



СХХVIII Международная научная конференция



ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

КАЗАНЬ

Часть 1

УДК 005(063)
ББК 65.290-2я43
И88

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия:

Э.А. Бердиев, Ю.В. Иванова, А.В. Каленский, В.А. Куташов, К.С. Лактионов, Н.М. Сараева, Т.К. Абдралилов, О.А. Авдеев, О.Т. Айдаров, Т.И. Алиева, В.В. Ахметова, В.С. Брезгин, О.Е. Данилов, А.В. Дёмин, К.В. Дядюн, К.В. Желнова, Т.П. Жуикова, Х.О. Жураев, М.А. Игнатова, Р.М. Исаков, К.К. Калдыбай, А.А. Кенесов, В.В. Коварда, М.Г. Кологорцев, А.В. Котляров, А.Н. Кошербаева, В.М. Кузьмина, К.И. Курпаяниди, С.А. Кучерявенко, Е.В. Лескова, И.А. Макеева, Е.В. Матвиенко, Т.В. Матроскина, М.С. Матусевич, У.А. Мусаева, М.О. Насимов, Б.Ж. Паридинова, Г.Б. Прончев, А.М. Семахин, А.Э. Сенцов, Н.С. Сенюшкин, Д.Н. Султанова, Е.И. Титова, И.Г. Ткаченко, М.С. Федорова, С.Ф. Фозилов, А.С. Яхина, С.Н. Ячинова

Международный редакционный совет:

З.Г. Айрян (Армения), П.Л. Арошидзе (Грузия), З.В. Атаев (Россия), К.М. Ахмеденов (Казахстан), Б.Б. Бидова (Россия), В.В. Борисов (Украина), Г.Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А.М. Данилов (Россия), А.А. Демидов (Россия), З.Р. Досманбетова (Казахстан), А.М. Ешиев (Кыргызстан), С.П. Жолдошев (Кыргызстан), Н.С. Игисинов (Казахстан), Р.М. Исаков (Казахстан), К.Б. Кадыров (Узбекистан), А.В. Каленский (Россия), О.А. Козырева (Россия), Е.П. Колтак (Россия), А.Н. Кошербаева (Казахстан), К.И. Курпаяниди (Узбекистан), В.А. Куташов (Россия), Э.Л. Кыят (Турция), Лю Цзюань (Китай), Л.В. Малес (Украина), М.А. Наггервадзе (Грузия), Ф.А. Нурмамедли (Азербайджан), Н.Я. Прокопьев (Россия), М.А. Прокофьева (Казахстан), Р.Ю. Рахматуллин (Россия), М.Б. Ребезов (Россия), Ю.Г. Сорока (Украина), Д.Н. Султанова (Узбекистан), Г.Н. Узаков (Узбекистан), М.С. Федорова, Н.Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А.К. Шарипов (Казахстан), З.Н. Шуклина (Россия)

Исследования молодых ученых : материалы СХХVIII Междунар. науч. конф. И88 (г. Казань, сентябрь 2026 г.) / [под ред. И. Г. Ахметова и др.]. — Казань : Молодой ученый, 2026. — iv, 248 с.

ISBN 978-5-6055990-3-6.

В сборнике представлены материалы СХХVIII Международной научной конференции «Исследования молодых ученых».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, а также для широкого круга читателей.

УДК 005(063)
ББК 65.290-2я43

ISBN 978-5-6055990-3-6

© Оформление.

ООО «Издательство Молодой ученый», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА

Смирнова А.Н.

Методы интеграции и экспериментальная оценка влияния
LLM-агентных систем на процессы жизненного цикла программного
обеспечения 1

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Al-Marmadhi Rania Ali Bader, Rasha Muthana Jameel,
Zaman Mohamed AL-Delfi**

Evaluation of intersection level of service and proposal of alternatives
using SIDRA INTERSECTION: a case study in Al-Diwaniyah City 16

Marwah Abbas Hadi, Manal Ghadban Al-Zubaidi

Deformation analysis of flexible pavement under the wheel load:
comparative study 24

Sawsan Abd Al-jabbar AL-Omrani, Hamsa Zubaidi, Sajad A. Al-Shabani

Evaluation of the road infrastructure utilizing Geographic Information
System (GIS) 31

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Молчанов М.Ю., Скрипник С.А., Воробей Н.В., Васильев В.О., Никулин В.В.,
Хохлов Д.О.**

Перспективы разработки и внедрения беспилотных систем
управления карьерными самосвалами на карьерах России 46

БИОЛОГИЯ

Иванова А.А.

Биоритмы и учёба: почему утром так трудно вставать 52

ЭКОЛОГИЯ

Хохлов Д.О., Воробей Н.В., Якшин И.М., Щипцов А.В., Миненкова А.А., Чебоненко Д.А.

Анализ выбросов в атмосферу от работы цементной мельницы57

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ashimkhan N.M., Zhussupov Y.O., Zhildikbayeva A.N.

Geoinformation approach to cadastral monitoring of agricultural lands in the Almaty Region 62

ЭКОНОМИКА

Гавлясэк Р.В.

Когнитивные искажения в восприятии «нулевого роста» населением: экономико-психологический барьер на пути к зеленой трансформации. . .67

Радчукова К.Е.

Повышение уровня мотивации труда у специалистов по продажам транспортных услуг на железнодорожном транспорте. 71

Рималис М.Д.

Перспективы института студенческой ипотеки в Российской Федерации: сравнительный анализ зарубежных моделей жилищного финансирования молодежи на примере США, Франции и Южной Кореи 76

ИНФОРМАТИКА

Методы интеграции и экспериментальная оценка влияния LLM-агентных систем на процессы жизненного цикла программного обеспечения

Смирнова Алёна Николаевна, студент

МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

В статье рассмотрены способы включения систем на основе больших языковых моделей (LLM) в жизненный цикл программного обеспечения. Временная линия фиксирует периоды наибольшего влияния каскадной и V-образной моделей, итеративных подходов, Agile, DevOps, облачных практик и агентных контуров разработки. Для Spec-Driven Development управляющим артефактом служит исполнимая спецификация. В Context-Driven Development эту функцию выполняет версионизируемый проектный контекст. Эмпирическая часть основана на обезличенной выгрузке анкет 697 специалистов из компаний различного размера. В выборке представлены профессиональные уровни от Junior до C-level. Доля гибридной конфигурации Agile + DevOps составила 45,2%. Из 155 респондентов, применявших агентный режим, кодирование делегировалось в 78,7% случаев, а тестирование и документация — в 68,4%. В качестве дальнейшего направления предложена модель Intent-Context-Evidence Driven Development (ICEDD). Она связывает намерение и спецификацию с управляемым контекстом, агентным исполнением и проверяемыми доказательствами. Ближайшее изменение SDLC, вероятно, будет развиваться поверх гибридных Agile-DevOps-процессов.

Ключевые слова: большие языковые модели, LLM-агенты, жизненный цикл программного обеспечения, SDLC, Agile, DevOps, Spec-Driven Development, Context-Driven Development, эмпирический опрос, ICEDD.

Введение

Переход от генерации отдельных фрагментов кода к LLM-агентам расширяет границы автоматизации в программной инженерии. Помощник обычно

отвечает на локальный запрос. Агент получает цель, составляет план и обращается к репозиторию. Затем он меняет файлы, запускает проверки и повторяет цикл до заданного состояния. В многоагентной системе работа распределяется между специализированными компонентами. В статье J. He, C. Treude и D. Lo LLM-Based Multi-Agent Systems for Software Engineering: Literature Review, Vision, and the Road Ahead рассмотрено применение таких систем на разных стадиях SDLC. Авторы указывают на нерешенные проблемы координации и надежности оценки результата [14]. В данной работе рассматриваются качество сгенерированного кода и место агента в инженерном процессе, включая правила контроля и организационные ограничения.

Эмпирические работы дают противоречивые оценки ИИ-инструментов. В одном контролируемом задании участники с GitHub Copilot завершали работу на 55,8% быстрее [12]. В исследовании METR участвовали 16 опытных разработчиков, которым предложили 246 задач в знакомых открытых репозиториях. При использовании инструментов начала 2025 г. время выполнения выросло на 19% [13]. Систематический обзор чаще фиксирует положительные результаты, однако надежность долгосрочных и командных оценок остается ограниченной [15]. Эффект меняется вместе с задачей и состоянием репозитория. На него также влияют опыт пользователя, полнота контекста и цена проверки. Поэтому в работе анализируется связка «методология — стадия SDLC — уровень автономии — пакет доказательств».

Цель работы — определить способы интеграции LLM-агентных систем в современный SDLC и сопоставить формирующиеся Spec-Driven и Context-Driven подходы. Эмпирическая оценка учитывает методологию и профессиональную роль. Дополнительно варьируются критичность проекта, автономия агента и строгость контроля. Временная линия построена по перекрывающимся периодам влияния. Эмпирическую базу составила обезличенная выгрузка 697 анкет специалистов уровня от Junior до C-level. Для последующего развития агентных процессов предложена модель ICEDD, где готовность результата подтверждается проверяемыми свидетельствами.

Эволюция методологий и изменение объекта управления

Историю методов разработки часто сводят к цепочке «Waterfall — V-model — Agile — DevOps — ИИ». Эта последовательность скрывает длительное сосуществование подходов. В работе Royce 1970 г. поэтапный процесс сочетался с обратными связями; автор также требовал раннего проектирования и испытаний [1]. V-образная модель Forsberg и Mooz связала уровни декомпозиции с верификацией и валидацией [2]. Она развивалась рядом с каскадной схемой и уси-

ливалась трассируемость требований. Поэтапные модели сохраняются в регулируемых и критических системах, особенно при высокой цене изменения. Здесь доказуемость соответствия часто важнее частоты поставки.

Спиральная модель Boehm сместила внимание на итеративное снижение риска [3]. Манифест Agile 2001 г. закрепил приоритет работающего продукта и быстрой реакции на изменения [4]. Итеративные фреймворки сократили контур обратной связи, сохранив потребность в архитектуре и документации. Контроль также никуда не исчез. Когда программное обеспечение стало постоянно работающим сервисом, объект управления сместился к потоку поставки. DevOps связал разработку с эксплуатацией. CI/CD автоматизировал сборку и выпуск, а SRE формализовал надежность через цели уровня сервиса и наблюдаемость [5]. В отчете DORA ИИ и платформенная инженерия улучшают индивидуальный поток лишь при устойчивой инженерной базе; при слабой базе стабильность поставки может снижаться [6].

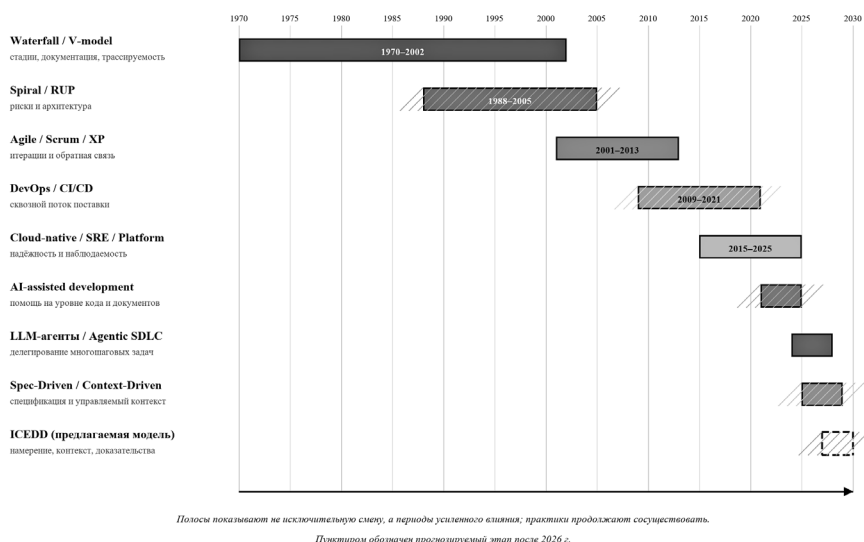


Рис. 1. Перекрывающиеся периоды наибольшего влияния подходов к разработке ПО (авторская систематизация по [1–9])

На практике сегодня преобладают гибриды. Исследование Mirzaei, Mabin и Zwikael показывает, как гибридные схемы соединяют практики Agile и планово-ориентированных подходов и настраиваются под цели проекта и тип

команды [7]. Обзор El Aouni и соавторов посвящен совместному применению Agile, DevOps и облачной инфраструктуры; авторы выделяют выгоды интеграции и трудности согласования процессов [8]. В регулируемых областях к этим практикам добавляются формальные ограничения. Отчет State of Agile описывает текущий этап как адаптацию Agile к ИИ и гибридной работе; отдельное внимание уделено измерению результатов [9]. Временная линия ниже показывает периоды усиления влияния. Она не задает даты исчезновения методов. В разные годы на первый план выходили стадии проекта, риск, скорость обратной связи, поток поставки, надежность, контекст и автономия.

Таблица 1. Изменение основного объекта управления в SDLC

Период усиления влияния	Подходы	Основной объект управления	Сохраняемая ценность
1970-е — 1990-е	Waterfall, V-model	Стадии, документы, трассируемость	Предсказуемость и доказуемость
1988–2005	Spiral, RUP	Риск и архитектурные уточнения	Раннее снятие неопределенности
2001–2013	Agile, Scrum, XP	Короткая итерация и обратная связь	Адаптивность продукта
2009–2021	DevOps, CI/CD	Поток изменения до эксплуатации	Частота и воспроизводимость поставки
2015–2025	Cloud-native, SRE, Platform	Надежность, платформа, наблюдаемость	Управляемость работающего сервиса
2021–2026	AI-assisted, Agentic SDLC	Делегирование инженерных задач	Снижение ручной нагрузки
2025–2026	SDD, CDD	Намерение, спецификация, контекст	Стабильность задания для агента
После 2026 г. (гипотеза)	ICEDD и родственные модели	Доказательства, политика автономии	Проверяемость и доверие

LLM-агентные системы и способы их интеграции

В программной инженерии LLM-агент можно определить как программный контур, который интерпретирует цель с помощью языковой модели и выбирает действия. Ему доступен ограниченный набор инструментов. Состояние задачи сохраняется между шагами. Рабочий цикл начинается с чтения контекста, после чего агент планирует действие и вызывает инструмент. Полученный результат влияет на следующий шаг. Автономия задается уровнем: на первом агент предлагает изменение, на втором выполняет ограниченную задачу с подтверждением, на третьем проходит несколько стадий до контрольного шлюза.

Для критических проектов допустимый уровень ниже. Требования к доказательствам при этом строже.

На практике встречаются четыре паттерна интеграции. Самый узкий вариант — помощник внутри IDE: каждую итерацию направляет человек. Агент рабочего элемента получает одну issue или задачу в отдельной ветви. Он может запустить тесты и подготовить изменение, однако слияние требует подтверждения. В многоагентном конвейере планирование отделено от реализации, а проверка поручается другим компонентам. Такая специализация имеет потенциал, хотя координация создает собственные ошибки [14]. Наиболее широкий паттерн охватывает несколько стадий SDLC. Для него нужны формальные права доступа и изолированная среда. Действия журналируются, затраты ограничиваются, переход между стадиями проходит через независимый шлюз.

Таблица 2. Паттерны интеграции LLM-агентов

Паттерн	Граница задачи	Человеческий контроль	Обязательные технические меры
Помощник	Один запрос или фрагмент	Проверка каждого ответа	Фильтрация контекста, локальная валидация
Агент рабочего элемента	Одна issue/feature в отдельной ветви	Подтверждение плана и слияния	Песочница, тесты, лимиты инструментов
Многоагентный конвейер	Последовательность специализированных ролей	Контроль шлюзов и конфликтов	Трассировка, независимый verifier, единый журнал
Agentic SDLC	Несколько стадий жизненного цикла	Риск-ориентированные права	Политики, наблюдаемость, откат, аудит, доказательства

Spec-Driven и Context-Driven Development

Spec-Driven Development (SDD) задает ожидаемый результат и критерии его приемки. В GitHub Spec Kit спецификация становится первичным артефактом, а рабочий поток имеет вид Spec -> Plan -> Tasks -> Implement [19]. Из требований и сценариев выводится технический план. Затем формируются выполнимые задачи. Такой порядок позволяет сопоставить изменение с исходным намерением. Ошибка в неполной или противоречивой спецификации быстро распространяется на последующие шаги, поскольку агент исполняет ее буквально.

Context-Driven Development (CDD) определяет знания и ограничения, доступные агенту на каждом шаге. В описании Google проектный контекст пе-

реносится из временного чата в версионизируемые файлы рядом с кодом [20]. Там хранятся планы и архитектурные решения. Отдельно фиксируются стандарты, технологический стек и цели продукта. Для brownfield-систем это особенно полезно: локально корректное изменение способно нарушить неявное соглашение. Контекст, однако, приходится обслуживать. Без правил отбора он разрастается, содержит конфликты и сохраняет устаревшие сведения; чувствительные данные требуют отдельной фильтрации.

SDD и CDD пока нельзя считать подтвержденной заменой Agile или DevOps. Это формирующиеся рабочие процессы для агентной разработки. Они добавляют к производственному контуру два управляемых артефакта: спецификацию и долговременный контекст. Обратная связь с заказчиком остается в Agile-процессе, а проверяемый поток поставки обеспечивает DevOps. SRE задает эксплуатационные ограничения. Совместное применение этих практик лучше соответствует текущему состоянию инструментов.

Таблица 3. Сравнение Spec-Driven и Context-Driven Development

Критерий	Spec-Driven Development	Context-Driven Development	Совместное применение
Центральный артефакт	Версионизируемая спецификация и критерии приемки	Набор устойчивых знаний и ограничений проекта	Спецификация входит в управляемый контекст
Главный вопрос	Что и зачем построить?	Что агент обязан знать?	Что построить в данных условиях?
Типовой поток	Spec -> Plan -> Tasks -> Implement	Context -> Plan -> Execute -> Update context	Intent -> Spec -> Context -> Execute -> Evidence
Основной риск	Исполнимая, но неверная спецификация	Устаревший, конфликтный или избыточный контекст	Ускоренное распространение ошибки
Контроль качества	Покрытие требований и приемочные проверки	Актуальность, происхождение и область действия знаний	Независимые тесты, трассировка и аудит

Методика опроса и обработки данных

Эмпирическую базу составила обезличенная выгрузка 697 анкет специалистов в области разработки программного обеспечения. Каждая строка соответствовала ответам одного респондента; прямые идентификаторы и названия организаций в наборе отсутствовали. Для сопоставления результатов с отраслевым контекстом использованы открытые агрегаты. В Stack Overflow

Developer Survey 2025 доля использующих или планирующих использовать ИИ-инструменты составила 84%. Агентный режим еще не стал массовой практикой: 52% участников не применяли агентов либо ограничивались более простыми инструментами [10]. Исследование JetBrains Developer Ecosystem 2025 охватило 24 534 разработчика из 194 стран; авторы очищали и взвешивали данные [11]. State of Agile описывает организацию разработки как гибридную и адаптивную [9]. Эти источники использованы для интерпретации собственной выборки и не заменяют ответы её участников.

Ответы сгруппированы по профессиональному уровню и размеру компании. В анкете также учитывались отрасль и критичность проекта. В выборку вошли 146 Junior, 223 Middle и 195 Senior, а также 84 специалиста уровня Lead/Architect и 49 руководителей уровня C-level или Engineering Management. Базовая методология определялась по варианту, указанному участником. Распределение по методологиям и профессиональным уровням рассматривалось в виде абсолютных частот и долей. Эти показатели характеризуют опрошенную группу; их перенос на генеральную совокупность требует вероятностного дизайна выборки.

В анкете фиксировались использование CI/CD и применение ИИ. Отдельные поля описывали агентный режим и набор делегируемых стадий. Для аналитического сопоставления ответы кодировались по единой шкале: автономия А принимала значения от 0 до 1, критичность К — от 0,2 до 1. В модель также вошли охват стадий С, полнота доказательств Е и строгость управления G. В состав доказательств включались автоматические тесты и статический анализ; третий сигнал задавало человеческое ревью. Для респондентов, применявших агентный режим, индекс интеграции рассчитывался по формуле:

$$I = 0,20 + 0,30C + 0,20A + 0,20E + 0,10G.$$

Остаточный риск и итоговый процессный эффект определялись как:

$$R = (0,45A + 0,35K + 0,20C) (1 - 0,55E) (1 - 0,45G),$$

$$P = I (0,55 + 0,25E + 0,20G) - 0,35R.$$

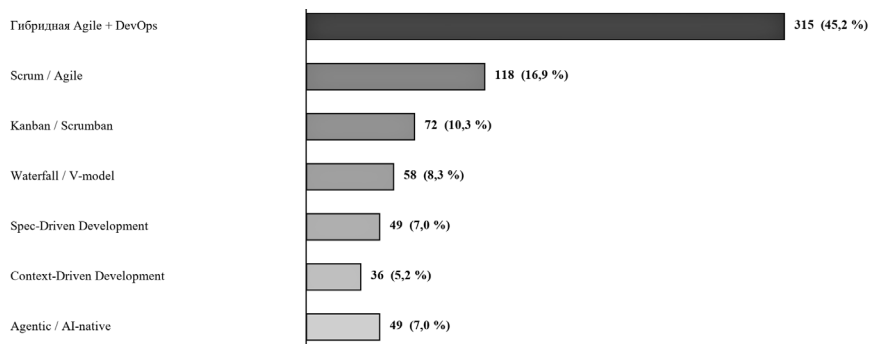
Коэффициенты индексов заданы как аналитические допущения. Рост автономии и охвата увеличивает ожидаемую полезность, но одновременно поднимает риск. Доказательства снижают расчетный риск; сходное действие имеет строгость управления. Индексы I, R и P безразмерны и не служат причинными оценками производительности. Начальное состояние анализа чувствительности зафиксировано: seed = 20260802. Устойчивость ранжирования проверялась на 10 000 повторениях Dirichlet-мультиномиальной модели вокруг наблюдаемого вектора долей. Параметр концентрации равен 120.

Таблица 4. Структура выборки по профессиональному уровню

Уровень	N	ИИ: использование или план	Агентный режим	Медиана автономии среди применяющих агентов
Junior	146	85,6%	19,2%	1,0
Middle	223	87,0%	23,8%	1
Senior	195	81,0%	20,0%	2
Lead / Architect	84	84,5%	23,8%	2,0
C-level / Engineering Management	49	75,5%	30,6%	2

Результаты опроса

Использование или планирование ИИ-инструментов указали 585 из 697 респондентов (83,9%). Об агентном режиме сообщили 155 из них, что соответствует 26,5% группы ИИ. Гибридную Agile + DevOps выбрали 315 респондентов (45,2%), Scrum/Agile — 118 (16,9%), Kanban/Scrumban — 72 (10,3%). Waterfall/V-model указали 58 участников (8,3%). SDD и Agentic/AI-native получили по 49 ответов (7,0%), CDD — 36 (5,2%). Гибридная Agile + DevOps оставалась крупнейшей категорией во всех 10 000 итерациях анализа чувствительности. Ранжирование устойчиво внутри выбранного диапазона допущений. Доля 45,2% описывает опрошенную группу, а не всю отрасль.



Основание: обезличенная выгрузка 697 анкет специалистов в области разработки программного обеспечения.

Черным выделена наиболее распространённая модель среди опрошенных.

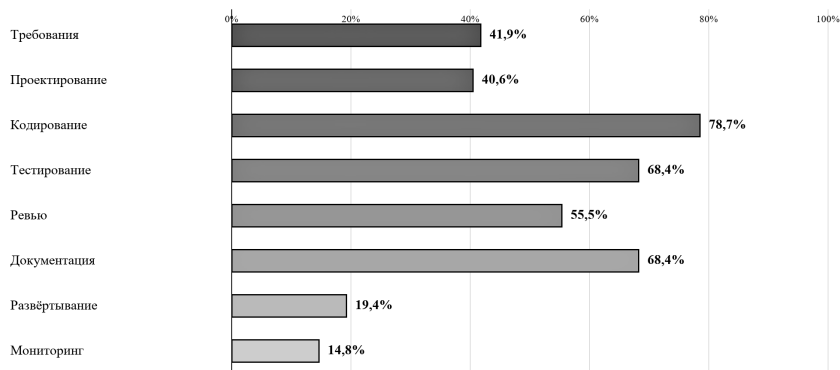
Рис. 2. Распределение базовых моделей разработки по данным опроса (N = 697)

**Таблица 5. Методология и показатели агентной интеграции
по данным опроса**

Базовая модель	N	Доля	Агентный режим	Медиана Р среди применяющих агентов
Гибридная Agile + DevOps	315	45,2%	15,9%	0,614
Scrum / Agile	118	16,9%	5,9%	0,548
Kanban / Scrumban	72	10,3%	19,4%	0,47
Waterfall / V-model	58	8,3%	10,3%	0,511
Spec-Driven Development	49	7,0%	36,7%	0,643
Context-Driven Development	36	5,2%	30,6%	0,557
Agentic / AI-native	49	7,0%	100,0%	0,563

Преобладание гибридной модели связано с тем, что она охватывает четыре рабочих контура. В продуктовом контуре используются backlog и короткое планирование, после чего команда получает обратную связь. Инженерный контур отвечает за контроль версий и code review; сюда же относятся автоматические тесты и управление техническим долгом. Поставку поддерживают CI/CD и воспроизводимые среды. Эксплуатационный контур опирается на SLO, наблюдаемость и работу с инцидентами. LLM-агент в такой схеме действует внутри существующих процедур как ограниченный исполнитель. На текущем уровне зрелости практичным вариантом остается Agile + DevOps с выборочной агентной автоматизацией и человеческими шлюзами.

Из 155 респондентов, применявших агентный режим, 122 указали делегирование кодирования (78,7%). Тестирование и документацию отметили по 106 участников (68,4%), ревью — 86 (55,5%). Требования выбрали 65 респондентов (41,9%), проектирование — 63 (40,6%). Значения для развертывания и мониторинга заметно ниже: 30 (19,4%) и 23 (14,8%) соответственно. Такой рисунок согласуется с открытыми опросами, где ИИ чаще используют для локальных проверяемых задач [10]. Осторожность возрастает при переходе к эксплуатации и проектному планированию. Исследовательская база также смещена к разработке: обзор 181 бенчмарка из 461 публикации относит к этой стадии около 60% оценок. На требования приходится 5%, на проектирование — 3% [18]. Измерительный инструментарий пока охватывает Agentic SDLC неравномерно.



Основание: ответы 155 респондентов, сообщивших об использовании агентного режима.

Рис. 3. Стадии SDLC, делегируемые LLM-агентам по данным опроса (n = 155)

Среди респондентов с агентным режимом медиана индекса интеграции равна $I = 0,687$. Медиана остаточного риска составила $R = 0,166$, процессного эффекта — $P = 0,575$. Высокий человеческий контроль зафиксирован в 86 анкетах, средний — в 58, низкий — в 11. Первый уровень автономии указан в 70 анкетах, второй — в 74, третий — в 11. В высококритичной группе медиана снизилась до первого уровня. При отсутствии всех трех контрольных сигналов медиана P равнялась 0,245. Одновременное наличие тестов, статического анализа и ревью подняло ее до 0,663. Разница зависит от принятой формулы индекса и не является причинной оценкой эффекта.

В SWE-bench и SWE-agent единицей оценки служит проверяемый пакет изменений. SWE-bench содержит 2294 задачи на основе реальных GitHub issue и pull request; патч проверяется воспроизводимыми тестами [16]. SWE-agent добавляет интерфейс, через который агент взаимодействует с репозиторием и средой [17]. Прохождение тестов еще не подтверждает полноту требований или эксплуатационную пригодность. Безопасность и сопровождаемость также требуют отдельных проверок. Пакет доказательств должен связывать изменение с исходным намерением и содержать независимые тесты. Статический и security-анализ дополняются журналом инструментальных действий; решение о выпуске принимает уполномоченный человек. NIST SP 800–218A расширяет практики безопасной разработки на модели и данные, а профиль NIST AI RMF связывает генеративный ИИ с процедурами идентификации и обработки риска [21, 22].

Перспективы развития после SDD и CDD

SDD снижает неопределенность намерения, CDD помогает удерживать проектный контекст. Вопрос доверия к автономному исполнению остается открытым. Рост контекстных окон и автоматическое извлечение знаний, вероятно, превратят управление контекстом в инфраструктурную функцию. Генерация спецификаций станет обычным этапом работы. Различия между следующими методологиями будут определяться доказуемостью результата и правилами назначения полномочий. С учетом этого предложена Intent-Context-Evidence Driven Development (ICEDD) — разработка, управляемая намерением, контекстом и доказательствами.

В ICEDD намерение фиксирует бизнес-цель и допустимый риск. Спецификация переводит его в проверяемые требования. Контекст хранит архитектуру, код и принятые решения; рядом находятся стандарты и эксплуатационные данные. Агент выполняет ограниченную задачу. Контур Evidence & Governance собирает результаты тестов, трассировку и подтверждение. Переход к следующему контуру разрешается после доказательного шлюза. Если проверка выявляет новый риск или противоречие исходному намерению, меняются код и спецификация. Контекст обновляется в той же итерации. Такая обратная связь остается аудируемой.



Рис. 4. Концептуальная схема ICEDD (предложено автором)

Таблица 6. Возможные направления пост-SDD/CDD методологий

Направление	Управляющий объект	Механизм	Критерий зрелости
ICEDD	Намерение, контекст, доказательства	Сквозная трассировка и доказательный шлюз	Воспроизводимый пакет evidence для каждого изменения
Multi-Agent Assurance-Driven Development	Независимость ролей	Разделение generator, verifier, security и release-агентов	Контролируемое расхождение и независимая проверка
Digital-Twin Lifecycle Development	Исполнимый двойник системы и среды	Симуляция требований, архитектуры и эксплуатации до поставки	Предсказательная точность двойника и безопасный перенос
Policy-Adaptive Autonomous Development	Политика полномочий и риск	Динамическое повышение или снижение автономии	Измеряемый риск, журнал решений и гарантированный откат

Эти направления пока существуют как исследовательские конструкции. Для их проверки нужны длительные сравнения команд и проектов. Одной скорости недостаточно: следует учитывать дефекты и объем повторной работы. Отдельные метрики должны описывать безопасность и восстановление после инцидентов. Качество проектных знаний и когнитивная нагрузка требуют собственного измерения. Особенно мало данных накоплено по требованиям и архитектуре. Сопровождение и командное взаимодействие также представлены в бенчмарках значительно слабее кодирования [18].

Заключение

Новые методологии обычно сохраняют часть прежних механизмов управления. Waterfall и V-model закрепили поэтапность и трассируемость. Spiral перенес внимание на риск, Agile сократил обратную связь, а DevOps и CI/CD связали изменение кода с поставкой. SRE добавил измеряемую надежность работающего сервиса. LLM-агенты вводят новый объект управления — автономное многошаговое действие. Его результат зависит от способности модели генерировать код, но этого недостаточно. Нужны ясное намерение и актуальный контекст. Границы полномочий и независимая проверка определяют допустимый уровень автономии.

По данным опроса 697 специалистов доля гибридной Agile + DevOps модели составила 45,2%. Агентное делегирование чаще затрагивало кодирование. Для тестирования и документации получены одинаковые значения — 68,4%. Эти результаты описывают обследованную выборку. SDD можно использовать

для формализации намерения, CDD — для управления долговременным контекстом. ICEDD добавляет проверяемые доказательства. Расширение автономии допустимо при наличии наблюдаемости и воспроизводимого evidence-пакета. Для каждого изменения также нужен безопасный откат. При принятой формуле индекса сочетание этих условий соответствует медиане остаточного риска 0,166.

Литература:

1. Royce W.W. Managing the Development of Large Software Systems / W.W. Royce // Proceedings of IEEE WESCON. — 1970. — P. 1–9. — URL: <https://www.praxisframework.org/files/royce1970.pdf> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
2. Forsberg K. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle / K. Forsberg, H. Mooz // Proceedings of the First Annual Symposium of the National Council on Systems Engineering. — 1991. — P. 57–65. — DOI: 10.1002/j.2334-5837.1991.tb01484.x.
3. Boehm B.W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement / B. W. Boehm // Computer. — 1988. — Vol. 21, no. 5. — P. 61–72. — DOI: 10.1109/2.59.
4. Beck K. Manifesto for Agile Software Development / K. Beck [et al.]. — 2001. — URL: <https://agilemanifesto.org/> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
5. Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems / B. Beyer, C. Jones, J. Petoff, N. R. Murphy. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2016. — URL: <https://sre.google/sre-book/table-of-contents/> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
6. Accelerate State of DevOps Report 2024 / Google Cloud. — 2024. — URL: <https://dora.dev/research/2024/dora-report/> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
7. Mirzaei M. Customising Hybrid project management methodologies / M. Mirzaei, V.J. Mabin, O. Zwiakael // Production Planning & Control. — 2025. — Vol. 36, no. 9. — P. 1188–1205. — DOI: 10.1080/09537287.2024.2349231. — URL: <https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2349231> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
8. El Aouni F. A systematic literature review on Agile, Cloud, and DevOps integration: Challenges, benefits / F. El Aouni, K. Moumane, A. Idri, M. Najib,

- S. U. Jan // Information and Software Technology. — 2025. — Vol. 177. — Art. 107569. — DOI: 10.1016/j.infsof.2024.107569. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107569> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
9. The Adaptation Era: 18th State of Agile Report / Digital. ai. — Raleigh, NC: Digital. ai, 2025. — 21 p. — URL: <https://digital.ai/resource-center/analyst-reports/18th-state-of-agile-report/> (дата обращения: 05.08.2026). — Официальное сообщение о выпуске: <https://digital.ai/press-releases/digital-ais-18th-state-of-agile-report-marks-the-start-of-the-fourth-wave-of-software-delivery/> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
 10. 2025 Developer Survey: Artificial Intelligence / Stack Overflow. — 2025. — URL: <https://survey.stackoverflow.co/2025/ai> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
 11. State of the Developer Ecosystem 2025: Methodology and Results / JetBrains. — 2025. — URL: <https://lp.jetbrains.com/developer-ecosystem-2025-methodology/> (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
 12. Peng S. The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot / S. Peng, E. Kalliamvakou, P. Cihon, M. Demirer. — 2023. — arXiv:2302.06590. — DOI: 10.48550/arXiv.2302.06590.
 13. Becker J. Measuring the Impact of Early-2025 AI on Experienced Open-Source Developer Productivity / J. Becker [et al.]. — METR, 2025. — URL: https://metr.org/Early_2025_AI_Experienced_OS_Devs_Study-paper.pdf (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
 14. He J. LLM-Based Multi-Agent Systems for Software Engineering: Literature Review, Vision, and the Road Ahead / J. He, C. Treude, D. Lo // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. — 2025. — Vol. 34, no. 5. — Art. 124. — P. 124:1–124:30. — DOI: 10.1145/3712003.
 15. Mohamed A. The Impact of LLM-Assistants on Software Developer Productivity: A Systematic Review and Mapping Study / A. Mohamed, M. Assi, M. Guizani. — 2025. — arXiv:2507.03156. — DOI: 10.48550/arXiv.2507.03156.
 16. Jimenez C.E. SWE-bench: Can Language Models Resolve Real-World GitHub Issues? / C.E. Jimenez, J. Yang, A. Wettig [et al.] // International Conference on Learning Representations. — 2024. — URL: https://proceedings.iclr.cc/paper_files/paper/2024/hash/edac78c3e300629acfe6cbe9ca88fb84-Abstract-Conference.html (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.

17. Yang J. SWE-agent: Agent-Computer Interfaces Enable Automated Software Engineering / J. Yang, C. E. Jimenez, A. Wettig [et al.] // *Advances in Neural Information Processing Systems*. — 2024. — Vol. 37. — URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2024/hash/5a7c947568c1b1328ccc5230172e1e7c-Abstract-Conference.html (дата обращения: 04.08.2026). — Текст: электронный.
18. Wang K. Software Development Life Cycle Perspective: A Survey of Benchmarks for CodeLLMs and Agents / K. Wang, T. Li, X. Zhang [et al.]. — 2025. — arXiv:2505.05283. — DOI: 10.48550/arXiv.2505.05283.
19. GitHub Spec Kit: a specification-driven development toolkit // GitHub: [сайт]. — 2026. — URL: <https://github.github.com/spec-kit/> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
20. Ballinger K. Conductor: Introducing Context-Driven Development for Gemini CLI / K. Ballinger, J. Kornder, S. Aitbayev // *Google Developers Blog*: [сайт]. — 17.12.2025. — URL: <https://developers.googleblog.com/en/conductor-introducing-context-driven-development-for-gemini-cli/> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
21. Secure Software Development Practices for Generative AI and Dual-Use Foundation Models: NIST SP 800–218A / NIST. — 2024. — DOI: 10.6028/NIST.SP.800–218A. — URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800–218A> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.
22. Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile: NIST AI 600–1 / NIST. — 2024. — DOI: 10.6028/NIST.AI.600–1. — URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.600–1> (дата обращения: 05.08.2026). — Текст: электронный.

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Evaluation of intersection level of service and proposal of alternatives using SIDRA INTERSECTION: a case study in Al-Diwaniyah City

Al-Marmadhi Rania Ali Bader, assistant lecturer;

Rasha Muthana Jameel, assistant lecturer;

Zaman Mohamed AL–Delfi, assistant lecturer

University of Al-Qadisiyah (Diwaniya, Iraq)

This study aims to evaluate the Level of Service (LOS) of a critical intersection in Al-Diwaniyah city — Al-Oruba First Roundabout — and propose effective solutions to enhance its performance. The intersection, currently functioning as a roundabout, was selected due to its high traffic demand during peak hours. Field traffic data were collected during the morning and evening peaks using digital cameras, and the data were analyzed using the SIDRA INTERSECTION software. The analysis provided a detailed assessment of the intersection's operational performance and identified its current Level of Service. Based on the findings, several improvement strategies were proposed, including converting the roundabout into a signalized intersection and widening all approaches by adding one lane in each direction. Additionally, a flyover with two lanes in each direction is currently under construction, which is expected to further improve traffic flow and reduce congestion. The study highlights the importance of data-driven planning in addressing urban traffic challenges and optimizing intersection performance.

Keywords: Intersection analysis, SIDRA software, traffic engineering, Level of Service, urban congestion, Iraq.

Introduction

Intersections play a vital role in urban traffic management, as they directly affect roadway capacity, traffic flow continuity, and overall safety (Yaibok et al., 2024). Poorly designed or inadequately managed intersections often lead to congestion, excessive delays, and increased risk of accidents (Agyapong & Ojo, 2018). This issue is particularly evident in rapidly growing urban centers across Iraq, where rising population and expanding vehicle ownership have intensified pressure on existing

traffic infrastructure (Jarrah et al., 2019). Al-Diwaniyah City, a key urban center in southern Iraq, has witnessed a noticeable increase in traffic demand over the past decade (Al-Mrumudhi & Al-Obaedi, 2023). As a result, several intersections within the city suffer from recurrent congestion, especially during peak hours. One such intersection, located near [Oruba intersection], experiences frequent delays and operational inefficiencies due to conflicting vehicle movements and outdated geometric design.

In the context of modern traffic engineering, traditional evaluation methods are no longer sufficient to address these complex challenges. Therefore, advanced simulation tools have become essential for conducting accurate and comprehensive assessments of traffic performance (Chao et al., 2020).

This study aims to evaluate the operational performance of the selected intersection in Al-Diwaniyah using SIDRA INTERSECTION software — a well-established micro-analytical traffic modeling tool known for its accuracy and detailed output. The current intersection configuration is analyzed and compared with several proposed alternatives based on key performance indicators, including Level of Service (LOS), average vehicle delay, and queue length. The goal is to identify the most effective design alternative that enhances intersection performance and reduces traffic congestion.

2. Literature Review

Numerous studies have investigated traffic performance at intersections using simulation-based analytical tools, with a growing emphasis on micro-analytical software to enhance evaluation accuracy. Akçelik (2015), the developer of SIDRA INTERSECTION, underscored the value of such tools in estimating intersection capacity, analyzing delays, and testing operational scenarios under varying traffic conditions. In the Iraqi context, Al-Mansoori et al. (2022) conducted a comprehensive analysis of four urban intersections in Basrah using SIDRA INTERSECTION. Their findings demonstrated that implementing optimized signal phasing could reduce average delays by up to 28%, highlighting the effectiveness of strategic signal timing. Similarly, Al-Zubaidi and Abbas (2020) evaluated major intersections in Baghdad and concluded that adaptive signal control strategies were essential to mitigate increasing congestion, particularly during peak hours.

Internationally performed a case study in India, showing that the introduction of exclusive turn lanes significantly enhanced the Level of Service (LOS), often by one to two grades. These findings align with global research that emphasizes the utility of simulation models in forecasting the impacts of geometric and operational modifications on intersection performance. Building upon these insights, the present study applies SIDRA INTERSECTION to assess a key intersection in Al-Diwaniyah, a

mid-sized city in Iraq. Given the scarcity of real-time traffic data in such urban centers, this research aims to propose cost-effective and data-efficient improvement strategies tailored to local traffic conditions.

3. Methodology

3.1. Study Area

The selected intersection (Al-Oruba intersection) in Al-Diwaniyah City serves as a critical node in the urban road network, experiencing significant traffic pressure during peak hours. The study location was surveyed over a one-week period, focusing on peak morning (7:30–8:30 AM) and evening (2:30–3:30 PM) times.



Fig. 1. An aerial image of the study area in Al-Diwaniyah City, Iraq

3.2. Data Collection

Manual traffic volume counts were conducted during weekday peak hours to record vehicular movements at the selected intersection. The data collection process included classifying vehicles by type (private and public) and by movement direction, including through movements, left turns, and right turns. In addition to traffic volumes, a comprehensive geometric survey of the intersection was carried out. Key parameters documented included the number of approach lanes, lane widths, lane configurations, signal timing and phasing, and pedestrian flow characteristics. These data provided a detailed understanding of both traffic behavior and intersection design, forming the basis for subsequent performance evaluation and improvement analysis.

Table 1. Intersection data in geometric design

Intersection Direction	Road 1 width	Road 2 width	Median Width	Sidewalk 1 Width	Sidewalk 2 Width
Governorate Bridge	12m	12m	2m	4m	4m
Second Arouba	12m	12m	2m	4m	4m
Maternity Hospital	12m	12m	2m	4m	4m
market	12m	12m	2m	4m	4m

Table 2. Intersection data in existing conditions

Intersection Direction	Road 1 width	Road 2 width	Median Width	Sidewalk 1 Width	Sidewalk 2 Width
Governorate Bridge	10.15 m	10.45 m	1.90m	4.48m	5.96m
Second Arouba	9.80 m	10.50m	2.20m	6.60m	6.15m
Maternity Hospital	9.80 m	9.70m	1.90m	4.30m	2.40m
market	11.40m	8.40m	1.90m	2.90m	3.77m

3.3. Analytical Tool

SIDRA INTERSECTION 9.0 was used for the simulation and performance analysis.

The morning peak hours were selected for data collection, as they exhibited higher traffic volumes compared to the evening period.

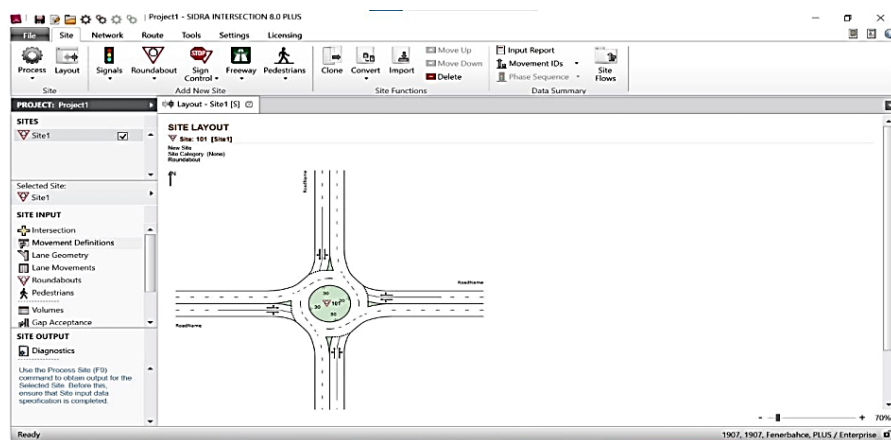


Fig. 2. Photo for SIDRA INTER SECTION

The recorded traffic volumes during the morning session were analyzed, and the hour with the highest traffic demand — between 8:00 a. m. and 9:00 a. m. — was identified for detailed evaluation. Traffic volumes were aggregated at 15-minute intervals, and the collected data were subsequently input into the SIDRA INTERSECTION software for analysis.

Table 3. Traffic Volumes Recorded During the Morning Observation Period

		ESTE			WEST			SOUTH			NORTH			ESTE			WEST			SOUTH			NORTH		
		L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T
07:00	07:05	7	6	8	8	5	7	6	10	18	6	10	8												
07:05	07:10	15	12	20	10	8	10	10	15	9	9	10	10												
07:10	07:15	25	18	22	12	12	20	12	25	20	12	15	12	47	36	50	18	25	37	20	50	47	27	35	30
07:15	07:20	30	25	28	12	15	25	12	35	33	15	25	30												
07:20	07:25	45	30	40	22	20	30	11	38	46	20	29	32												
07:25	07:30	60	45	50	25	20	60	25	28	58	35	38	35	135	100	118	59	55	115	48	101	137	70	90	97
07:30	07:35	60	70	70	22	30	80	30	39	22	50	35	25												
07:35	07:40	90	75	52	35	40	50	35	40	38	62	40	28												
07:40	07:45	88	50	88	48	50	29	40	58	40	35	58	39	228	195	219	195	130	159	185	137	100	147	133	92
07:45	07:50	90	62	72	50	33	45	48	76	55	45	69	45												
07:50	07:55	100	90	65	50	50	58	60	32	62	55	70	30												
07:55	08:00	65	98	112	70	62	62	72	29	63	70	60	50	250	250	249	170	145	165	180	137	180	170	190	125
08:00	08:05	120	130	155	30	35	55	52	60	50	80	36	40												
08:05	08:10	90	68	160	25	35	75	45	75	60	89	27	50												
08:10	08:15	115	75	200	50	50	80	35	60	45	90	40	81	325	273	515	195	120	210	132	195	155	250	103	171
08:15	08:20	122	90	195	30	35	90	60	60	63	80	33	90												
08:20	08:25	85	113	120	28	50	100	70	90	100	70	55	115	307	330	485	88	130	350	212	250	255	238	132	335
08:25	08:30	100	127	170	30	45	160	82	100	92	88	44	130												
08:30	08:35	155	100	202	29	30	88	70	150	120	72	60	122	307	300	411	127	145	458	185	510	500	290	200	372
08:35	08:40	92	98	110	40	55	178	60	200	180	100	69	110												
08:40	08:45	60	111	99	58	60	192	55	160	200	120	72	90	307	300	411	127	145	458	185	510	500	290	200	372
08:45	08:50	55	82	80	42	56	200	75	140	150	90	80	72												
08:50	08:55	62	55	75	50	55	215	82	90	120	92	89	80												
08:55	09:00	75	45	70	35	60	250	70	78	100	99	105	85	182	182	225	127	171	965	227	308	370	281	274	237
														1131	1094	1934	447	596	1683	756	1263	1280	1070	709	1115

Table 4. Traffic Volumes Recorded During the evening Observation Period

		ESTE			WEST			SOUTH			NORTH		
		L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T
04:00	04:05	26	19	55	5	7	50	8	13	9	3	8	10
04:05	04:10	25	15	60	7	11	49	11	8	5	6	7	15
04:10	04:15	30	12	57	6	12	61	13	11	8	3	10	9
04:15	04:20	29	16	68	4	15	53	9	12	8	5	13	17
04:20	04:25	32	13	54	5	20	64	15	15	7	10	9	14
04:25	04:30	30	20	52	8	13	66	10	20	7	7	15	8
04:30	04:35	21	14	61	10	12	75	15	25	14	12	14	9
04:35	04:40	25	22	67	9	11	80	11	14	13		8	12
04:40	04:45	27	20	70	6	12	73	9	16	8	7	10	11
04:45	04:50	27	19	75	6	8	70	12	18	11	9	13	13
04:50	04:55	28	21	79	7	9	76	15	14	15	8	9	10
04:55	05:00	32	24	85	11	14	90	13	17	12	10	12	15
05:00	05:05	32	19	28	54	25	34	22	22	24	13	24	33
05:05	05:10	34	54	22	43	20	54	20	28	48	25	32	28
05:10	05:15	50	32	43	67	30	55	10	17	25	32	22	16
05:15	05:20	27	66	66	47	37	32	19	16	64	20	65	23
05:15	05:25	53	21	55	29	40	23	22	32	22	26	66	25
05:15	05:30	44	54	80	66	55	18	30	23	28	19	44	30
05:15	05:35	66	70	21	23	50	19	34	25	36	30	19	55
05:15	05:40	43	60	40	77	88	29	65	44	35	59	20	43
05:15	05:45	60	63	43	34	40	34	22	55	33	35	22	32
05:15	05:50	78	73	65	43	23	23	40	70	65	33	32	56
05:15	05:55	45	35	43	65	33	32	45	80	45	40	54	60
05:15	06:00	216	105	70	87	76	55	90	70	60	80	55	75

Table 5. The peak hours for Sunday and Tuesday that were analyzed and input into the SIDRA software

TIME	L	R	T	L	R	T
9:00–8:00	756	1263	1280	1070	709	1115
9:00–8:00	1131	1094	1634	447	566	1683

4. Results and Discussion

The analysis conducted using SIDRA INTERSECTION 9.0 provided comprehensive insights into the operational performance of the studied intersection under existing and proposed conditions.

Under the existing conditions, the intersection exhibited an average control delay of 47.1 seconds per vehicle, corresponding to Level of Service (LOS) F, which indicates poor traffic performance during peak hours. The southbound left-turn movement emerged as the most critical, with an average delay exceeding 55 seconds and queue lengths reaching over 95 meters, significantly affecting upstream flow. Implementation of **Scenario 1**-which involved adjusting traffic signal phasing and cycle lengths — resulted in a moderate improvement, reducing the average delay to 39.5 seconds and upgrading the LOS to C. **Scenario 2** demonstrated the best overall performance. This scenario combined signal optimization with minor geometric enhancements such as additional left-turn bays and lane reallocation. As a result, the average vehicle delay dropped to 29.4 seconds, and the LOS improved to B. Additionally, queue lengths were reduced by approximately 40% compared to the base case.

Scenario 3, which simulated a modern single-lane roundabout, achieved an average delay of 33.0 seconds with LOS C. Although this option offered reasonable performance improvements, it was found to be less feasible due to spatial constraints and the extensive reconfiguration required.

Among all alternatives, **Scenario 2** provided the most effective and balanced solution, achieving significant delay reductions while remaining practical for implementation.

5. Discussion

The comparative analysis of the three proposed scenarios indicates that **Scenario 2** is the most effective and feasible solution for improving intersection performance in Al-Diwaniyah City. Key advantages of this scenario include: A 37.6% reduction in average delay compared to the existing conditions. Improvement in Level of Service from F to B, indicating enhanced operational efficiency.

Noticeable reduction in queue lengths across all approaches, thereby improving vehicle throughput.

Feasibility of implementation, requiring only low to moderate-cost interventions.

These findings are consistent with the results of Al-Mansoori et al. (2022), who observed significant delay reductions through signal optimization and minor geometric improvements. The results also support the conclusions of Akçelik (2015), who emphasized that small-scale geometric modifications combined with calibrated signal timings can lead to substantial improvements in urban intersection performance. While roundabouts are known to improve flow in certain conditions, they may be inappropriate for space-limited, mixed-traffic environments such as that of Al-Diwaniyah. Furthermore, driver unfamiliarity with roundabout operations may pose safety risks, especially during the early stages of implementation.

6. Conclusion and Recommendations

This study evaluated the operational performance of a signalized intersection in Al-Diwaniyah City, Iraq, utilizing real-world traffic data and simulation modeling through SIDRA INTERSECTION software. The analysis revealed that the existing configuration performs poorly, with an average control delay of 47.1 seconds per vehicle and a Level of Service (LOS) F, indicating significant congestion during peak hours.

To address these deficiencies, three alternative improvement scenarios were analyzed. Among them, Scenario 2—which integrates optimized signal timing with modest geometric enhancements — produced the most favorable results. This scenario reduced average delays by 37%, improved LOS to Level B, and minimized queue lengths across all approaches. Importantly, the proposed improvements are both practical and cost-effective, requiring only minor infrastructure modifications, making them suitable for implementation by municipal authorities.

The study underscores the importance of applying simulation-based tools such as SIDRA INTERSECTION in urban traffic management. These tools enable transportation planners to evaluate various design alternatives accurately and make informed decisions to improve traffic efficiency.

Recommendations

Based on the findings, the following recommendations are proposed:

1. Adopt Scenario 2 as the preferred improvement strategy for the studied intersection, due to its balance between performance gains and feasibility.
2. Encourage traffic authorities in Al-Diwaniyah and similar cities to utilize simulation tools like SIDRA INTERSECTION in their planning and decision-making processes.
3. Extend future research to a network-level analysis, incorporating multiple intersections and evaluating the cumulative impact on traffic flow.

4. Include pedestrian and safety performance metrics in future studies to provide a more comprehensive assessment of intersection functionality.
5. By implementing targeted upgrades and leveraging simulation technologies, significant enhancements in traffic operations can be achieved, contributing to more efficient and safer urban mobility in Iraq.

References:

1. Akçelik, R. (2015). SIDRA INTERSECTION User Guide. SIDRA SOLUTIONS.
2. Highway Capacity Manual. (2010). Transportation Research Board.
3. Al-Khafaji, H. A., & Hassan, A. K. (2021). Evaluation of LOS at Intersections. *Journal of Engineering Science*.
4. Ministry of Construction and Housing. (2019). Road Design Manual — Iraq.
5. Sisiopiku, V. P., & Oh, H. (2001). Evaluation of roundabout design alternatives. *Journal of Transportation Engineering*.
6. Transportation Engineering.
7. Yaibok, C., Suwanno, P., Pornbunyanon, T., Kanjanakul, C., Luatthep, P., & Fukuda, A. (2024). Improving urban intersection safety insights from simulation analysis. *IATSS Research*, 48 (4), 523–536.
8. Agyapong, F., & Ojo, T. K. (2018). Managing traffic congestion in the Accra central market, Ghana. *Journal of Urban Management*, 7 (2), 85–96.
9. Jarah, S. H. A., Zhou, B., Abdullah, R. J., Lu, Y., & Yu, W. (2019). Urbanization and urban sprawl issues in city structure: A case of the Sulaymaniah Iraqi Kurdistan Region. *Sustainability*, 11 (2), 485.
10. Chao, Q., Bi, H., Li, W., Mao, T., Wang, Z., Lin, M. C., & Deng, Z. (2020, February). A survey on visual traffic simulation: Models, evaluations, and applications in autonomous driving. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 39, No. 1, pp. 287–308).
11. Al-Mrumudhi, R. A., & Al-Obaedi, J. (2023, July). Estimating of parking load demand on Al-Diwaniyah city center. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2787, No. 1). AIP Publishing.
12. Alam, M. A., & Ahmed, F. (2013). Urban transport systems and congestion: a case study of indian cities. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, 82, 33–43.

Deformation analysis of flexible pavement under the wheel load: comparative study

Marwah Abbas Hadi, assistant lecturer;

Manal Ghadban Al-Zubaidi, lecturer

University of Al-Qadisiyah (Diwaniya, Iraq)

This study presents dynamic response and structural stability of flexible pavements under complex multi-vehicle traffic loading using a three-dimensional finite element model. A 100-meter long numerical road model was built to represent a critical situation of two passenger vehicles moving in opposite directions. A parametric study was carried out to check the performance of materials by comparing conventional (normal) asphalt with Polymer Modified Asphalt (PMA) mixtures over a wide range of vehicle velocities. At a velocity of 100 km/h, the numerical results clearly show a mechanical transition threshold. Below this threshold of 100 km/h, the pavement matrix is primarily controlled by standard viscoelastic behavior; the higher velocities reduce the dwell time of the load, resulting in a narrower trough of deformation and lesser accumulation of permanent rutting. The peak mitigation effect of PMA is maintained throughout this entire process. An important aspect to note is that both models show an anomalously sharp increase of maximum settlement curves within the range of 100 km/h to 250 km/h. This behaviour is that of intense «elastic spring-back» and high-frequency dynamic wave propagation, not of traditional structural failure. Its cross-linked polymer network functions as a highly resilient elastic spring, therefore, generating a strong dynamic rebound wave to withstand the violent kinetic impact the PMA model displays higher absolute displacement peaks at ultra-high speeds. In the end, this study underscores polymer modification as a key factor in enhancing dynamic damping capacity and structural resilience of modern highways at extremely high speeds, aside from static rutting protection.

Keywords: Polymer modified asphalt, PMA, traditional asphalt, 3D finite element, PLAXIS 3D, dynamic analysis, Flexible pavement.

1 Introduction

1. The mainstay of a nation's development is the communication structure, which should be safe and efficient. It should be supported by an adequate framework for infrastructure within the road network. The pavement structures are continually influenced by complex environmental and traffic loading conditions, which determine their long-term performance.

Flexible pavement structures, or asphalt pavements, are made of subgrade, base, sub-base, and asphalt surface course layers. Their primary engineering function lies in the efficient sustenance of high traffic wheel loads while gradual distribution of induced stresses over underlying natural soil is achieved (Riaz, A. et al., 2024). Commonly used asphalt pavements are known due to their unique viscoelastic properties, high water resistance, and structural flexibility. Apart from their mechanical performance, asphalt pavements bring significant economic and environmental benefits since they are globally recognized as one of the most recycled materials (Sulyman, M. et al., 2014).

Conventional asphalt binder, despite its wide use, is highly temperature susceptible, and this greatly reduces pavement performance. Under high summer temperatures, the neat asphalt becomes extremely soft and offers little shear resistance. It becomes highly viscous. In a situation where heavy, repetitive traffic loads are applied to it, the lack of structural stability will result in severe permanent deformation most commonly referred to as rutting, which accelerates road deterioration.

Many experimental and laboratory studies have been carried out to evaluate the physical and mechanical properties of polymer-modified asphalt, creating a huge theoretical and numerical simulation gap. Most of the existing literature is based on empirical laboratory testing, leaving a significant gap in advanced numerical modeling that can accurately predict the structural responses and stress distribution of these modified layers under dynamic vehicle loads.

Conventional unmodified asphalt binders have intrinsic technical limitations, particularly high temperature susceptibility and low shear strength, as documented in foundational pavement literature (Read & Whiteoak, 2003; Bouldin et al., 1994). Neat bitumen's viscoelastic behavior changes drastically at high summer temperatures to become purely viscous. This lack of elastic recovery leads to irreversible matrix deformation under high, channelized axle loads, most commonly in the form of structural rutting (King, 2002). Hence, the control of these cumulative plastic deformations is still very difficult, requiring sophisticated changes to enhance the structural stability of asphalt.

Intrinsic technical inadequacies, including high temperature susceptibility and shear strength, exist in conventional unmodified asphalt mixtures, as established by engineering principles in The Shell Bitumen Handbook (Read & Whiteoak, 2003). Under high pavement temperatures and typical heavy traffic loading, the viscoelastic balance of neat bitumen is seriously disrupted to change to purely viscous behavior. This then leads to the accumulation of permanent deformation, otherwise termed structural rutting, by which this lack of elastic recovery causes continuous plastic flow within the asphalt matrix. From accumulated deformations of pavement layer,

overall structural integrity is weakened, hence the prompt requirement for advanced material modification (Read & Whiteoak, 2003).

Laboratory tests indicate that polymer-modified asphalt mixtures are better than conventional ones. The incorporation of polymer networks into the asphalt matrix significantly improves resistance to plastic deformation by reducing rut depth under repeated high traffic loads. These practical modifications also enhance the adhesion between the binder and aggregate, increasing pavement moisture susceptibility and improving overall mechanical durability over the unmodified reference mix (Liao H. et al., 2025).

A number of researchers studied the effect of asphalt modification on pavement behavior under the traffic load (Chen Zhang et al., 2019; Liao H. et al., 2025; Zeiada, W. A. et al., 2014).

While many experimental and laboratory studies have been done to evaluate the physical and mechanical properties of polymer-modified asphalt, there is still a considerable gap in theoretical and numerical simulation. Most of the existing literature is heavily based on empirical laboratory testing — leaving a big hole in advanced numerical modeling that can accurately predict the structural responses and stress distribution of these modified layers under dynamic vehicle loads. This paper fills the gap between the behaviors of conventional and polymer-modified asphalts under heavy traffic loads.

2. Methodology and numerical modelling

A full-scale numerical road model was developed to investigate the structural behaviour of dynamic conventional and polymer-modified asphalt mixtures. The total longitudinal length of the pavement section was kept at 60m length and 24m width to allow for continuous motion of the vehicle and obtain dynamic response properly. The numerical profile consisted of several layers of flexible pavement each with specified thickness. The pavement cross-section was made up of an asphalt wearing course (15 cm), base course layer (25 cm), and subbase layer (50 cm) all supported on a deep subgrade foundation layer extended to a depth of 15 meters to remove boundary effects from distribution of stresses. The model geometry and layer configuration are shown in Figure (1).

2.1. Vehicle modelling and dynamic load distribution

Two moving passenger cars were added to the 60-meter numerical pavement model for general traffic considerations. The above described dynamic meeting and passing scenario within the pavement boundaries is created with an opposing traffic situation, where one vehicle moves in the forward direction while the other moves in the opposite direction as illustrated in Figure (1).

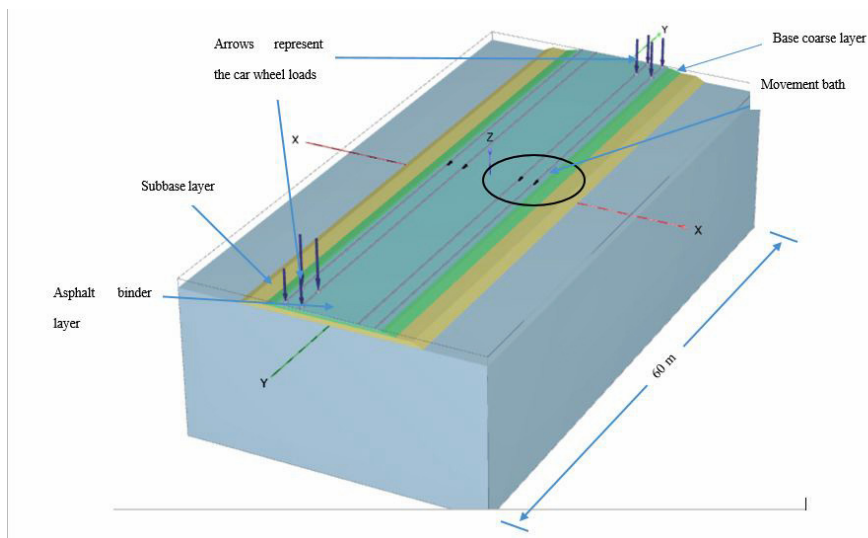


Fig. 1. 3D finite element model configuration

A parametric speed analysis was carried out to study the influence of vehicle velocity on the dynamic response of the pavement. Different constant velocities of 25, 50, 100, 150, 200, and 250 km/hr were used as initial input conditions for the simulations. It will enable the time-dependent viscoelastic behavior of both conventional and polymer-modified asphalt mixtures to be studied over the whole range of vehicle velocities, from low urban speeds to very high speeds. This wide range of speeds provides a good evaluation of how the duration of loading influences the accumulation of shear stress and the depth of permanent deformation in the multi-vehicle passing model.

2.2. Evaluation point of the vertical settlement

The vertical displacement (settlement) at the absolute center of the 60-meter numerical model was measured systematically for comparison of the structural responses between conventional and polymer-modified asphalt models. Precisely at the passing zone where two vehicles collide to create maximum overlapping dynamic stress, this monitoring location is very critical. The extraction point for obtaining dynamic vertical settlement data was defined at coordinates ($X = 30$, $Y = 12$, $Z = 0.9$) in the global coordinate system. The total vertical displacement accumulated in the Z-axis direction (U_z) was recorded continuously over all simulated speed profiles. A graphical presentation of the resultant settlement curves and comparative datasets for both types of asphalt is shown in Figure (2).

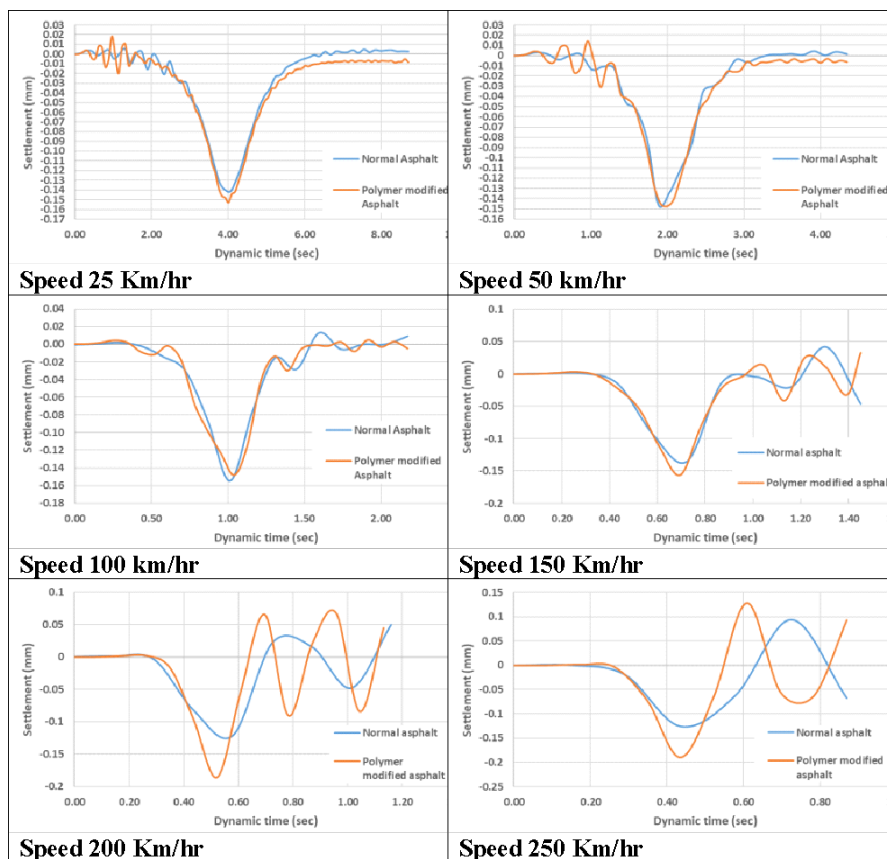


Fig. 2. Dynamic time- settlement relationship

2.3. Comparative study between the conventional and polymer modified asphalt

A parametric study on the relationship between vehicle speed and maximum vertical settlement was performed to evaluate the structural performance of the two pavement models under different operating conditions. Maximum settlement values were extracted from a global coordinate point of ($X = 30$, $Y = 12$, $Z = 0.9$) for all simulated velocities, which included 25, 50, 100, 150, 200, and 250 km/h. The numerical results for both conventional and polymer- modified asphalt (PMA) mixtures show a very clear and consistent trend — maximum vertical settlement decreases sharply as vehicle velocity increases. This is essentially an effect controlled

by the viscoelastic and time-dependent nature of the asphalt binders. At lower speeds, such as 25 km/h, there is much time available for significant build-up of viscous flow and permanent plastic strain since the duration of action of the dynamic load on the pavement matrix is relatively long. Conversely, the dynamic pulse duration is very short at high speeds (up to 250 km/h), which limits the development of permanent deformations and makes the pavement layer react more rigidly. The maximum settlement versus speed relationship for conventional and polymer modified asphalt is shown in Figure (3).

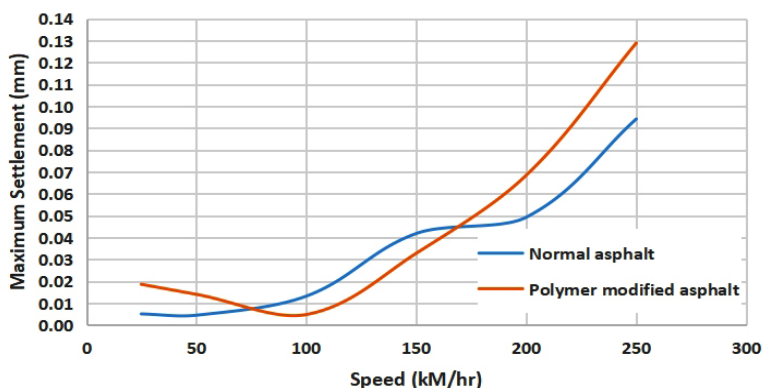


Fig. 3. The relationship between the speed and maximum settlement

3. Results and discussion

At 25 km/h, the total duration of the dynamic load pulse is much longer than that which is obtained at 250 km/h. This results in wider deformation curves and thus increased peak settlement, as the loading time on the pavement matrix is not limited.

Conventional asphalt binders are subject to considerable viscous flow at low speeds of 25 and 50 km/h because of the relatively long loading dwell time, which results in deeper vertical deformation troughs of approximately -0.15 mm for normal asphalt.

There is a distinct mechanical rebound phenomenon at very high speeds, 200 and 250 km/h. The settlement curves bounce into the positive displacement zone. This indicates structural elastic rebound or spring-back effect of the pavement layers due to high kinetic energy and quick removal of the load.

At very high speeds (150, 200, and 250 km/h), post-peak cyclical oscillations can be seen quite clearly. These fluctuations depict the manner in which strong dynamic stress waves travel through the road structure at the exact moment when the two opposing cars pass each other.

The Polymer Modified Asphalt (PMA) reduces the maximum settlement depth continuously over the whole speed range as compared to the conventional asphalt. It, therefore, reduces long-term plastic strains at the critical vehicle passing zone by increasing the stiffness and shear modulus of the wearing course. This can be achieved with a cross-linked polymer network.

In the late-stage recovery phase, the PMA model shows improved stabilization and dissipation of energy. The modified asphalt quickly dampens these dynamic shockwaves, forcing the pavement system back to structural equilibrium much more rapidly than the normal asphalt, which experiences unpredictable, uncontrollable residual oscillations at extremely high speeds.

The sudden upward swing of the maximum settlement curve above the 100 km/h threshold is, therefore, due to the superior elastic storage modulus of the Polymer Modified Asphalt (PMA) and not structural rutting as is the case with conventional asphalt. Because ordinary asphalt does not have this property of elasticity, it absorbs the dynamic energy by suffering from permanent viscous distress. The cross-linked polymer network will be taken to act as a highly resilient spring under the violent dynamic impact and overlapping stress waves of ultra high-speed vehicles; it sets up a massive elastic rebound wave.

Recommendation for future work

1. Include thermal-mechanical analysis to see how temperature variations affect high-speed pavement elasticity.
2. To better capture long-term permanent deformations, apply viscoplastic constitutive laws.
3. Add heavy trucks and multi-axle configurations to the simulations.
4. To verify the high-speed elastic rebound phenomenon, use field testing or embedded strain gauges.

References:

1. Bitumen, S. (2003). The Shell bitumen handbook. Telford.
2. El Koufachy, N., Seyedi, M., & Saedi, S. (2025). 3D modelling of pavement deflections considering the variations in temperatures, moving vehicle speeds, and axle loads. J. Civ. Hydraul. Eng, 3 (4), 181–187.
3. Hossain, M., Shakil, S., Barua, H., & Shoeb, K. (2024). Pavement service life prediction with PLAXIS 3D in Bangladesh. American journal of civil engineering, 12, 86–94.

4. Liao, H., Yang, X., Yan, J., Du, X., & Lin, H. (2025). Laboratory Evaluation of Asphalt Binder and Asphalt Mixture Modified Using Styrene — Butadiene — Styrene/Rock Asphalt. *Processes*, 13 (2), 292.
5. Riaz, A., Yasir, N., Badin, G., & Mahmood, Y. (2024). Innovative pavement solutions: a comprehensive review from conventional asphalt to sustainable colored alternatives. *Infrastructures*, 9 (10), 186.
6. Sulyman, M., Sienkiewicz, M., & Haponiuk, J. (2014). Asphalt pavement material improvement: A review. *International journal of environmental science and development*, 5 (5), 444.
7. Zeiada, W. A., Underwood, B. S., Pourshams, T., Stempihar, J., & Kaloush, K. E. (2014). Comparison of conventional, polymer, and rubber asphalt mixtures using viscoelastic continuum damage model. *Road Materials and Pavement Design*, 15 (3), 588–605.
8. Zhang, C., Wang, H., You, Z., Gao, J., & Irfan, M. (2019). Performance test on Styrene-Butadiene-Styrene (SBS) modified asphalt based on the different evaluation methods. *Applied Sciences*, 9 (3), 467.

Evaluation of the road infrastructure utilizing Geographic Information System (GIS)

Sawsan Abd Al-jabbar AL-Omrani, assistant lecturer;

Hamsa Zubaidi, assistant professor;

Sajad A. Al-Shabani, assistant lecturer

University of Al-Qadisiyah (Ad-Diwaniyah, Iraq)

The transport system of the road network is one of the main components of the infrastructure of any country; it affects the development of the economy and social activities. The importance of this study stems from the statement of how to use geographic information systems in the study and classification of types of roads. The analysis of the deficiency of the road network in the city of Al-Diwaniyah helps diagnose the current problem of the road network in the city and the effects thereof. Present it to planners and decision-makers to develop appropriate solutions to the current problems suffered by this network. The program (ArcMap 10.8.2 and ArcGIS pro-3.0.2) and aerial photos were used from the Al-Diwaniyah municipality Directorate to carry out this study. The results, through analysis of the directional distribution of the road network, showed that the expansion of paved roads opposite the direction of crash growth. This indicates that

there is a need for more paved roads in a direction identical to the direction of crashes because of their effect in reducing crashes. The results also showed that there is a large deficit in all types of paved roads, especially the secondary roads compared to other types of roads, which reached 90%. So the study concluded that it is necessary to create more road links between communities to raise the efficiency of the network and increase the degree of connectivity. Integration, as well as reducing crashes and congestion.

Keywords: City of Al-Diwaniyah, Geographic Information Systems, GIS, Paved Roads, Road Network, Roads, Transport System.

1 Introduction

• The development of the city's road network indicates the level of development it has reached, as road networks are considered one of the most essential spatial elements that facilitate many activities. It is the mediator that makes it easier for the population of all needs in terms of accessibility and connectivity between parts of the city. They are considered the body's arteries, transporting and broadcasting life throughout the city [1–3].

Therefore, the road network is considered an indispensable basis when making plans and developing the city's spatial structure. Roads, in general, affect not only social activities but also the economy [4–6]. With the urban growth that the city is witnessing, it mainly needs to expand the road network and create roads that connect residential neighborhoods. It is necessary to look at internal roads and the importance of paving them because they contribute to the urban development process. The growth in the number of vehicles and road infrastructure has provided many societal benefits. However, despite the societal benefits, there are also societal costs that result from injuries resulting from movement. There is a lot of traffic on the roads. For this reason, many studies have focused on the need for caution and attention when planning transportation [7,8].

Iraq has witnessed, in recent periods, a noticeable increase in the number of cars without modernizing the transportation network to keep pace with this increase, which has led to an increase in congestion and traffic crashes, as the number of crashes in the city of Al-Diwaniyah reached 14,243 crashes for the period from 2015 to 2023 as shown in Figure 1, which were obtained from the General Teaching Hospital and Traffic Directorate of Diwaniyah City. Given these vast numbers of accidents, attention should be directed to this problem and work on the crashes and their seriousness.

It is necessary to develop appropriate planning for roads to ensure the quality of the transportation network as well as to promote commercial and economic growth since the road network serves as a center for opportunities in production, consumption,

social coexistence, and resource extraction, and this contributes to enhancing the standard of living and the development of cities. To support road planning and facilitate the appropriate decision process those responsible for the road networks have used geographic information systems. The geographic information system works to save data on roads systematically and effectively [9–11]. Recently, geographic information systems have become a vital tool used to analyze and understand geographic data completely and accurately [12–14].

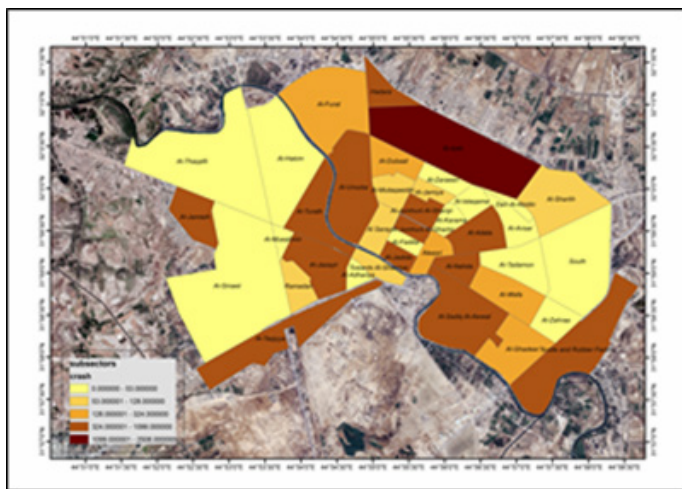


Fig. 1. Distribution of crashes for the central areas of Al-Diwaniyah City

2. Area of Study

The City of Al-Diwaniyah is located in southern Iraq. It represents the administrative, political, and economic center of the Al-Diwaniyah Governorate and the headquarters of all governmental and administrative institutions. The City of Al-Diwaniyah constitutes about (1.9%) of the country's area and about (8.1%) of the total area of the governorates located in the central Euphrates region. It is about 180 km from Baghdad and 320 km north of Basra. There has been a noticeable increase in the number of City road crashes. There are many reasons to be concerned about the traffic situation in Al-Diwaniyah City. The crashes occur due to drivers, poor road infrastructure, and other factors. Congestion is also a problem affecting the road network in the central business district of Al-Diwaniyah City [15,16]. Figure 2 shows the study area represented by the City of Al-Diwaniyah and the residential areas within the City.

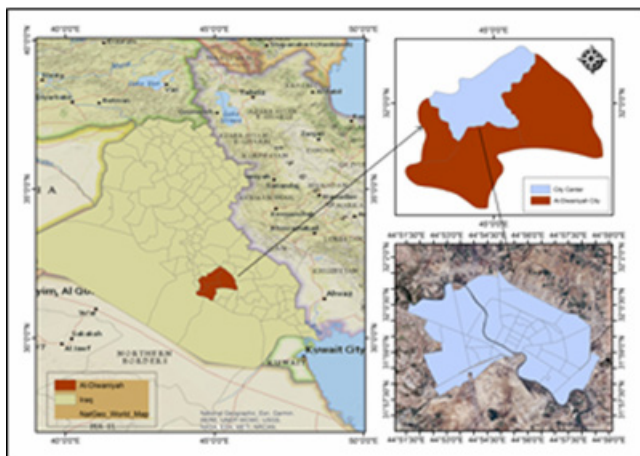


Fig. 2. Extracting the location of the study area represented by the Center of Al-Diwaniyah Governorate

3. Problem Statement and Study Aim

The City of Al-Diwaniyah is witnessing rapid development in population growth in the urban area. It is the center of cultural and economic activity of the Al-Qadisiyah governorate. Still, it suffers from insufficient and efficient roads that serve as its lifelines, and this leads to several problems, including congestion and traffic crashes [17], where the number of crashes according to the statistics of Al-Diwaniyah governorate increased from 395 crashes in 2015 to 14,243 crashes in 2023. The migration of people from villages and Governorates adjacent to the City causes urban expansion in addition to the population concentrations due to a search for other services, which causes pressure on the roads and services. The goals of this study:

- Use geographic information systems to study changes in the road network with traffic demand for years from 2001 to 2023.
- Calculating the rate of deficit in the paved roads in the city of Al-Diwaniyah. Through Arc Catalog, a shapefile is created for the road network, and then, using Edit Features, the road network is drawn. The actual road network is compared with the proposed road or roads that are supposed to be completely paved.
- The direction of the distribution of paved roads in the City by conducting linear Directional Mean analysis.

4. Methodology

The road network is one of the most essential elements in City plans because the effectiveness of movement and transportation in the city depends on the extent of

linking housing with services. The road network facilitates communication between the constituent parts of the city, raising the efficiency and performance of services and supporting the economy. To follow up the stages of development in the road network in the City of Al- Diwaniya, geographic information systems were used, as they represent one of the means that rely on the use of computers in their work to collect, display and analyze data related to geographical locations to obtain information of great importance that helps in making appropriate decisions.

To study the distribution of roads and disability in the City of Al-Diwaniyah using geographic information systems for the years 2001 to 2023 by following the following steps:

- The descriptive analytical approach dealt with the study and drawing of the Population and road network in the City for the years from 2001 to 2023 after adding satellite images to the ArcMap program and then describing and comparing the actual road network with the proposed road.
- The dispersion and spatial diffusion Approach dealt with applying the analysis functions provided by the GIS program to identify the general spatial direction of the distribution of roads on the ground.

5. Result Discussion

5.1. Descriptive Analytical Approach

5.1.1. Population Growth

The population in urban areas in the Al-Diwaniyah district was found based on the data obtained from the Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMS) by using a 2.6% population increase rate. Accordingly, the population reached as shown in Figure 3.

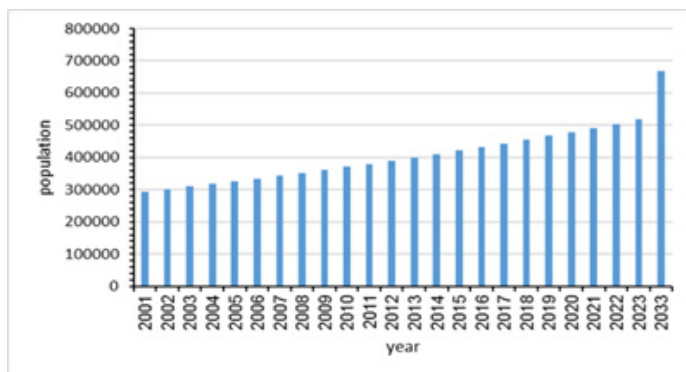


Fig. 3. Population estimates for the years from 2001 to 2023 in Al-Diwaniyah District

5.1.2. Network Growth

In this study, a time series of satellite images from the Al-Diwaniyah municipality Directorate for the years 2001, 2008, 2014, and 2023 was adopted to study the spatial expansion and the state of the transport system. The master plan of the City of Al-Diwaniyah was also obtained. This study area was identified as a result of several problems related to urban planning and transport that require solutions to avoid the development of these problems due to the population growth that is taking place in the City. One of the issues that also plagued the City was that the urban designs of the ancient cities were complex and challenging.

The poor infrastructures that are unable to withstand the increase in population, the infringement that is arising on urban designs and land use change, and the lack of state control over that, as well as an increase in the number of vehicles, are not matched by development in the services sector of the transportation and communications networks that would be appropriate for this expansion [18,19]. Multi-temporal aerial photos and satellite images were used in this work to compute spatial changes in the transportation system. The changes occurring in the road network were monitored and drawn using the ArcGIS program, as shown in Figures (4–5–6–7).

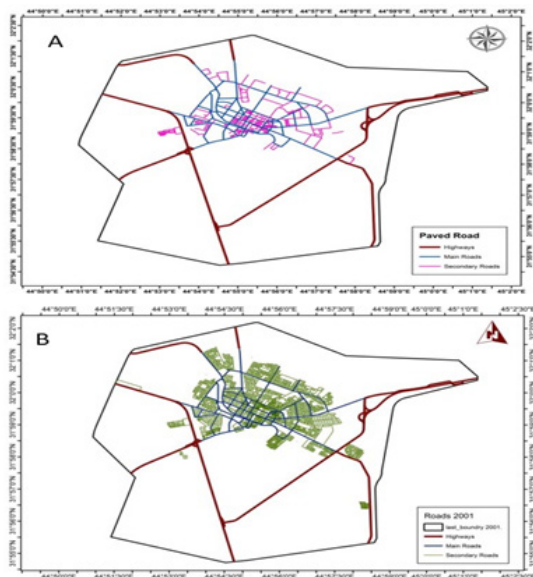


Fig. 4. Al-Diwaniyah Spatial-Temporal Changes in Transport Infrastructure 2001 (A)
All roads (paved and unpaved road (B) Paved road

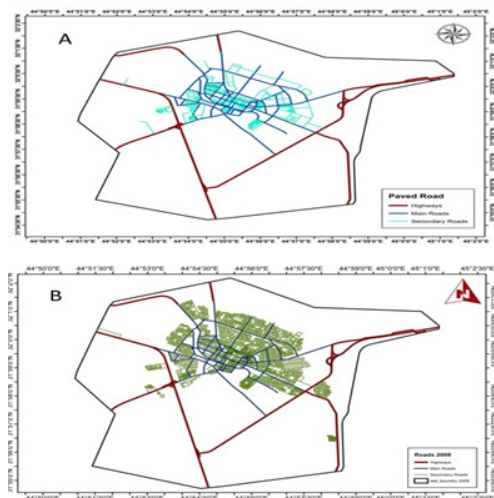


Fig. 5. Al-Diwaniyah Spatial-Temporal Changes in Transport Infrastructure 2008 (A) All roads (paved and unpaved road (B) Paved road



Fig. 6. Al-Diwaniyah Spatial-Temporal Changes in Transport Infrastructure 2014 (A) All roads (paved and unpaved road (B) Paved road

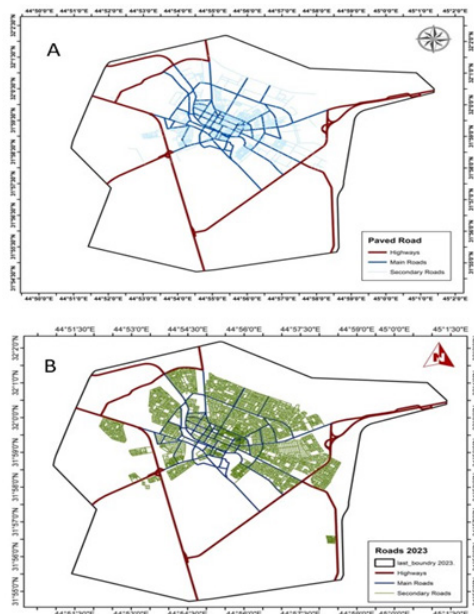


Fig. 7. Al-Diwaniyah Spatial-Temporal Changes in Transport Infrastructure 2023 (A) All roads (paved and unpaved road (B) Paved road

Based on the results obtained from the Geographic Information Systems program, after adding aerial photos and following up the changes in the road network for the years from 2001 to 2023, the roads were drawn and classified into three types (highways, main, secondary) as shown in tables (1–2) and figures (8–9), the lengths were calculated in KM units for all types of roads existing and implemented by the Diwaniyah Traffic Directorate, as well as drawing and calculating the lengths of unpaved roads.

This change results from economic growth, population growth, and increased travel demand, so expanding the road network is necessary. The percentage of the deficit in paved roads was calculated in comparison with the total roads that include the existing roads. However, not all of them are paved. it was found through the results that there is a deficit in the main roads of less than 10%, while the deficit in secondary roads was more than 60% for all years from 2001 to 2023.

Also, the tiled roads that exist and are implemented by the Traffic Directorate were compared with the total roads that are supposed to be implemented according to the

Table 1. The lengths and ratios deficit of paved roads in the city of Al-Diwaniyah Compared with all roads

Type	2001			2008			2014			2023		
	Paved	All road	Existing Deficit%	Paved	All road	Existing Deficit%	Paved	All road	Existing Deficit%	Paved	All road	Existing Deficit%
Highway	52.25	52.25	0.00	52.25	52.25	0.00	57.56	57.56	0.00	57.56	57.56	0.00
Main	64.72	65.85	1.72	71.99	71.99	0.00	72.89	79.18	7.95	79.66	84.52	5.75
Secondary	61.12	369.89	83.48	92.33	459.16	79.89	127.98	536.70	76.15	206.98	629.68	67.13
Total	178.08	487.99	63.51	216.58	583.40	62.88	258.43	673.44	61.63	344.19	771.76	55.40

Table 2. The lengths and ratios deficit of paved roads in the city of Al-Diwaniyah compared to the master plan

Type	2001			2008			2014			2023		
	Paved	Master Plan	Proposed Deficit%	Paved	Master Plan	Proposed Deficit%	Paved	Master Plan	Proposed Deficit%	Paved	Master Plan	Proposed Deficit%
Highway	52.2	106.1	50.8	52.2	106.1	50.8	57.6	106.1	45.8	57.6	106.1	45.8
Main	64.7	209.8	69.2	72.0	209.8	65.7	72.9	209.8	65.3	79.7	209.8	62.0
Secondary	61.1	643.2	90.5	92.3	643.2	85.6	128.0	643.2	80.1	207.0	643.2	67.8
Total	178.1	959.1	81.4	216.6	959.1	77.4	258.4	959.1	73.1	344.2	959.1	64.1

basic design of the city. It was found through the results that there is a deficit in the three types of roads, where the deficit in highways amounted to more than 45%. In the main roads, more than 60% for all years, and secondary roads exceeded the deficit of 90% for the year 2001, while the other years the deficit in secondary roads ranged from 60% to 85%. It was concluded that the most significant deficit in all years was in secondary roads.

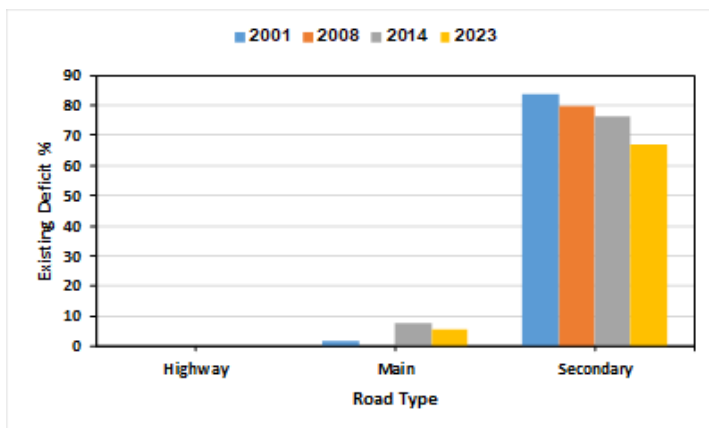


Fig. 8. The percentage of deficit in paving roads in Al-Diwaniyah for the years from 2001 to 2023 Compared with all roads

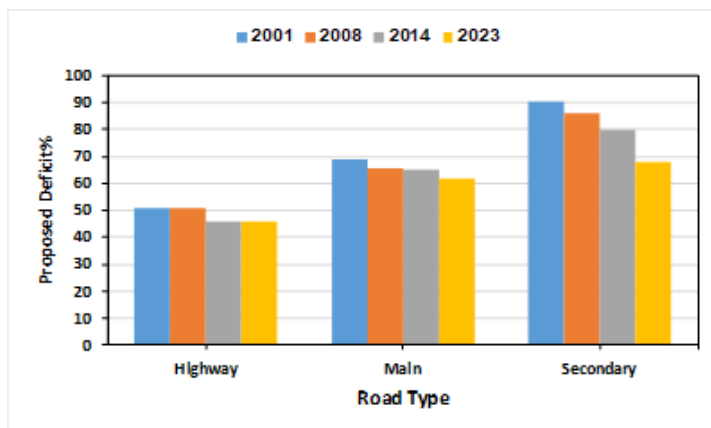


Fig. 9. The percentage of deficit in paving roads in Diwaniyah for the years from 2001 to 2023 compared to the master plan

The deficit in paved roads in 2001 is due to the deterioration of the situation in Iraq as a result of the wars and weak economic growth. However, after 2003, there was a development in the country's economy and an improvement in the situation, but there is still a deficit in paved roads. This is due to the weakness of the road management system and the political support to complete this work.

5.2. Linear Directional Mean Analysis (LDM).

The purpose of this analysis is to determine the general direction of the spatial distribution, where it is used to know the direction of linear phenomena only (for example, the network of roads and streets), through which it is possible to know the direction of the majority of streets and determine the average lengths of roads. Figure 10 shows how the linear parameters are distributed [20].

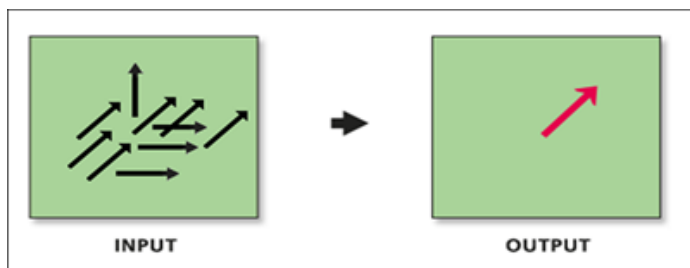


Fig. 10. Inputs and outputs of the general trend analysis of linear parameters [20]

Figure 11 shows that the average length of the road and street network in Al-Diwaniyah City for the year 2023 was 289.238 meters, and the general direction of these roads has reached about 275.97 degrees, that is, the general direction of the distribution of the road and street network in Al-Diwaniyah City is the direction of the East and South-East, This does not coincide with the trend of geographical distribution of population growth and the increase in traffic crashes in Al-Diwaniyah, which previous studies [21] and through the data obtained from the General Teaching Hospital in Al-Diwaniyah and the traffic department proved that the increase in the number of traffic crashes was in the fourth sector in Al-Sadr district, that is, towards the north, as well as that congestion in the City of Al-Diwaniyah is concentrated in the areas of Al-Sadr district, Al-Urouba, Al-Askan Street, Market and Umm Al-Khail Street. Therefore, roads must be paved in areas that require more to reduce their problems.



Fig. 11. The direction of distribution of roads in the City of Al-Diwaniyah

6. Conclusions

The road transportation system is considered a significant component of the infrastructure in any country. The development and economic growth of a nation are closely related to its available transportation system. Good and efficient road transport infrastructure facilities will promote industrial and socio-economic development. By studying the road network in the City of Al-Diwaniyah for the years 2001 to 2023, classifying it, and studying the deficit in roads in comparison with the actual roads in the City that have not been fully paved, as well as comparing them with the roads that are supposed to exist according to the Master Plan of the Al-Diwaniyah City. The statistics of the number of crashes from the General Teaching Hospital in Al-Diwaniyah for the years 2015 to 2021, or in 2022 and 2023, crashes were obtained from the traffic department in Al-Diwaniyah and the urban population from the Department of Statistics in Al-Diwaniyah City.

— The results show that the road deficit rates compared to the actual total roads (paved and unpaved) of the City of Al-Diwaniyah amounted to 1.72% in the year 2001 and increased in 2014 to 7.95%, while it decreased in the year 2023 to 5.75% for the main roads. As for the roads in secondary, the deficit rates were high: 83.48%, 79.98%, 76.15, and 67.13% for the years 2001, 2008, 2014, and 2023, respectively. In general, the deficit rates for all roads for the years above amounted to 63.51%. 62.88%, 61.63%, and 55.40%, respectively.

— As for calculating the percentage of deficit in paved roads compared to the Master Plan of the City of Al-Diwaniyah, there was a deficit in all types of roads for all years. The deficit in highways was 50.8% for the years 2001 and 2008 and 45.8% for the years 2014 and 2023. The deficit in main roads reached 69%. 2% and 65.7%, 65.3%, and 62% for the years 2001, 2008, 2014, and 2023, respectively. The deficit in

secondary roads exceeded 90% for the year 2001 and 85.6%, 80.1%, 67.8%. For the years 2008, 2014, and 2023, respectively. In general, the deficit rates for all roads for the years above amounted to 81.4%, 77.4%, 73.1%, and 64.1%, respectively.

— The results showed that there is a significant deficit in paved secondary roads compared to other types of roads, so the study concluded that more road links should be established between subsectors to raise the efficiency of the network and increase the degree of connectivity — integration, as well as reducing crashes and congestion.

— It is noted from the results of the road deficit that the percent of paved road deficit decreases with urban progress over time. However, this development and expansion of roads during the years from 2001 to 2023 did not reach the required level compared to the total number of roads is supposed to be paved completed according to the Master plan for the City of Al-Diwaniyah.

— The increase in population growth has led to more road use and also an increase in vehicle ownership, which means that the number of trips and demand for traffic are greater. Due to the large number of trips that occurred due to population growth, there has been an increase in crashes. Population data from the Al-Diwaniyah Statistics Directorate and crash data showed an increase in areas that were in the opposite direction to the direction of paved road growth, which was identified through linear directional distribution analysis. That the average length of the road and street network in Al-Diwaniyah City for 2023 was 289.238 meters, and the general direction of these roads has reached about 275.97 degrees; that is, the general direction of the distribution of the road and street network in Al-Diwaniyah City is East and South-East, This does not coincide with the trend of the geographical distribution of population growth and the increase in traffic crashes in Al-Diwaniyah, which previous studies and data obtained from the General Teaching Hospital in Al-Diwaniyah and the traffic department proved that the increase in the number of traffic crashes was in the fourth sector in Al-Sadr district, that is, towards the north, as well as that congestion in the City of Al-Diwaniyah is concentrated in the areas of Al-Sadr district, Al-Urouba, Al-Askan Street, Market and Umm Al-Khail Street.

Traffic crashes have become one of the most prominent problems that hinder the development of societies due to the human and economic losses caused. The number of crashes reached 14,243 incidents in the City of Al-Diwaniya from 2015 to 2023, so it is necessary to focus and urge on these studies to activate the application of Geographic Information Systems Technology (GIS) and other related sciences that contribute to the study of problems affecting the security and safety of society and that help in making the right decisions during the development of sustainable planning for land uses.

References:

1. D. Sarkar, "Structural Analysis of Existing Road Networks of Cooch Behar District, West Bengal, India: A Transport Geographical Appraisal," *Ethiop. J. Environ. Stud. Manag.*, 6 (1) (2013). [https://doi: 10.4314/ejesm.v6i1.9](https://doi.org/10.4314/ejesm.v6i1.9).
2. G. Zhao, X. Zheng, Z. Yuan, and L. Zhang, "Spatial and temporal characteristics of road networks and urban expansion," *Land*, 6 (2) (2017). [https://doi: 10.3390/land6020030](https://doi.org/10.3390/land6020030).
3. K. C. Seto, B. Güneralp, and L. R. Hutyrá, "Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools," (2012). [https://doi: 10.1073/pnas.1211658109](https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109).
4. S. I. Sarsam and A. T. Abdulhameed, "Development of Pavement Maintenance Management System for Baghdad Urban Roadway Network," *J. Eng.*, 20 (3) (2023) 1–14, [https://doi: 10.31026/j.eng.2014.03.01](https://doi.org/10.31026/j.eng.2014.03.01).
5. Vasconcellos, "Urban transport, environment and equity: The case for developing countries," in *First published in the UK and USA in 2001 by Earthscan Publications Ltd*, (2001) 5–24.
6. E. Ivanova and J. Masarova, "Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness," 18 (2) (2013) 263–274.
7. Q. Zhang, J. Wang, X. Peng, P. Gong, and P. Shi, "Urban built-up land change detection with road density and spectral information from multi-temporal Landsat TM data," *Int. J. Remote Sens.*, 23 (15) (2002) 3057–3078. [https://doi: 10.1080/01431160110104728](https://doi.org/10.1080/01431160110104728).
8. H. Al-zubaidi, A. Hadi, and A. Alhaddad, "Trip generation modeling for selected zones in dywania city By: Supervised By:," (2011) (2020).
9. H. J. Mahdi and A. L. Ubaidy, "Evaluating Roads Network Connectivity for Two Municipalities in Baghdad-Iraq Hala," *J. Eng. J. homepage www.joe.uobaghdad.edu.iq*, 29 (6) (2023) 60–71.
10. M. Budzyński, W. Kustra, R. Okraszewska, K. Jamroz, and J. Pyrchla, "The use of GIS tools for road infrastructure safety management," *E3S Web Conf.*, 26 (2018) 1–5 [https://doi: 10.1051/e3sconf/20182600009](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182600009).
11. M. Zulkifli, B. M. Yunus, and H. B. Hassan, "Managing Road Maintenance Using Geographic Information System Application," 2010 (10) (2010) 215–219, [https://doi: 10.4236/jgis.2010.24030](https://doi.org/10.4236/jgis.2010.24030).
12. S. M. Manson, D. B. Bonsal, M. Kernik, and E. F. Lambin, *Geographic Information Systems and Remote Sensing*, Second Edi., 10 (2015). [https://doi: 10.1016/B978-0-08-097086-8.91027-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.91027-4).

13. H. Zubaidi, I. Obaid, H.A. Mohammed, S. Das, and N. S. S. Al-Bdairi, "Hot spot analysis of the crash locations at the roundabouts through the application of GIS," *J. Phys. Conf. Ser.*, 1895 (1) (2021). [https://doi: 10.1088/1742-6596/1895/1/012032](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1895/1/012032).
14. M. Shahzad, "Review of road accident analysis using GIS technique," *Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot.*, 27 (4) (2020) 472–481. [https:// doi: 10.1080/17457300.2020.1811732](https://doi.org/10.1080/17457300.2020.1811732).
15. M. G. Al-Zubaidi, H. Zubaidi, and B.H. Al-Humeidawi, "Investigating the Risk Factors on Crash Severity for Selected Risky Roads in Al-Diwaniyah City by Utilizing a Binary Probit Model," *E3S Web Conf.*, 427 (2023) 1–9. [https://doi: 10.1051/e3sconf/202342703037](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342703037).
- A. H. Al-Gharabi, H. Zubaidi, and S. Das, "Traffic Safety Risk Assessment for Selected Roads in Al-Qadisiyah Province," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 1232 (1) (2023). [https://doi: 10.1088/1755-1315/1232/1/012058](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1232/1/012058).
16. T. Shakir Khuzan and M.A. Al-Jumailib, "Analysis of rural road traffic crashes in Al-Diwaniyah province using artificial neural network," *Al-Qadisiyah J. Eng. Sci.*, 15 (4) (2022) 224–228. [https://doi: 10.30772/qjes.v15i4.856](https://doi.org/10.30772/qjes.v15i4.856).
17. Ali Nikahd, Mahdi Saied Karim, and Ali Asghar Mirzaei Nowroozani, "Urban development modeling in Al Diwaniyah province of Iraq using RS-GIS," *Glob. J. Eng. Technol. Adv.*, 14 (3) (2023) 111–120. [https://doi: 10.30574/gjeta.2023.14.3.0045](https://doi.org/10.30574/gjeta.2023.14.3.0045).
18. Ali Nikahd, Reza Afshin Sharifan, and Hayder Sarhan Dheyab, "Temporal-spatial monitoring of population growth with RS-GIS technology at Wasit province of Iraq," *World J. Adv. Eng. Technol. Sci.*, 8 (2) (2023) 372–383. [https://doi: 10.30574/wjaets.2023.8.2.0117](https://doi.org/10.30574/wjaets.2023.8.2.0117).
19. G. M. Dawod, *Principles of GIS Spatial Analysis*. 2012.
20. M. Ghadban, "Investigating the Effect of the Pavement Surface Condition on Traffic Safety for Some Urban Roads in Al-Diwaniyah City," *University of Al-Qadisiyah*, 2023.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Перспективы разработки и внедрения беспилотных систем управления карьерными самосвалами на карьерах России

Молчанов Максим Юрьевич, студент;

Скрипник Сергей Андреевич, студент;

Воробей Никита Викторович, студент;

Васильев Владислав Олегович, студент;

Никулин Вадим Витальевич, студент;

Хохлов Дмитрий Олегович, студент

Научный руководитель: Дмитриенко Виктор Григорьевич, кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

Цель исследования — анализ развития беспилотной техники для карьеров. Основной проблемой является человеческий фактор, усталость от монотонной работы машинистов, вредные условия труда. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения производительности карьерных самосвалов, надежности их работы, сохранение здоровья персонала. В результате проведенных аналитических исследований выявлены страны и компании лидеры в разработке беспилотной техники и перспективы развития этого направления в России.

Ключевые слова: *автосамосвал, беспилотное управление, лидер, радар, карьер, автоматизация, грузоподъемность, мощность.*

Современные горнодобывающие предприятия по добыче твёрдых полезных ископаемых характеризуются большой годовой мощностью (свыше 40 млн тонн) [1,2].

На территории РФ к таким предприятиям относятся горнодобывающие компании: АО «Стойленский ГОК», АО «Лебединский ГОК», АО «Михайловский ГОК имени А. В. Варичева» и АО «Карельский окатыш», угледобывающая компания АО «СУЭК», а также предприятия по добыче цветных металлов, никеля

и редкоземельных ПИ: ПАО «ПОЛЮС», АО «ПОЛИМЕТАЛЛ», ПАО «ГМК „Норильский никель”», ООО «Ловозёрский ГОК», АО «РУСАЛ», на которых транспортировка горной породы производится по предварительно проложенным транспортным магистралям, имеющим заданную траекторию. Одной из проблем транспортировки горной массы по заданным траекториям является монотонность работы, что приводит к усталости машиниста, потере бдительности, что вызывает риск аварийных ситуаций. Поэтому разработка и применение систем автоматизированных процессов (беспилотных) на карьерах является актуальным.

С начала XXI века в мире активно развиваются и внедряются системы машинного зрения, что побудило человечество применить эти системы для разработки беспилотного управления транспортных средств.

Так, подобными разработками для карьерных автосамосвалов в мире занимаются ведущие компании-производители Komatsu (Япония), Caterpillar (США), Liebherr (Швейцария), Volvo и Scania (Швеция), «Huaneng Ruichi» и LGMG (Китай), КАМАЗ (Россия), ОАО «БЕЛАЗ» (Беларусь).

Японская компания Komatsu разработала самосвал-робот Komatsu IAHV, грузоподъёмностью 230 тонн и мощностью двигателя 2700 л. с. с установленными датчиками, радарам, видеокамерами, лидарами, электронными контроллерами, и программным обеспечением, и отсутствием кабины оператора. К преимуществам самосвала относится возможность отклонения колёс на обеих осях, рост производительности техники, автоматизация грузоперевозок на карьерах, исключение человеческого фактора, возможность работы в условиях недостаточной видимости [3].



Рис. 1. Komatsu IAHV

Американская компания Caterpillar создала модель Caterpillar 793F с грузоподъёмностью от 150 до 250 тонн при мощности двигателя 2650 л.с. Достоинством автосамосвала является повышенная производительность, ориентация на местности с помощью стандартной системы управления, включающей датчики, радары, камеры, лидары, электронные контроллеры, и программное обеспечение Cat MineStar, установленной прямо на заводе [4].

Швейцарская компания Liebherr разработала беспилотный, электрический, 140-тонный самосвал на одной оси. По заявлениям производителя достоинством машины-робота является высокая манёвренность, экологичность, удобное и быстрое обслуживание и производительность в своем классе [5].

Концерн Volvo (Швеция) разработал автосамосвал Volvo HX2 с грузоподъёмностью 15 тонн и суммарной мощностью тяговых электромоторов 200 кВт, работающих от батарей. Достоинством самосвала является экологичность, полная автоматизация рабочих процессов от добычи до транспортировки горной породы, общая стоимость владения на 25% ниже, чем у обычного, дизельного самосвала, полноприводное шасси с управляемыми колёсами, три электрических мотора, возможность движения по диагонали «крабовым ходом», систему обзора, позволяющую самосвалу определять людей и препятствие на пути.

Еще одним представителем Швеции является компания Scania, разработавшая робота-самосвала AXL грузоподъёмностью 25–28 тонн и двигателем, работающим на возобновляемом биотопливе с мощностью 410 л. с. Достоинством является надёжная ориентация в пространстве, которая обеспечивается видеокамерами, радарами, лидарами и GPS — приёмниками и системой оповещения при обнаружении людей или препятствий [6].



Рис. 2. Scania AXL

Китайская компания «Huaneng Ruichi» разработала автономный электрический карьерный самосвал грузоподъемностью 60 тонн с мощностью электродвигателя до 565 л. с. и крутящим моментом около 2300 Н·м. Достоинством машины является оснащение множеством датчиков, позволяющими через облачную сеть 5G в реальном времени анализировать сложный рельеф, идентифицировать препятствия и самостоятельно прокладывают оптимальный маршрут по крутым и неровным карьерам. Также стоит отметить температурный режим эксплуатации от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и повышенную производительность.

Ещё один представитель поднебесной компания LGMG с её беспилотным гибридным карьерным самосвалом LGMG RTH100 с грузоподъемностью 100 тонн и мощностью 765 л. с. Самосвал оснащен, дизельным двигателем, интеллектуальной системой беспилотного управления компании EACON с высокоточными GPS-датчиками, камерами, лидарами и радарами для обхождения препятствий и алгоритмами машинного обучения для оптимизации маршрутов. Отличительной особенностью данной модели является оснащение аккумуляторной батареей с автоматической системой терморегулирования, классом водонепроницаемости IP68 и защитой от конденсации при разнице температур и зарядкой от 25% до 90% за 35 минут. К преимуществам беспилотных самосвалов относится бесперебойная работа 24/7, отсутствие влияния «человеческого фактора» (усталость, ошибки), точное следование маршруту, более низкие эксплуатационные расходы. [7].

Отечественный представитель ПАО «КАМАЗ» разработал беспилотный карьерный самосвал КАМАЗ — 6559 «Юпитер 30» с грузоподъемностью 30 тонн и мощностью двигателя 450 л. с. Ключевыми техническими решениями являются гибридная силовая установка последовательного типа, обеспечивающая экономию топлива и плавность управления, система синхронного поворота обеих осей и режим челночной езды, система рекуперации энергии при торможении, особая конструкция подвески и рулевого управления (способность двигаться «крабом» — по диагонали), позволяющие увеличить маневренность тяжелого транспортного средства в условиях карьера, и точность позиционирования [8].

Компания ОАО «БелАЗ» разработала беспилотную систему, установленную на карьерный самосвал БелАЗ-7513 и получивший модификацию Белаз-7513R. Отличительной особенностью автосамосвала является спутниковая навигационная система, работающая через базовую станцию. Она позволяет беспилотнику определять своё местоположение с погрешностью не более 1 см.



Рис. 3. КАМАЗ «Юпитер 30»

Для контроля положения машины в пространстве на ней установлен комплекс датчиков и антенн, размещённых на ключевых элементах. Радары «видят» на 250 метров даже в туман или пыль, а лидары строят трёхмерную картинку окружения в радиусе 100 метров. Система распознавания замечает специальные устройства безопасности, которые носят работники [9].

Анализ устройства и принципа действия карьерных автосамосвалов вышеуказанных компаний-производителей позволил установить, что в основе их автономности лежат идентичные системы автоматизации видеокамеры, радары, лидары и GPS — приёмники, электронные контроллеры, и программное обеспечение, позволяющие ориентироваться самосвалу на местности без участия человека. Особенностью каждой из них является источник питания для перемещения самосвала. Вышерассмотренные разработки дают перспективу по их дальнейшему усовершенствованию и внедрению на отечественных машинах.

Литература:

1. Обзор конструкций карьерных самосвалов грузоподъёмностью до 100 тонн / В. Г. Дмитриенко, Е. Г. Шеметов, Н. Н. Андроник, Н. Г. Ратушный // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: Межвузовский сборник статей. Выпуск посвящен 50-летию кафедры механического оборудования, Белгород, 01–30 декабря 2020 года. Том Выпуск XIX. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2020. — С. 109–116. — EDN MHEAIIH.

2. Коробов, Д. В. Анализ эксплуатации автосамосвалов машин грузоподъёмностью свыше ста тонн на разрезах и карьерах России / Д. В. Коробов, В. Г. Дмитриенко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова: Посвящена 165-летию В. Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2018 года. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2018. — С. 2159–2161. — EDN FWORVK.
3. Круглов, Л. Точное предсказание концепции. Автономный карьерный самосвал Komatsu IAHV / Л. Круглов, Ю. Петров. — Текст: электронный // Грузовик Пресс: [сайт]. — URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/15015-avtonomniy-karerniy-samosval-komatsu-iahv-tochnoe-predskazanie-kontseptsii> (Дата обращения: 04.03.2026)
4. Caterpillar показал новый беспилотный самосвал. — Текст: электронный // mnogotonn: [сайт]. — URL: <https://mnogotonn.com/caterpillar-pokazal-novyy-bespilotnyj-samosval> (Дата обращения: 12.03.2026)
5. Швейцарская компания показала проект беспилотного самосвала: у него всего одна ось и два колеса. — Текст: электронный // TRASHBOX: [сайт]. — URL: <https://trashbox.ru/link/2025-03-10-u-nego-vsego-odna-os-i-dva-kolesa?ysclid=mmor44m07d902781278> (Дата обращения: 11.03.2026)
6. Кунда, П. Тест-драйв без руля. Автономный самосвал Scania AXL / П. Кунда, Ю. Петров. — Текст: электронный // Грузовик Пресс: [сайт]. — URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/24505-avtonomniy-samosval-scania-axl-test-drayv-bez-rulya> (Дата обращения: 04.03.2026)

БИОЛОГИЯ

Биоритмы и учёба: почему утром так трудно вставать

Иванова Анастасия Алексеевна, студент

Научный руководитель: Васильева Елена Николаевна, зам. директора, преподаватель русского языка и литературы;

Научный руководитель: Карпова Светлана Евгеньевна, методист, преподаватель русского языка и литературы

Старорусский политехнический колледж (филиал) Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого

В статье рассматривается проблема рассогласования биологических ритмов студентов с организацией учебного процесса в вузе. Анализируются основные причины сбоя циркадных ритмов в возрасте 18–25 лет: социальный джетлаг, световое загрязнение от гаджетов, нерегулярное питание, хронический стресс и злоупотребление стимуляторами. Описаны последствия десинхроноза для когнитивных способностей, успеваемости и психоэмоционального состояния студентов. Предлагаются практические рекомендации по коррекции биоритмов без изменения университетского расписания: контроль времени употребления кофе, световой режим, стабильное время подъёма в выходные дни.

Ключевые слова: биоритмы, студенты, социальный джетлаг, успеваемость, нарушения сна, кофеин.

Академическая успеваемость, общее самочувствие и даже уровень мотивации студентов формируются не только объемом усвоенного материала, но и под влиянием внутренних биологических ритмов. Эти циклические изменения в физиологических и психических функциях организма задают периоды максимальной продуктивности и неизбежные фазы снижения жизненных сил. Для учащегося, чья жизнь насыщена лекциями, подработками, спортивными занятиями и личными делами, игнорирование естественного хронотипа может привести к постоянному ощущению усталости и ухудшению умственных способностей.

Биоритмы — это естественные циклы, которые регулируют работу организма. Их можно сравнить с внутренними часами, которые определяют, когда мы чувствуем себя бодрыми и энергичными, а когда хотим спать или переутомиться. По сути, биоритмы — это невидимый дирижер, который помогает нашему организму функционировать слаженно и эффективно в течение суток. Циркадные ритмы, или наши внутренние биологические часы, подчиняются смене дня и ночи. Именно они определяют периоды нашей высокой работоспособности и неизбежные спады активности [1].

В возрасте 18–25 лет, который соответствует типичному периоду обучения в высших учебных заведениях, у молодых людей наблюдается естественный сдвиг циркадных ритмов в сторону так называемого «вечернего» хронотипа. Этот феномен имеет под собой чёткое физиологическое обоснование: в юношеском возрасте происходят гормональные изменения, в частности — смещение пика выработки мелатонина (гормона сна) на более позднее время суток. В результате организм молодого человека естественным образом настраивается на более позднее засыпание и, соответственно, более позднее пробуждение.

Однако традиционное университетское расписание, как правило, ориентировано на условный «утренний» тип биоритмов: первые пары начинаются в 8:30 или 9:00, что требует раннего подъёма. Возникает фундаментальное противоречие между биологическими потребностями студентов и организацией учебного процесса. Это несоответствие может приводить к хроническому недосыпу, снижению концентрации внимания на занятиях, ухудшению успеваемости и даже к проблемам с ментальным здоровьем.

Проведённый опрос показывает, какие причины вызывают сбои биоритмов у студентов колледжа:

1) Социальный джетлаг (самая главная причина)

В будни студент вынужден вставать к первой паре, даже если лег спать в 3 ночи. В выходные он отсыпается до обеда, пытаясь восполнить долг сна.

Для организма такой режим равносильен постоянному перелёту из Москвы во Владивосток и обратно. Главные часы организма (супрахиазматическое ядро) пытаются подстроиться под ранний подъём, но как только они настраиваются, наступают выходные, и цикл сбивается снова.

2) «Синдром вечерней зари»

Учебная нагрузка часто требует пика активности утром и днем. Однако у многих студентов (особенно в возрасте 18–25 лет) хронотип смещен в сторону «совы».

Гормон сна мелатонин у «сов» вырабатывается позже, и им физически трудно уснуть вовремя. Они засыпают в 2 часа, но вынуждены вставать в 7. Это приводит к хроническому недосыпу и нарушению циклов сна и бодрствования.

3) Световое загрязнение (гаджеты)

Студенты много времени проводят за компьютерами и телефонами, особенно вечером, делая уроки или листая ленту.

Синий свет от экранов подавляет выработку мелатонина. Мозг получает сигнал: «Сейчас день, спать нельзя!». В итоге, даже если студент лег в 12, он будет ворочаться до 2 часов, потому что его гормональная система еще не перешла в «ночной режим».

4) Нерегулярное питание

Биоритмы — это не только сон, но и работа всех органов. Из-за занятий студенты едят хаотично: то пропускают завтрак, то перекусывают булками на бегу, то наедаются на ночь после голодного дня.

Поджелудочная железа и желудок «не понимают», когда им работать. Это сбивает периферические биоритмы пищеварения, что ухудшает качество сна и общее самочувствие.

5) Стресс и кортизол

Сессии, дедлайны, несданные лабораторные работы — это постоянный стресс.

Гормон стресса кортизол должен быть высоким утром (чтобы проснуться) и низким вечером (чтобы уснуть). Из-за хронической тревоги вечером кортизол может зашкаливать, не давая организму расслабиться и «выключить» активность.

6) Стимуляторы (кофе и энергетики)

Чтобы проснуться утром и не уснуть на парах, студенты пьют кофе. Чтобы сделать проект ночью — энергетики.

Кофеин блокирует рецепторы аденозина (вещества, вызывающего усталость). Когда действие кофеина заканчивается, усталость накрывает с удвоенной силой. Это приводит к резким скачкам активности и полного истощения, что разрушает стабильность циркадных ритмов.

Сбитые биоритмы проявляются в массовом недосыпе, утренней разбитости и снижении когнитивных способностей (память, внимание), что подтверждено данными опроса студентов.

У нас нет власти над первой парой. Но у нас есть власть над тремя вещами: светом, кофе и ритуалом отбоя. Далее рабочие приёмы, которые не требуют менять расписание.

Первые 60–90 минут после пробуждения в организме и так идёт естественный выброс кортизола — гормона бодрости. Кофе в этот момент не бодрит, а ломает собственный механизм пробуждения. Результат: через пару недель без чашки вы не можете открыть глаза. Вместо этого выпейте стакан воды, выйдите к окну или на балкон на 5–10 минут (даже в пасмурно — света в 10 раз больше, чем в комнате). Кофе — не раньше, чем через час после подъёма и строго до 16:00.

Синий свет от экрана блокирует выработку мелатонина на 50–70% уже через 20 минут. Мозг искренне уверен, что сейчас полдень. Когда вы ложитесь в 12, вы приходите в постель с гормональным профилем человека, который только что проснулся.

За 40 минут до сна включить на всех гаджетах режим «тёплый свет». Ещё лучше — убрать телефон из кровати.

Самая страшная ошибка — спать до обеда в субботу и воскресенье. Вы не восполняете долг сна. Вы сбиваете внутренние часы так, что в понедельник организм просыпается в другом часовом поясе.

Вставайте в выходные не позже, чем на 1–1,5 часа позже, чем в будни. Если хотите доспать, то добавьте дневной сон 20–30 минут после обеда. Это восстанавливает когнитивные способности без разрушения циркадного ритма.

Ключевой навык успешного студента — умение четко разграничивать сферы влияния: то, что находится вне вашей власти, и то, что можно трансформировать даже за одну ночь.

1. Красная зона (принятие):
 - Время старта первых лекций.
 - Расписание работы административных служб (деканат, библиотека).
 - Раннее начало экзаменационных сессий (например, в 9 утра).
2. Зеленая зона (полная ответственность и действия):
 - Ограничение потребления стимулирующих напитков после 16:00.
 - Создание оптимальных условий для сна: свежий воздух и комфортная температура в помещении.
 - Отказ от использования гаджетов в постели.
 - Формирование сбалансированного завтрака, богатого белками и клетчаткой, вместо быстрых углеводов и кофе.
 - Поддержание стабильного времени пробуждения в выходные дни (а не времени засыпания).

Важное уточнение: всё сказанное выше — не руководство по самодиагностике. Если вы спите по 10 часов без чувства отдыха, мучаетесь с засыпанием

или засыпаете днём в транспорте и на парах — это не вариант нормы. Идите к врачу. Бездействие может только усугубить поломку биоритмов.

Сбитые биоритмы у студентов — это вовсе не проявление распушенности или лени. За этим стоит закономерный и научно обоснованный конфликт между физиологией молодого организма в возрасте 18–25 лет и традиционным университетским расписанием.

В этот период у большинства людей происходит естественный физиологический сдвиг в сторону «вечернего» хронотипа, или, как его называют в быту, типа «совы». Биологические часы молодого организма запрограммированы на более позднее засыпание и пробуждение — это связано с гормональной перестройкой, в том числе с поздним выделением мелатонина, гормона сна.

При этом классическая организация учебного процесса в вузах ориентирована на «утренний» хронотип («жаворонок»): первые пары начинаются в 8:30 или даже раньше. Уже одно это создаёт системное несоответствие между естественными потребностями организма и требованиями среды.

Но ситуация не безнадёжна. Вы не можете отменить первую пару, но вы можете:

- перестать ломать ритм в выходные;
- убрать телефон за час до сна;
- перенести кофе на час после пробуждения;
- перестать лечить бессонницу энергетиками.

Этого достаточно, чтобы вернуть организму предсказуемость. А предсказуемость — это то, из чего рождается энергия.

И помните: если ваша разбитость не проходит даже при нормальном режиме — это не особенность биоритмов, это медицинский сигнал. Не стесняйтесь обращаться к врачу. Биологические часы можно починить, но сначала их нужно правильно диагностировать.

Литература:

1. Черниговец С. Биоритмы: что это такое, на что влияют, как наладить [Электронный ресурс] // RBC Style. — 22.08.2024. — Режим доступа: <https://style.rbc.ru/health/66c663739a7947c36ca2ea89> (дата обращения: 14.04.2026).

ЭКОЛОГИЯ

Анализ выбросов в атмосферу от работы цементной мельницы

Хохлов Дмитрий Олегович, студент;

Никулин Вадим Витальевич, студент;

Воробей Никита Викторович, студент;

Якшин Илья Михайлович, студент;

Щипцов Алексей Вячеславович, студент;

Миненкова Анастасия Алексеевна, студент;

Чебоненко Даниил Алексеевич, студент

Научный руководитель: Фадин Юрий Михайлович, кандидат технических наук, профессор

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

Цементная промышленность является одной из базовых отраслей мировой экономики, однако ее развитие сопряжено со значительным воздействием на окружающую среду. На различных этапах производства цемента — от добычи сырья до помола клинкера — в атмосферу поступает большое количество загрязняющих веществ. Если основные газовые выбросы (продукты сгорания) традиционно ассоциируются с процессом обжига во вращающейся печи, то помольный передел, в частности работа цементной мельницы, является источником масштабных пылевых выбросов и ряда газообразных загрязнителей.

Ключевые слова: цементная промышленность, тяжелые металлы, пыль.

Основным источником выбросов при работе цементной мельницы является аспирационный воздух [1]. Для обеспечения эффективного помола и транспортировки материала внутри мельницы создается разрежение, в результате которого происходит отсос запыленного газа. Этот газовый поток перед выбросом в атмосферу подвергается очистке, однако даже современное оборудование не обеспечивает стопроцентного улавливания.



Рис. 1. Цементная мельница

Пыль — основной загрязнитель на данном этапе. Ее характеристики определяются составом помольной шихты, которая обычно включает клинкер, гипс и различные минеральные добавки (шлак, зола-унос, пуццоланы и др.).

Выбросы характеризуются высоким содержанием тонких фракций. Значительную долю составляют частицы размером менее 10 мкм (фракция PM10) и менее 2.5 мкм (фракция PM2.5). Эти фракции наиболее опасны для здоровья, так как способны проникать глубоко в легкие и альвеолы.

Химия пыли отражает состав исходных компонентов. В ней присутствуют оксиды кальция (CaO), кремния (SiO_2), алюминия (Al_2O_3), железа (Fe_2O_3), а также следовые количества тяжелых металлов (хром, никель, свинец), источником которых могут быть сырьевые материалы или продукты износа оборудования [2].

Интенсивность пылеобразования зависит от типа мельницы, влажности материалов и скорости газового потока в аспирационной системе.

Хотя основной объем газовых выбросов приходится на печной цех, цементная мельница также является источником некоторых газообразных загрязнителей.

— Оксиды азота: могут образовываться в результате окисления атмосферного азота при высоких температурах в мельнице, если помол ведется с подогревом аспирационного воздуха или при использовании горячего клинкера.

— Диоксид серы: источником служит гипс, который при повышенных температурах может частично разлагаться.

— Летучие органические соединения: могут выделяться из органических добавок (например, некоторые виды интенсификаторов помола).

Объем газовых выбросов с мельницы, как правило, на порядки ниже, чем пылевых, но их контроль также важен для соблюдения нормативов.

Эффективный контроль выбросов с цементной мельницы базируется на двух ключевых принципах: совершенствовании систем аспирации и применении высокоэффективного газоочистного оборудования.

Основным аппаратом для улавливания цементной пыли на сегодняшний день являются рукавные фильтры. Их эффективность при правильной эксплуатации достигает 99.9% и более [3].



Рис. 2. Рукавный фильтр

Электрофильтры, ранее широко применявшиеся в цементной промышленности, на помольных установках используются реже из-за меньшей эффективности при улавливании цементной пыли и более строгих требований к ее дисперсному составу.

Помимо применения фильтров, снижению выбросов способствуют следующие технологические решения, такие как оптимизация режима помола, при-

менение интенсификаторов помола, герметизация оборудования и использование замкнутых циклов.

Обеспечение экологической безопасности и строгое соблюдение установленных нормативов требуют внедрения системного и многоуровневого контроля за выбросами от цементной мельницы. Этот непрерывный процесс экологического мониторинга начинается с инвентаризации всех источников выбросов, где идентифицируются не только организованные источники, такие как труба системы аспирации, но и многочисленные неорганизованные — места перегрузки материалов, течи и возможные неплотности в оборудовании. Основой системы контроля являются инструментальные замеры, проводимые с помощью аттестованного оборудования на выходе из системы газоочистки и на границе санитарно-защитной зоны. Для этого применяются пылемеры для гравиметрического анализа массовой концентрации пыли и газоанализаторы, настроенные на специфические загрязнители, такие как оксиды азота и диоксид серы, причем современные системы часто работают в режиме реального времени. Учитывая повышенную опасность мелкодисперсных частиц, стандартный контроль дополняется обязательным анализом фракционного состава пыли с выделением наиболее опасных для здоровья фракций PM10 и PM2.5. Полученные в ходе замеров данные служат исходными параметрами для последующего математического моделирования рассеивания выбросов в атмосфере с использованием специализированного программного обеспечения, которое учитывает метеорологические условия и рельеф местности для прогнозирования приземных концентраций. Заключительным и ключевым этапом является сравнительный анализ всех полученных результатов с законодательными нормативами — предельно допустимыми выбросами (ПДВ) и предельно допустимыми концентрациями (ПДК), что позволяет дать интегральную оценку экологической безопасности предприятия и является основанием для принятия своевременных управленческих решений.

Цементная мельница остается значительным источником экологической нагрузки, характеризующимся выбросами высокодисперсной пыли сложного химического состава и сопутствующих газовых загрязнителей. Ключевым условием минимизации воздействия является применение высокоэффективных систем пылеулавливания, в первую очередь рукавных фильтров. Однако достижение наилучших результатов возможно только при комплексном подходе, сочетающем технологическую оптимизацию режимов помола и аспирации с внедрением системы непрерывного экологического мониторинга. Таким образом, переход на наилучшие доступные технологии, интегрирующие со-

временное оборудование и строгий контроль, является обязательным условием для обеспечения экологической безопасности помольного производства.

Литература:

1. Мусина Э.Б. Оценка влияния цементной промышленности на загрязнение окружающей среды на примере АО «Карцемент» // Гидрометеорология и экология. — 2020. — №. 2 (97). — С. 73–80.
2. Каверин А.В., Солопова В.А., Симбиркина К.П. Анализ статистики выбросов цементного производства. — 2018.
3. Зленко Ю.И., Куц Е.В. Пылеудаление трубной мельницы // Universum: технические науки. — 2024. — Т. 8. — №. 4 (121). — С. 51–56.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Geoinformation approach to cadastral monitoring of agricultural lands in the Almaty Region

Ashimkhan Nazerke Merkibaykyzy, PhD doctoral student;

Zhussupov Yerzhan Orazuly, PhD doctoral student

Zhildikbayeva Aizhan Naskenovna, PhD, associate professor

Kazakh National Agrarian Research University (Almaty)

Efficient cadastral monitoring of agricultural land requires the integration of official land-accounting data with spatial analysis. This study proposes a GIS-based approach for the Almaty Region using indicators from the Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan. As of 1 November 2024, agricultural land covered 4,522.1 thousand ha, including 4,467.4 thousand ha of agricultural land-use areas; pastures accounted for 3,898.5 thousand ha and arable land for 438.2 thousand ha. The approach combines cadastral statistics, administrative boundaries and district-level mapping to reveal spatial differences and land-use dynamics. Particular attention is paid to territorial comparability after the 2022 administrative reform. The proposed framework supports more transparent and spatially consistent cadastral monitoring.

Keywords: cadastral monitoring, agricultural land, GIS, land cadastre, spatial analysis, Almaty Region, Kazakhstan.

1 Introduction

1. Agricultural land is a key component of regional land resources, and its rational use depends on reliable information on area, structure, spatial distribution and change. State cadastral statistics provide the accounting basis for such assessment, while geographic information systems (GIS) make it possible to link these indicators with territorial units and visualize spatial differences [5, 7, 9, 10]. This is especially relevant for the Almaty Region, where arable land, irrigated areas, foothill agricultural zones and extensive pastures form a heterogeneous land-use structure.

In Kazakhstan, annual land-balance information is compiled from state land records, regional balances, cadastral data and land-monitoring materials [1–4].

Integrating these official indicators with administrative boundaries creates a practical basis for comparing districts and identifying changes that may be hidden in regional totals.

The aim of the study is to develop a geoinformation approach to cadastral monitoring of agricultural lands in the Almaty Region by combining official land-accounting indicators with spatial analysis. The objectives are to characterize the current land structure, assess reported dynamics and prepare a district-level cartographic basis for monitoring.

2. Materials and Methods

The Almaty Region is located in southeastern Kazakhstan and currently includes the Balkhash, Enbekshikazakh, Zhambyl, Ili, Karasai, Raiymbek, Talgar, Uyghur and Kegen districts. Current administrative boundaries are used so that statistical indicators and mapped territorial units are directly comparable.

The principal statistical source is the Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan for 2024, prepared by the Committee for Land Management of the Ministry of Agriculture [1]. The study uses the total area of agricultural land, the composition of agricultural land-use areas and the reported long-term dynamics of the agricultural-land category.

Table 1. **Reported dynamics of the agricultural-land category in the Almaty Region**

Indicator	1991	2005	2023	2024	Change 2024 / 1991
Agricultural land, million ha	15.9	6.8	4.5	4.5	-11.4

Because the 2022 territorial reform changed the boundaries of the Almaty Region, pre-2022 and post-2022 values in Table 1 are not treated as directly comparable. The workflow includes four stages: standardization of annual land-balance indicators; preparation of district boundaries in a common coordinate reference system; joining statistical attributes to district polygons; and calculation and cartographic visualization of absolute, relative and structural changes.

For the district-level map, pasture indicators are visualized by pie charts. The diagrams compare additional pasture allocated from reserve lands in 2022 with the remaining part of pasture secured for public grazing in 2023. All values are shown in thousand hectares, allowing direct comparison among districts.

3. Results

According to the official land balance as of 1 November 2024, agricultural land in the Almaty Region covered 4,522.1 thousand ha, of which 4,467.4 thousand ha

were agricultural land-use areas [1]. The structure is strongly dominated by pastures, whereas arable land forms a smaller but economically important component.

Table 2. **Structure of agricultural lands in the Almaty Region as of 1 November 2024**

Land indicator	Area, thousand ha	Share of agricultural land-use area, %
Total agricultural-land category	4,522.1	—
Agricultural land-use areas, total	4,467.4	100.0
Arable land	438.2	9.8
Perennial plantations	18.7	0.4
Fallow land	50.4	1.1
Hayfields	61.6	1.4
Pastures	3,898.5	87.3

Pastures account for approximately 87.3% of agricultural land-use areas, while arable land represents about 9.8% [1]. Perennial plantations, fallow land and hayfields together occupy a relatively small share. These proportions show that cadastral monitoring should cover not only cropland but also extensive pasture resources.

District-level analysis is therefore the key scale for converting land-balance statistics into a practical monitoring tool. The map covers all nine current districts and uses the same territorial units as the accompanying statistics, allowing spatial differences to be identified consistently.

Figure 1 visualizes district-level pasture provision. The blue sector shows additional pasture allocated from reserve lands in 2022, while the orange sector shows the remaining secured pasture area within the 2023 total. The diagrams therefore represent composition rather than a direct year-to-year change.

4. Discussion

The results confirm the value of combining official cadastral statistics with GIS-based spatial representation. Land-balance reports provide standardized quantitative indicators, while GIS reveals territorial differentiation and makes district comparisons more transparent [5, 7, 9, 10]. This is important because regional totals may conceal contrasting local patterns.

The predominance of pasture land indicates that monitoring focused only on arable land would describe only a limited part of the agricultural land fund [1]. A more complete system should distinguish arable land, pastures, hayfields, fallow land and perennial plantations and track both absolute area and structural shares.

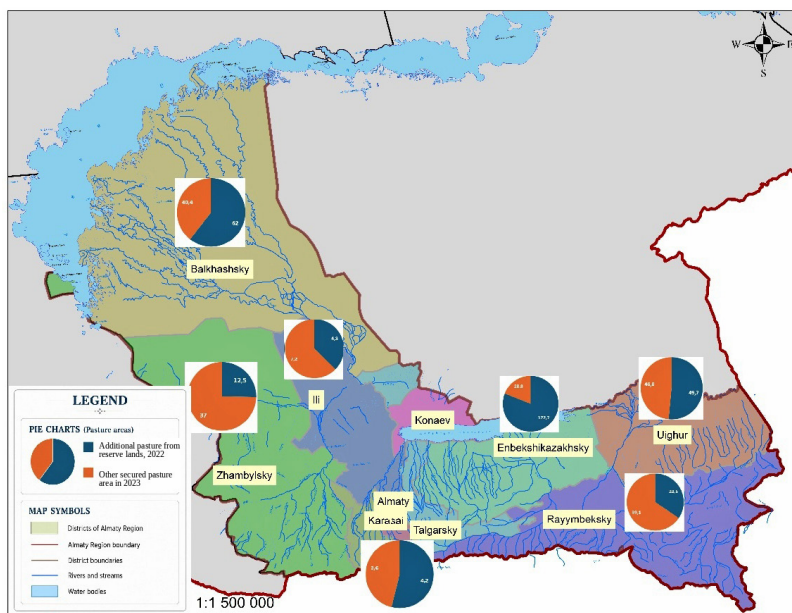


Fig. 1. District-level distribution of pasture indicators in the Almaty Region, 2022–2023

Temporal analysis must account for administrative comparability. The 2022 territorial reform changed the basis of the Almaty Region statistics, so part of the apparent long-term decline reflects boundary change rather than land-use transformation [1, 2]. Historical regional series and operational district-level monitoring should therefore be interpreted separately.

Linking cadastral polygons, annual land-balance indicators and remote-sensing products in a single geodatabase can move monitoring from static reporting toward a spatially traceable system [5–7, 10, 11]. Its practical advantage is the ability to localize changes and identify districts or land parcels requiring additional inspection.

5. Conclusion

A GIS-based cadastral monitoring framework was developed for agricultural lands of the Almaty Region using official land-accounting data and district-level spatial analysis. In 2024, agricultural land covered 4,522.1 thousand ha; pastures dominated the agricultural land-use structure, while arable land accounted for about one tenth of the total.

The study shows that reliable temporal assessment requires stable territorial units and harmonized indicators. Combining cadastral statistics with GIS visualization

provides a clearer basis for identifying local differences, interpreting land-use dynamics and supporting regional land-management decisions.

References:

1. Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Committee for Land Management. Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan for 2024. Astana, 2025.
2. Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Committee for Land Management. Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan for 2023. Astana, 2024.
3. Republic of Kazakhstan. Land Code of the Republic of Kazakhstan. Code No. 442, 20 June 2003, as amended.
4. Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. Rules for Organizing and Conducting Monitoring of Agricultural Land Use. Order No. 252, 3 July 2019, registration No. 18997, as amended.
5. Bennett R. M., van Oosterom P., Lemmen C., Koeva M. Remote Sensing for Land Administration. *Remote Sensing*. 2020;12 (15):2497. DOI: 10.3390/rs12152497.
6. Weiss M., Jacob F., Duveiller G. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment*. 2020;236:111402. DOI: 10.1016/j.rse. 2019.111402.
7. Lemmen C., van Oosterom P. J. M., Bennett R. M. The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy*. 2015;49:535–545. DOI: 10.1016/j.landusepol. 2015.01.014.
8. Kearney S. P., Porensky L. M., Augustine D. J., Gaffney R., Derner J. D. Monitoring standing herbaceous biomass and thresholds in semiarid rangelands from harmonized Landsat 8 and Sentinel-2 imagery. *Remote Sensing of Environment*. 2022;271:112907. DOI: 10.1016/j.rse. 2022.112907.
9. Bennett R. M., Koeva M., Asiama K. Review of Remote Sensing for Land Administration: Origins, Debates, and Selected Cases. *Remote Sensing*. 2021;13 (21):4198. DOI: 10.3390/rs13214198.
10. Koeva M., Bennett R., Persello C. Remote Sensing for Land Administration 2.0. *Remote Sensing*. 2022;14 (17):4359. DOI: 10.3390/rs14174359.
11. Phiri D., Simwanda M., Salekin S., Nyirenda V. R., Murayama Y. Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review. *Remote Sensing*. 2020;12 (14):2291. DOI: 10.3390/rs12142291.

ЭКОНОМИКА

Когнитивные искажения в восприятии «нулевого роста» населением: экономико-психологический барьер на пути к зеленой трансформации

Гавлясэк Роман Владимирович, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

В статье исследуются экономико-психологические барьеры, препятствующие принятию общественностью концепции «нулевого роста» как одного из ключевых элементов устойчивого развития и «зеленой» трансформации. Автор анализирует когнитивные искажения, создающие устойчивое сопротивление перехода от парадигмы непрерывного экономического роста к модели экологического равновесия.

Ключевые слова: когнитивные искажения, нулевой рост, устойчивое развитие, зеленая трансформация, экономическая психология, неприятие потерь.

Переход к экологически устойчивой экономике требует не только технологических инноваций и нормативных реформ, но и глубокой переоценки социокультурных и поведенческих установок общества. Ограниченность планетарных ресурсов и нарастающий климатический кризис актуализируют дискуссию о концепции «нулевого роста», впервые масштабно сформулированной в докладах Римского клуба [2]. Суть концепции заключается в сознательном отказе от гонки за непрерывным увеличением ВВП в пользу стабилизации потребления, оптимизации использования ресурсов и повышения качества жизни без наращивания ее материального объема [5].

Однако, несмотря на научную обоснованность экологических рисков, идея нулевого роста встречается массовым населением с выраженным скепсисом и явным сопротивлением. Проблема заключается в том, что концепция постоянного экономического роста за последние два столетия укоренилась в массо-

вом сознании не просто как экономический показатель, но и как фундаментальный психологический эквивалент благополучия, безопасности и социального прогресса [4].

С точки зрения поведенческой экономики и экономической психологии, восприятие любых экономических концепций индивидом опосредовано системой субъективных когнитивных фильтров [1]. На протяжении индустриальной и постиндустриальной эпох глобальная экономическая система формировала у населения ментальную модель, согласно которой индивидуальное благополучие, рост потребления и ВВП были связано прямо.

Идея «нулевого роста» ломает эту привычную причинно-следственную связь, выбывая из-под сознания человека фундаментальный психоэмоциональный якорь. Отказ от роста воспринимается не как стабилизация или переход к балансу с природой, а как регресс, стагнация, угроза личной безопасности и ограничение базовых свобод.

Ситуация усугубляется тем, что базовые психологические паттерны человека эволюционно сформированы для реакций на краткосрочные и физически ощутимые угрозы. Климатический кризис и истощение ресурсов представляются индивиду абстрактными, растянутыми во времени процессами, в то время как гипотетические ограничения потребления при «нулевом росте» воспринимаются как немедленные и болезненные лишения [1; 6].

Проведенный систематический анализ поведенческих паттернов позволяет выделить четыре основных группы когнитивных искажений, блокирующих вовлечение населения в зеленый переход.

1. Неприятие потерь и эффект владения.

Согласно теории перспектив Д. Канемана и А. Тверски, субъективная ценность потерь существенно превышает субъективную ценность аналогичных приобретений (обычно в соотношении 2:1) [1;6]. Концепция нулевого роста коммуникативно транслирует идею «сокращения», «отказа» или «стабилизации». Даже если в долгосрочной перспективе экологическая стабильность гарантирует человеку сохранение привычной среды обитания и здоровье, в краткосрочной перспективе он фокусируется на том, от чего придется отказаться (например, ограничение личного автотранспорта, снижения частоты перелетов, умеренность в покупке техники и одежды). Эффект владения заставляет ценить уже имеющийся уровень материального потребления настолько высоко, что любые предложения по его ограничению воспринимаются как прямая агроэкологическая и социальная угроза.

2. Искажение статуса-кво и гиперболическое дисконтирование.

Искажение статуса-кво выражается в предпочтении текущего состояния дел любому альтернативному варианту, связанному с неопределенностью [1]. Модель непрерывного роста — это привычный статус-кво. В сочетании с гиперболическим дисконтированием (тенденцией людей переоценивать немедленные выгоды и недооценивать отложенные во времени результаты), население предпочитает получать выгоды от экономического роста «здесь и сейчас», делегируя решение экологических проблем будущим поколениям.

3. Норма социального сравнения и «Гедонистическая беговая дорожка»

Социальный статус человека традиционно определяется через демонстративное потребление. В условиях капиталистической системы потребление выступает маркером успеха. Концепция нулевого роста требует отказа от демонстративного потребления. Однако механизм «гедонистической беговой дорожки» (Hedonic Treadmill) удерживает людей в состоянии постоянной гонки за новыми благами. Попытка внедрения «зеленой умеренности» воспринимается индивидом как искусственное понижение его социального статуса относительно других членов общества, если аналогичные ограничения не действуют жестко и повсеместно для всех (проблема «безбилетника»).

4. Эвристика доступности и «Трагедия общин»

Эвристика доступности приводит к тому, что люди оценивают вероятность событий на основе того, насколько легко аналогичные примеры всплывают в памяти [1]. Поскольку исторический опыт ассоциирует отсутствие экономического роста с кризисами, депрессиями, безработицей и нищетой (например, Великая депрессия или кризисы 1990-х гг.), термин «нулевой рост» на подсознательном уровне вызывает ассоциации с бедствиями, а не с экологической гармонией. Для преодоления экономико-психологических барьеров требуется кардинальный пересмотр стратегии коммуникации климатической и зеленой повестки.

1. Изменение терминологического фрейминга.

Термин «нулевой рост» семантически окрашен негативно, так как слово «нулевой» или «анти-» ассоциируется с обнулением и утратой. Должна использоваться положительно сконструированная терминология, например «Экономика качественного развития», «Регенеративная экономика» или «Экономика благополучия» вместо «нулевого роста» [4].

2. Реформирование метрик прогресса.

Психологический залог успешной зеленой трансформации — сфера наглядной статистики. Пока главным показателем успеха государства является

ВВП, население будет расценивать его замедление как провал. Необходим перенос общественного внимания на альтернативные агрегированные индексы: Индекс истинного прогресса (GPI); Индекс счастливой планеты (HPI); Индекс человеческого развития (HDI). При системном внедрении данных показателей в медийное поле понятие «роста» станет ассоциироваться с ростом качества жизни, а не количественным объемом произведенного мусора и товаров.

Когнитивные искажения населения выступают одним из наиболее мощных, но часто игнорируемых экономико-психологических барьеров на пути к зеленой трансформации. Укорененный в массовом сознании паритет между постоянным ростом ВВП и личным благополучием создает фундаментальное сопротивление идеям «нулевого роста». Успех экологических реформ невозможен исключительно через административные запреты или углеродные налоги. Он требует глубокой работы с поведенческими факторами. Только при условии преодоления когнитивных барьеров концепция устойчивого социально-экологического равновесия сможет трансформироваться из умозрительной научной модели в осознанный выбор большинства.

Литература:

1. Канеман, Д. Думай медленно... решай быстро / Д. Канеман. — М.: АСТ, 2014. — 653 с. — Текст: непосредственный.
2. Медоуз, Д.Х. Пределы роста. 30 лет спустя / Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз, Й. Рандерс. — М.: Академкнига, 2007. — 342 с. — Текст: непосредственный.
3. Талер, Р. Nudge. Архитектура выбора. Как улучшить наши решения о здоровье, благосостоянии и счастье / Р. Талер, К. Санстейн. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. — 240 с. — Текст: непосредственный.
4. Jackson, T. Prosperity without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow / T. Jackson. — London: Routledge, 2016. — 322 с. — Текст: непосредственный.
5. Kallis, G. Degrowth: Building Blocks for a Sustainable Society / G. Kallis. —: Great Transition Initiative, 2015. — 18 с. — Текст: непосредственный.
6. Tversky, A. Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model / A. Tversky, D. Kahneman. — Текст: непосредственный // The Quarterly Journal of Economics. — 1991. — № Vol. 106, no. 4. — С. 1039–1061.

Повышение уровня мотивации труда у специалистов по продажам транспортных услуг на железнодорожном транспорте

Радчукова Кристина Евгеньевна, студент магистратуры

Уральский государственный университет путей сообщения (г. Екатеринбург)

В статье рассматриваются вопросы повышения уровня мотивации труда специалистов по продажам транспортных услуг на железнодорожном транспорте. Обоснована значимость эффективной мотивационной системы для повышения качества обслуживания клиентов, роста объемов продаж и укрепления конкурентных позиций на рынке транспортных услуг. Рассмотрены основные факторы, влияющие на мотивацию специалистов по продажам, выявлены проблемы действующей системы стимулирования и предложены направления ее совершенствования.

Ключевые слова: мотивация труда, железнодорожный транспорт, транспортные услуги, специалисты по продажам, стимулирование персонала, эффективность труда, управление персоналом.

Improving the level of motivation for sales specialists in transport services on railways

Radchukova Kristina Evgenyevna, master's degree

Ural State University of Railway Transport

The article discusses the issues of increasing the level of motivation of the work of specialists in sales of transport services on the railway transport. The importance of an effective motivational system for improving the quality of customer service, increasing sales volumes and strengthening competitive positions in the market of transport services is substantiated. The main factors influencing the motivation of sales specialists are considered, the problems of the current system of stimulation are identified and the directions of its improvement are proposed.

Keywords: labor motivation, railway transport, transport services, sales specialists, staff incentives, labor efficiency, and personnel management.

В современных условиях развития транспортной отрасли особое значение приобретает повышение эффективности деятельности персонала, непосредственно взаимодействующего с клиентами и участвующего в продвиже-

нии транспортных услуг. Железнодорожный транспорт занимает важное место в системе грузовых перевозок, обеспечивая устойчивое функционирование экономики и удовлетворение потребностей предприятий. При этом успешность деятельности во многом зависит не только от технического состояния инфраструктуры и подвижного состава, но и от качества работы специалистов, отвечающих за продажи транспортных услуг, сопровождение клиентов и формирование долгосрочных деловых отношений.

Сотрудники рассматриваемой сферы выполняют важную роль в обеспечении доходности железнодорожного транспорта.

Их деятельность включает консультирование клиентов, подбор оптимальных логистических решений, оформление договорных отношений, сопровождение перевозочного процесса, анализ потребностей грузоотправителей и грузополучателей, а также продвижение дополнительных сервисов. В связи с этим уровень мотивации данной категории работников напрямую влияет на объем продаж, качество обслуживания, удовлетворенность клиентов и конкурентоспособность компании.

Мотивация труда представляет собой совокупность внутренних и внешних побудительных факторов, определяющих поведение работника, его заинтересованность в достижении целей организации и личных профессиональных результатов. В управлении персоналом мотивация рассматривается как один из ключевых инструментов повышения производительности труда, качества выполняемых функций и вовлеченности сотрудников в деятельность организации.

Для специалистов по продажам транспортных услуг мотивация имеет особое значение, поскольку их труд связан с высокой интенсивностью коммуникаций, необходимостью оперативного решения клиентских вопросов, выполнением плановых показателей, соблюдением стандартов обслуживания и постоянным повышением профессиональной компетентности. Кроме того, на железнодорожном транспорте деятельность таких специалистов часто осуществляется в условиях жесткой регламентации бизнес-процессов, что требует сочетания дисциплины, ответственности и клиентской ориентированности.

К основным факторам, влияющим на мотивацию труда специалистов по продажам транспортных услуг, можно отнести уровень оплаты труда, наличие премиальной системы, прозрачность критериев оценки результатов, возможности профессионального развития, условия труда, социальные гарантии, признание достижений, качество управленческой коммуникации и психологический климат в коллективе.

Материальное стимулирование традиционно является одним из наиболее значимых элементов мотивации. Для специалистов по продажам важна связь между достигнутыми результатами и размером вознаграждения. Если работник видит прямую зависимость между качеством своей работы, выполнением плана продаж, привлечением клиентов и уровнем дохода, его заинтересованность в результатах труда повышается. Однако материальная мотивация должна быть понятной, справедливой и достижимой. Сложные или непрозрачные схемы премирования могут снижать доверие персонала к системе стимулирования и негативно влиять на трудовую активность.

Нематериальная мотивация также играет существенную роль.

Для многих работников важны признание профессиональных успехов, возможность карьерного роста, участие в обучающих программах, повышение квалификации, расширение полномочий и вовлечение в принятие решений. В условиях железнодорожного транспорта, где значительная часть процессов регулируется установленными стандартами, особенно важно создавать условия для проявления инициативы и профессионального развития сотрудников.

Одной из проблем мотивации специалистов по продажам транспортных услуг является недостаточная индивидуализация стимулирующих механизмов. Работники могут иметь разные профессиональные цели и ожидания: для одних приоритетом является повышение дохода, для других — карьерный рост, стабильность, обучение или признание. Унифицированный подход к мотивации не всегда позволяет учитывать эти различия, что снижает эффективность управления персоналом.

Еще одной проблемой является преобладание количественных показателей при оценке труда специалистов по продажам. Объем заключенных договоров, выполнение планов продаж и размер выручки действительно являются важными критериями. Однако для транспортной отрасли не менее значимы качество обслуживания клиентов, своевременность обработки заявок, отсутствие ошибок в документации, сохранение долгосрочных партнерских отношений и уровень удовлетворенности клиентов. Поэтому система оценки должна включать как количественные, так и качественные показатели.

Для повышения уровня мотивации труда специалистов по продажам транспортных услуг на железнодорожном транспорте целесообразно применять комплексный подход, объединяющий материальные и нематериальные методы стимулирования.

Материальным аспектом является разработка прозрачной системы премирования, основанной на ключевых показателях эффективности. В качестве

таких показателей могут использоваться выполнение плана продаж, прирост клиентской базы, объем привлеченных грузов, уровень удержания клиентов, качество консультационного сопровождения, соблюдение сроков обработки заявок и отсутствие обоснованных претензий со стороны клиентов. При этом важно, чтобы работники заранее понимали, какие результаты влияют на размер премии и каким образом производится оценка их труда.

Нематериальным направлением является развитие системы нематериального стимулирования. Она может включать публичное признание достижений сотрудников, присвоение профессиональных статусов, участие в корпоративных конкурсах, благодарности руководства, возможность представлять подразделение на отраслевых мероприятиях, а также расширение зоны ответственности наиболее результативных работников.

Немаловажно систематическое повышение качества профессионального обучения. Специалисты по продажам транспортных услуг должны обладать знаниями в области тарифной политики, логистики, документооборота, клиентского сервиса, цифровых сервисов и особенностей организации перевозочного процесса. Регулярное обучение позволяет повысить уверенность сотрудников в своих действиях, улучшить качество консультаций и снизить количество ошибок. Кроме того, обучение само по себе является важным мотивационным фактором, поскольку демонстрирует заинтересованность работодателя в развитии персонала.

Особое внимание следует уделять формированию клиентоориентированной корпоративной культуры. Работники должны понимать значимость своей деятельности для общего результата компании и видеть вклад своей работы в развитие железнодорожных перевозок.

Для этого необходимо информировать персонал о стратегических целях организации, результатах деятельности подразделений и роли специалистов по продажам в достижении этих результатов.

Внедрение предложенных мероприятий позволит повысить вовлеченность сотрудников, улучшить качество клиентского обслуживания, увеличить объем реализации транспортных услуг, снизить текучесть кадров и сформировать более устойчивую систему управления персоналом.

Для железнодорожного транспорта это особенно важно, поскольку конкурентоспособность отрасли определяется не только надежностью перевозочного процесса, но и способностью быстро и качественно реагировать на потребности клиентов.

Таким образом, повышение уровня мотивации труда специалистов по продажам транспортных услуг на железнодорожном транспорте является важным направлением совершенствования управления персоналом. Наиболее эффективным является комплексный подход, включающий прозрачную систему премирования, развитие нематериального стимулирования, профессиональное обучение, карьерное планирование, обратную связь и улучшение условий труда. Реализация данных направлений способствует росту производительности, повышению качества обслуживания клиентов и укреплению позиций железнодорожных организаций на рынке транспортных услуг.

Литература:

1. Кибанов А. Я. Управление персоналом организации. — М.: ИНФРА-М, 2022. — 512 с.
2. Комаров, Е. И. Измерение мотивации и стимулирования «человека работающего»: учеб. пособие / Е. И. Комаров — М.: РИОР: ИНФРА — М, 2010. — 135 с
3. Лобанова, Т. Н. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. учебник и практикум для академического бакалавриата / Т. Н. Лобанова. — Люберцы: Юрайт, 2016. — 482 с.
4. Ренгольд Е. Ю. Тенденции изменения структуры автотранспортных предприятий на рынке транспортных услуг // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции
5. Егоршин А. П. Мотивация трудовой деятельности: Электронный учебник. — Н. Новгород: НИМБ, 2005. — 168 с.

Перспективы института студенческой ипотеки в Российской Федерации: сравнительный анализ зарубежных моделей жилищного финансирования молодежи на примере США, Франции и Южной Кореи

Рималис Михаил Дмитриевич, студент магистратуры

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

В работе рассматриваются возможности создания и практического применения института студенческой ипотеки в России. С опорой на сопоставление практик жилищного финансирования молодежи в США, Франции и Южной Кореи определены основные институциональные инструменты, а также препятствия и риски, сопряженные с кредитованием учащихся. Автором разработана комбинированная модель льготной ипотеки для студентов — в ее реализации предполагается участие АО «ДОМ. РФ» (Единого института развития в жилищной сфере). Модель предусматривает предоставление государственных гарантий, введение льготного периода, в течение которого не требуется погашение основного долга, а также применение выборочных критериев, определяющих доступность кредита.

Ключевые слова: студенческая ипотека, жилищная политика, кредитные риски, государственные гарантии, зарубежный опыт, созаемщики.

Prospects for a student mortgage system in the Russian Federation: a comparative analysis of foreign models of youth housing finance, using the USA, France, and South Korea as examples

The paper discusses the possibilities of creating and practical applications of the Institute of student mortgages in Russia. Based on a comparison of youth housing finance practices in the United States, France, and South Korea, the main institutional tools, as well as obstacles and risks associated with student loans, are identified. The author has developed a combined model of preferential mortgages for students, with the participation of DOM. RF JSC (a Unified Institute for Housing Development) in its implementation. The model provides for the provision of government guarantees, the introduction of a grace period during which repayment of the principal debt is not required, as well as the application of selective criteria that determine the availability of credit.

Keywords: *student mortgage, housing policy, credit risks, government guarantees, foreign experience, co-borrowers.*

Введение

Одной из ключевых задач социально-экономической политики

Российской Федерации является создание условий для самореализации, профессионального развития и закрепления молодой научной и студенческой элиты в отечественной экономике. Жилищный напрямую влияет на социальную стабильность молодежи. В то же время студенты, выступая как особая группа в финансовой системе, находятся в следующей ситуации: несмотря на крайне низкий или почти нулевой уровень доходов, у них есть высокий потенциал роста человеческого капитала, который в перспективе откроет путь к устойчивым и значительным денежным поступлениям в будущем.

Существующие стандартные ипотечные продукты и текущие условия коммерческого банковского сектора практически исключают независимое участие студентов в приобретении жилья из-за жестких требований к показателю военной и трудовой занятости, стажу работы и показателю долговой нагрузки (ПДН). Предлагаемые правительственные инициативы по созданию льготной студенческой ипотеки требуют тщательной научной и институциональной проработки, чтобы не превратиться в инструмент дополнительной кредитованности родителей или высокорисковый пассив коммерческих банков.

Цель исследования заключается в научно-теоретическом обосновании институциональных механизмов формирования студенческой ипотеки в Российской Федерации на основе сравнительного анализа зарубежного опыта и разработки авторской гибридной модели жилищного финансирования учащихся вузов.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

- систематизировать теоретические подходы к финансированию жилья для молодежи;
- сопоставить институциональные модели студенческого жилищного обеспечения в США, Франции и Южной Кореи;
- выделить главные риски и барьеры для запуска студенческой ипотеки в России;
- предложить гибридную модель льготного кредитования учащихся при участии АО «ДОМ.РФ».

Объектом исследования выступает система жилищного финансирования молодежи и институт ипотечного кредитования.

Предметом исследования являются экономические, финансовые и институциональные отношения, возникающие в процессе разработки и реализации программ льготного студенческого ипотечного кредитования.

Научная новизна исследования состоит в обосновании авторской гибридной модели студенческой ипотеки, которая адаптирована к российским условиям и объединяет государственное гарантирование, элементы гибкого субсидирования и селективные критерии оценки академического потенциала заемщиков.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования сформулированных выводов и предложений федеральными органами исполнительной власти, АО «ДОМ. РФ» и коммерческими банками при нормативно-правовом оформлении и запуске льготных программ жилищного кредитования молодежи в России.

2. Методология и основные подходы к жилищному финансированию молодежи

Учащаяся молодежь — особая группа на финансовом рынке: ее отличает противоречие между скромными (либо нулевыми) текущими доходами и значительным потенциалом — накопленным человеческим капиталом и перспективой роста заработка в будущем.

Существует четыре институциональных подхода к решению жилищного вопроса для молодежи.

Первый из них — кредитно-рыночный с элементами льготного регулирования. Он ориентирован на адаптацию банковских кредитных продуктов к финансовым возможностям молодых людей: предусматривает уменьшение размера первоначального взноса, увеличение срока кредитования (чтобы снизить ежемесячную нагрузку) и субсидирование процентной ставки.

Вторым подходом является модель государственного софинансирования (прямых субсидий). Безвозмездное покрытие государством части стоимости жилья (например, в пропорции 70–80% государственные средства, 20–30% — собственные средства заемщика), что снижает барьер входа на рынок недвижимости.

Третий подход — стимулирующий. Выделение жилых помещений и предоставление льготных условий в качестве поощрения за весомый вклад в научную, образовательную и спортивную деятельность служат эффективным механизмом закрепления высококвалифицированных кадров.

В качестве четвертого подхода выделяют социально-протекционистский подход. Прямое обеспечение жильем социально уязвимых категорий молодежи (детей-сирот, лиц, оставшихся без попечения родителей) за счет бюджетных средств.

Следовательно, построение системы студенческой ипотеки предполагает сочетание рыночного кредитного механизма с мерами государственного стимулирования: снижение требований к уровню текущего дохода со стороны банка становится возможным при наличии государственных гарантий либо при привлечении созаемщиков.

3. Международный опыт жилищного обеспечения студентов США

Мировая практика показывает, что обеспечение учащейся молодежи жильем формируется под воздействием специфики национальных финансовых систем, структуры рынка недвижимости и степени вмешательства государства в социальные процессы. Сравнительный анализ моделей США, Франции и Южной Кореи позволит выделить три принципиально разных институциональных подхода: рыночно-поручительский, социально-гарантийный и кредитно-депозитный.

В Соединенных Штатах Америки институциональный механизм приобретения собственной недвижимости студентами очных отделений в классическом виде практически отсутствует. Это обусловлено ориентированностью американской финансовой системы на жесткую оценку кредитного рейтинга (FICO score) и текущего уровня доходов (Debt-to-income — DTI).

Однако на практике решение жилищного вопроса молодежи реализуется через механизм созаемничества и поручительства:

1. При покупке жилья студент выступает титульным заемщиком, но физическое лицо с высокой кредитоспособностью (как правило, родители) подписывает договор в качестве созаемщика. Поручитель берет на себя безусловную юридическую и финансовую ответственность за погашение ипотечного долга при наступлении дефолта основного заемщика.

2. Полномасштабные расходы студентов на проживание (Room and Board) часто покрываются за счет федеральных или частных образовательных займов. В результате, кредиты, выданные строго на учебу, идут на финансирование их жилищных нужд.

Американская система кредитования образования сопряжена с высокой долгой нагрузкой на домохозяйства. Если студент не в состоянии выплачивать образовательный займ, это автоматически сказывается на кредитной истории

родителей, выступающих поручителями, и может повлечь за собой риск потери их имущества в случае неисполнения обязательств.

В отличие от американской модели, французский подход делает упор на максимальную доступность студенческого арендного жилья и устранение финансовых барьеров.

Государственная политика Франции опирается на два ключевых инструмента:

1. Государственная гарантия Visale (Visa pour le Logement et l'Emploi). В отличие от США, где гарантом выступает семья, во Франции функцию поручителя берет на себя специализированный государственный фонд Action Logement. Программа предоставляет студентам в возрасте до 30 лет бесплатную гарантию перед частными или корпоративными домовладельцами. В случае временной неплатежеспособности студента фонд выплачивает арендную плату собственнику (до 36 месячных платежей), после чего студент без процентов возмещает средства фонду по гибкому графику.

2. Прямое субсидирование найма APL (Aide Personnalisée au Logement).

Выплачивается студенту напрямую Государственной кассой семейных пособий (CAF). Размер субсидии рассчитывается индивидуально и может покрывать от 20% до 50% стоимости ежемесячной аренды независимо от того, проживает студент в государственном общежитии (CROUS) или снимает частную квартиру.

Опыт Франции показывает, что поддержку молодёжи в решении жилищного вопроса можно выстраивать не только через ипотеку. Эффективной альтернативой выступают социальные гарантии и субсидии на аренду. Они позволяют снизить долговую нагрузку и не допустить попадания молодых людей в «долговые ямы».

Южнокорейская модель Чонсе (Jeonse) особенно перспективна для адаптации в продуктах, смежных с ипотечным кредитованием. Суть механизма заключается в особой форме аренды: вместо регулярных платежей арендатор одновременно вносит крупный беспроцентный депозит — его размер составляет 50–80% от рыночной стоимости жилья. Аренда оформляется, как правило, на два года, по истечении которых собственник обязан полностью вернуть депозит. При этом владелец получает возможность использовать полученные средства, например, инвестировать их для получения дохода.

Поскольку у студентов нет средств для внесения многотысячного депозита, Государственная жилищно-финансовая корпорация Кореи (Korea Housing Finance Corporation — KHFC) совместно с банками реализует специализированные программы целевого кредитования.

Механизм работы льготного корейского займа:

- низкая процентная ставка (1,2–2,5%);
- покрытие депозита (КНФС предоставляет банку гарантию до 90–100% суммы требуемого депозита Jeonse);
- студенческие льготы (для студентов и лиц без официального трудоустройства снижены требования к доходу).

Для формирования российской модели студенческой ипотеки наибольший потенциал имеет южнокорейский опыт использования специализированного государственного института развития (в России аналогичные функции может выполнять АО «ДОМ. РФ»), который берет на себя частичное страхование банковских рисков.

4. Сравнительный анализ и возможности адаптации зарубежного опыта в России

Для определения наиболее эффективных векторов развития российской системы жилищного финансирования учащейся молодежи сопоставим ключевые параметры зарубежных практик (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ международных моделей субсидирования и кредитования студентов

Параметр	США	Франция	Южная Корея
Доминирующая модель	Рыночно-поручительская	Социально-гарантийная	Кредитно-депозитная
Основной инструмент	Коммерческая ипотека и поручительство	Гарантии фонда Visale и субсидии APL на аренду	Льготные займы под залог Jeonse
Ключевой институциональный гарант	Семья или частное лицо	Государственный фонд (Action Logement)	Государственный фонд (КНФС)
Уровень долговой нагрузки на студента	Высокий	Низкий	Умеренный
Риски для финансовой системы	Рост дефолтов домохозяйств, падение кредитных рейтингов семей	Нагрузка на бюджет, риски инфляции цен на аренду	Риски ликвидности рынка при падении цен на жилье

Проведенный анализ показывает, что механический трансфер любой из рассмотренных моделей в российскую экономическую среду невозможен в силу институциональных и структурных ограничений.

В России текущая практика оформления ипотеки на студентов опирается именно на привлечение родителей в качестве созаемщиков. Но копирование американского подхода сталкивается с проблемой социального неравенства.

Французский опыт показывает высокую эффективность государственного гарантирования и субсидирования найма жилья. Но использование этой системы в России ограничена структурой отечественного рынка недвижимости:

1. В России рынок частной аренды жилья остается в значительной степени неструктурированным, что затрудняет масштабное администрирование прямых арендных субсидий по аналогии с APL.
2. Вместе с тем, ключевой элемент французской практики — это замена частного поручителя (семьи) институциональным государственным гарантом, который обладает наивысшим потенциалом адаптации в Российской Федерации.

Уникальная система Чонсе обусловлена историческими особенностями южнокорейского рынка недвижимости и не имеет аналогов в российской гражданско-правовой практике. В то же время работа фонда KNFC представляет наибольшую ценность для России.

Модель, при которой государственный фонд берет на себя страхование банковских рисков и субсидирует процентную ставку до уровня ниже инфляции на период обучения, демонстрирует идеальный баланс между интересами коммерческих банков и финансовыми возможностями студентов.

Российская Федерация находится на этапе выбора пути развития студенческого жилищного финансирования. Главный вывод сравнительного анализа заключается в том, что попытка запустить студенческую ипотеку как коммерческий банковский продукт с привлечением родителей (по модели США) приведет к ее неэффективности.

Для успешной реализации заявленных правительственных инициатив (ставка 6%, взнос 3–5%) необходимо использовать гибридный подход:

1. Перенять у Южной Кореи инструмент государственного институционального гаранта в лице АО «ДОМ. РФ», который берет на себя частичное поручительство перед банками.
2. Внедрить элементы французской системы гибкого субсидирования, при которой в период обучения заемщик освобождается от выплаты тела долга, а государственные институты компенсируют банку доходы.

5. Перспективы и сценарии развития студенческой ипотеки в России

Рассматривая условия льготной ипотеки (ставка 6%, взнос 3–5%, возраст до 35 лет), можно увидеть, что социальная направленность программы всту-

пает в противоречие с рыночными механизмами оценки платежеспособности, принятыми в банковском секторе.

В текущих экономических условиях реализация данной программы в классическом ипотечном формате сталкивается с тремя рисками:

1. Риск формализации. Из-за жестких требований Банка России к показателю нагруженности заемщика и необходимости подтверждения стажа банки вынуждены требовать привлечения родителей в качестве созаемщиков. Это подрывает социальную направленность программы, делая ее недоступной для студентов из малообеспеченных семей, сирот и учащихся из сельской местности.

2. Кредитный риск дефолта. Высокая вероятность изменения жизненных планов студентов (академический отпуск, отчисление, смена специальности, сложности с первичным трудоустройством после выпуска) формирует для банка портфель повышенного риска.

3. Риск неравномерного территориального развития. В отсутствии регуляторных ограничений льготная студенческая ипотека спровоцирует аномальный переток спроса в крупные университетские центры (Москва, Санкт-Петербург, Казань), усугубляя дефицит жилья и вызывая ростовые шоки цен на первичную недвижимость в мегаполисах.

Для преодоления выявленных барьеров и с учетом зарубежного опыта предлагается авторская гибридная модель студенческого жилищного кредитования.

Ключевым звеном предлагаемой модели выступает Единый институт развития в жилищной сфере (АО «ДОМ. РФ»), принимающий на себя функции государственного фонда-гаранта.

Механизм реализации авторской модели включает три последовательных этапа.

Первым этапом является период обучения. Заемщик (студент) освобождается от выплаты основного долга (тела кредита). Ежемесячные платежи включают только субсидируемые проценты по фиксированной льготно ставке в размере 3–6% годовых. Первоначальный взнос от 3 до 5% от суммы кредита может быть сформирован за счет региональных субсидий, материнского капитала или средств работодателя, если речь идет о целевом обучении. В отличие от коммерческих банков, требующих привлечения родителей в качестве созаемщиков, АО «ДОМ. РФ» выступает гарантом перед банком: государство берет на себя до 50% рисков невозврата кредита на время обучения студента.

Переходный этап длится до двух лет — он призван дать выпускнику время, чтобы устроиться на работу по специальности и пройти испытательный срок. Льготная ставка по кредиту сохраняется, если молодой специалист найдёт работу либо по своей профессии, либо в одной из приоритетных отраслей экономики — таких как ИТ, инженерия, педагогика или медицина.

Третий этап состоит в стандартном обслуживании ипотеки: после завершения переходного периода заемщик переходит на стандартный график аннуитетных платежей. В случае отчисления за неуспеваемость или отказа от работы по профилю процентная ставка автоматически субсидиарно повышается до базовой рыночной.

Для предотвращения спекулятивного спроса и обеспечения высокой социальной эффективности предлагается внедрить систему селективных критериев доступности студенческой ипотеки:

1. Приоритет целевого обучения. Максимальный уровень государственного софинансирования и минимальная ставка (3%) должны предоставляться студентам-целевикам с условием последующей отработки на предприятиях региона от 3 до 5 лет.

2. Академический и научный рейтинг. Включение баллов успеваемости, наличия научных публикаций и побед в олимпиадах в скоринговую модель банка в качестве фактора, снижающего процентную ставку.

3. Региональная диверсификация. Установление повышенных лимитов и льгот для студентов, обучающихся в региональных опорных ВУЗах, с целью удержания ценных молодых кадров в субъектах России.

Если полномасштабная студенческая ипотека на первом этапе покажет высокую нагрузку на федеральный бюджет, целесообразно внедрение промежуточного сценария — арендно-накопительной студенческой ипотеки.

Государство субсидирует проживание студента в специализированных домах, а часть ежемесячного платежа идет на залоговый эскроу-счет. По окончании вуза накопленная сумма становится первоначальным взносом по стандартной ипотечной программе.

Так, студенческая ипотека превращается из рискованного коммерческого продукта в эффективный инструмент государственных инвестиций в человеческий капитал.

Заключение

Зарубежный опыт жилищного финансирования молодежи требует адаптации: американская модель усилит неравенство и риски, французские и южнокорейские — плохо вписываются в российские условия.

Оптимална гибридная модель студенческой ипотеки с участием АО «ДОМ.РФ» (гарант, страховщик, субсидиар). Она снизит риски для банков и нагрузку на студентов.

Такой подход превратит ипотеку в инструмент государственных вложений в человеческий капитал и поможет удерживать квалифицированные кадры в ключевых регионах и отраслях.

Литература:

1. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации: часть первая от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ; часть вторая от 26 января 1996 г. № 14-ФЗ // СПС КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.
2. Российская Федерация. Законы. Об ипотеке (залоге недвижимости): Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 102-ФЗ // СПС КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19396/ (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.
3. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ // СПС КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.
4. Российская Федерация. Законы. О потребительском кредите (займе): Федеральный закон от 21 декабря 2013 г. № 353-ФЗ // СПС КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155986/ (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.
5. Зверев, А. В. Ипотечное кредитование и перспективы его развития в России: монография / А. В. Зверев, М. Ю. Мишина, О. Н. Кузнецова [и др.]. — Москва: Издательство «Мир науки», 2023. — 103 с. — DOI: 10.15862/19MNNPM23. — EDN: BOEDUN. — URL: <https://izd-mn.com/PDF/19MNNPM23.pdf> (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.
6. Ростовская, Т. К. Студенческая семья в России: барьеры и возможности благополучия: монография / Т. К. Ростовская, Е. Н. Васильева, Е. А. Князькова [и др.]; отв. ред. Т. К. Ростовская; ИДИ ФНИСЦ

- РАН. — Иваново: Изд-во «Ивановский государственный университет», 2024. — 472 с. — ISBN 978-5-7807-1456-9. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=88939183> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
7. Алахкулиев, Д. А. Сравнительный анализ российской, европейской и американской систем ипотечного кредитования / Д. А. Алахкулиев // Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2019. — № 12-2 (40). — С. 130–135. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rossiyskoy-evropeyskoy-i-amerikanskoy-sistem-ipotechnogo-kreditovaniya> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
 8. Биглова, А. А. Меры социальной поддержки молодых и студенческих семей в зеркале статистического анализа / А. А. Биглова, Л. Ф. Даянова // Экономика и управление: научно-практический журнал. — 2025. — № 6 (186). — С. 209–213. — DOI: 10.34773/EU.2025.6.36. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=85557101> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
 9. Долгих, Е. А. Статистический анализ мер поддержки молодых семей Российской Федерации и ее регионах / Е. А. Долгих // Вестник университета. — 2026. — № 1. — С. 158–167. — DOI: 10.26425/1816-4277-2026-1-158-167. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=89198066> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
 10. Лучкова, Е. С. Собственное жилье для студенческой молодежи в Санкт-Петербурге: мечта или реальность / Е. С. Лучкова // Административное консультирование. — 2022. — Т. 7, № 3 (15). — С. 52–59. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47170014> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
 11. Спрос на жилье и ипотеку: социологический опрос российских семей 2025 г.: аналитический обзор / Аналитический центр ДОМ.РФ, ВЦИОМ. — Москва: ДОМ. РФ, 2025. — 35 с. — URL: <https://дом.рф/api/v2/content/download/600629/134929850/> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
 12. Центральный банк Российской Федерации. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования: статистический материал за январь 2026 года // Официальный сайт Банка России. — Москва, 2026. — URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/Indicator_mortgage/0126/ (дата обращения: 07.08.2026). — Текст: электронный.

13. College Credit Card Agreements Annual Report to Congress / Consumer Financial Protection Bureau. — Washington, D. C.: CFPB, 2025. — 9 p. — URL: https://files.consumerfinance.gov/f/documents/cfpb_college-credit-card-agreements-report_2025-12.pdf (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.
14. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. — Paris: OECD Publishing, 2025. — 500 p. — URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/09/education-at-a-glance-2025_c58fc9ae/1c0d9c79-en.pdf (date of access: 09.08.2026). — Text: electronic.
15. Korea Housing Finance Corporation. Annual Report and Housing Support Programs for Young Adults / Korea Housing Finance Corporation. — Seoul: KHFC, 2025. — URL: <https://www.hf.go.kr/en/index.do> (дата обращения: 09.08.2026). — Текст: электронный.

Научное издание

Исследования молодых ученых

Выпускающий редактор Г.А. Письменная
Ответственные редакторы Е.И. Осянина, О.А. Шульга, З.А. Огурцова
Подготовка оригинал-макета О.В. Майер

Материалы публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 29.09.2026. Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 14,5.
Тираж 300 экз.

Издательство «Молодой ученый».
420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова,
д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»,
Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова,
д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.