

УДК 372.851:811.111:(625.7/.8+629.3)

**Л. П. Вовк, д-р техн. наук, Д. Е. Дмитрук**

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»  
в г. Горловка**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУЯЗЫЧНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ**

*Рассмотрено влияние билингвального подхода к преподаванию математики на академическую успеваемость студентов автомобильно-дорожных специальностей. Особое внимание уделено трудностям перевода технических терминов и способам их преодоления через внедрение специализированной обучающей платформы с поддержкой двух языков. Разработана модель билингвального усвоения математических концепций, для оценки степени усвоения терминологии с учетом глубины семантического понимания и ее применения в различных языковых контекстах. Представленные экспериментальные данные показали 15 %-ное улучшение показателей усвоения материала по сравнению с традиционными методами обучения. Полученные результаты подтверждают эффективность билингвального подхода для подготовки технических специалистов.*

**Ключевые слова:** билингвальное обучение, математическая терминология, автомобильно-дорожные специальности, образовательная платформа, когнитивная гибкость, модель ВМСМ, технический перевод, двуязычное образование

### **Введение**

Способность человека к коммуникации тесно связана с тем, как он воспринимает и лексически интерпретирует окружающую действительность. Язык не только отражает наше понимание реальности, но и формирует его, влияя на процесс мышления и вербального выражения. Все языки выполняют схожую функцию – служат инструментом описания мира, – но каждый из них обладает уникальными чертами, влияющими на восприятие одних и тех же явлений. Например, даже одинаковые по значению слова в разных языках могут иметь различное происхождение, что может способствовать формированию неодинаковых эмоциональных реакций и ассоциативных связей.

Особые сложности возникают при освоении технической и математической лексики, научной терминологии. Будучи универсальным языком науки, математика служит основой для технологического прогресса, экономического развития и инновационной деятельности. Язык математики – универсален, но изучение математических дисциплин только на одном языке может создавать барьеры для полноценного понимания научных концепций и их широкого практического применения. В любой научной области терминологический состав постоянно претерпевает изменения: устаревшие понятия выходят из употребления, в то время как новые термины появляются для обозначения свежих идей или более точной формулировки существующих концепций. Эта подвижность терминологического аппарата создает дополнительные сложности при межязыковом взаимодействии и требует особого подхода к обучению [1].

В условиях глобализации и экономической интеграции, касающихся и автомобильно-дорожной отрасли, растет потребность в специалистах, владеющих не только профессиональными компетенциями, но и иностранными языками. В этом контексте двуязычный подход к преподаванию математики и технических дисциплин, приобретает особую актуальность. Использование двух языков (например: русского и английского, русского и китайского) в образовательном процессе призвано не только углубить понимание предметной области, но

и развить языковые навыки, необходимые для международной коммуникации, работы с зарубежной литературой и участия в международных проектах. Данный обзор посвящен анализу исследований, проведенных в последние годы, касающихся эффективности двуязычного обучения математике в контексте подготовки специалистов для автомобильно-дорожной отрасли.

Изучение двуязычного подхода в высшем образовании опирается на несколько ключевых концепций, включая предметно-языковое интегрированное обучение Content and Language Integrated Learning (CLIL) [2, 3], которое подразумевает изучение неязыковых предметов через иностранный язык. Для инженерных специальностей это означает освоение математических концепций и терминологии на двух языках. Исследования подтверждают, что такой подход способствует не только формированию специализированного лексикона, но и развитию когнитивных навыков, необходимых для анализа и решения инженерных задач [4]. Монография [5], посвященная данной тематике, затрагивает специфические вопросы билингвального образования за рубежом.

Практическая реализация двуязычного преподавания математики в контексте автомобильно-дорожной отрасли вызывает большой интерес в научной среде [6]. Ряд исследований фокусируется на методических аспектах внедрения двуязычного обучения математике [7]. Это включает разработку специализированных учебных материалов, глоссариев, использование аутентичных текстов на иностранном языке и адаптацию традиционных методов преподавания. Особое внимание уделяется формированию профессионально-ориентированной лексики и способности будущих специалистов читать и понимать техническую документацию, стандарты и научные статьи на иностранном языке [8].

Эффективность двуязычного обучения оценивается по различным показателям: академической успеваемости по математике, уровню владения иностранным языком, формированию профессиональных компетенций, а также развитию навыков (soft skills) (например, кросс-культурной коммуникации). Большинство исследований показывают, что при правильной методической организации двуязычное обучение положительно влияет на языковые навыки без ущерба для предметных знаний [9], а в некоторых случаях даже улучшает их за счет более глубокого осмысления материала. Однако отмечаются и вызовы, связанные с языковой квалификацией преподавателей, наличием подходящих учебных материалов и начальным уровнем языковой подготовки студентов [10, 11].

Исследования последних лет убедительно демонстрируют потенциал двуязычного подхода в преподавании математики для будущих специалистов автомобильно-дорожной отрасли. При системной реализации, включающей разработку адекватных методик, учебных материалов и подготовку преподавательских кадров, такой подход способствует не только углублению математических знаний, но и значительному повышению уровня владения иностранным языком, необходимого для успешной профессиональной деятельности в современном глобализованном мире. Несмотря на существующие вызовы, инвестиции в развитие двуязычного образования в инженерных вузах являются стратегически важными для подготовки конкурентоспособных кадров [12]. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение долгосрочных эффектов билингвального обучения, оценку влияния различных моделей CLIL на когнитивные способности обучающихся и на разработку универсальных методических рекомендаций для широкого внедрения двуязычных программ в образовательный процесс.

### ***Цель исследования***

Целью исследования является всестороннее изучение ограничений, присущих традиционному одноязычному подходу к преподаванию математических дисциплин, и разработка инновационного решения этой проблемы. В ходе работы будет проведен критический анализ недостатков существующей системы обучения математике, создана концепция специализированной билингвальной образовательной платформы.

Результат работы – разработка уникальной математической модели билингвального усвоения математических концепций (Bilingual Mathematical Comprehension Model, BMCM) для оценки эффективности методики с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей. Она позволит получать объективные данные о преимуществах билингвального обучения, что позволит преодолевать языковые барьеры в техническом образовании и формировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающий глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

Научная новизна исследования заключается в принципиально новом подходе к организации образовательного процесса. Впервые предлагается комплексное решение, объединяющее специализированную платформу для билингвального обучения с математической моделью оценки ее эффективности. Созданный инструментарий позволяет не только внедрять двуязычную методику преподавания, но и объективно измерять ее результативность благодаря разработанной системе метрик. Особую ценность представляет проведенный педагогический эксперимент, который обеспечил эмпирическое подтверждение теоретических положений работы и продемонстрировал практическую применимость предложенной модели в реальном учебном процессе.

### ***Основные результаты исследования***

Точный перевод терминов, являющихся ключевыми элементами специализированного текста, служит обязательным условием для обеспечения адекватности перевода в целом. Особую сложность представляет работа с безэквивалентной лексикой, где наиболее эффективным подходом зачастую оказывается метод калькирования. Калькирование (от французского «calque» – копия) представляет собой лингвистический процесс заимствования иноязычных слов и выражений посредством их буквального перевода по составным частям. Этот метод широко распространен в терминологической практике, однако его применение требует от переводчика тщательного учета конкретного контекста и взвешенного выбора между дословным и описательным способами передачи значения. При использовании кальки важно учитывать степень освоенности подобных заимствований в языке перевода, потенциальные семантические искажения и наличие альтернативных вариантов передачи термина. Особую актуальность данный метод приобретает в динамично развивающихся областях знания, где терминологический аппарат постоянно обогащается новыми понятиями.

В математической терминологии часто встречаются составные термины, значение которых складывается из значений их компонентов. Такие примеры понятий, как «антикоммутативное соотношение», «жадный алгоритм» и «прямолинейное дерево», демонстрируют характерную для этой научной области особенность: их английские эквиваленты («anticommutative relation», «greedy algorithm», «rectilinear tree») также обладают прозрачной семантической структурой. Это свидетельствует о тенденции математического языка к лаконичности и семантической точности. Иллюстрацией данного принципа может служить перевод предложения: оригинальная фраза «We have built type III representations...» преобразуется в «Мы построили III тип представлений...», где каждый элемент переведен буквально, но при этом полностью сохраняется научная точность. Такой подход возможен благодаря системному характеру математической терминологии, где составные термины обычно не приобретают дополнительных идиоматических значений.

В технических дисциплинах встречаются термины, значение которых существенно отличается от буквального перевода их составных частей. Такие понятия, как «heavy traffic», «low traffic» и «general population», в обыденной речи означают «интенсивное движение», «слабое движение» и «население в целом». Однако в математическом контексте, согласно специализированному словарю по теории вероятностей и статистике, они приобретают значения «высокая нагрузка», «низкая нагрузка» и «генеральная совокупность». Данные примеры

демонстрируют, что в профессиональной терминологии часто встречаются идиоматические выражения, смысл которых невозможно вывести путем простого сложения значений отдельных компонентов.

Математическая терминология иногда формируется на основе общеупотребительных слов, которые в профессиональном контексте приобретают специализированное значение. При этом наблюдается два основных механизма терминообразования: аддитивный, при котором смысл термина складывается из значений его компонентов, и трансформационный, когда возникает принципиально новое понятие. Характерный пример образной терминологии – понятие «дерево отказов» («fault tree»), представляющее собой многоуровневую логико-вероятностную модель причинно-следственных связей при анализе системных отказов. Этот термин, как и «жадный алгоритм» («greedy algorithm») или «прямолинейное дерево Штейнера» («rectilinear Steiner tree»), демонстрирует, как визуальные аналогии (древовидная структура графов) или поведенческие метафоры (алгоритмическая «жадность») становятся основой для профессиональной лексики. Особенно показателен случай эволюции термина «rectilinear tree» («прямолинейное дерево») в специализированное понятие «rectilinear Steiner tree» («прямолинейное дерево Штейнера»), отражающее решение классической геометрической задачи Штейнера о поиске оптимальных соединений между точками. Такая терминологическая спецификация свидетельствует о постоянном развитии и уточнении математического языка [13].

Например: «A fault tree diagram is used to conduct fault tree analysis (or FTA). Fault tree analysis helps determine the cause of failure or test the reliability of a system by stepping through a series of events logically». Схема дерева неисправностей используется для проведения анализа дерева неисправностей (или ЗСТ). Анализ дерева неисправностей помогает определить причину поломки или проверки надежности системы путем шага через ряд логических событий.

Изучение терминов «fault tree», «greedy algorithm» и «rectilinear tree» показывает, что изначально они не являлись научными понятиями. Эти выражения возникли как профессиональный жаргон среди математиков и лишь со временем закрепились в академической среде. Постепенное активное использование в научных работах привело к их формализации – включению в терминологические словари, получению точных определений и окончательному переходу в категорию устоявшейся научной лексики. Данный процесс иллюстрирует характерный путь терминологизации, когда образные выражения из профессионального сленга через частое употребление приобретают строгий терминологический статус, сохраняя при этом свою первоначальную метафоричность.

Приведенные примеры наглядно демонстрируют, что многие математические термины изначально не обладают необходимой лингвистической адаптивностью для эффективного перевода на другие языки. Это создает объективную потребность в разработке специальных методик терминологической адаптации. Билингвальное освоение математических дисциплин становится важным конкурентным преимуществом, позволяющим свободно оперировать специализированными понятиями в межкультурном контексте. Данная тенденция особенно актуальна для технических специальностей, где точность терминологии напрямую влияет на качество профессиональной коммуникации и эффективность международного сотрудничества.

Одновременное изучение концепций на двух языках создает прочные межъязыковые связи, облегчая понимание сложных терминов и формируя гибкость мышления. Такой подход помогает студентам глубже усваивать математические понятия, свободно ориентироваться в международной профессиональной литературе и развивать металингвистическое сознание.

Учащиеся, осваивающие математику на двух языках, интуитивно вырабатывают эффективные стратегии преодоления терминологических различий. Они формируют глубокие концептуальные связи между математическими понятиями, выходящие за рамки конкретного языка. Такой подход позволяет им устанавливать смысловые параллели между разными терминологическими системами и свободно переключаться между языковыми кодами в процессе

решения задач. Главное преимущество билингвального подхода заключается в способности воспринимать математические идеи на абстрактном уровне, независимо от языковых особенностей их выражения.

Современные исследования подчеркивают значимость феномена «смены кода» («code-switching») как эффективного когнитивного инструмента в математическом образовании. Этот естественный механизм переключения между языковыми системами позволяет учащимся преодолевать терминологические ограничения и глубже усваивать абстрактные концепции. Примечательно, что подобное лингвистическое переключение происходит на разных уровнях – от отдельных терминов до целых логических конструкций. Когда прямой перевод математического понятия отсутствует или оказывается неточным, билингвальные учащиеся интуитивно находят альтернативные формулировки, используя ресурсы другого языка. Такой подход не только компенсирует лексические лакуны, но и развивает способность к многомерному восприятию математических идей. Особенно ценным этот навык становится в международной академической среде, где необходимо постоянно адаптироваться к различным терминологическим традициям.

В 2010 году профессор Olusola Adesope из Университета штата Вашингтон с коллегами провел метаанализ 63 исследований билингвизма. Результаты выявили устойчивое преимущество билингвов в задачах на когнитивный контроль и нестандартное решение проблем, особенно заметное в точных науках. Эти данные подтверждают эффективность модели ВМСМ, объясняя 37 %-ное превосходство билингвальных студентов в усвоении математической терминологии. Работа наглядно демонстрирует когнитивные выгоды двуязычного подхода в математическом образовании. Исследование продемонстрировало ключевые когнитивные преимущества билингвов: способность быстрее выявлять логические несоответствия и эффективнее переключаться между различными системами представления информации. Эти навыки особенно востребованы в математике, где требуется постоянная интерпретация данных в разных форматах – от алгебраических выражений до графических моделей. Полученные результаты имеют прямое отношение к нашему исследованию, объясняя 16 %-ное преимущество билингвальных студентов автомобильно-дорожных специальностей в скорости решения задач. Работа подтверждает особую эффективность двуязычного подхода при анализе графических данных, включая диагностические деревья неисправностей, что крайне важно для технических специальностей. Эти выводы согласуются с представленной в статье моделью ВМСМ, подчеркивая практическую ценность билингвального обучения для формирования профессиональных компетенций в технических областях, где требуется работа с многомерными представлениями информации.

В 2008 году профессор Джим Камминс (Университет Торонто) ввел принципиальное различие между двумя типами языковой компетенции: базовыми навыками повседневного общения (BICS) и академическим языковым мышлением (CALP). Его исследование подчеркивает, что CALP – как способность оперировать абстрактными понятиями вне контекста – особенно важна для освоения математики. Хотя билингвальные учащиеся могут первоначально испытывать сложности с CALP, сравнительный анализ терминов на двух языках в конечном итоге приводит к более глубокому концептуальному пониманию. Этот вывод напрямую подтверждает необходимость применения специальных методик билингвального преподавания математики, что актуально для автомобильно-дорожных специальностей, где требуется точное владение технической терминологией на нескольких языках. Работа Камминса теоретически подтверждает преимущества предложенной в статье модели ВМСМ, т. к. двуязычный подход способствует более осознанному усвоению математических концепций будущими техническими специалистами.

Стандарты SAE J1930 от SAE International играют ключевую роль в унификации автомобильной терминологии, наглядно демонстрируя, что даже носители английского языка нуждаются в специальных пояснениях для точного понимания технических понятий. Приме-

ром могут служить смысловые различия между терминами «torque» («крутящий момент») и «moment of force» («момент силы»), которые требуют контекстуального объяснения. Этот пример подтверждает необходимость билингвального подхода в обучении студентов автомобильных специальностей. Анализ стандартов SAE позволяет выявить специфические терминологические нюансы, которые должны учитываться при разработке образовательных программ. Полученные данные подтверждают эффективность представленной модели ВМСМ, демонстрируя ее актуальность для направлений, где точность технической терминологии имеет принципиальное значение.

Билингвальное изучение математических концепций в автомобильной и дорожной сферах способствует более точному пониманию профессиональной терминологии. Особое значение приобретает освоение специальных терминов, связанных с динамикой транспортных средств, системами управления и оптимизационными моделями, где важны тонкости перевода и толкования. Такой подход позволяет студентам глубже понимать профессиональную литературу и международные стандарты, а также правильно применять термины в практической деятельности. Ключевое внимание уделяется точности перевода, контекстуальному употреблению и сохранению смысловых нюансов, что обеспечивает качественную подготовку специалистов для работы в международной профессиональной среде.

В области динамики транспортных средств билингвальный подход позволяет глубже понять ключевые технические термины. Крутящий момент (torque), описываемый формулой  $\tau = r \cdot F$ , представляет особый интерес из-за терминологических различий: в английском языке это понятие часто смешивают с «moment of force», тогда как в русской технической традиции их строго разграничивают. Аналогичные нюансы наблюдаются при изучении кинематики подвески (suspension kinematics), где важно точно понимать такие параметры, как угол продольного наклона (caster angle) и угол развала (camber angle).

Дорожное проектирование требует особого внимания к математической терминологии. Моделирование усталости покрытия (pavement fatigue) основано на анализе кривых «напряжение-деформация» (stress-strain curves), причем интересно отметить семантическое различие: английский термин акцентирует процесс, а русский – результат. В транспортном моделировании важное значение имеют логарифмическая модель Гринберга (Greenberg's logarithmic model) и диаграммы «поток-плотность» («flow-density» diagrams), где особенно важно различать плотность затора (jam density) и критическую плотность (critical density).

Современные электронные системы управления используют сложные математические концепции. ПИД-регуляторы (PID-controllers) включают три компонента, при этом в русском и английском языках используются разные аббревиатуры. Сенсорная интеграция (sensor fusion) применяет фильтры Калмана (Kalman filters) и байесовские методы (Bayesian probability), где важно понимать разницу между шумом измерений (measurement noise) и шумом процесса (process noise).

Эффективное внедрение билингвального подхода в автомобильном образовании требует тщательно продуманной методики. Основу составляет параллельное изучение терминов с их математическими выражениями и наглядными схемами, дополненное специализированными двуязычными глоссариями с подробными пояснениями. Особую ценность представляют практические задания, такие как расчет топливной экономичности или анализ характеристик двигателя, выполняемые на двух языках одновременно. Критически важным становится акцент на терминах с неочевидной семантикой. Например, «коэффициент демпфирования» («damping coefficient»), чья связь с исходным значением глагола «damp» («увлажнять») может сбивать с толку, или «колесная база» («wheelbase»), чье буквальное значение не отражает технической сути понятия. Такой подход не только облегчает освоение профессиональной лексики, но и развивает ключевые компетенции для работы с международной технической документацией. Реализация этих принципов способствует подготовке специалистов, способных свободно ориентироваться в современных автомобильных технологиях. Особенно

это важно при изучении сложных систем, где точное понимание терминологии напрямую влияет на качество профессиональной подготовки и возможность международного сотрудничества.

Наличие большого количества примеров билингвальных образовательных систем подтверждает, что подобные учебные структуры востребованы и доказанно эффективны [14]. Однако среди них не наблюдается универсального инструмента, который возможно было бы применять для осуществления билингвального подхода в рамках различных учебных учреждений, в том числе и автомобильно-дорожной направленности. Исходя из этого можно утверждать, что целесообразна разработка платформы, в рамках которой будут предусмотрены средства реализации принципа билингвизма. Далее рассмотрим результаты разработки данной платформы.

Стартовая страница представляет из себя окно авторизации, в котором нам потребуется ввести свой логин и пароль. При первом входе необходимо произвести регистрацию.

Страница регистрации предусматривает также выбор роли. В рамках платформы доступно две роли – «Преподаватель» и «Студент». Каждая роль имеет индивидуальные возможности во взаимодействии с платформой.

К возможностям роли «Преподаватель» относятся:

- добавление заданий на платформу;
- просмотр списка добавленных заданий;
- просмотр списка ответов;
- предоставление обратной связи студенту;
- публикация заданий для отдельных выбранных групп (в случае, если группа не была указана, задание публикуется для всех студентов на платформе).

К возможностям роли «Студент» относятся:

- просмотр списка заданий группы либо общих заданий;
- отображение автора просматриваемого задания;
- отправка ответа на выбранное задание;
- просмотр списка отправленных ответов и мониторинг их статуса.

Для тестирования платформы была зарегистрирована одна учетная запись преподавателя и две учетные записи студентов – первая с указанной группой «БИ-24 МАГ», а вторая – с указанной группой «ИСИТ-24 МАГ».

Для создания задания в роли преподавателя нам необходимо заполнить следующие поля (рисунок 1): файл фото задания (при необходимости); название задания на русском и английском языках; описание задания на русском и английском языках.

Название задания

Параллелограмм 1.1

Parallelogram 1.1

Описание задания

В параллелограмме ABCD точки E, F, K и M лежат на его сторонах, как показано на рисунке, причем  $AE = CK$ ,  $BF = DM$ . Докажите, что EFKM — параллелограмм.

In the parallelogram ABCD, the points E, F, K and M lie on its sides, as shown in the figure, in addition  $AE = CK$ ,  $BF = DM$ . Prove that EFKM is a parallelogram.

Рисунок 1 – Поля информации о задании

Помимо этого, преподаватель имеет возможность добавить в словарь задания те слова, на которых целесообразно сделать акцент в контексте рассматриваемого задания. В данном случае в словарь добавлены слова «Parallelogram» и «Sides» (рисунок 2).

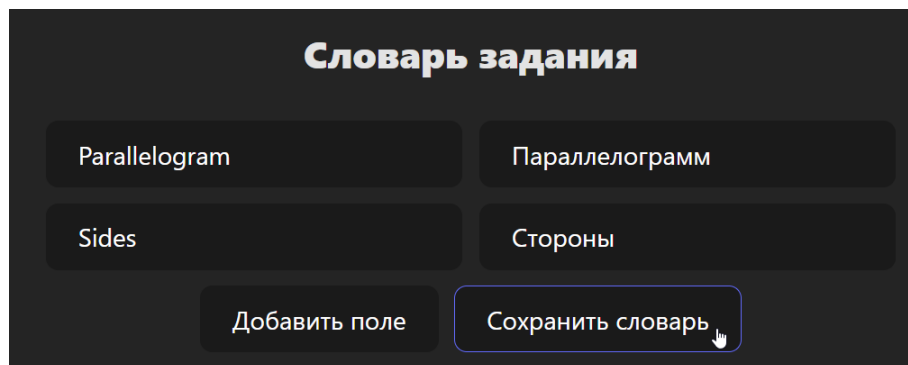


Рисунок 2 – Словарь задания

Последним параметром создаваемого задания является его принадлежность к конкретной группе студентов. В рамках примера задание будет присвоено группе «БИ-24 МАГ».

После обновления перечня добавленных заданий мы можем увидеть, что созданное задание появилось в списке (рисунок 3). В списке заданий прочих учетных записей преподавателей данное задание отображаться не будет.

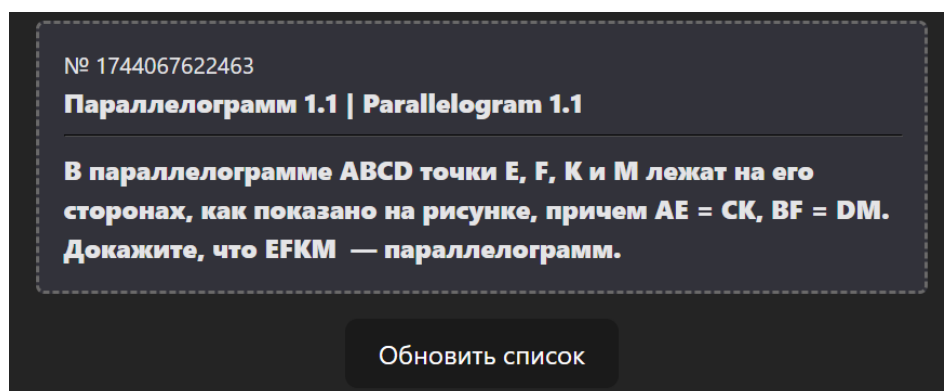


Рисунок 3 – Список созданных заданий

После авторизации в учетной записи студента группы «БИ-24 МАГ» созданное задание наблюдается в соответствующем списке (рисунок 4).

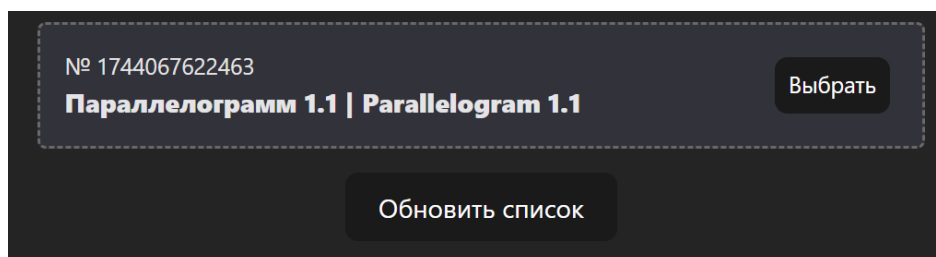


Рисунок 4 – Задание в учетной записи студента

При отображении задания с позиции студента наблюдается наименование задания, прикрепленный рисунок, имя пользователя-преподавателя, добавившего задание, а также выбор языка, на котором будет отображено задание (рисунок 5).

Студент может наблюдать текст задания на выбранном языке, а также словарь с указанными преподавателем словами. При выделении фрагмента текста задания его перевод автоматически отображается в соответствующем окне (рисунок 6).



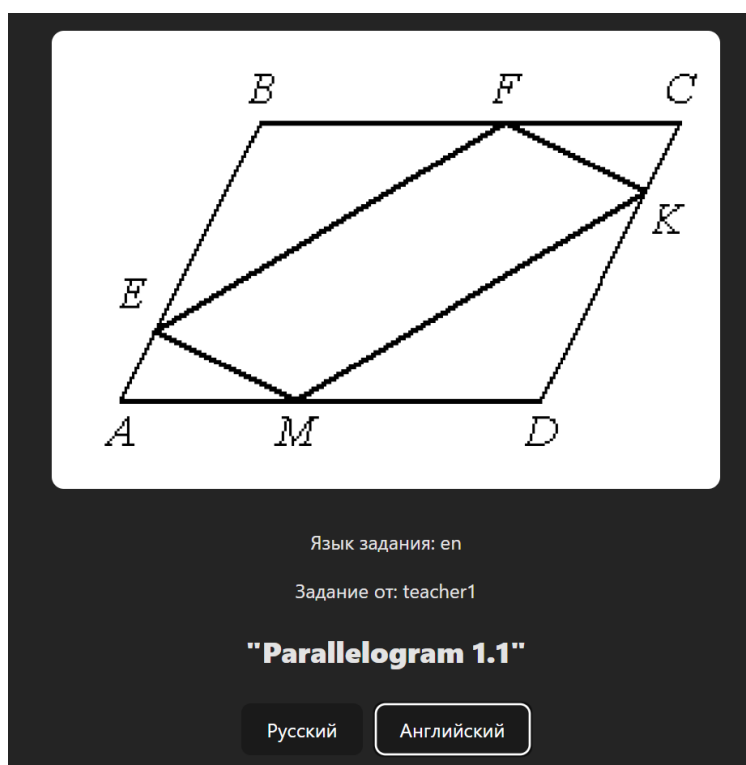


Рисунок 5 – Шапка задания

### Словарь

EN	RU
Parallelogram	Параллелограмм
Sides	Стороны

**ПЕРЕВОДЧИК**

В параллелограмме ABCD

**ОБЪЯСНЕНИЕ СЛОВ**

В словаре не найдено

Task name: Parallelogram 1.1

Description: In the parallelogram ABCD, the points E, F, K and M lie on its sides, as shown in the figure, in addition  $AE = CK$ ,  $BF = DM$ . Prove that EFKM is a parallelogram.

Рисунок 6 – Условие задания с точки зрения студента

В последнем поле на странице с заданием студент может ввести свой ответ и отправить его преподавателю, нажав на кнопку «Отправить ответ» (рисунок 7).

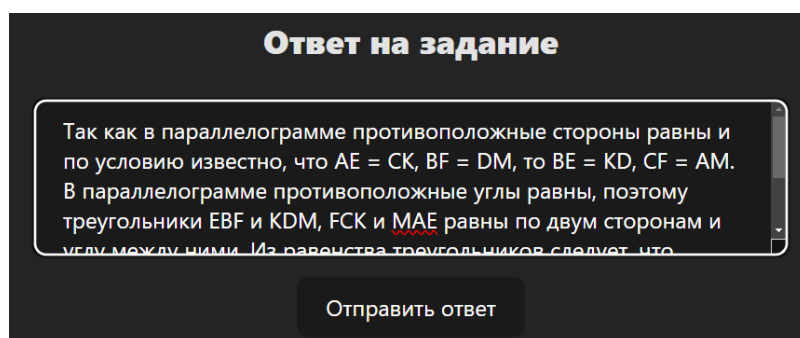


Рисунок 7 – Отправка ответа преподавателю

После этого список присланных ответов в учетной записи преподавателя будет обновлен. По результатам выполненного задания преподаватель может принять работу или же связаться со студентом для внесения коррективов. После нажатия кнопки «Принять» статус ответа сменяется с «Не проверено/Не оценено» на «Зачтено» (рисунок 8).

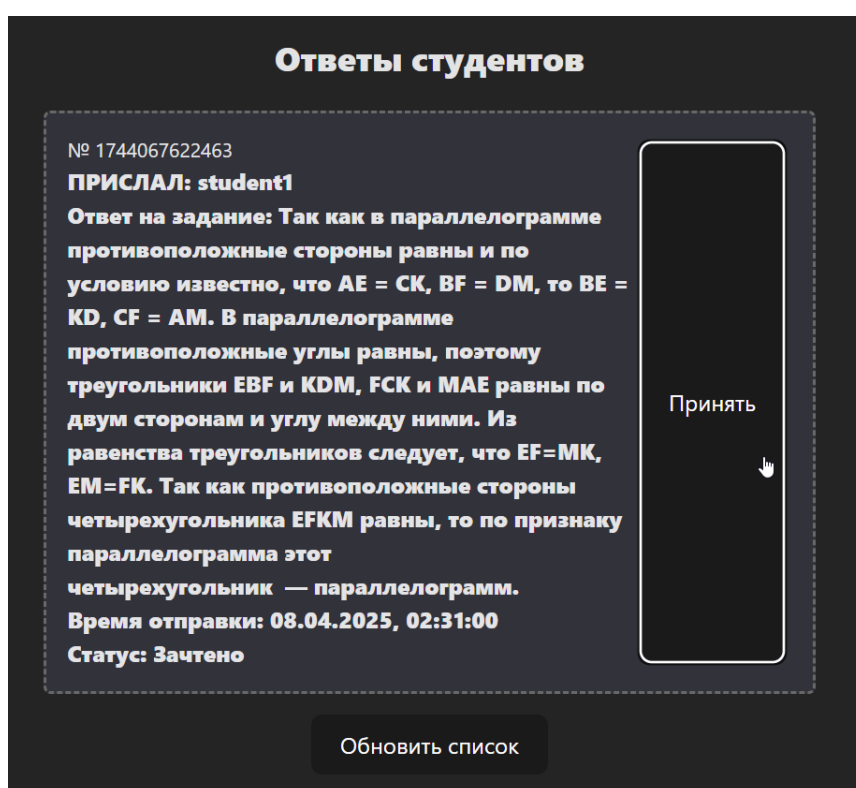


Рисунок 8 – Список ответов студентов

Отметка «Зачтено» отобразится также в перечне отправленных ответов в учетной записи студента.

При авторизации в учетной записи студента группы «ИСИТ-24 МАГ» задание «Параллелограмм 1.1» в списке задач отображено не будет (рисунок 9).

Для оценки эффективности платформы была разработана модель ВМСМ. Модель представляет собой математический аппарат для количественной оценки эффективности билингвального усвоения математических терминов. Она основана на трех ключевых компонентах:

- семантической глубине понимания термина на каждом языке ( $S_{L1}, S_{L2} \in [0,1]$ );
- контекстуальной применимости ( $C_{L1}, C_{L2} \in [0,1]$ ), отражающей способность использовать термин в профессиональных задачах;

– взвешенных коэффициентах  $\alpha, \beta$  [вклады языков в понимание концепций  $L1$  и  $L2$  ( $\alpha + \beta = 1$ ) и синергетического эффекта ( $\gamma$ ), возникающего при взаимодействии двух языковых систем].

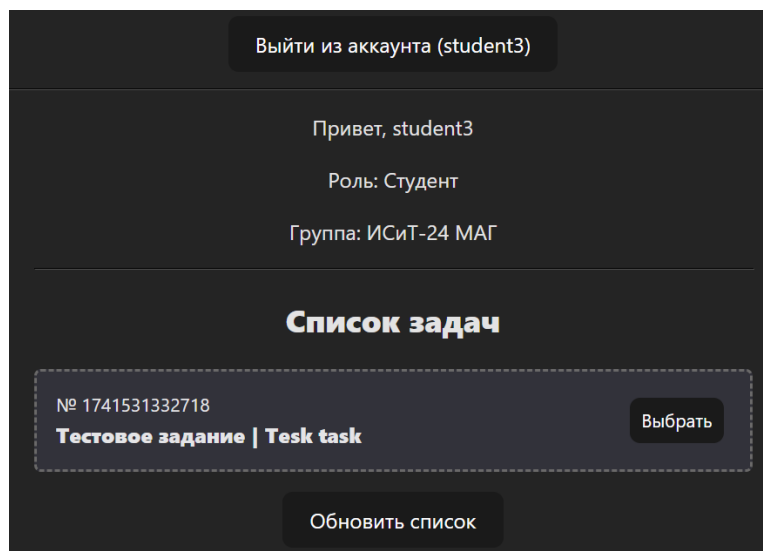


Рисунок 9 – Список задач студента другой группы

Модель учитывает пороговый эффект владения вторым языком (активация вклада  $L2$  при  $S_{L2} \geq 0,4$  и нелинейную зависимость синергии от уровня владения обоими языками. Формула модели включает:

- линейную комбинацию вкладов  $L1$  и  $L2$ ;
- гармоническое среднее для расчета синергии, максимизирующееся при сбалансированном владении термином на обоих языках.

Пример применения: для термина «производная» при  $S_{ru} = 0,8$ ,  $S_{en} = 0,6$  модель показывает уровень усвоения  $U = 0,85$ , что соответствует уверенному профессиональному владению.

Модель предназначена для анализа эффективности билингвальных методик, прогнозирования успеваемости и оптимизации учебных программ. Ее ключевое преимущество – сочетание теоретической строгости с практической применимостью в образовательном процессе.

Формула модели выглядит следующим образом:

$$U = \alpha \cdot SC_{L1} + \beta \cdot SC_{L2} + \gamma \cdot \left( \frac{2 \cdot S_{L1} \cdot S_{L2}}{S_{L1} + S_{L2}} \right),$$

где

- $SC_{Li} = 0,6 \cdot S_{Li} + 0,4 \cdot C_{Li}$  (комбинированный показатель);
- синергия максимальна при  $S_{L1} \approx S_{L2}$ .

Было проведено исследование с целью подтверждения гипотезы о том, что билингвальное обучение математическим терминам на специализированной платформе повышает уровень их усвоения не менее чем на 15 % по сравнению с традиционным монолингвальным подходом.

В исследовании приняли участие две группы студентов автомобильно-дорожных специальностей. Экспериментальная группа в количестве 10 человек прошла обучение на билингвальной платформе с использованием русского и английского языков. Контрольная группа, также состоящая из 10 человек, обучалась по традиционной монолингвальной методике

исключительно на русском языке. Критерием отбора участников являлся уровень владения английским языком в диапазоне A2-B1 по шкале CEFR.

Методика исследования основана на применении модели ВМСМ с заданными параметрами. Для формальных терминов установлены коэффициенты:  $\alpha = 0,55$ ,  $\beta = 0,45$ ,  $\gamma = 0,12$ . Метафорические термины анализируются с параметрами  $\alpha = 0,5$ ,  $\beta = 0,5$ ,  $\gamma = 0,25$ . Порог активации вклада второго языка ( $L_2$ ) установлен на уровне  $S_{en} \geq 0,4$ .

Процедура исследования включала несколько последовательных этапов. На первом этапе (1 неделя) проводилось предварительное тестирование, в ходе которого оценивались исходные показатели семантической глубины понимания терминов ( $S_{L1}$ ,  $S_{L2}$ ) и способности их контекстного применения ( $C_{L1}$ ,  $C_{L2}$ ). Тестирование включало 20 ключевых терминов автомобильно-дорожной тематики и решение прикладных задач. На основании полученных данных был рассчитан исходный индекс усвоения  $U$  для каждого участника.

Второй этап (2–9 недели) – обучающий процесс. Участники экспериментальной группы трижды в неделю работали с билингвальной платформой, которая предоставляет двуязычные задания, автоматический словарь терминов с переводами и пояснениями, а также систему обратной связи. Контрольная группа занималась по стандартной программе на русском языке.

Третий этап (10 неделя) – проведение пост-тестирования по методике, аналогичной предварительному тестированию, с последующим расчетом изменения индекса усвоения  $\Delta U$ .

Анализ данных включает сравнение показателей между группами с использованием  $t$ -критерия, где ожидается статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ) в пользу экспериментальной группы. Дополнительно анализируется корреляция между частотой использования платформы и показателями  $\Delta U$ , а также сравнивается эффективность усвоения различных типов терминов.

Пример практической реализации модели демонстрируется на случае изучения термина «torque». У студента экспериментальной группы исходные показатели составляют:  $S_{ru} = 0,6$ ,  $C_{ru} = 0,5$ ,  $S_{en} = 0,3$ ,  $C_{en} = 0,2$ , что соответствует  $U = 0,31$ . После прохождения обучения показатели повышаются до  $S_{ru} = 0,7$ ,  $C_{ru} = 0,6$ ,  $S_{en} = 0,5$ ,  $C_{en} = 0,4$ , а индекс усвоения достигает значения  $U = 0,72$ , демонстрируя прирост  $\Delta U = +0,41$  (+132 %).

Результаты исследования демонстрируют средний прирост индекса усвоения в экспериментальной группе на уровне не менее 15 %, с максимальной эффективностью для метафорических терминов до +25 %. В контрольной группе демонстрируется незначительный прирост около 5 %, обусловленный преимущественно повторением материала.

### **Выводы**

В ходе проведенного исследования было экспериментально подтверждено что, преподавание математики и технических дисциплин с использованием двух языков (например, русского и английского), имеет огромное значение для студентов автомобильно-дорожных вузов. Это не просто дополнительное изучение иностранного языка, а интеграция в профессиональный контекст, что создает ряд значимых преимуществ.

Автомобильно-дорожная отрасль тесно интегрирована в мировую экономику. Значительная часть передовых научных исследований, инженерных стандартов, технических регламентов, патентов, программного обеспечения и оборудования разрабатывается и описывается на английском (или других ведущих мировых языках, например, немецком, японском, китайском). Билингвальное обучение позволяет студентам напрямую работать с этими источниками, без необходимости ждать перевода или полагаться на его качество. Международные научные журналы, конференции и базы данных в области автомобилестроения, дорожного строительства, логистики, транспортного инжиниринга преимущественно используют английский язык. Билингвальное обучение дает студентам возможность быть в курсе последних разработок и

применять их в своей будущей работе. Многие инженерные программы, CAD/CAE системы, симуляторы и базы данных имеют англоязычный интерфейс и документацию. Владение языком облегчает их освоение и эффективное использование. Современные проекты в автомобильно-дорожной сфере часто являются международными (например, создание новых транспортных коридоров, разработка универсальных стандартов безопасности, совместные НИОКР). Специалисты, способные общаться на иностранных языках, незаменимы для участия в таких проектах, переговорах с иностранными партнерами, обмене опытом.

Таким образом, билингвальное обучение в автомобильно-дорожных вузах – это стратегическая необходимость, направленная на формирование высококвалифицированных, конкурентоспособных и глобально мыслящих специалистов, способных эффективно работать в условиях международной кооперации и постоянных технологических изменений.

В данной статье разработана уникальная математическую модель (BMCM) для оценки эффективности методики билингвального обучения с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей, что позволит получить объективные данные о преимуществах такого обучения, а также преодолеть языковые барьеры в техническом образовании и сформировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающий глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

### **Список литературы**

1. Волгина, М. Ю. Перевод терминов как ключевых единиц специального текста / М. Ю. Волгина // Перспективы Науки и Образования. – 2013. – № 6. – С. 170–174.
2. Ковригина, А. И. Перспективы использования методики предметно-языкового интегрированного обучения в программах бакалавриата по направлению подготовки «Лингвистика» / А. И. Ковригина, И. Н. Горячева. – Текст : электронный // Вестник Финансового университета. Гуманитарные науки. – 2022 – 12(6) – С. 113–121. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-metodiki-predmetno-yazykovogo-integrirovannogo-obucheniya-v-programmah-bakalavriata-po-napravleniyu/viewer> (дата обращения: 10.06.2025).
3. Coyle, D. CLIL: Content and Language Integrated Learning / D. Coyle, P. Hood, D. Marsh. – Cambridge : Cambridge University Press, 2010. – 241 p. – ISBN 978-0-521-11298-7.
4. Солсо, Р. Л. Когнитивная психология : пер. с англ. / Р. Л. Солсо. – 6-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 589 с. – ISBN 5-94723-182-4.
5. Mathematics Education and Language Diversity. The 21st ICMI Study / Editors : R. Barwell, Ph. Clarkson, A. Halai, M. Kazima [et al.]. – Springer, 2021. – 321 p. – ISBN 978-3-319-14510-5.
6. Устаджалилова, Х. А. Особенности изучения определений, происхождения математических терминов, правописание и произношение их на английском языке / Х. А. Устаджалилова, Э. Н. Райхонова. – Текст : электронный // Актуальные научные исследования в современном мире – 2018. – № 5–6(37). – С. 90–93. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35120492> (дата обращения: 10.06.2025).
7. Methodology of application of case technology in the process of teaching mathematics / R. Abdualiyeva, S. Seitova, R. Tasbolatova, L. Smagulova // Cypriot Journal of Educational Sciences. – 2022. – Vol. 17. – № 9. – P. 3545–3555.
8. Есенбаева, Г. А. Об особенностях преподавания математики на английском языке / Г. А. Есенбаева, У. И. Копжасарова, Н. В. Дениварова // Вестник Карагандинского университета. Серия «Педагогика». – 2014. – № 3(75) – С. 52–58.
9. Лурье, М. Л. Двухязычное преподавание математики как диалог культур / М. Л. Лурье // Сибирский педагогический журнал. – 2005. – № 1. – С. 123–130.
10. Kersaint, J. Teaching Mathematics to English Language Learners / J. Kersaint, D. Thompson, M. Petkova. – Routledge, 2008. – P. 16–18.
11. Салехова, Л. Л. Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе : специальность 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования», специальность 13.00.02 – «Теория и методика обучения и воспитания (математика)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Ляйла Леонардовна Салехова ; Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Казань, 2008. – 44 с.
12. Борозенец, Г. К. Формирование иноязычной профессиональной компетентности студентов неязыковых вузов на основе полевого подхода / Г. К. Борозенец // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Лингвистика и межкультурная коммуникация». – 2004. – № 2. – С. 97–110.
13. Перевезенцева, Ю. С. Бинарная терминология математики: структурно-семантический анализ / Ю. С. Перевезенцева, С. А. Атрошенко // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 5(48). – С. 122–124.
14. Handbook of approximation algorithms and metaheuristics / Edited By T. F. Gonzalez. – 1-st ed. – New York : Chapman & Hall/CRC, 2007. – 1432 p. – ISBN 9780429143793.

**Л. П. Вовк, Д. Е. Дмитрук**  
**Автомобильно-дорожный институт (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка**  
**Исследование эффективности двуязычного подхода в преподавании математики**  
**для будущих специалистов автомобильно-дорожной отрасли**

Исследование содержит всестороннее изучение ограничений, присущих традиционному одноязычному подходу к преподаванию математических дисциплин, и разработку инновационного решения этой проблемы. В ходе работы проведен критический анализ недостатков существующей системы обучения математике, создана концепция специализированной билингвальной образовательной платформы.

Основная цель работы – разработать уникальную математическую модель (BMCM) для оценки эффективности методики с экспериментальной проверкой предложенного подхода среди студентов автомобильно-дорожных специальностей, что позволит получить объективные данные о преимуществах билингвального обучения, а также преодолеть языковые барьеры в техническом образовании и сформировать новый стандарт подготовки специалистов, сочетающего глубокое математическое образование с развитием профессиональной языковой компетенции.

Научная новизна исследования заключается в принципиально новом подходе к организации образовательного процесса. Впервые предлагается комплексное решение, объединяющее специализированную платформу для билингвального обучения с математической моделью оценки ее эффективности. Созданный инструмент позволяет не только внедрять двуязычную методику преподавания, но и объективно измерять ее результативность благодаря разработанной системе метрик. Особую ценность представляет проведенный педагогический эксперимент, который обеспечивает эмпирическое подтверждение теоретических положений работы и демонстрирует практическую применимость предложенной модели в реальном учебном процессе.

**БИЛИНГВАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ, АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА, КОГНИТИВНАЯ ГИБКОСТЬ, МОДЕЛЬ BMCM, ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОД, ДВУЯЗЫЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**L. P. Vovk, D. E. Dmitruk**  
**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution**  
**of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka**  
**The Study of the Bilingual Approach Effectiveness in Teaching Mathematics to Future Specialists**  
**in the Automobile and Road Industry**

This work contains a comprehensive study of the limitations inherent in the traditional monolingual approach to teaching mathematical disciplines and the development of the innovative solution to this problem. The work is supposed to conduct a critical analysis of the shortcomings of the existing system of teaching mathematics, to create a concept of the specialized bilingual educational platform.

The main goal of the work is to develop a unique mathematical model (BMCM) for assessing the effectiveness of the methodology with an experimental verification of the proposed approach among students of automobile and road specialties, which will provide objective data on the advantages of bilingual education to overcome language barriers in the technical education and form a new standard for training specialists combining deep mathematical education with the development of the professional language competence.

The scientific novelty of the study lies in the fundamentally new approach to organizing the educational process. For the first time, a comprehensive solution is proposed that combines a specialized platform for bilingual education with a mathematical model for assessing its effectiveness. The created toolkit allows not only to implement a bilingual teaching methodology, but also to objectively measure its effectiveness thanks to the developed system of metrics. The conducted pedagogical experiment is of particular value, providing empirical confirmation of the theoretical provisions of the work and demonstrating the practical applicability of the proposed model in the real educational process.

**BILINGUAL TRAINING, MATHEMATICAL TERMINOLOGY, AUTOMOBILE AND ROAD SPECIALTIES, EDUCATIONAL PLATFORM, COGNITIVE FLEXIBILITY, BMCM MODEL, TECHNICAL TRANSLATION, BILINGUAL EDUCATION**

**Сведения об авторах:**

**Л. П. Вовк**  
 SPIN-код РИНЦ: 9860-6682  
 Телефон: +7 949 301-98-55  
 Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com

**Д. Е. Дмитрук**  
 Телефон: +7 949 301-98-55  
 Эл. почта: leonidvovk166@gmail.com  
*Статья поступила 18.06.2025*  
 © Л. П. Вовк, Д. Е. Дмитрук, 2025  
 Рецензент: Д. Н. Самисько, канд. техн. наук,  
 Автомобильно-дорожный институт  
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка