

## Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-04>

УДК: 62-868

МРНТИ: 68.75.15

**Система управления дорожными активами. Целевой принцип для постановки и решения задачи**\*<sup>1</sup>Косенко И.Н.<sup>1</sup>Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан\*Автор-корреспондент email: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)

Поступила:  
14 февраля 2024  
Рецензирование:  
05 апреля 2024  
Принята в печать:  
07 июня 2024

**Аннотация**

В условиях ограниченного финансирования и хронического недоремонта автомобильных дорог особую актуальность приобретает системный подход к управлению дорожными активами. В статье рассматривается разработка и внедрение системы управления дорожными активами (СУДА), включающей три модуля: электронную карту дорог (ЭКД), автоматизированный банк дорожных данных (АБДД) и подсистему планирования ремонтов (ППР). Использование данной системы позволяет вырабатывать экономически рациональную стратегию содержания и ремонта дорожной сети с прогнозом на 3–5 лет, учитывая различные сценарии финансирования. Методологическая основа СУДА включает интеграцию цифровых технологий, формирование целевого функционала с последующей детализацией подзадач, а также построение вариационных моделей планирования ремонтов. Особое внимание уделено применению упрощённого критерия экономической эффективности ( $E_y$ ), аналогичного индексу доходности, что обеспечивает адекватное планирование ремонтов при ограниченных ресурсах. Результаты моделирования для различных сценариев финансирования показали значительное различие в итоговых показателях: при полном финансировании улучшение состояния дорожной сети составило более 90%, тогда как при минимальном финансировании – около 7%. Практическая реализация СУДА в Таджикистане подтвердила её применимость и эффективность. Таким образом, система управления дорожными активами обеспечивает эффективное использование финансовых ресурсов, оптимизацию дорожной инфраструктуры и повышение её эксплуатационных характеристик. Это особенно важно для стран с ограниченным бюджетом, где необходимо сохранять существующую сеть дорог и повышать её качество.

**Ключевые слова:** суда, автомобильные дороги, электронная карта дорог, автоматизированный банк, алгоритм, цифровые технологии, целевой функционал, критерий экономической эффективности.

---

**Косенко И.Н.****Информация об авторах:**

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4353-7273>. E-mail: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)

---

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-04>

ӘОЖ: 62-868

FTAMP: 68.75.15

## Жол активтерін басқару жүйесі. Тапсырманы қою мен шешудің мақсатты принципі

\*<sup>1</sup>Косенко И.Н.

<sup>1</sup>Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

\*Автор-корреспондент email: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)

### Түйіндеме

Шектеулі қаржыландыру және автомобиль жолдарын созылмалы жөндемеу жағдайында жол активтерін басқарудың жүйелі тәсілі ерекше өзектілікке ие болады. Мақалада үш модульді қамтитын жол активтерін басқару жүйесін (Кемелерді) әзірлеу және енгізу қарастырылады: жолдардың электрондық картасы (ЭКД), жол деректерінің автоматтандырылған Банкі (АБДД) және жөндеуді жоспарлаудың ішкі жүйесі (ППР). Бұл жүйені пайдалану қаржыландырудың әртүрлі сценарийлерін ескере отырып, 3-5 жылға арналған болжаммен жол желісін күтіп ұстая мен жөндеудің экономикалық ұтымды стратегиясын әзірлеуге мүмкіндік береді. Соттың әдіснамалық негізі цифрлық технологияларды интеграциялауды, кейіннен қосалқы міндеттерді егжей-тегжейлі көрсете отырып, мақсатты функционалды қалыптастыруды, сондай-ақ жөндеуді жоспарлаудың Вариациялық модельдерін құруды қамтиды. Шектеулі ресурстармен жөндеуді барабар жоспарлауды қамтамасыз ететін кірістілік индексіне ұқсас женілдетілген экономикалық тиімділік критерийін (Ey) қолдануға ерекше назар аударылады. Қаржыландырудың әртүрлі сценарийлері үшін модельдеу нәтижелері қорытынды көрсеткіштерде айтартықтай айырмашылықты көрсетті: толық қаржыландырумен жол желісінің жағдайы 90% – дан астам, ал ең аз қаржыландырумен шамамен 7% - около құрады. Тәжікстанда соттың практикалық іске асырылуы оның қолданылуы мен тиімділігін раставды. Осылайша, жол активтерін басқару жүйесі қаржы ресурстарын тиімді пайдалануды, жол инфрақұрылымын оңтайланыруды және оның пайдалану сипаттамаларын арттыруды қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе қолданыстағы жолдар желісін сақтау және оның сапасын арттыру қажет бюджеті бар елдер үшін өте маңызды.

**Түйін сөздер:** кемелер, автомобиль жолдары, жолдардың электрондық картасы, Автоматтандырылған банк, алгоритм, цифрлық технологиялар, мақсатты функционал, экономикалық тиімділік критерийі.

Мақала келді:  
14 ақпан 2024  
Саралтамадан өтті:  
05 сәуір 2024  
Қабылданды:  
03 маусым 2024

Косенко И.Н.

*Авторлар тұралы акпарат:*

Техника ғылымдарының кандидаты, "Көлік құрылышы және құрылыш материалдарын өндіру" кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4353-7273>. E-mail: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)

**The road asset management system. The target principle for setting and solving the problem****\*<sup>1</sup>Kosenko I.N.**<sup>1</sup>Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan\*Corresponding author email: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)**Abstract**

Received:  
14 February 2024  
Peer-reviewed:  
05 April 2024  
Accepted:  
03 June 2024

Шектеулі қаржыландыру және автомобиль жолдарын созылмалы жөндемеу жағдайында жол активтерін басқарудың жүйелі тәсілі ерекше өзектілікке ие болады. Мақалада үш модульді қамтитын жол активтерін басқару жүйесін (Кемелерді) әзірлеу және енгізу қарастырылады: жолдардың электрондық картасы (ЭКД), жол деректерінің автоматтандырылған Банкі (АБДД) және жөндеуді жоспарлаудың ішкі жүйесі (ППР). Бұл жүйені пайдалану қаржыландырудың әртүрлі сценарийлерін ескере отырып, 3-5 жылға арналған болжаммен жол желісін күтіп ұстau мен жөндеудің экономикалық ұтымды стратегиясын әзірлеуге мүмкіндік береді. Соттың әдіснамалық негізі цифровық технологияларды интеграциялауды, кейіннен қосалқы міндеттерді егжей-тегжейлі көрсете отырып, мақсатты функционалды қалыптастыруды, сондай-ақ жөндеуді жоспарлаудың Вариациялық модельдерін құруды қамтиды. Шектеулі ресурстармен жөндеуді барабар жоспарлауды қамтамасыз ететін кірістілік индексіне ұқсас жеңілдетілген экономикалық тиімділік критерийін (Ey) қолдануға ерекше назар аударылады. Қаржыландырудың әртүрлі сценарийлері үшін модельдеу нәтижелері қорытынды көрсеткіштерде айтарлықтай айырмашылықты көрсетті: толық қаржыландырумен жол желісінің жағдайы 90% – дан астам, ал ең аз қаржыландырумен шамамен 7% - около құрады. Тәжікстанда соттың практикалық іске асырылуы оның қолданылуы мен тиімділігін раставды. Осылайша, жол активтерін басқару жүйесі қаржы ресурстарын тиімді пайдалануды, жол инфрақұрылымын оңтайлануды және оның пайдалану сипаттамаларын арттыруды қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе қолданыстағы жолдар желісін сақтау және оның сапасын арттыру қажет бюджеті бар елдер үшін өте маңызды.

**Keywords:** ships, highways, electronic road map, automated bank, algorithm, digital technologies, target functionality, criterion of economic efficiency.

**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, professor of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4353-7273>. E-mail: [kin28@mail.ru](mailto:kin28@mail.ru)

**Kosenko I.N.**

## Введение

При ограниченном финансировании и хроническом недоремонте автомобильных дорог в соответствии с планируемыми межремонтными сроками основной задачей дорожников становится сохранение созданной за последние десятилетия сети автомобильных дорог и приведение её в нормативное эксплуатационное состояние. Эта задача особенно актуальна в современных условиях становления и развития рыночных отношений, когда требуется не только предотвратить разрушения существующей дорожной сети, но и обеспечить её соответствие современным требованиям транспорта. Очевидно, что решение второй части задачи является долговременной, поэтому необходимо применять системный и комплексный подход с элементами мониторинга и оптимального управления состоянием дорог. Такой подход должен включать выработку стратегии выполнения ремонтных работ в условиях ограниченных ресурсов, оценку остаточной работоспособности дорожных одежд, оптимизацию назначения ремонтных мероприятий и др.

Во всех странах мира автомобильные дороги и дорожные сооружения рассматриваются как часть национального богатства, представляющего собой дорожные активы. Управление дорожными активами подразумевает управление сетью автомобильных дорог страны, направленное на их сохранность, модернизацию, своевременную реабилитацию, содержание, ремонт и обновление посредством рентабельного планирования выделяемых на эти цели ресурсов. Этот процесс рассматривается не только с инженерной точки зрения, но и с точки зрения пользователя, так как стоимость любого товара включает транспортные расходы. Кроме того, своевременная доставка грузов и пассажиров является важной составляющей экономики страны.

Эффективное управление транспортно-эксплуатационным состоянием сети дорог (дорожными активами) предусматривает оптимизацию использования выделяемых ресурсов с учётом системного и комплексного подхода, включающего элементы мониторинга и выработку стратегии ремонтных работ на перспективу до 3–5 лет. Это позволит совершенствовать дорожную инфраструктуру при минимальных транспортных расходах.

## Методы

Для управления дорожными активами используется комплексный подход, основанный на современных цифровых технологиях, автоматизированных информационных системах и математическом моделировании. В разработанной структуре системы управления дорожными активами (СУДА) предусмотрены три основных модуля: электронная карта дорог (ЭКД), автоматизированный банк дорожных данных (АБДД) и подсистема планирования ремонтов (ППР).

Методология включает:

- формирование главного целевого функционала с детализацией на подфункционалы и конкретные задачи;
- построение укрупнённой структуры СУДА с интеграцией всех модулей для решения задач оптимального управления дорожной сетью при различных сценариях финансирования;
- разработку электронных карт с многослойной структурой, содержащей детальную информацию о дорогах и мостах, и увязанной с данными АБДД;
- создание автоматизированного банка данных для накопления, хранения, поиска и обработки информации о состоянии дорог и мостов;
- использование алгоритмов планирования ремонтных работ с учётом экономической эффективности и ограниченных ресурсов, с применением упрощённого критерия Еу (аналог индекса доходности);

- разработку вариационных моделей планирования ремонтов с прогнозированием состояния сети дорог на срок 3–5 лет при различных сценариях финансирования.

В практической реализации применяются расчёты и прогнозы по критериям экономической эффективности, моделируются различные варианты сценариев финансирования и определяются приоритетные участки для ремонта, что обеспечивает объективность принятия управленческих решений.

## Результаты

Наиболее отработанной системой в этом направлении является модель HDM-IV, система управления состоянием дорог и мостов RoSy PMS, Американская система управления состоянием дорог и мостов AASHTO, Английская система управления состоянием дорог RO-MAPS (Roughton International's Maintenance Planning System). В России известна система мониторинга МАДИ, в Казахстане система «СМАД» и др.

Внедрение новых цифровых технологий обуславливает необходимость совершенствования существующих систем управления дорожными активами. Автоматизированная информационная система в составе базы дорожных данных должна содержать набор программных продуктов, позволяющих реализовать определенный перечень методов управления дорожными активами.

Реализация всех вышеописанных существующих систем позволила сделать три важных вывода, которые следует учитывать при совершенствовании системы в целом.

Первый вывод: стремясь к совершенству системы и пытаясь учесть как можно больше факторов, мы усложняем возможность ее реализации, так как для этого нужно значительное по объему информационное обеспечение, которое нуждается в постоянном обновлении, на что необходимы не малые средства. Отсюда следует, что система должна работать при ограниченном информационном обеспечении, но вместе с тем достаточном для получения объективных результатов с заданной надежностью решения практических задач.

Второй важный вывод заключается в том, что конкретная страна должна быть готова по своему экономическому развитию адекватно воспринимать разработанную и внедряемую систему управления дорожными активами. Здесь важно отметить, что для реализации любой системы необходима информационная база данных, адекватная разработанной системе, а также условия её формирования и обновления. Отсутствие или старение информации делает систему управления дорожными активами бесполезной. То есть страна должна быть готова обеспечить систему информацией и постоянно, систематически обновлять её.

Третий важный вывод заключается в том, что каждая страна стремится создать свою систему, которая бы учитывала свой уровень достижений, свои экономические особенности развития страны, в том числе, сбалансированность работы предприятий, занятых в дорожном строительстве, свои региональные климатические, технологические и другие особенности.

Изложенные три важных вывода нередко объясняют причины несостоятельности внедрения этих систем в развивающихся странах, где на первой стадии следует внедрять адекватную, упрощенную модель системы управления дорожными активами, которая в дальнейшем могла бы быть поэтапно усовершенствована. Создание такой модели было выполнено применительно к автомобильным дорогам Республики Таджикистан.

Для разработки структуры Системы управления дорожными активами можно воспользоваться общепринятым целевым принципом, суть которого заключается в формировании главного целевого функционала с последующей его дифференциацией на целевые подфункционалы и детализацией на конкретные задачи.

Главный целевой функционал предусматривает организацию действенного механизма, позволяющего выработать экономически рациональную стратегию ремонта и содержания автомобильных дорог на текущий период и на перспективу до 3-5 лет при различных сценариях ежегодного финансирования. Он может быть дифференцирован на основные це-

ли, которым соответствует следующие модули (подсистемы): - модуль 1 – электронная карта дорог (ЭКД); - модуль 2 – автоматизированный банк (база) дорожных данных (АБДД) об эксплуатационном состоянии дорог и мостов; - модуль 3 – подсистема планирования ремонтов (ППР).

Укрупненная структура СУДА может быть представлена в виде следующей структурной схемы (рисунок 1). Все модули (подсистемы) должны быть связаны между собой и оперативно решать комплекс задач, отведенных для каждого модуля.



**Рисунок 1.** Структура системы управления дорожными активами (СУДА) [материал автора]

В составе трех модулей система должна решать следующие основные практические задачи:

- представлять информацию о дорогах и мостах по запросу;
- определять «узкие» места на дорогах (концентрацию ДТП);
- определять первоочередную необходимость выполнения ремонтов;
- определять экономически рациональную стратегию выполнения ремонта дорог и мостов, обеспечивающую максимальную эффективность использования денежных средств с указанием очередности, видов работ и их стоимости. Должны быть получены ответы на следующие вопросы:

- где, в какой очередности, какие ремонтные работы и с какой стоимостью необходимо выполнить в пределах отведенных денежных средств? Насколько при этом, повысится транспортно-эксплуатационное состояние сети дорог, отдельной дороги, участка;

- сколько требуется денежных средств для выполнения полного перечня ремонтов, необходимых для доведения эксплуатационного состояния до нормативных требований, с указанием где, в какой последовательности, какие работы и с какой стоимостью необходимо произвести;

- как изменится состояние дорог при различных сценариях финансирования, в т.ч. с прогнозом на 3 года.

Электронная карта дорог (модуль 1) должна иметь не менее 12 слоев, каждый из которых акцентирует внимание на конкретную информацию, в том числе, на дороги и мосты (с внедрением цифровых технологий, карта может содержать любое заданное количество информационных слоев). Электронная карта дорог должна быть увязана с автоматизированным банком дорожных данных, что достигается возможностью запроса на карте с выходом на формы представления информации из АБДД (например, протяженность дороги, геометрические параметры, фото дороги и т.д.). Автоматизированный банк дорожных данных (АБДД,

модуль 2) представляет собой систему накопления, хранения и поиска информации, а также обработки и управления информацией для решения различных инженерных задач. С учетом современных цифровых технологий возможно применение алгоритмов любой сложности. При этом должна быть обеспечена возможность вывода информации на определенный слой электронной карты.

Для разработки алгоритма подсистемы планирования дорожно-ремонтных работ (модуль 3) сформулирована следующая постановка задачи: - в условиях ограниченных денежных средств, выделяемых в стране на дорожно-ремонтные работы, необходимо установить экономически рациональную стратегию совершенствования технического состояния сети дорог, обеспечивающую максимально возможный экономический результат. В результате решения задачи должны быть получены ответы на вопросы, сформулированные выше.

Такая постановка отличается от существующих систем формированием целевого функционала и структуры системы, в которой используется новый критерий оптимизации – упрощенный критерий экономической эффективности - аналог международного индекса доходности.

В соответствии с вышеизложенным на рис. 2 представлена структурная модель решения задачи планирования ремонтных работ.

С использованием нового критерия оптимальности построен новый алгоритм решения вариационной задачи по планированию дорожно-ремонтных работ при заданных сценариях финансирования.

Модель операционной цепи в подсистеме ППР. Транспортно-эксплуатационное состояние дороги должно оцениваться минимальным количеством показателей, но вместе с тем достаточным для решения поставленных задач. Это следует из выводов по внедрению аналогичных систем и обусловлено требованиями неизбыточности информации.

Постановка задачи включает в себя планирование дорожно-ремонтных работ по экономическим перегонам дороги в объеме ремонта и капитального ремонта по дорожным одеждам.

Техническое состояние каждого перегона оценивается показателями согласно Базе данных (АБДД). Ровность дорожного покрытия является критерием назначения ремонта (восстановление эксплуатационных качеств). Критерием назначения капитального ремонта является оценка прочности одежды.

В качестве критерия для определения эффективности и очередности выполнения ремонтов в международной практике используют: чистый дисконтированный доход (NPV); индекс доходности (PI). Аналогом PI является ранее широко используемый коэффициент экономической эффективности (E). Аналогом NPV являются суммарные дисконтированные затраты. Анализ ранее разработанного алгоритма [2], оценка чувствительности факторов позволили обосновать упрощенный критерий для решения задачи планирования ремонтов, который предлагается использовать в настоящем алгоритме:

$$E_y = \frac{\beta * N_1 * q^{(t-1)/2} * \Delta T_{\text{ec}} * L}{K * t * T_{\text{esf}} * T_{\text{esp}}} \quad (1)$$

где:  $E_y$  – упрощенный коэффициент экономической эффективности (аналог индекса доходности);  $N_1$  – существующая в первый год эксплуатации интенсивность движения транспорта, авт/сут;  $q$  – коэффициент изменения интенсивности движения за межремонтный срок службы  $t$ ;  $K$  – единовременные затраты на ремонт, (рублей);  $T_{\text{esf}}$  и  $T_{\text{esp}}$  – показатель эксплуатационного состояния дороги соответственно до ремонта (фактический) и после ремонта; (определяются согласно методическим положениям диагностики автомобильных дорог):  $\Delta T_{\text{ec}} = T_{\text{esp}} - T_{\text{esf}}$ ;  $L$  - длина участка (перегона), м;  $\beta$  – параметр уравнения:  $\beta=0,287$  – для проезжей части дорог и  $0,139$  – для тротуаров.

В случае ограниченных денежных средств (как это фактически бывает), приоритетные дороги (перегоны) определяются по максимальным значениям критерия  $E_y$  из матрицы (2), общая стоимость ремонтных работ на которых не превышает выделенных ассигнований.

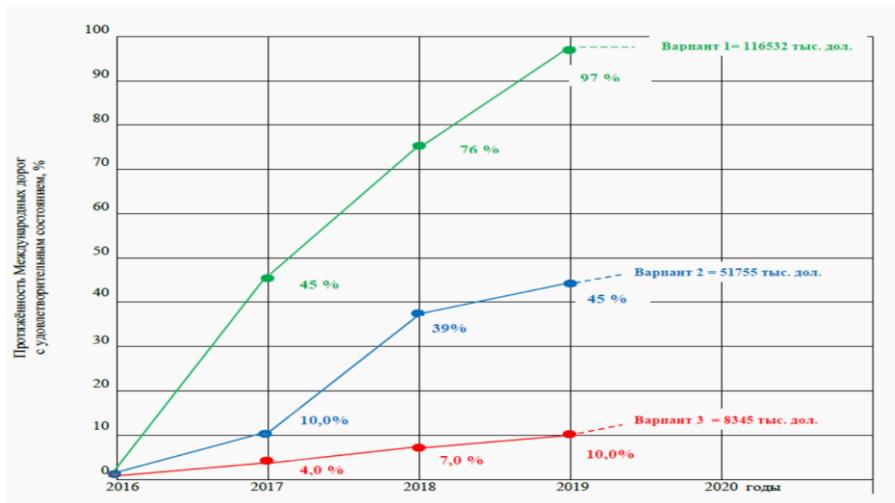
На рисунке 3 для примера представлены варианты стратегии ремонта дорог, рассчитанные по предполагаемому алгоритму для сети дорог Согдийской области Республики Таджикистан (без учета мостов и тоннелей).



**Рисунок 2.** Структурная модель решения задачи по планированию дорожно-ремонтных работ при ограниченных ресурсах [материал автора]

Протяженность дорог с удовлетворительным состоянием дорожного покрытия в первый год составило 2,9 % (пример взят из реальной оценки состояния дорог Согдийская область без учета платной дороги). Предложено три варианта финансирования на три года. Общая сумма выделенных средств по вариантам:

- вариант 1 – 116 532 тыс. дол. (ремонт 446,4 км дорог за три года);
- вариант 2 – 51755 тыс. дол. (ремонт 192 км дорог за 3 года);
- вариант 3 – 8345 тыс. дол. (ремонт 35 км дорог за 3 года).



вариант 1 – ремонт 446,4 км дорог за три года;  
 вариант 2 – ремонт 192 км дорог за три года;  
 вариант 3 – ремонт 35 км дорог за три года

**Рисунок 3.** Предлагаемые варианты ремонтов сети автомобильных дорог [материал автора]

Полученные 3 варианта стратегии ремонтных работ при различных сценариях финансирования позволяют выбрать тот вариант, который может быть реально обеспечен возможным финансированием на данный момент времени.

Очевидно, что наиболее радикальным вариантом стратегии ремонтов является вариант 1, при котором предусмотрено полное выделение необходимых средств в течение 3 лет для ремонта всех участков дорог, находящихся в неудовлетворительном состоянии. Вместе с тем за этот период отдельные участки дорог, ранее находившиеся в удовлетворительном состоянии, ухудшились и перешли в разряд неудовлетворительного. Поэтому в 2019 году сеть дорог оценивается не как 100% дорог в удовлетворительном состоянии, а лишь на 97,1%.

Вариант 3 является наименее эффективным, так как на все три года выделена минимальная сумма – 8345 тыс. долларов. Улучшение состояния сети дорог за этот период составило всего около 7% (с 2,9% до 10,4%), что явно недостаточно для данной сети дорог.

Вариант 2 является промежуточным и может служить ориентиром для соответствующих сценариев финансирования.

Выбор варианта – задача руководителей дорожной отрасли, которые могут использовать предлагаемые стратегии для обоснования денежных средств, необходимых для получения желаемых и адекватных возможностям результатов.

По представленным данным об эксплуатационном состоянии дорог можно выполнить реализацию разработанного алгоритма планирования дорожно-ремонтных работ и получить различные варианты изменения состояния дорог при других сценариях финансирования.

При разработке программного комплекса и Руководства пользователю системы СУДА необходимо учесть:

- системные требования;
- возможность ввода и обновления информации;
- возможность совместного функционирования трех модулей;
- справочные данные по требованиям к автомобильным дорогам;
- возможность масштабирования и управления отображением информационных слов в карты автомобильных дорог;
- возможность поиска объектов на карте, печати, в том числе, выборочных объектов и др.

Следует отметить, что самое главное в программном комплексе СУДА – это информация о состоянии автомобильных дорог и мостов, сформированная в автоматизированном банке данных, которая лежит в основе функционирования всей системы. Без исходной информации любая система не работоспособна!

## Обсуждение

Реализация системы управления дорожными активами (СУДА), основанной на интеграции электронной карты дорог, автоматизированного банка дорожных данных и подсистемы планирования ремонтов, позволила выработать стратегический подход к содержанию и ремонту автомобильных дорог в условиях ограниченного финансирования. Использование укрупнённой структуры системы с элементами мониторинга, аналитики и прогноза обеспечило оптимизацию расходования средств и выявление приоритетных участков для ремонта.

Применение алгоритма на основе упрощённого критерия экономической эффективности ( $E_y$ ) позволяет планировать ремонты с учётом ограниченных ресурсов, обеспечивая максимальную отдачу от вложенных средств. Моделирование различных сценариев финансирования (от полного покрытия потребностей до минимального) продемонстрировало значительное различие в конечных результатах: при минимальном финансировании улучшение состояния сети дорог составило всего около 7%, тогда как при полном финансировании — более 90%.

Практическая реализация данной системы в Таджикистане показала её высокую адаптивность и применимость в реальных условиях. Однако для успешного внедрения необходимо обеспечить своевременное и регулярное обновление данных о состоянии дорожной сети, создание инфраструктуры для цифровизации и мониторинга, а также повышение квалификации персонала. Внедрение подобных систем в развивающихся странах требует гибкости и постепенного усложнения алгоритмов с учётом особенностей экономического развития, климатических и региональных факторов.

## Выводы

Результаты настоящих исследований развиваются существующие теоретические и практические положения по планированию дорожно-ремонтных работ. Они расширяют представления о технико-экономическом моделировании решения вариационных задач поиска оптимальных решений по планированию очередности ремонтов во времени.

Это позволяет рационально планировать средства на ремонтные работы и снизить общие народно-хозяйственные затраты на эксплуатацию дорог за счёт реализации наиболее эффективных способов управления состоянием сети дорог и рационального использования денежных средств.

Разработанный алгоритм системы СУДА апробирован на дорогах Республики Таджикистан, что может быть также актуальным для других развивающихся стран. Алгоритм реализован при разработке соответствующего программного обеспечения при планировании ремонтов дорог Таджикистана по заказу Всемирного банка развития.

Настоящее сообщение может служить исходной информацией для дальнейших действий по внедрению системы СУДА.

**Конфликт интересов.** Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

**Ссылка на данную статью:** Косенко И.Н. Система управления дорожными активами. Целевой принцип для постановки и решения задачи // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2 (6):34-44. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-04>

**Cite this article as:** Kosenko I.N. Sistema upravleniya dorozhnymi aktivami. Celevoj princip dlya postanovki i resheniya zadachi [The road asset management system. The target principle for setting and solving the problem]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2 (6):34-44. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-04>

## Литература

- [1] Красиков О.А. Мониторинг и стратегия ремонта автомобильных дорог. Алматы: КазгосИТИ. 2004, 263.
- [2] Красиков О.А., Косенко И.Н. Автоматизированный банк данных и стратегия ремонта городских дорог и улиц. Алматы: КазгосИТИ. 2013, 179.
- [3] Косенко И.Н. Обоснование и разработка алгоритма системы управления дорожными активами. Научный доклад на соискание степени доктора Международной академии транспорта. Москва. 2021, 56.

## References

- [1] Krasikov OA. Monitoring i strategiya remonta avtomobil'nykh dorog [Monitoring and strategy for repair of motor roads]. Almaty: KazgosINTI; 2004, 263. (in Russ.).
- [2] Krasikov OA, Kosenko IN. Avtomatizirovannyj bank dannykh i strategiya remonta gorodskikh dorog i ulits [Automated database and strategy for repair of urban roads and streets]. Almaty: KazgosINTI; 2013, 179. (in Russ.).
- [3] Kosenko IN. Obosnovanie i razrabotka algoritma sistemy upravleniya dorozhnymi aktivami [Justification and development of the algorithm for road asset management system]. Moscow: Nauchny doklad na soiskanie stepeni doktora Mezhdunarodnoy akademii transporta; 2021, 56. (in Russ.).