логик [14].

В учебниках и учебных пособиях для математиков довольно часто есть раздел «Многозначная логика». Прежде всего это классическая книга С. В. Яблонского «Введение в дискретную математику» [15] и задачник Г. П. Гаврилова и А. А. Сапоженко «Задачи и упражнения по дискретной математике» [16]. Как преподавателю мне очень нравятся эти учебники, материал изложен лаконично и ясно. Но, будучи студенткой 1-го курса, я к ним относилась по-другому: «Очень сложно...» Более поздние работы, например [17], освещают многозначные логики приблизительно в том же объеме.

Дисциплина «Дискретная математика» изучается студентами направления «Прикладная информатика» в 3-м семестре в объеме 34 часов лекций и 56 часов практических занятий. Преподавание строится на основе трех известных учебников: «Дискретная математика для программистов» Р. Хаггарти [18], «Дискретная математика и комбинаторика» Д. Андерсона [19], «Discrete Mathematics with Applications» S. Ерр [20]. Все три учебника содержат большое количество примеров и упражнений, в том числе связанных с приложениями дискретной математики в информатике. В главах, посвященных логике, много внимания уделяется формализации предложений естественного языка. Содержание раздела «Элементы трехзначной логики» разработано в том же стиле. Включение раздела «Элементы трехзначной логики» апро-

бировано в процессе обучения дисциплине «Дискретная математика» студентов направления «Прикладная информатика» Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Объем часов: 2 часа лекций, 4 часа практических занятий.

3. Результаты и обсуждение

Планируется, что в результате изучения раздела «Элементы трехзначной логики» студент будет способен:

- дать определение логических операций;
- выполнять логические операции;
- строить таблицы истинности;
- иллюстрировать (графически и на примерах) смысл логических операций и их свойств для трехзначной логики (Клини),
- конвертировать выражения на естественном языке в логические формулы;
- привести примеры использования трехзначной логики в информатике.

Содержание раздела включает:

- исторические сведения: причины возникновения трехзначных логик как обобщения двузначной логики, множественность трехзначных логик, логика Клини (сильная);
- определение логических связок при помощи таблиц истинности, понятие формулы, связки как функции истинности, отсутствие тавтологий в логике Клини;
- построение диаграмм Венна для логических операций;
- выражение логических связок в естественном языке и конвертация выражений на естественном языке в логические формулы;
- свойства логических операций;
- применение трехзначной логики.

Выбор конкретной трехзначной логики для изучения определялся тем, какие логики используются на практике. Самыми распространенными являются логика Лукасевича и сильная логика Клини. Таблицы истинности в этих логиках различаются только для импликации и эквиваленции на наборе истинностных значений $(1/2, 1/2)$ (табл. 1). В языке SQL используется логика Клини как наиболее соответствующая стратегии оценки и оптимизации SQL-запросов [21]. Поэтому для изучения выбрана логика Клини.

Изучение темы «Элементы трехзначной логики» строится приблизительно так же, как и тем «Логика высказываний» и «Логика предикатов».

Для графической интерпретации логических связок можно использовать диаграммы Венна, на которых «неопределенность» отображается кольцом вокруг круга, соответствующего «истине» (рис. 1). Интерпретация зеркального отрицания достаточно наглядна: истина становится ложью и наоборот, а «неопределенность» так и остается «неопределенностью». Высказывания «Галактика Андромеды заселена зелеными человечками» и «Галактика Андромеды не заселена зелеными человечками» для нас одинаково неопределенные.

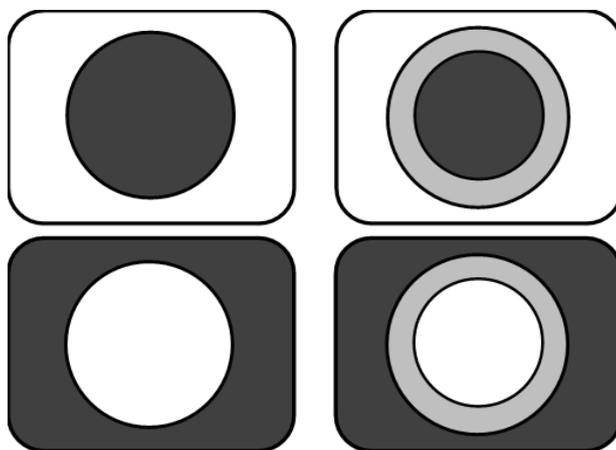


Рис. 1. Диаграмма Венна для двухзначной и трехзначной логики: высказывание и его отрицание

Но с отрицанием в трехзначной логике есть момент, на котором студенты часто спотыкаются. Мы обозначаем высказывания строчными латинскими буквами, при этом x может обозначать как имя конкретного высказывания, так и пропозициональную переменную. Например, пусть x — «Пингвины летают», это «ложь». Тогда $\sim x$ — «Пингвины не летают», это в соответствии с таблицей истинности «истина». Но если x — это переменная, неизвестное нам высказывание, про которое мы знаем, что оно ложное, то $\sim x$ — это не «истина», это «истина» или «неопределенность».

Диаграмма Венна предполагает, что для двух высказываний вся область диаграммы поделена на $2^2 = 4$ участка в случае двухзначной логики. Можно ожидать, что в случае трехзначной логики на диаграмме будет $3^2 = 9$ участков. Но в силу симметрии круга мы получаем

диаграмму, на которой 10 участков, так как 2 участка соответствуют одному и тому же набору значений высказываний $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$. Чтобы количество участков соответствовало количеству истинностных наборов (строк таблицы истинности), можно использовать идею диаграммы Эдвардса (Эдвардса — Венна). Диаграммы Эдвардса предназначены для изображения большого числа множеств, в нашем случае высказываний, но для первых двух множеств используются 2 перекрывающихся прямоугольника. «Неопределенность» для каждого высказывания можно отобразить полосами вдоль двух сторон прямоугольника, тогда диаграмма разделится на нужные 9 участков (рис. 2, 3).

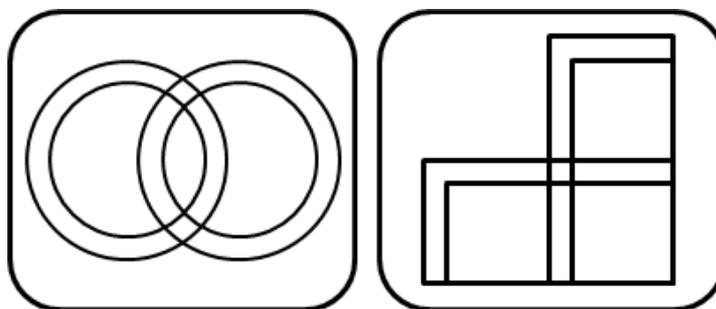


Рис. 2. Диаграммы Венна для двух высказываний в трехзначной логике

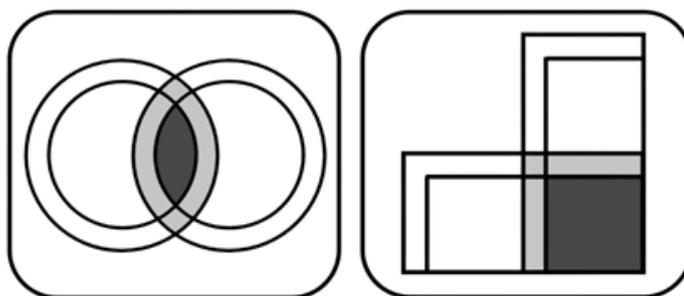


Рис. 3. Диаграммы Венна для конъюнкции двух высказываний в трехзначной логике

В трехзначной логике сохраняются многие свойства операций, которые имели место в двухзначной логике. Обобщенные конъюнкция и дизъюнкция, которые можно выразить как $x_1 \& x_2 = \min(x_1, x_2)$ и $x_1 \vee x_2 = \max(x_1, x_2)$, обладают свойствами коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности относительно друг друга. Для отрицания

Лукасевича верно $\sim (\sim x) \equiv x$. Выполняются также аналоги законов де Моргана: $\sim \min(x_1, x_2) \equiv \max(\sim x_1, \sim x_2)$ и $\sim \max(x_1, x_2) \equiv \min(\sim x_1, \sim x_2)$. Тавтологий в логике Клини нет, так как на истинностном наборе $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ все логические связки принимают значение $(\frac{1}{2})$.

Запись предложений на естественном языке в формализованном виде для трехзначной логики Клини аналогична записи в виде формул двухзначной логики. Здесь стоит обратить внимание студентов на следующее: логические связки двухзначной логики и логики Клини являются истинностно-функциональными, а естественный язык содержит и связки, которые не являются истинностно-функциональными. Трехзначная логика не решает проблему представления в виде формул предложений, содержащих такие связки естественного языка, как:

- «... , потому что... »;
- «Необходимо, чтобы... »;
- «... предшествует... »;
- «Вероятно, что... »;
- «... , что значит... »;
- «Все знают, что... » и т. п.

Предложения со связками, которые не являются истинностно-функциональными, могут быть формализованы при помощи других логик, например, модальные логики позволяют выразить необходимость, возможность, темпоральные логики — учитывать временной аспект высказываний.

Дисциплина, в которой студенты обязательно столкнутся с трехзначной логикой — это «Базы данных», но по времени она изучается позже, чем «Дискретная математика». Поэтому продемонстрировать использование трехзначной логики можно на примере СУБД Access. СУБД Access рассматривается студентами направления «Прикладная информатика» на 1-м курсе в рамках дисциплины «Информационные технологии». Некоторые студенты знакомы с Access по школьному курсу информатики.

Пусть есть таблица с данными о крокодилах: длина в дюймах и вес в фунтах (рис. 4). Некоторые записи содержат пустые поля, которые трактуются как NULL. NULL сам по себе не является значением, но используется как маркер или флаг для представления неизвестных или отсутствующих данных. Логические выражения могут иметь три зна-

чения: True, False, Unknown. Любое сравнение с NULL (в том числе проверка на равенство $NULL=NULL$) имеет значение Unknown.

id	крокодайл	длина	вес
1	Крокодайл1	94	130
2	Крокодайл2		
3	Крокодайл3	86	80
4	Крокодайл4	128	254
5	Крокодайл5	147	
6	Крокодайл6		114
7	Крокодайл7	80	73
8	Крокодайл8	75	51

Рис. 4. Таблица с данными о крокодилах

Предположим, мы хотим найти выдающихся по весу и длине крокодилов. Запрос «SELECT * FROM kr WHERE (кг.длина >100) AND (кг.вес >100)» выдаст единственного крокодила, конъюнкция как обычно принимает значение True, только если оба условия истинны.

Запрос «SELECT * FROM kr WHERE (кг.длина >100) Or (кг.вес >100)» найдет крокодилов, для которых хотя бы одно условие принимает значение True, при этом значение второго условия может быть как True или False, так и Unknown (рис. 5).

id	крокодайл	длина	вес
1	Крокодайл1	94	130
4	Крокодайл4	128	254
5	Крокодайл5	147	
6	Крокодайл6		114

Рис. 5. Результат запроса с дизъюнкцией условий

4. Заключение

Создавая приложения для взаимодействия с базами данных, студенты должны будут оперировать как двухзначной, так и трехзначной логикой. Поэтому включение раздела «Элементы трехзначной логики» в состав дисциплины «Дискретная математика» было вызвано прежде всего потребностями практики. Но изучение трехзначной логики позволяет реализовать не только прагматические цели обучения, но и мировоззренческие. Двухзначная логика — не единственный способ форма-

лизации мышления, как геометрия Эвклида — не единственный способ описания физического мира.

Список источников

1. **Томова Н. Е.** Возникновение трехзначных логик: логико-философский анализ // *Вестник Московского университета. Серия 7: Философия*. 2009. № 5. С. 68–74.
2. **Карпенко А. С.** Развитие многозначной логики. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. 448 с.
3. **Максимов Д. Ю.** Логика Н. А. Васильева и многозначные логики // *Логические исследования*. 2016. Т. 22. № 1. С. 82–107. DOI: 10.21146/2074-1472-2016-22-1-82-107.
4. **Котов Ю. Б.** Логические инструменты принятия решений в задачах медицинской диагностики // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009) : Материалы третьей международной конференции (секции 4–6), Москва, 05–07 октября 2009 года / Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. М.: Учреждение Российской академии наук «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова» РАН, 2009. Т. 2. С. 254–256.*
5. **Меньших А. В., Меньших Т. В.** Выбор методов моделирования оценок криминогенной ситуации // *Охрана, безопасность, связь*. 2024. № 9–3. С. 133–137.
6. **Меньших А. В., Меньших Т. В.** Использование логико-арифметических методов для моделирования неопределённости // *Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Воронеж, 17–18 мая 2023 года*. Воронеж: ФКОУ Воронежский институт ФСИИ России, Строки, 2023. С. 78–80.
7. **Меньших А. В., Меньших Т. В.** Моделирование частичной неопределённости и неполноты данных при принятии управленче-

- ских решений // *Вестник Воронежского института МВД России*. 2023. № 2. С. 132–137.
8. **Bessmertny I., Koroleva J., Sukhikh N., Vedernikov J.** Ternary Logics in Decision Making // *Reliability and Statistics in Transportation and Communication : Selected Papers from the 20th International Conference, Riga, 14–17 october 2020*. Riga: Springer Nature, 2021. P. 411–419. DOI: 10.1007/978-3-030-68476-1_38.
 9. **Гиниятуллин В. М., Габитова Э. А.** Кластеризация данных по кредитным заявкам в троичный вектор // *Электротехнические и информационные комплексы и системы*. 2018. Т. 14. № 1. С. 49–54.
 10. **Филиппов М. Н.** Метод обработки неполных данных на основе трехзначной логики // *Автоматрия*. 2009. Т. 45. № 5. С. 124–131.
 11. **Libkin L.** SQL’s Three-Valued Logic and Certain Answers // *ACM Transactions on Database Systems*. 2016. Vol. 41. No 1. Article 1. Pp. 1–28. DOI: 10.1145/2877206.
 12. **Кузнецов С. Д.** Типизированные неизвестные значения: шаг к решению проблемы представления отсутствующей информации в реляционных базах данных // *Труды Института системного программирования РАН*. 2023. Т. 35. № 2. С. 73–100. DOI: 10.15514/ISPRAS-2023-35(2)-6.
 13. **Габриелян О. А., Витулева Е. С., Сулейменов И. Э.** Перспективы применения многозначных логик в исследованиях искусственного интеллекта: вопросы наглядности // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Философия. Политология. Культурология*. 2021. Т. 7 (73). № 1. С. 5–25.
 14. **Галиев Ш. И.** Математическая логика и теория алгоритмов. Казань: Изд-во КГТУ им. А. Н. Туполева, 2002. 270 с.
 15. **Яблонский С. В.** Введение в дискретную математику : учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2008. 384 с.
 16. **Гаврилов Г. П., Сапоженко А. А.** Задачи и упражнения по дискретной математике : учеб. пособие. М.: Физматлит, 2005. 416 с.

17. **Таранников Ю. В.** Дискретная математика. Задачник : учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2024. 385 с. // *Образовательная платформа «Юрайт»* [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/536541> (дата обращения: 15.09.2024).
18. **Хаггарт Р.** Дискретная математика для программистов. М.: Техносфера, 2005. 400 с.
19. **Андерсон Д. А.** Дискретная математика и комбинаторика : пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 960 с.
20. **Ерр S.S.** Discrete Mathematics with Applications. Boston: Cengage Learning. 2010. 984 p.
21. **Console M., Guagliardo P., Libkin L.** Do We Need Many-valued Logics for Incomplete Information? // *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence. Macao, China, 10/08/19.* 2019. Pp. 6141–6145. <https://doi.org/10.24963/ijcai.2019/851>.

References

1. **Томова Н. Е.** The emergence of three-valued logics: a logical and philosophical analysis. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7: Filosofiya* [Bulletin of Moscow University. Series 7: Philosophy]. 2009. No 5. Pp. 68–74. (In Russ.)
2. **Карпенко А. С.** Razvitie mnogoznachnoj logiki [Development of multivalued logic]. Moscow: Publisher of the LKI, 2010. 448 p. (In Russ.)
3. **Максимов Д. Ю.** N. A. Vasiliev’s logic and multivalued logic. *Logicheskie issledovaniya* [Logical research]. 2016. Vol. 22. No 1. Pp. 82–107. DOI: 10.21146/2074-1472-2016-22-1-82-107. (In Russ.)
4. **Котов Ю. В.** Logical decision-making tools in the tasks of medical diagnostics. *Upravleniye razvitiyem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD’2009) : materialy tret’yey mezhdunarodnoy konferentsii (sektzii 4–6), Moskva, 05–07 oktyabrya 2009 goda. Institut problem upravleniya im. V. A. Trapeznikova RAN* [Management of Large-Scale Systems Development (MLSD’2009) : proceedings of the Third

- International Conference (sections 4–6), Moscow, October 5–7, 2009. V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences]. Moscow: Establishment of the Russian academy institute of management problems named after V. A. Trapesnikova RAS, 2009. Vol 2. Pp. 254–256. (In Russ.)
5. **Men'shix A. V., Men'shix T. V.** The choice of methods for modeling estimates of the criminal situation. *Okhrana, bezopasnost', svyaz'* [Security, safety, communication]. 2024. No 9–3. Pp. 133–137. (In Russ.)
 6. **Men'shix A. V., Men'shix T. V.** Using logical and arithmetic methods to model uncertainty. *Tekhnika i bezopasnost' ob"yektov ugolovno-ispolnitel'noy sistemy : sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Voronezh, 17–18 maya 2023 goda* [Technology and safety of penal facilities : collection of materials from the International scientific and practical conference, Voronezh, May 17–18, 2023]. Voronezh: FCOU Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Lines, 2023. Pp. 78–80. (In Russ.)
 7. **Men'shix A. V., Men'shix T. V.** Modeling of partial uncertainty and incompleteness of data in management decision-making. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii* [Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia]. 2023. No 2. Pp. 132–137. (In Russ.)
 8. **Bessmertny I., Koroleva J., Sukhikh N., Vedernikov J.** Ternary Logics in Decision Making. *Reliability and Statistics in Transportation and Communication : Selected Papers from the 20th International Conference, Riga, 14–17 october 2020*. Riga: Springer Nature, 2021. Pp. 411–419. DOI: 10.1007/978-3-030-68476-1_38.
 9. **Giniyatullin V. M., Gabitova E. A.** Clustering of loan application data into a ternary vector. *Elektrotekhnicheskiye i informatsionnyye komplekсы i sistemy* [Electrical and information complexes and systems]. 2018. Vol. 14. No 1. Pp. 49–54. (In Russ.)
 10. **Filippov M. N.** A method for processing incomplete data based on three-digit logic. *Avtometriya* [Autometry]. 2009. Vol. 45. No 5. Pp. 124–131. (In Russ.)

11. **Libkin L.** SQL's Three-Valued Logic and Certain Answers. *ACM Transactions on Database Systems*. 2016. Vol. 41. No. 1. Article 1. Pp. 1–28. DOI: 10.1145/2877206
12. **Kuznecov S. D.** Typed unknown values: a step towards solving the problem of representing missing information in relational databases. *Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN* [Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences]. 2023. Vol. 35. No 2. Pp. 73–100. DOI: 10.15514/ISPRAS-2023-35(2)-6. (In Russ.)
13. **Gabrielyan O. A., Vituleva E. S., Sulejmenov I. E.** The prospects of using multivalued logics in artificial intelligence research : issues of visibility. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Filosofiya. Politologiya. Kul'turologiya* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Philosophy. Political science. Cultural studies]. 2021. Vol. 7 (73). No 1. Pp. 5–25. (In Russ.)
14. **Galiev Sh. I.** *Matematicheskaya logika i teoriya algoritmov* [Mathematical logic and theory of algorithms]. Kazan': A. N. Tupolev KSTU Publishing House, 2002. 270 p. (In Russ.)
15. **Yablonskij S. V.** *Vvedenie v diskretnuyu matematiku : ucheb. posobie dlya vuzov* [Introduction to Discrete Mathematics : a textbook for Universities]. Moscow: Higher education, 2008. 384 p. (In Russ.)
16. **Gavrilov G. P., Capozhenko A. A.** *Zadachi i uprazhneniya po diskretnoy matematike : ucheb. posobiye* [Problems and exercises in discrete mathematics : textbook]. Moscow: Physical education, 2005. 416 p. (In Russ.)
17. **Tarannikov Yu. V.** Discrete Mathematics. Problem Book : textbook for Universities. Moscow: Yurayt Publishing House, 2024. 385 p. *Obrazovatel'naya platforma Yurajt [sajt]* [Yurayt educational platform [web-site]]. Available at: <https://urait.ru/bcode/536541> (accessed: 15.09.2024). (In Russ.)
18. **Xaggarti R.** *Diskretnaya matematika dlya programmistov* [Discrete Mathematics for Programmers]. Moscow: Technosphere, 2005. 400 p. (In Russ.)

19. **Anderson D. A.** *Diskretnaya matematika i kombinatorika : per. s angl.* [Discrete Mathematics and Combinatorics : transl. from english]. Moscow: Williams Publishing House, 2004. 960 p. (In Russ.)
20. **Epp S. S.** *Discrete Mathematics with Applications.* Cengage Learning. Boston, 2010. 984 p.
21. **Console M., Guagliardo P., Libkin L.** Do We Need Many-valued Logics for Incomplete Information? *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence. Macao, China, 10/08/19.* 2019. Pp. 6141–6145. <https://doi.org/10.24963/ijcai.2019/851>.

Сведения об авторе / Information about author

Бабикова Надежда Николаевна / Nadezhda N. Babikova

к.пед.н., доцент, доцент кафедры прикладной информатики / Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Applied Informatics Department

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина / Pitirim Sorokin Syktyvkar State University

167001, Россия, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55 / 55, Oktyabrsky Ave., Syktyvkar, 167001, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 07.10.2024

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 17.10.2024

Принято к публикации / Accepted for publication 20.10.2024

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ
И ИНФОРМАТИКЕ

THEORY AND METHODS OF TEACHING MATHEMATICS
AND COMPUTER SCIENCE

Вестник Сыктывкарского университета.

Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2024.

Выпуск 3 (52)

Bulletin of Syktovkar University.

Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2024; 3 (52)

Научная статья

УДК 378

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_36

**О ФОРМИРОВАНИИ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ
СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА НА ЗАНЯТИЯХ
ПО МАТЕМАТИКЕ**

**Мария Семеновна Пармузина, Марина Геннадьевна Рочева,
Екатерина Александровна Терентьева**

Ухтинский государственный технический университет,
mparmuzina@ugtu.net

Аннотация.

Критическое мышление необходимо каждому человеку для повышения качества жизни в условиях современных реалий: большого информационного поля, возросшего количества мошеннических схем, широкого применения компьютерных технологий, быстрого темпа жизни и др. Студентам особенно важно обладать развитым критическим мышлением, так как данная категория населения оказывается наиболее подверженной недоброжелательным манипуляциям извне. Перед студентами, которые «получили самостоятельность» от родителей, открываются новые возможности и различные варианты развития будущего. Для определения себя в обществе, грамотного поиска своей будущей профессии и образа жизни, студенты должны обладать критическим мышлением.

Математические дисциплины в силу специфики предмета имеют большие возможности для формирования критического мышления. В связи с этим важной задачей преподавателей математики в вузе становится поиск и применение таких методических приемов, которые вместе с обучающими целями формировали бы критическое мышление студентов.

Целью данной статьи является описание и обоснование методических приемов формирования критического мышления студентов технического вуза на занятиях по математике. Авторами статьи было исследовано понятие «критическое мышление» в психолого-педагогической литературе и выделены составляющие, основываясь на которых, описаны методические приемы и формы организации занятий по математике, способствующие формированию критического мышления.

Ключевые слова: студенты технических вузов, критическое мышление, преподавание математики

Для цитирования: Пармузина М. С., Рочева М. Г., Терентьева Е. А. О формировании критического мышления студентов технического вуза на занятиях по математике // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика.* 2024. Вып. 3 (52). С. 36–51. https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_36

Article

On the formation of critical thinking of students of a technical university in mathematics classes

Marija S. Parmuzina, Marina G. Rocheva, Ekaterina A. Terenteva
Ukhta State Technical University, mparmuzina@ugtu.net

Abstract. Developed critical thinking is necessary for every person to improve the quality of life in the conditions of modern realities: a large information field, an increased number of fraudulent schemes, widespread use of computer technology, a fast pace of life, etc. It is especially important for students to have developed critical thinking, since this category of the population is most susceptible to malevolent manipulation from the outside. For students who have "gained independence" from their parents, new opportunities and various options for the development of the future open up. In order to define themselves in society, competently search for their future profession and lifestyle, students must have critical thinking.

In turn, mathematical disciplines, due to the specifics of the subject, have great opportunities for the formation of critical thinking. In this regard, an important task for teachers of mathematics at the university is the search and application of such teaching methods that, together with educational goals, would form the critical thinking of students.

The purpose of this article is to describe and substantiate methodological techniques for the formation of critical thinking of students of a technical university in mathematics classes. The authors of the article studied the concept of «critical thinking» in psychological and pedagogical literature. Its main components are highlighted, based on which methodological techniques and forms of organizing mathematics classes that contribute to the formation of critical thinking were described.

Keywords: students of technical universities, critical thinking, teaching mathematics

For citation: Parmuzina M. S., Rocheva M. G., Terenteva E. A. On the formation of critical thinking of students of a technical university in mathematics classes. *Vestnik Syktyvkarского universiteta. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics], 2024, no 3 (52), pp. 36–51. (In Russ.) https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_36

1. Введение

Современный мир перенасыщен информацией. Компьютерные технологии позволяют человеку мгновенно получать обширную информацию по нажатию нескольких клавиш. Но, как известно, большой объем информации не гарантирует человеку наличие нужной базы знаний. Процесс получения качественных знаний предполагает особую работу с информацией: поиск, отбор, изучение, анализ, обобщение, сравнение, систематизация и т. д. Другими словами, человеку необходимо уметь осуществлять критический анализ информации, а для этого обладать развитым критическим мышлением.

Роль критического мышления в жизни любого человека неоспорима [1; 2]. Исследователи в области школьного обучения отмечают, что развитое критическое мышление является неотъемлемой частью успешного школьника, и используют различные методы его формирования на школьных занятиях [3–5]. Но этого оказывается недостаточно, и в вузе необходимо продолжить эту работу.

В период студенчества наступает совершеннолетие, перед студентом открываются новые возможности. Для того что бы построить достойную карьеру, найти свое место в жизни, не пожалеть о своих поступках в будущем, студентам необходимо многому научиться: делать выбор на основе качественного анализа информации; сомневаться в правильности любых суждений; рассматривать возникающие проблемы с разных сторон; уметь самостоятельно решать проблемы; не быть объектом манипуляций недоброжелателей извне — для всего этого важно уметь мыслить критически.

Студенческий период характеризуется самоопределением студентов, когда происходит выбор и подготовка к будущей профессиональной деятельности. В данном контексте также важно уметь критически оценивать свои способности, свои желания и возможности для перехода от школьника к профессионалу, развивать в себе профессиональные компетенции и быть готовым к непрерывному профессиональному развитию и росту. Сегодняшние студенты технических вузов — это будущие инженеры, ответственные за наше будущее, за развитие всех сфер жизнедеятельности человека. Становление грамотного профессионала предполагает умения работать с большим объемом информации, в быстром темпе, в коллективе единомышленников, где нужно уметь отстаивать свое мнение, быть готовым к критике со стороны и самокритике.

2. Материалы и методы

Обратимся к научным исследованиям в сфере психологии образования. К числу исследователей, занимавшихся проблемами формирования критического мышления, относятся Дж. Дьюи, Д. Халперн, Д. Клу-стер, Р. Х. Джонсон, В. А. Попков, А. В. Коржуев, Г. Б. Сорина, А. Б. Бутенко и др.

Существуют различные подходы к определению понятия «критическое мышление». Все они так или иначе базируются на определении американского философа Джона Дьюи [6], которое было сформировано и опубликовано в начале XX века. Критическое мышление он определяет как «активное настойчивое и тщательное рассмотрение любого убеждения в свете оснований, которые его поддерживают, и дальнейших выводов, к которым оно стремится». Критическое мышление Джон Дьюи считал конечной интеллектуальной целью всего образования человека.

Американский исследователь в области социологии Дэвид Клу-стер [7] выделяет пять основных моментов при определении критиче-ского мышления:

- 1) критическое мышление есть мышление самостоятельное (навыки самостоятельного труда);
- 2) информация является отправным, а отнюдь не конечным пунктом критического мышления (новая идея требует изучения и прора-ботки большого объема материала);
- 3) критическое мышление начинается с постановки вопросов и уяс-нения проблем;
- 4) критическое мышление стремится к убедительной аргументации (умения аргументировать, обосновывать);
- 5) критическое мышление есть мышление социальное (предполага-ется обмен мнениями, опытом, умение дискутировать).

Российские исследователи данной проблемы А. Б. Бутенко и Е. А. Ходос [8] выделяют следующие определения критического мыш-ления. В широком смысле — мышление, выполняющее особую работу по «проверке на прочность» уже имеющихся продуктов мышления, про-цедур и мыслительной деятельности в целом. В узком смысле — особый вид социальной практики (общественной деятельности), которая позво-ляет человеку:

- не быть объектом манипуляции со стороны средств массовой ин-формации, общественных групп и политических партий, других людей; не быть пассивным транслятором эмоций, стереотипов, традиций всех типов;
- обнаруживать новые пути решения проблем (альтернативы), воз-можные направления развития, до этого неизвестные либо не осо-знаваемые.

Изучив теоретическую базу, можно выделить основные составляю-щие, владение которыми может характеризовать человека с развитым

критическим мышлением: любознательность, самостоятельность мышления, гибкость ума, умение видеть и формулировать проблемы и задачи, владение стандартными способами решения задач, сомнение в суждениях других и самокритичность, внимательность, оптимальная работа в команде, высказывание своей точки зрения с грамотными аргументами, принятие обдуманных решений.

3. Результаты

Согласно федеральным государственным образовательным стандартам инженерных направлений вузов ФГОС ВО (3++), критическое мышление является обязательной составляющей выпускника. Практически все универсальные компетенции (УК) так или иначе описывают умения, которые характеризуют человека с критическим мышлением. Приведем формулировки двух компетенций, демонстрирующих необходимость формирования критического мышления обучающихся: УК-1 «способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач» и УК-2 «способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений». В связи с этим формирование критического мышления является неотъемлемой частью профессиональной подготовки студентов.

Исследователи отмечают, что при обучении не всегда происходит «автоматическое» формирование критического мышления у студентов, поэтому необходимо целенаправленное и планомерное формирование критического мышления [1]. Важной задачей преподавателя в данном контексте становится поиск таких форм организации учебного процесса, которые бы способствовали формированию критического мышления студентов. Применяемые методы обучения должны быть направлены на изучение учебного материала, а вместе с тем нужно давать студентам общие методы познания, которые способствуют развитию критического мышления.

Отметим, что математические дисциплины в силу специфики предмета имеют большие возможности для формирования критического мышления. На всех этапах изучения математики — от детского сада до вуза — происходит формирование разных видов мышления, в том числе критического. Основные принципы математики: абстрактность, логичность, последовательность, наглядность, доказательность, связь

с практикой – дают широкие возможности для формирования мышления человека. Действительно, решая математическую задачу, необходимо выполнить ряд важных этапов: проанализировать проблему, определить входные и искомые параметры, реализовать алгоритм решения задачи или составить его, интерпретировать полученный в ходе решения результат, обосновать его корректность и сделать выводы по исходной задаче. Каждый этап решения математической задачи должен быть продуман, критически осмыслен. Но зачастую в старших классах школы, готовясь к сдаче экзаменов (ОГЭ и ЕГЭ) по математике, школьники заучивают типовые алгоритмы решения задач экзамена. Главной целью выпускника школы становится не получение качественных знаний по математике и развитие логического мышления, а высокие баллы по итоговой аттестации.

Студенты технических направлений вузов изучают математику на первом и втором курсах. Обучение проходит в форме лекционных и практических занятий. На лекциях студенты изучают теоретический материал, а на практических занятиях решают коллективно или самостоятельно задачи. Чтобы изучение математики не превратилось в автоматическое «бездумное» записывание лекций и выполнение задач по образцу, необходимо донести до студентов общие принципы математики: абстрактность, последовательность, доказательность, связь с практикой, что особенно важно для инженеров. Следует снабдить студентов методами математического моделирования реальных процессов, решения математических задач (в том числе с использованием компьютерных математических программ), работы в команде (грамотное деление обязанностей для достижения поставленных целей), критического анализа полученных результатов.

По опыту работы в региональном техническом вузе за последние два десятилетия можем отметить имеющиеся проблемы с набором студентов первого курса на технические направления и связанные с этим небольшие проходные баллы по школьным экзаменам, в том числе по математике. Студентам, имеющим неполные знания школьного курса математики, соответственно, изучение разделов высшей математики дается достаточно сложно — вычислительные приемы с числами, дробями, выражениями и функциями у них не доведены до автоматизма и требуют больших умственных и временных затрат. Часто за вычислительными действиями студенты теряют смысл новых изучаемых математических методов и понятий. У студентов со слабыми матема-

тическими знаниями возникают сложности и с запоминанием нового математического материала. Поэтому важно объяснить студентам, что для качественного применения математики в профессиональной деятельности, а также формирования критического мышления любой человек должен обладать четкой системой знаний и методами познания. Это необходимо для возникновения в реальных условиях противоречия между имеющимися знаниями и получаемой новой информацией, для того чтобы «сработали» механизмы критического мышления, возникло сомнение в получаемой информации и стремление к получению истины. Студенты обязаны учить и запоминать учебный математический материал, знать методы решения типовых задач, чему способствуют коллоквиумы, контрольные работы, экзаменационные и зачетные семестровые работы, в которые включаются теоретические вопросы и практические задания.

Уже на первых занятиях в вузе студенты сталкиваются с возросшим, по сравнению со школьной программой, объемом учебной информации по всем дисциплинам. В связи с большим объемом информации почти на каждом занятии преподаватели переходят к новой теме, часто не оставляя времени на повторение материала прошлых занятий. Поэтому преподавателю на занятиях необходимо использовать различные средства обобщения и визуализации: рисунок, чертеж, ментальную карту, граф, таблицу, семантическую сеть, конспект-схему, опорный конспект, диаграммы Венна, а также видеоролики. Для вовлечения обучающихся в учебный процесс на занятиях следует использовать приемы, способствующие эффективному запоминанию нового материала (интеллект-карты, тезаурусные карты, метод «самое непонятное место в лекции» и др.) [9]. Данная процедура будет способствовать лучшему закреплению и усвоению материала, а также развивать критическое мышление студентов.

Такие качества критического мышления, как любознательность, гибкость ума, умение видеть и формулировать проблемы, можно формировать при решении прикладных задач математическими методами.

Задача 1. В районе добываются ископаемые (руда, уголь, торф, нефть и др.). Через этот район проходит железная дорога со станциями на концах А и В, причем $AB = 2$ с (км). Ископаемые нужно доставлять в пункт А. Возможные пути доставки: 1) гужевым транспортом сразу в А; 2) сперва гужевым в В, а потом по железной дороге в А. Стоимость гужевого транспорта p_1 руб/км, а по железной дороге p_2 руб/км

($p_1 > p_2$). Установить демаркационную линию, которая делит данный район на части, откуда везти и по какому из вышеперечисленных путей? (Задача, в которой используется определение гиперболы.)

Задача 2. Имеется проем в форме полукруга радиусом R . Необходимо в этот полукруг вписать прямоугольное окно с максимальной площадью. Определить размеры этого прямоугольного окна. (Задача на оптимизацию с использованием производной функции.)

Задача 3. Имеется в открытом резервуаре вода, которая в начале имела температуру 80°C , через 5 минут – 78°C , а температура в окружающем воздушном пространстве 13°C . Учитывая, что скорость охлаждения пропорциональна разности температур воды в резервуаре и среды (гипотеза Ньютона), определить, какова будет температура воды в резервуаре через 30 минут и когда температура воды в резервуаре будет 40°C . (Задача на составление и решение дифференциального уравнения с разделяющимися переменными.)

При решении прикладных задач студенты видят реальные практические проблемы, при решении которых применяются изучаемые ими математические методы и объекты. Понимают, что математические разделы – не просто какие-то абстрактные понятия, придуманные математиками, а реальные средства решения практических задач. Решение прикладных задач могут выполнять и мотивационную роль, стимулировать студентов к качественному изучению и усвоению методов математики, так как решение таких задач требует от студентов обширных комплексных знаний математики.

Развитие критического мышления напрямую связано с развитием речи, способностью правильно формулировать свои мысли, аргументированно высказывать свою точку зрения устно и в письменной форме. Из опыта работы можем заметить, что у студентов технического профиля имеются определенные сложности с речевыми компетенциями. На занятиях по математике, особенно на лекционных занятиях, студенты стараются «отсидживать пару» молча, а на практических занятиях при решении задач не способны грамотно излагать ход решения. Отсутствие необходимого багажа математических знаний влечет за собой сложности оперирования математическими понятиями и терминами. В связи с этим важно на занятиях по математике вызвать студентов на диалог, на общение, активное вовлечение в учебный процесс путем развития устной и письменной речи. Важно при самостоятельной работе по решению задач у доски или на местах получать от студента

комментарии решения, ответы на вопросы других студентов и преподавателя по обоснованности шагов решения.

Также для формирования речевых компетенций на занятиях по математике возможно применять следующие приемы.

«7-минутное письмо» — 7–10 минут после изучения темы дается студентам, чтобы они проанализировали и сформулировали письменно по одному предложению ответы на вопросы: «Что изучили на лекции? Какие задачи решали? Что основное нужно знать для решения задач? Какие могут возникнуть сложности при решении задач по теме?»

Дебаты — обсуждение какой-либо темы (проблемы), отстаивание своей точки зрения по поставленному вопросу. Можно использовать различные формы дискуссионной работы: круглый стол; дебаты; форум; заседание экспертной группы; мозговой штурм; оценивающую дискуссию и др.

Организация учебной работы в группах также позволяет формировать важные качества критического мышления. Это может быть работа как в малых (2–4 студента), так и в больших группах (9–15 человек). Организация такой работы может быть достаточно разнообразной. Можно устроить соревнование между группами, кто быстрее и качественнее выполнит набор заданий по теме. Соревновательные моменты на учебных занятиях чаще всего вызывают оживление даже среди неактивных студентов. Соревнование между командами формирует такие важные навыки, как сотрудничество, распределение обязанностей, активное слушание, ответственность за общее дело.

С интересом студенты принимают участие в форме организации занятий, когда им предоставляется возможность проверить и оценить знания других студентов. Работа в данном контексте может быть организована следующим образом: каждая команда составляет свои задания, а затем проверяет правильность выполнения заданий остальными командами и выставляет соответствующие баллы. Задания могут быть, например, следующие: составить систему линейных уравнений и предложить решить ее всем остальным в группе; составить функции для вычисления производной, интеграла от нее; вычислить предел функции в разных точках; составить задачу по теории вероятностей и т. д. При составлении заданий студенты могут воспользоваться имеющимися учебными пособиями, но при этом необходимо учитывать, что решения составленных ими заданий они сами должны знать, ведь впоследствии их необходимо будет проверять у других. Данный тип занятий позво-

ляет систематизировать знания студентов по изученной теме как при составлении заданий, так и при их решении.

Использование компьютерных программ для решения математических задач, по мнению авторов, также является приемом формирования критического мышления. Применение компьютерных математических программ в настоящее время является обязательным условием формирования грамотного специалиста [10–12]. Инженер, встретившись в своей профессиональной деятельности с типовой, вычислительной математической операцией, должен уметь применить математическую программу для быстрого и правильного решения поставленной задачи. На школьных экзаменах по математике запрещено использовать калькулятор, поэтому навыки работы с калькулятором не развиты у школьников. Кроме того, современные школьники для быстроты вычислений применяют мобильное приложение Photomath — приложение, которое с помощью фотокамеры самостоятельно читает и интерпретирует математическую задачу, а пользователю выдает готовый ответ и некоторые этапы решения задачи. Программа освобождает пользователя от ввода математической операции, выбора необходимых функций, знаков арифметических действий и т. д. С помощью данной программы можно решать задачи, начиная с арифметических действий над числами до элементов математического анализа, линейной алгебры, статистической обработки данных [13]. Опыт работы показывает, что студенты имеют слабые навыки работы с математическими калькуляторами, а тем более с математическими компьютерными программами, в которых необходимо самостоятельно вводить математические операторы, функции и их аргументы, указывать последовательность арифметических действий, самостоятельно строить алгоритмы решения задач. Считаем, что в вузе обязательно надо применять компьютерные продукты и развивать у студентов навыки работы с математическими программами. При этом акцент применения компьютерных программ необходимо делать на то, что любая компьютерная программа — это среда реализации определенных алгоритмов, заложенных в нее разработчиками. Любая программа имеет свой интерфейс, свои алгоритмы работы, свой синтаксис и т. д. Программа не укажет пользователю ошибку в постановке задачи, ошибку в исходных данных, не реализует сложный алгоритм решения задачи, не сможет провести анализ полученных решений на корректность, а всего лишь поможет ускорить вычислительный процесс. Для правильной записи условия задачи, интерпретации полученных ре-

шений пользователю необходимы разносторонние знания математики. Любое полученное в программе решение требует критической оценки и проверки. Также важно показать студентам, что не все математические задачи можно решить с помощью программ, любая программа имеет свои ограничения. Из опыта использования компьютерных программ на занятиях по математике для студентов технических вузов можем выделить программы Mathcad и табличный редактор MS Excel или его аналоги [10; 14]. Программа Mathcad является удобной для решения задач по математическому анализу, линейной алгебре, а табличный редактор позволяет удобно проводить статистический анализ данных при изучении разделов математической статистики.

4. Обсуждение

Формирование критического мышления студентов технического вуза — глобальная задача образования, которая решается в контексте подготовки квалифицированного выпускника вуза, который в будущем будет качественно выполнять свои профессиональные и социальные функции. Каждая дисциплина вносит свой вклад в развитие гармоничной личности выпускника. При этом формирование необходимых студенту качеств при обучении математике требует от преподавателя применения разнообразных методических приемов, которые модернизируются год от года с учетом особенностей современных студентов.

Список источников

1. **Плотникова Н. Ф.** Формирование критического мышления студентов вуза в условиях командной формы организации обучения : монография. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. 84 с.
2. **Барбашина Э. В.** Критическое мышление в системе высшего образования за рубежом // *Идеи и идеалы*. 2022. № 4–1. С. 120–136.
3. **Лисенкова А. Д.** Кластеры навыков критического мышления современных старшеклассников // *Педагогика. Вопросы теории и практики*. 2023. № 5. С. 463–469.
4. **Манаков А. С., Манакова Е. О., Зверева Т. С., Бородин А. А.** Технология критического мышления // *Теория и практика современной науки*. 2022. № 1 (79). С. 232–235.

5. **Марюков А. М.** Проблемное обучение и формирование критического мышления // *Образовательная политика*. 2022. № 4 (92). С. 56–64.
6. **Дьюи Дж.** Психология и педагогика мышления / пер. с англ. Н. М. Никольской; под ред. Н. Д. Виноградова. М.: Издание Товарищества «Мир», 1919. 202 с.
7. **Клустер Д.** Что такое критическое мышление? [Электронный ресурс]. URL: <http://testolog.narod.ru/Other15.html> (дата обращения: 25.10.2024).
8. **Бутенко А. В., Ходос Е. А.** Критическое мышление: метод, теория, практика : учеб.-методическое пособие. М.: МИРОС, 2002. 176 с.
9. **Рочева М. Г., Терентьева Е. А.** К проблеме запоминания учебной информации студентами технического вуза // *Коммуникации. Общество. Духовность – 2023 : материалы XXIII Международной научно-практической конференции*. Ухта: УГТУ, 2023. С. 244–249.
10. **Пармузина М. С., Соколова Н. С.** Информатизация преподавания математики студентам технических направлений // *Вестник НЦБЖД*. 2024. № 1 (59). С. 57–67.
11. **Дербуш М. В., Скарбич С. Н.** Инновационные подходы к использованию информационных технологий в процессе обучения математике // *Непрерывное образование: XXI век*. 2020. Вып. 2 (30). С. 66–80.
12. **Темяникова В. А., Баиров Б. Б., Давашкин Е. Ю., Мушкаева З. Д.** Использование ИКТ в процессе обучения учебным дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности» и «Математика» (на примере системы среднего профессионального образования) // *Современное педагогическое образование*. 2021. № 11. С. 223–226.
13. **Терентьева Е. А., Рочева М. Г.** Особенности применения цифровых технологий в обучении математике // *Управление устойчивым развитием топливно-энергетического комплекса – 2023 : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции*. Ухта: УГТУ, 2023. С. 45–49.

14. **Грамбовская Л. В., Баданина Л. А.** Проблемы обучения математической статистике в техническом вузе с применением MS Excel // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. № 7–3 (121). С. 118–122.

References

1. **Plotnikova N. F.** *Formirovanie kriticheskogo myshleniya studentov vuza v usloviyah komandnoj formy organizacii obucheniya : monografiya* [Formation of critical thinking of university students in the conditions of the command form of the organization of education : monograph]. Kazan: Kazan University Press, 2015. 84 p. (In Russ.)
2. **Barbashina E. V.** Critical thinking in the system of higher education abroad. *Idey i idealy* [Ideas and ideals]. 2022. No 4–1. Pp. 120–136. (In Russ.)
3. **Lisenkova A. D.** Clusters of critical thinking skills of modern high school students. *Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki* [Pedagogy. Questions of theory and practice]. 2023. No 5. Pp. 463–469. (In Russ.)
4. **Manakova E. O., Manakov A. S., Zvereva T. S., Borodina A. A.** Technology of critical thinking. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki* [Theory and practice of modern science]. 2022. No 1 (79). Pp. 232–235. (In Russ.)
5. **Maryukov A. M.** Problem-based learning and the formation of critical thinking. *Obrazovatel'naya politika* [Educational policy]. 2022. No 4 (92). Pp. 56–64. (In Russ.)
6. **Dewey J.** *Psihologiya i pedagogika myshleniya* [Psychology and pedagogy of thinking] Transl. from English by N. M. Nikolskaya; edited by N. D. Vinogradov. Moscow: Publishing House of the Mir Association, 1919. 202 p. (In Russ.)
7. **Kluster D.** *Chto takoe kriticheskoe myshlenie?* [What is critical thinking?] [Electronic resource]. Available at: <http://testolog.narod.ru/Other15.html> (accessed: 25.10.2024). (In Russ.)

8. **Butenko A. V., Hodos E. A.** *Kriticheskoe myshlenie: metod, teoriya, praktika : uchebno-metodicheskoe posobie* [Critical thinking: method, theory, practice : an educational and methodical manual]. Moscow: MIROS, 2002. 176 p. (In Russ.)
9. **Rocheva M. G., Terenteva E. A.** To the problem of memorizing educational information by students of a technical university. *Kommunikatsii. Obshchestvo. Dukhovnost' – 2023 : materialy XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Communications. Society. Spirituality – 2023 : materials of the XXIII International Scientific and Practical Conference]. Ukhta: UGTU. 2023. Pp. 244–249. (In Russ.)
10. **Parmuzina M. S., Sokolova N. S.** Informatization of teaching mathematics to students of technical fields. *Vestnik NTsBZhD* [Bulletin of Scientific Center for Life Safety]. 2024. No 1 (59). Pp 57–67. (In Russ.)
11. **Derbush M. V., Skarbich S. N.** Innovative approaches to the use of information technologies in the process of teaching mathematics. *Neprieryvnoye obrazovaniye: XXI vek* [Continuing education: XXI century]. 2020. Vol. 2 (30). Pp. 66–80. DOI: 10.15393/j5.art.2020.5689. (In Russ.)
12. **Temyanikova V. A., Bairov B. B., Davashkin E. Y., Mushkaeva Z. D.** The use of ICT in the process of teaching the academic disciplines “Life safety” and “Mathematics” (on the example of the system of secondary vocational education). *Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye* [Modern pedagogical education]. 2021. No 11. Pp. 223–226. (In Russ.)
13. **Terenteva E. A., Rocheva M. G.** Features of the use of digital technologies in teaching mathematics. *Upravleniye ustoychivym razvitiyem toplivno-energeticheskogo kompleksa – 2023 : materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Management of sustainable development of the fuel and energy complex – 2023 : materials of the IV All-Russian scientific and practical conference]. Ukhta: UGTU, 2023. Pp. 45–49. (In Russ.)
14. **Grambovskaya L. V., Badanina L. A.** Problems of teaching mathematical statistics in a technical university using MS Excel.

Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Scientific Research Journal]. 2022. No 7–3 (121). Pp. 118–122. (In Russ.)

Сведения об авторах / Information about authors

Пармузина Мария Семеновна / Maria S. Parmuzina

кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и высшей математики / Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Higher Mathematics

Ухтинский государственный технический университет / Ukhta State Technical University

169300, Россия, г. Ухта, ул. Первомайская, 13 / 13, Pervomayskaya str., Ukhta, 169300, Russia

Рочева Марина Геннадьевна / Marina G. Rocheva

старший преподаватель кафедры физики и высшей математики / Senior lecturer of the Department of Physics and Higher Mathematics

Ухтинский государственный технический университет / Ukhta State Technical University

169300, Россия, г. Ухта, ул. Первомайская, 13 / 13, Pervomayskaya str., Ukhta, 169300, Russia

Терентьева Екатерина Александровна / Ekaterina A. Terenteva

старший преподаватель кафедры физики и высшей математики / Senior lecturer of the Department of Physics and Higher Mathematics

Ухтинский государственный технический университет / Ukhta State Technical University

169300, Россия, г. Ухта, ул. Первомайская, 13 / 13, Pervomayskaya str., Ukhta, 169300, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 11.07.2024

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 25.10.2024

Принято к публикации / Accepted for publication 28.10.2024

Вестник Сыктывкарского университета.
Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2024.
Выпуск 3 (52)
Bulletin of Syktuykar University.
Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2024; 3 (52)

Научная статья

УДК 378.147

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_52

ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Марина Евгеньевна Сангалова,
Светлана Владимировна Федорова,
Эльвира Владимировна Фролова

Арзамасский филиал Национального исследовательского
Нижегородского государственного университета
имени Н. И. Лобачевского, smolyanka77@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема организации обучения математике иностранных студентов педагогического вуза. Обсуждаются подходы к решению задач адаптации содержания математических дисциплин к уровню подготовки этой категории студентов, а также особенности методики обучения. Выделены и охарактеризованы приоритетные направления работы преподавателя по решению задач повышения уровня математической подготовки и интереса к освоению математических знаний иностранных студентов.

Ключевые слова: высшее образование, обучение математике, иностранные студенты, педагогический вуз

Для цитирования: Сангалова М. Е., Федорова С. В., Фролова Э. В. Обучение математике иностранных студентов в педагогическом вузе // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика.* 2024. Вып. 3 (52). С. 52–65.
https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_52

Article

Teaching mathematics to foreign students at a pedagogical university

Marina E. Sangalova, Svetlana V. Fedorova, Elvira V. Frolova
Arzamas branch of the National Research
Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod,
smolyanka77@mail.ru

Abstract. The article considers the problem of organizing the teaching of mathematics to foreign students of a pedagogical university. Approaches to solving the problems of adapting the content of mathematical disciplines to the level of training of this category of students, as well as the features of the teaching methodology are discussed. Priority areas of the teacher's work to solve the problems of increasing the level of mathematical training and interest in mastering mathematical knowledge of foreign students are identified and characterized.

Keywords: higher education, mathematics education, international students, pedagogical university

For citation: Sangalova M. E., Fedorova S. V., Frolova E. V. Teaching mathematics to foreign students at a pedagogical university. *Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2024, No. 3 (52), pp. 52–65. https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_52

Современный этап развития высшего педагогического образования характеризуется тем, что значительную часть контингента обучаемых составляют иностранные студенты. По данным Министерства просвещения с 2019 по 2021 год количество иностранных студентов, поступающих на направление подготовки «Педагогическое образование», возросло в полтора раза [1], и эта тенденция сохраняется. В указе президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [2] предписывается дальнейшее увеличение числа иностранных студентов. Отметим, что на профиле «Математика и физика» направления подготовки «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» доля иностранных студентов меньше, но все же является значительной. Немаловажным является то, что большинство иностранных студентов

обучается на платной основе, а следовательно, вносит вклад в бюджет вуза. Соответственно, для преподавателей педагогических вузов возрастает актуальность задач: 1) адаптации содержания математических дисциплин к уровню математической подготовки таких студентов, а также к уровню их владения русским языком; 2) разработки соответствующей методики обучения.

Прежде всего, следует определить «стартовые» уровни студентов по математике и русскому языку. Это можно сделать, например, с помощью контрольного среза [3]. Отметим, что при хорошем и отличном знании математики слабое владение русским языком не является препятствием к освоению математических методов и доказательств, поскольку язык математической символики является универсальным. Это может считаться преимуществом математических дисциплин [4].

Математическую подготовку иностранных студентов (на примере студентов 1-го курса Арзамасского филиала ННГУ им. Н. И. Лобачевского направления подготовки «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Математика и физика») вполне характеризуют следующие наблюдения:

- затрудняются решать квадратные уравнения, нуждаются в подсказке;
- не умеют совершать действия с обыкновенными дробями с разными знаменателями;
- не знакомы с тригонометрическими, логарифмическими, показательными и обратными тригонометрическими функциями;
- испытывают затруднения при решении линейных алгебраических уравнений с одним неизвестным.

Все студенты перед поступлением в вуз в течение года изучали русский язык как иностранный на подготовительном факультете, однако фактическое владение языком определяет следующее наблюдение. Из группы иностранных студентов только 20 % обучающихся понимают русский язык достаточно хорошо, чтобы объяснить требования преподавателя всем остальным студентам.

Организационно обучение иностранных студентов может осуществляться как совместно с русскими, так и в отдельных группах. Преимущество здесь следует отдать второму подходу, так как он позволяет

работать с иностранными студентами более адресно, учитывая их специфику. Однако, как правило, это определяется учебно-методическим отделом университета, а не преподавателями.

Ниже опишем приоритетные направления работы преподавателя по решению выявленных актуальных задач. Основная идея будет заключаться в повышении уровня математической подготовки студентов и усилению их интереса к освоению математических знаний.

1. Учитывая слабый уровень математической подготовки иностранных абитуриентов и студентов, планируется организовать адаптационный курс математики. Целью такого курса является выявление текущего уровня математической подготовки каждого студента по основным разделам математики и последующее продвижение от этого «стартового» уровня до удовлетворительного уровня в освоении школьной программы по математике. Такой уровень определяется знанием и пониманием основных определений, формул и теорем, умением применять базовые методы алгебры, геометрии и математического анализа. Занятия адаптационного курса предназначены в обязательном порядке для всех первокурсников, а также для студентов более старших курсов, нуждающихся в коррекции уровня школьной подготовки.

2. Следующим направлением работы является написание учебных пособий по преподаваемым дисциплинам для иностранных студентов. Особенности таких пособий должны быть:

- увеличение числа иллюстративных материалов, в том числе анимационных, а также с применением дополненной реальности;
- увеличение количества примеров (желательно каждое теоретическое положение подтверждать примером) и типовых заданий;
- включение практико-ориентированных заданий, демонстрирующих возможности применения изучаемого материала в реальной жизни;
- повышение степени структурированности материалов (составление кластеров, схем, таблиц, карт математических понятий и др.);
- наличие глоссария как основных математических терминов, так и слов, употребляемых в доказательствах, составленного на русском и иностранном языках;

- наличие списка обозначений (детальное пояснение всех математических символов и обозначений на русском и иностранном языках);
- нарастание числа русских слов по мере продвижения по пособию (от минимально возможного до количества слов, используемого при неадаптированном изложении дисциплины).

Планируется привлечение в качестве консультантов преподавателей вузов из страны проживания студентов для сотрудничества по составлению глоссария и списка обозначений.

Рассмотрим фрагмент учебно-методического пособия по дисциплине «Математика», адаптированного для иностранных студентов из Туркменистана, обучающихся по направлению «Педагогическое образование», профили «Начальное образование и дошкольное образование» в Арзамасском филиале ННГУ. Ниже последовательно представлены структурированный теоретический материал (рис. 1), примеры для иллюстрации теоретических положений (рис. 2, 3), типовое (рис. 4) и практико-ориентированное (рис. 5) задания, способствующие освоению математических методов.

Тема «Операции над множествами. Пересечение множеств»

Теоретический материал

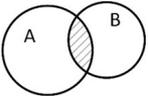
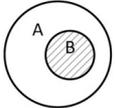
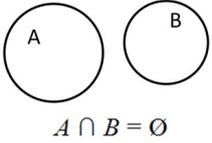
Понятие	Символическая запись	Диаграмма Эйлера-Венна
<p>Пересечение множеств – это множество, которое состоит из общих элементов данных множеств.</p>	$A \cap B = \{x \mid x \in A, x \in B\}$	
<p>Köplükleriň kesişmesi – bu berlen köplükleriň umumy elementlerinden ybarat bolan köplükdir.</p>		
		

Рис. 1. Раздаточный материал для иностранных студентов

Пример 1**Mısal 1**

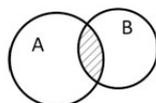
<p>Даны множества $A = \{m, n, k\}$ и $B = \{m, p, t, n\}$.</p> <p>1. Найдите пересечение множеств A и B ($A \cap B$).</p> <p>2. Постройте диаграмму Эйлера-Венна для множеств A и B.</p>	<p>Berildi: $A = \{m, n, k\}$, $B = \{m, p, t, n\}$.</p> <p>1. Tap: $A \cap B$</p> <p>2. Gurmak: A ve B koplukleri için Euler-Venn diyagramını</p>
---	--

Решение**Çözgüt**

1. Найдем общие элементы множеств A и B . Это m и n , поэтому $A \cap B = \{m, n\}$.

$$\begin{array}{l} A = \{m, n, k\} \\ B = \{m, p, t, n\} \end{array} \Rightarrow m, n - \text{umumu elementler } A \text{ и } B \Rightarrow A \cap B = \{m, n\}$$

2. Изобразим множества A и B на диаграмме Эйлера-Венна:



Euler-Venn Diyagramı

Рис. 2. Представление примера 1 в учебно-методическом пособии

Пример 2**Mısal 2**

<p>Даны множества $A = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x < 8\}$, $B = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x \leq 5\}$.</p> <p>1. Найдите пересечение множеств A и B ($A \cap B$).</p> <p>2. Постройте диаграмму Эйлера-Венна для множеств A и B.</p>	<p>Berildi: $A = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x < 8\}$, $B = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x \leq 5\}$.</p> <p>1. Tap: $A \cap B$</p> <p>2. Gurmak: A ve B koplukleri için Euler-Venn diyagramını</p>
---	---

Решение**Çözgüt**

1. Зададим множества A и B перечислением элементов:

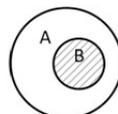
$$A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}, B = \{1, 2, 3, 4, 5\}.$$

Найдем общие элементы множеств A и B . Это 1, 2, 3, 4 и 5.

Следовательно, $A \cap B = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, то есть $A \cap B = B$.

$$\begin{array}{l} A = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x < 8\} \Rightarrow A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\} \\ B = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x \leq 5\} \Rightarrow B = \{1, 2, 3, 4, 5\} \end{array} \Rightarrow A \cap B = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

2. Изобразим множества A и B на диаграмме Эйлера-Венна:



Euler-Venn Diyagramı

Рис. 3. Представление примера 2 в учебно-методическом пособии

Пример типового задания

Задание (Maşk)	Решение (Çözgüt)
<p>Даны множества A и B.</p> <p>1. Найдите пересечение множеств A и B ($A \cap B$).</p> <p>2. Постройте диаграмму Эйлера-Венна для множеств A и B.</p>	<p>Berildi: A we B sazlayar</p> <p>1. Tap:</p> <p>2. Gurmak:</p>
<p>а) $A = \{2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $B = \{5, 6, 7, 8, 9\}$</p>	<p>1.</p> <p>2.</p>
<p>б) $A = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x < 10\}$, $B = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x \leq 4\}$</p>	<p>1.</p> <p>2.</p>
<p>в) $A = \{5, 6, 7\}$, $B = \{x \mid x \in \mathbb{N}, 4 < x \leq 7\}$</p>	<p>1.</p> <p>2.</p>
<p>г) $A = \{5, 6, 7\}$, $B = \emptyset$.</p>	<p>1.</p> <p>2.</p>

Рис. 4. Представление типового задания в учебно-методическом пособии

Практико-ориентированное задание

Необходимо выбрать старосту группы. Критерии отбора:

- а) коммуникабельность (умение находить общий язык с одногруппниками и преподавателями);
- б) организаторские способности (умение организовать студентов для участия в мероприятиях вуза, контроль успеваемости и посещаемости студентов);
- в) желание быть старостой.

Определите, какими качествами Вы обладаете. На диаграмме (рис. 5) отметьте свое имя в зависимости от этих качеств.

Заполните вместе обобщающую диаграмму Эйлера – Венна (студенты поочередно выходят к доске и отмечают на диаграмме свои имена).

Сделайте вывод: кто из студентов подходит на роль старосты группы.

A – множество студентов, обладающих коммуникабельностью.

B – множество студентов, обладающих организаторскими способностями.

C – множество студентов, желающих быть старостой.

Приведенный фрагмент пособия дает представление о реализации предложенных идей в процессе работы над учебными материалами.

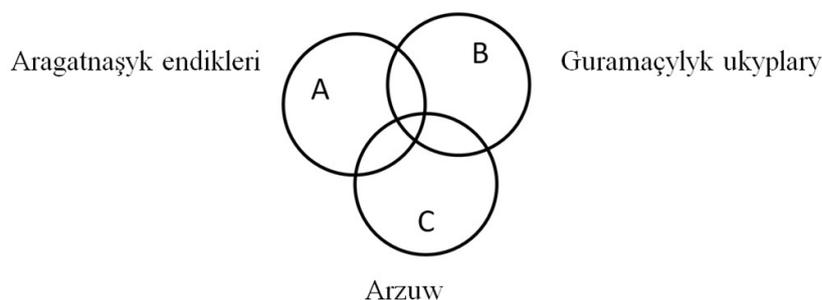


Рис. 5. Диаграмма Эйлера – Венна к практико-ориентированному заданию

Еще одним видом таких материалов являются видеоуроки с разбором теоретического материала, а также практических заданий из различных тем курса «Математика», расположенные в системе электронного обучения вуза. Их можно смотреть неоднократно, останавливая по мере необходимости.

Получение конечного продукта в виде видеофайла связано со следующими действиями:

- отбор дидактических материалов для видеоурока;
- разработка сценария (в первую очередь тех рассуждений, которые необходимо провести в процессе объяснения);
- разработка электронной презентации с анимацией, позволяющей реализовать последовательное появление на экране информации, соответствующей процессу решения задачи, по мере рассуждения преподавателя;
- запись видеоурока, например, с использованием zoom-конференции;
- монтаж видеоурока [5].

На рис. 6 представлен скриншот с фрагментом видеоурока «Выполнение операций над множествами», в котором описаны рассуждения в процессе решения задач на пересечение и объединение множеств.

В качестве учебных материалов для иностранных студентов целесообразно использовать инфографику, поскольку она является самодостаточной (позволяет получать информацию без дополнительных пояснений) и основана на частичной замене текста изображениями или символами.

Инфографика по теме «Предел последовательности» (рис. 7) раскрывает значения символов в обозначении последовательности и определении предела на языке Коши.

Математика

В начало / Мои курсы / Мат / Тема 1: ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИКИ / Видеофайл с разбором задания "Выполнение операций над множествами"

Видеофайл с разбором задания "Выполнение операций над множествами"

Найти пересечение и объединение множеств $A=(-\infty; 7]$ и $B=[1; \infty)$

Решение.
Изобразим данные множества на числовой прямой.

$A \cap B = [1; 7]$ или $A \cap B = \{x/x \in \mathbb{R}, 1 \leq x \leq 7\}$

Рис. 6. Скриншот с фрагментом видеурока, размещенного в системе электронного обучения

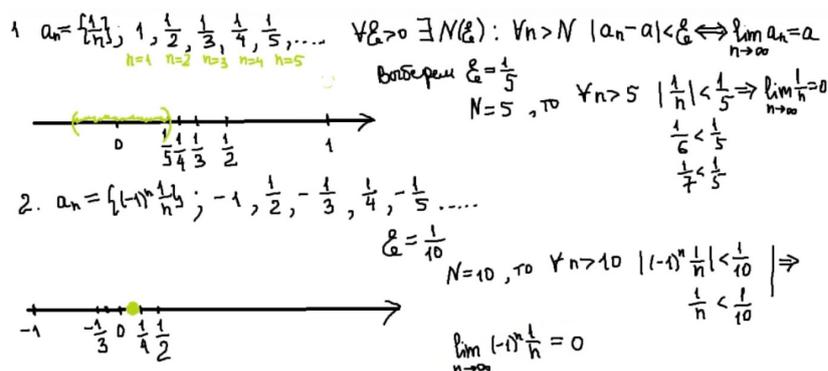


Рис. 7. Инфографика «Предел последовательности»

Инфографика «Лобачевский и XXI век» (рис. 8) демонстрирует одну из наиболее увлекательных историй в области математики – историю открытия неевклидовой геометрии. Модель псевдосферы можно не только изготовить из доступных материалов, но и построить в дополненной реальности.

3. Особенности организации и проведения занятий по математическим дисциплинам с иностранными студентами являются:

а) совместная подготовка студентов к практическим занятиям и коллоквиумам;

б) объяснение одним иностранным студентом уже понятого математического метода другим студентам на конкретном примере;

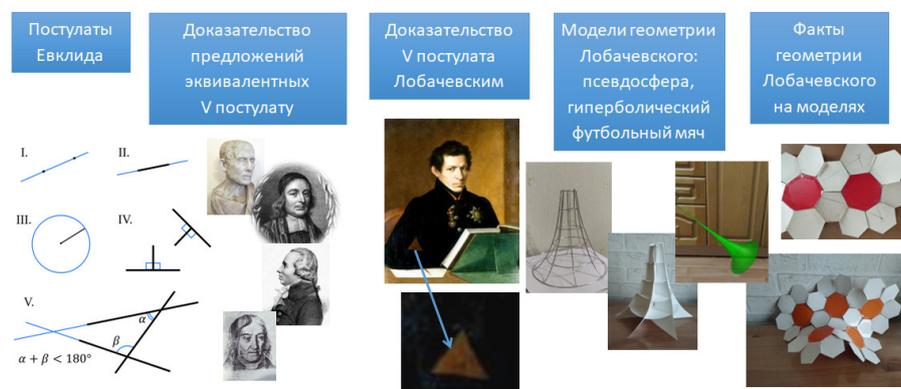


Рис. 8. Инфографика «Лобачевский и XXI век»

в) использование практики наставничества: закрепление русских студентов в качестве наставников за иностранными студентами-одногоруппниками (оказание помощи в освоении учебного материала, организации рабочего времени; разъяснение требований преподавателя и др.);

г) активное применение диалоговых форм обучения (необходимо систематически вызывать каждого студента к доске, беседовать индивидуально с каждым студентом на коллоквиуме и т. п.);

д) проведение самостоятельной работы на 15 минут с последующей самопроверкой и работой над ошибками по каждой ключевой теме;

е) предложение студентам нестандартных задач через телеграмм-чат один раз в неделю для развития интереса к математике.

Имеющийся опыт обучения иностранных студентов позволяет сделать следующие выводы. Положительного эффекта в обучении математике можно достичь за счет систематической обратной связи со студентами, активного применения визуальных средств обучения, использования практики наставничества (метод «равный обучает равного», который не только способствует усвоению учебного материала иностранными студентами, но и полезен для студентов-наставников как будущих педагогов. Облегчить процесс восприятия и запоминания информации иностранными студентами, а также разнообразить образовательную деятельность позволяют авторские электронные курсы, разработанные в системе электронного обучения вуза и специально адаптированные к возможностям иностранных студентов.

Таким образом, достижение результативности в обучении иностранных студентов математике представляет собой комплексную задачу, решение которой предполагает преодоление не только языкового барьера, но и, главным образом, разрыва между «стартовым» уровнем математической подготовки студентов и уровнем, необходимым для освоения математических дисциплин в вузе. Величина этого разрыва индивидуальна для каждого студента. Часто оказывается, что им предстоит освоить сразу два «иностраных» для них языка — русский и язык математики. Это возможно только с помощью качественных учебных и методических материалов и целенаправленной согласованной работы студентов и преподавателя.

Список источников

1. Популярность образовательных программ российских педвузов среди иностранных студентов выросла в полтора раза за последние три года // Минпросвещения России: сайт. 2021. 27 мая [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.gov.ru/press/3770/populyarnost-obrazovatelnyh-programm-rossiyskih-pedvuzov-sredi-inostrannyh-studentov-vyroslo-v-polтора-raza-za-poslednie-tri-goda/> (дата обращения: 25.05.2024).
2. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (дата обращения: 25.05.2024).
3. **Яковлева Е. В.** Обучение математике иностранных студентов в университете на основе когнитивно-визуального подхода // *Вестник Вятского государственного университета*. 2020. № 1. С. 84–93.
4. **Кочеткова И. В., Мумряева С. М., Егорченко И. В.** Особенности организации самостоятельной работы при обучении математике иностранных студентов в вузе // *Педагогическое образование в России*. 2018. № 8. С. 189–196.
5. **Федорова С.В., Фролова Э.В.** Видеоконтент в структуре электронного учебного курса «Математика» // *Современные обра-*

зовательные web-технологии в реализации личностного потенциала обучающихся: сборник статей Международной научно-практической конференции «Современные образовательные web-технологии в реализации личностного потенциала обучающихся». Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2022. С. 288–292.

References

1. The popularity of educational programs of Russian pedagogical universities among foreign students has increased one and a half times over the past three years. *Minprosveshcheniya Rossii: sayt* [Ministry of Education of Russia: website]. 2021. May 27 [Electronic resource]. Available at: <https://edu.gov.ru/press/3770/populyarnost-obrazovatelnyh-programm-rossiyskih-pedvuzov-sredi-inostrannyh-studentov-v> (accessed: 25.05.2024). (In Russ.)
2. *O nacionalnih celyah razvitiya Rossiiskoi Federacii na period do 2030 goda i na perspektivu do 2036 god : ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2024 № 309* [On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future up to 2036 : decree of the President of the Russian Federation dated 05/07/2024 No 309] [Electronic resource]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (accessed: 25.05.2024). (In Russ.)
3. **Yakovleva E. V.** Teaching mathematics to foreign students at the university based on a cognitive-visual approach *Matematicheskii vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Mathematical Bulletin of Vyatka State University]. 2020. No 1. Pp. 84–93. (In Russ.)
4. **Kochetkova I. V., Mumryaeva S. M., Egorchenko I. V.** Features of the organization of independent work in teaching mathematics to foreign students at the university *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii* [Pedagogical education in Russia]. 2018. No 8. Pp. 189–196. (In Russ.)
5. **Fedorova S. V., Frolova E. V.** Video content in the structure of the electronic educational course “Mathematics”. *Sovremennye obrazovatel’nye web-tehnologii v realizacii lichnostnogo potenciala*

obuchayushchikhsya : sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Sovremennye obrazovatelnye web-tehnologii v realizacii lichnostnogo potenciala obuchayushchikhsya" [Modern educational web-technologies in the implementation of the personal potential of students : collection of articles from the International scientific and practical conference "Modern educational web-technologies in the implementation of the personal potential of students"]. Arzamas: Arzamas branch of UNN, 2022. Pp. 288–292. (In Russ.)

Сведения об авторах / Information about authors

Сангалова Марина Евгеньевна / Marina E. Sangalova

к.пед.н., доцент, доцент кафедры математики, физики и информатики /
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Mathematics, Physics and Computer Science

Арзамасский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского» / Arzamas branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky" 607220, Россия, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. К. Маркса, 36 / 36, K. Marksa st., Arzamas, Nizhny Novgorod region, 607220, Russia

Фёдорова Светлана Владимировна / Svetlana V. Fedorova

к.пед.н., доцент, доцент кафедры дошкольного и начального образования /
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Preschool and Primary Education

Арзамасский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского» / Arzamas branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky" 607220, Россия, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. К. Маркса, 36 / 36, K. Marksa st., Arzamas, Nizhny Novgorod region, 607220, Russia

Фролова Эльвира Владимировна / Elvira V. Frolova

к.пед.н., доцент, доцент кафедры дошкольного и начального образования / Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Preschool and Primary Education

Арзамасский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского» / Arzamas branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “National Research Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky” 607220, Россия, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. К. Маркса, 36 / 36, K. Marksa st., Arzamas, Nizhny Novgorod region, 607220, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 14.08.2024

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 21.09.2024

Принято к публикации / Accepted for publication 07.10.2024

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

METHODICAL MATERIALS

Вестник Сыктывкарского университета.

Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2024.

Выпуск 3 (52)

Bulletin of Syktovkar University.

Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2024; 3 (52)

Научная статья

УДК 004.42

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_66

О РАБОТАХ ИВАНА АЛЕКСАНДРОВИЧА СКОПИНА (1900–1942), ОДНОГО ИЗ ПЕРВЫХ УЧЕНИКОВ ПРОФЕССОРА И. М. ВИНОГРАДОВА

Владимир Петрович Одинец

W.P.Odyniec@mail.ru

Аннотация. В статье речь идёт о работах по теории чисел Ивана Александровича Скопина (1900–1942) на фоне ситуации в стране в 20–30-е годы.

Ключевые слова: распределение индексов, простой модуль, первообразный корень, функция Эйлера

Для цитирования: Одинец В. П. О работах Ивана Александровича Скопина (1900–1942), одного из первых учеников профессора И. М. Виноградова // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика.* 2024. Вып. 3 (52). С. 66–72.
https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_66

Article

On the works of Ivan Alexandrovich Skopin (1900–1942), one of first students of Professor I. M. Vinogradov

Vladimir P. Odyniec

W.P.Odyniec@mail.ru

Abstract. The article deals with the works on number theory of Ivan Alexandrovich Skopin (1900–1942) against the background of the situation in the country in 20–30s.

Keywords: distribution of indices, prime module, primitive root, Euler function

For citation: Odyniec V. P. On the works of Ivan Alexandrovich Skopin (1900–1942), one of first students of Professor I. M. Vinogradov. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics], 2024, no 3 (52), pp. 66–72. (In Russ.) https://doi.org/10.34130/1992-2752_2024_3_66

Иван Александрович Скопин родился 26 сентября 1900 года в семье чиновника (возможно, священника) в Вятской губернии, месте политической ссылки [1]¹. Тем не менее, семья дала возможность учиться Ивану в вятской мужской гимназии. Окончание учебы совпало по времени с гражданской войной в России. В тех условиях Иван в течение четырёх лет работает рабочим.

В 1922 году он едет в Петроград и поступает на первый курс физико-математического факультета Петроградского университета. В 1926 году он женится на студентке химфака Евгении Александровне Смирновой. Через год (1927) у них рождается сын, названный Александром (1927–2003), ставший, как и отец, математиком, а Иван Александрович оканчивает учебу в университете и поступает ассистентом на кафедру математики Горного института.

Ещё учась в университете, под руководством профессора Ивана Матвеевича Виноградова (1891–1983) он стал заниматься исследованиями в области аналитической теории чисел.

¹Даже к концу 1926 года численность населения губернского города Вятки едва превысила 60 тыс. человек.

В 1928 году в журнале Физико-математического общества появилась статья Ивана Александровича «О распределении индексов по составному модулю» [2]. Статье предшествовал приём И. А. Скопина в члены Физико-математического общества, куда его рекомендовал И. М. Виноградов. Замечу, что сам И. М. Виноградов, хотя и был принят в общество еще в 1922 году, но выступал на его заседаниях только один раз 12 февраля 1927 года с докладом: «Элементарное доказательство одной формулы Гаусса» [3].

Итак, статья [2] начинается с утверждения, что «задачу о распределении индексов впервые поставил и решил проф. И. М. Виноградов в 1926 году в статье «О распределении индексов» (ДАН). Им же рассмотрен случай простого модуля. В статье [2] с необходимыми дополнениями применён метод И. М. Виноградова к решению задачи в случае составного нечетного модуля. В статье [2] пять параграфов. В §§ 1 и 2 выводятся формулы распределения индексов для двух частных случаев: 1) для $P =$ произведению различных простых нечетных чисел; 2) для случая $P = P^\lambda$, где p — простое нечетное число, а λ — любое целое число, строго большее 1.

Для дальнейшего изложения напомним несколько определений. **Первообразным корнем** по модулю m называется целое число g такое, что

$$g^{\phi(m)} \equiv 1 \pmod{m}$$

и

$$g^l \text{ несравнимо с } 1 \pmod{m} \text{ при } 1 \leq l < \phi(m),$$

где $\phi(m)$ — функция Эйлера².

Для первообразного корня его степени $1, g, g^2, \dots, g^{\phi(m)-1}$ образуют приведенную систему вычетов по модулю m . Поэтому для каждого числа a , взаимно простого с m , найдётся показатель l , $0 \leq l < \phi(m)$ такой, что

$$g^l \equiv a \pmod{m}.$$

Такое число l называется **индексом числа a** по основанию g .

Возвращаясь к статье [2], отметим, что в § 3 получена формула распределения индексов для любого нечетного модуля. А в §§ 4 и 5 полу-

²Функция Эйлера $\phi(n)$ — это мультипликативная арифметическая функция, значение которой равно количеству чисел, меньших либо равных $(n - 1)$ и взаимно простых с n . При этом $\phi(1) = 1$. Например, $\phi(4) = 2$, $\phi(5) = 4$.

чено асимптотическое выражение для суммы дробных частей значений функции $(A^x + n)/P$.

К 1930 году Иван Александрович получает звание доцента и читает основные курсы по высшей математике студентам Горного института.

В 1931 году И. А. Скопин вместе с недавно избранным академиком И. М. Виноградовым и ещё с 11-тью математиками подписывает Декларацию инициативной группы по реорганизации Ленинградского Физико-математического общества ([4], Приложение 2).

В 1934 году академик И. М. Виноградов представляет в журнал «Известия АН СССР» (серия математическая) статью И. А. Скопина «О распределении дробных частей системы целых многочленов» [5].

В 1914 году Годфри Харди и Джон Литлвуд, а в 1926 г. Герман Вейль решили вопрос о возможности приблизиться дробной частью целого многочлена

$$f(x) = \alpha x^k + \alpha_1 x^{k-1} + \dots + \alpha_k,$$

где x пробегает целые числа от 1 до P к любой наперёд заданной правильной дроби, но без оценки остаточного члена.

Академик И. М. Виноградов собственным методом дал ответ и на этот вопрос в 1926 и 1927 годах.

Наряду с этими вопросами возникает более общий вопрос о приближении системой целых многочленов

$$f_i(x) = \alpha^{(i)} x^k + \alpha_1^{(i)} x^{k-1} + \dots + \alpha_k^{(i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad k = k_i, \quad (1)$$

где $n \geq 2$ есть число многочленов, и x пробегает целые числа от 1 до $P > 0$ к любым наперёд заданным правильным дробям.

Если степени одного из многочленов системы превышают степени всех остальных, то ответ на поставленный вопрос дал и сам И. М. Виноградов (ИАН СССР за 1926 и 1927 годы), и профессор Р. О. Кузьминов в 1929 году, пользуясь фактически методом И. М. Виноградова, в «Журнале Ленинградского Физ.-мат. общества» (т. 2).

В статье И. А. Скопина рассмотрен и положительно решен случай, когда два или более многочленов системы обладают наивысшей степенью. В доказательстве И. А. Скопина существенно используется аналитический метод И. М. Виноградова, модернизированный согласно задаче.

В 1934 году в июне в Ленинграде прошёл 2-й Всесоюзный математический съезд, в котором участвовал и И. А. Скопин, выступивший

на секции «Алгебра и теория чисел» с докладом «Об одной системе диофантовых неравенств» [6]. Пусть дана система многочленов с вещественными коэффициентами вида (1). Пусть далее $x = 1, 2, \dots, P$; $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_K$ — наперёд заданные правильные дроби.

Тогда число случаев, когда одновременно выполняются неравенства

$$0 < f_i(x) < \nu_i, \quad (i = 1, 2, \dots, K),$$

может быть задано определённой формулой. И. А. Скопин не только даёт эту формулу, но и приводит доказательство, основанное на приложении метода тригонометрических сумм, разработанного И. М. Виноградовым.

После декабря 1934 года (то есть времени убийства С. М. Кирова и начавшейся за этим волной репрессий) Иван Александрович практически перестаёт писать научные статьи. Связано это было и с неудачными попытками И. А. Скопина дать более точную оценку «виноградовской» константе C^3 , и нежеланием менять тематику исследований. Непосредственный начальник И. А. Скопина заведующий кафедрой математики Горного института профессор Андрей Митрофанович Журавский (1892–1969) в этот период целиком погрузился в задачи прикладной математики (оценка запасов месторождений и др.), хотя начинал заниматься наукой с теории чисел.

С 1936 года И. А. Скопин подрабатывает чтением лекций по теории чисел на кафедре алгебры Ленинградского государственного университета им. А. С. Бубнова⁴.

С началом Великой Отечественной войны И. А. Скопин остаётся в Ленинграде. С трудом в конце 1941 года он доходит с улицы Союза печатников, д. 29, кв. 67, где он жил с семьёй последние 15 лет, до Горного института.

В феврале 1942 года Иван Александрович Скопин умирает от истощения. Тогда же в феврале арестовывают А. М. Журавского. Высшую

³Исследования И. М. Виноградова показали, что существует такая константа C , что для всякого простого p существует первообразный корень $g < C\sqrt{p}$, то есть минимальный первообразный корень имеет порядок $O(\sqrt{p})$. Более точная оценка была получена только в 1996 году, и то при условии справедливости обобщенной гипотезы Римана (она гласит: первообразный корень есть среди первых $O(\log^6 p)$ чисел натурального ряда).

⁴А. С. Бубнов (1884–1938) — один из организаторов ликбеза в России, с 1929 по 1937 год — народный комиссар просвещения РСФСР. Арестован в 1937 году. Расстрелян в марте 1938 года. Реабилитирован в 1956 году.

меру наказания ему заменят в мае 1942 года на 10 лет лагерей в Республике Коми, а полностью реабилитируют в 1956 году. А Ивана Александровича Скопина похоронят на Пискаревском кладбище в братской могиле ([7], с.700).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Наука и научные работники СССР. Часть V. Научные работники Ленинграда : справочник. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 723 с.
2. Скопин И. А. О распределении индексов по составному модулю // *Ж. Ленинградского Физ.-мат. общества*. 1928. Т. 2. Вып. 1. С. 82–93.
3. Список докладов, прочитанных в Заседаниях Ленинградского Физико-математического общества с 1922 по 1927 год. // *Журнал Физико-математического общества*. 1928. Т. 1. Вып. 2. С. 323–327.
4. На Ленинградском математическом фронте (Сб. документов Ленинградского Об-ва математиков-материалистов при ЛОКа) / сост. Л. А Лейферт. Л.: Гос. соц.-эконом. изд-во, 1931. 44 с.
5. Скопин И. А. О распределении дробных частей системы целых многочленов // *Известия АН СССР. Серия математическая*. 1934. С. 547–560.
6. Скопин И. А. Об одной системе диофантовых неравенств // *Труды 2-го Всесоюзного математического съезда. Т. 2. Секционные доклады*. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. С. 17–19.
7. Блокада. 1941–1944. Ленинград. Книга памяти. Т. 27 (Седнев – Скородумов). СПб.: Изд-во Правительства СПб, 2005. 712 с.

References

1. *Nauka i nauchnye rabotniki SSSR. Chast V. Nauchnye rabotniki Leningrada : Spravochnik* [Scientists of USSR. Part V. Scientists of Leningrad : handbook]. L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1934. 723 p. (In Russ.)

2. **Skopin I. A.** About the distribution of indices in a prime module. *Zh. Leningradskogo Fiz.-mat. obshchestva* [Journal of Leningrad Physics and Mathematics society], Vol. 2. Issue 1. 1928. Pp. 82–93. (In Russ.)
3. List of reports read at the Meetings of the Leningrad Physics and Mathematics Society from 1922 to 1927 *Zh. Phiz.-mat.ob-va* [Journal of the Physics and Mathematics society], 1928. Vol. 1. Issue 2. Pp. 323–327. (In Russ.)
4. *Na Leningradskom matematicheskom fronte. Sb. dokumentov Leningradskogo obshchestva matematikov-materialistov pri LOKa*) [On the Leningrad Mathematical Front. Col. of documents of the Leningrad Society of Mathematicians-Materialists at the Leningrad Department of the Communist Academy]. Compiler L. A. Leifert. Leningrad: State social-economic publishing house, 1931. 44 p. (In Russ.)
5. **Skopin I. A.** On the distribution of fractional parts of a system of integer polynomials. *Izvestiya AN. Seria matematicheskaya* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Mathematical series]. 1934. Pp. 547–560. (In Russ.)
6. **Skopin I. A.** On a System of Diophantine inequalities. *Trudy 2-go Vsesouznogo matematicheskogo s'ezda. T. 2. Sekcionnye doklady* [Proceedings of the 2nd All-Union Mathematical Congress. Vol. 2. Sectional pre-treasures]. Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1934. Pp. 17–19. (In Russ.)
7. *Blokada. 1941–1944. Leningrad. Kniga pamyati. T. 27 (Sednev – Skorodumov)* [Blockade. 1941–1944. Leningrad. Book of Memory. Vol. 27 (Sednev – Skorodumov)]. St. Petersburg: Publishing House of the Government of St. Petersburg, 2005. 712 p. (In Russ.)

Сведения об авторе / Information about author

Одинец Владимир Петрович / Vladimir P. Odyniec

д.ф.-м.н., профессор / Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 27.07.2024

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 07.10.2024

Принято к публикации / Accepted for publication 17.10.2024

Contents

Computer sciences

- Vasilev T. I. *Integration with various payment systems: challenges and solutions* 4

Mathematics education

- Babikova N. N. *Discrete mathematics for computer scientists: three-valued logic* 20

Theory and methods of teaching mathematics and computer science

- Parmuzina M. S., Rocheva M. G., Terenteva E. A. *On the formation of critical thinking of students of a technical university in mathematics classes* 36

- Sangalova M. E., Fedorova S. V., Frolova E. V. *Teaching mathematics to foreign students at a pedagogical university* 52

Methodical materials

- Odyniec V. P. *On the works of Ivan Alexandrovich Skopin (1900–1942), one of first students of Professor I. M. Vinogradov* 66

Научное периодическое издание

Вестник Сыктывкарского университета
Серия 1: Математика. Механика. Информатика
Выпуск 3 (52) 2024

Гл. редактор О. А. Сотникова
Отв. редактор А. В. Ермоленко

Редактор Е. М. Насирова
Компьютерный макет Е. Н. Старцевой
Корректор Л. Н. Руденко

Подписано в печать 25.11.2024. Дата выхода в свет 06.12.2024.

Формат $70 \times 108 \frac{1}{16}$.

Гарнитура Computer Modern.

Усл. печ. л. 8.7

Тираж 30 экз. Заказ № 95.

Отпечатано в соответствии с предоставленными
материалами в ООО «Коми республиканская типография»
167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81
Тел. 8(8212)-28-46-60
Сайт: komitip.ru

