

УДК: 69.658625.7/.8

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-12-60-68

С.А. Гужов, А.Б. Санакулов, В.В. Лебедев, Д.Ю. Небрятенко

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Решаются вопросы совершенствования нормативно-технического обеспечения национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» параллельно с задачами практического внедрения на региональных объектах дорожно-строительных материалов и технологий, уже хорошо зарекомендовавших себя на федеральных трассах. С целью выделения наиболее целесообразных

для применения в рамках нацпроекта инноваций в данном исследовании на примере использования полимерно-битумных вяжущих предложен подход к оценке экономической эффективности внедрения данного технологического решения для объектов регионального подчинения.

Ключевые слова: цели, дороги, материалы, вяжущие, расчет, эффективность, технологии.

S.A.Guzhov, A.B. Sanakulov, V.V. Lebedev, D.Yu. Nebratenko

METHODS TO ESTIMATE ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLYING POLYMER-BITUMEN BINDERS

The implementation of the national project "Safe and High-quality Highways" is aimed at spreading the successful experience of using innovative materials, structures and technological solutions for federal projects at road facilities of regional and intermunicipal subordination. There are no approaches to evaluate the economic efficiency of using new and best technologies for the objects of regional subordination or they are not provided with a methodological basis for evaluating their total economic profitability. The objective of the research conducted by the group of authors is to develop methods to prove the efficiency of a wide range of innovations for objects of regional subordination. The research problem is to study the issues of effective transfer to the subjects of the Russian Federation of technological solutions used in construction and repair work on federal highways. This is

due not only to the lack of experience in the application of innovations, the high cost of new production and laboratory equipment for their implementation, the small scale of the work carried out, but also significantly different operating conditions, maintenance of these road facilities. In this part of a comprehensive study conducted within the framework of the federal project "System-wide Measures for the Development of Road Facilities", the authors propose a methodological approach to calculating the efficiency of using polymer-bitumen binders. Cost-effectiveness analysis for arrangement of polymer-asphalt-concrete coatings on highways was used as the methodological basis for evaluating the economic efficiency of applying this technological solution.

Keywords: objectives, roads, materials, binders, calculation, efficiency, technologies.

Введение

Достижение основных целей развития транспортно-логистической инфраструктуры, определенных в «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года», вызывает необходимость объединить усилия государства и бизнеса. Транспортная политика предполагает действия по формированию необходимых характеристик транспортной системы и постоянное развитие транспортной инфраструктуры, позволяющие обеспечить достижение целей развития территории и определить приоритеты развития транспортного комплекса исходя из фак-

торов экономической, социальной и экологической эффективности субъекта федерации [1]. Среди основных задач, реализуемых в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (НП «БКАД»), значится увеличение использования на объектах регионального подчинения передовых дорожных материалов, конструкций и технологий, направленных на улучшение состояния автомобильных дорог в 83 субъектах Российской Федерации [2].

В соответствии с отчетом Счетной палаты Российской Федерации «Монито-

ринг хода реализации мероприятий НП «БКАД» за 2020 год [3], доля автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения, не отвечающих норма-

тивным требованиям к транспортно-эксплуатационному состоянию, ежегодно уменьшается в среднем на 1,5-2 % (табл. 1).

Таблица 1

Состояние автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения

№ п/п	Наименование	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Общая протяженность автодорог (км), из них:	502 564	509 398	515 762	512 564	510 970	510 421	508 201	508 201
2	– не отвечают нормативным требованиям	312 092	320 411	315 493	299 930	290 578	293 839	283576	281 819
3	– доля дорог, не отвечающих нормативным требованиям, %	62,1	62,9	61,9	58,5	56,9	57,7	55,8	55,45

Анализ мероприятий региональных проектов «Дорожная сеть» субъектов Российской Федерации, направленных на увеличение доли автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения, а также автомобильных городских агломераций, соответствующих нормативным требованиям, показал, что основным видом работ являются текущий ремонт и капитальный ремонт автомобильных до-

рог. Поэтому региональными рабочими группами НП «БКАД», при разработке ежегодных программ, уделяется существенное внимание вопросам экономической оценки эффективности использования тех или иных инновационных технологических решений, сырья или материалов, конструкций и т.п., способствующих увеличению доли региональных дорог, находящихся в нормативном состоянии.

Предпосылки исследования

Одной из основных причин не нормативного состояния дорожных одежд, в том числе преждевременного разрушения, являются традиционно применяемые при осуществлении разного вида работ органические вяжущие материалы – битумы нефтяные дорожные вязкие – крупнотоннажно производимые в соответствии с межнациональным стандартом ГОСТ 33133-2014. При этом, не смотря на весь комплекс мер, предшествующих введению новых нормативно-правовых документов на вяжущие, традиционные битумы не удовлетворяют широкому комплексу требований, предъявляемому к ним в соответствии с суровыми климатическими условиями эксплуатации дорожных покрытий.

В первую очередь следует констатировать, что при низких отрицательных температурах, наблюдаемых более чем на 85 % территории России, нефтяные биту-

мы практически непригодны в качестве дорожных вяжущих. Это объясняется тем, что минимальные зимние температуры наиболее холодных суток на 96 % территории России ниже минус 25 °С, а на 65 % территории – ниже минус 35 °С, при этом температура хрупкости традиционных нефтяных дорожных битумов, определяемая по методу Фрааса, как правило, не ниже минус 15-18 °С [4].

Данное обстоятельство объясняет сложности с обеспечением требуемой трещиностойкости нефтяных битумов и покрытий на их основе. В ходе температурных и механических воздействий образуются микротрещины как в объемных, так и структурированных пленках битума, что в итоге приводит к образованию продольных и поперечных температурных трещин. Указанное явление чрезвычайно пагубно для большей части территории России, по-

сколькx облегчает доступ влаги в поры и микропоры асфальтобетона, а затем и к поверхности минеральных материалов. В дальнейшем даже следовые количества воды при ее замораживании и расширении вызывают усилия, разрушительные для массива асфальтобетона.

В тоже время, многократное воздействие динамических нагрузок от колес движущегося транспорта и температурных напряжений, особенно в случае многократных переходов температуры через ноль градусов Цельсия, существенно ускоряет процесс образования и разрастания трещин, являясь основной причиной деформации асфальтобетона при эксплуатации автомобильных дорог в субъектах - участниках НП «БКАД».

Во вторую очередь следует отметить, что не менее важным является отсутствие у нефтяных битумов эластичности, то есть способности к большим обратимым деформациям. Эксплуатация традиционных асфальтобетонных покрытий в условиях ежегодно увеличивающихся многократных динамических воздействий приводит либо к остаточным деформациям покрытий, либо к образованию температурных и усталостных трещин на покрытии.

В первом случае, как правило при высоких положительных температурах, в битумных пленках образуются и накапливаются остаточные деформации, что приводит к сдвигам и наплывам на покрытие. Во втором - образуются микротрещины, которые приводят к образованию температурных и усталостных поверхностных трещин [5]. При этом трещинообразование усиливается в течение всего периода эксплуатации покрытия в связи с постоянным окислительным и температурным старением битумов. Все это происходит в значительной степени из-за того, что в силу пластичности нефтяные битумы не в состоянии необратимо демпфировать большую часть возникающих напряжений без образования остаточных деформаций или трещин. Для обеспечения требуемой сдвигоустойчивости от многократного воздействия нагрузок, достаточной долговременной прочности и существенной морозостойкости, пленка вяжущего должна быть

способна к эластическим деформациям на уровне 85-98 %. Таким образом, очевидно, что традиционный нефтяной битум не только недостаточно трещиностоек, но и недостаточно эластичен.

Экономические, экологические и человеческие потери, объясняющиеся неспособностью асфальтобетонных покрытий на основе битума обеспечить в условиях современного грузонапряженного и интенсивного движения требуемые физико-механические свойства покрытий и их долговечность, аргументируют проведение большого комплекса работ, связывающего экономическую целесообразность и принципиальную возможность модификации вяжущих полимерами разных классов с целью повышения качества и долговечности асфальтобетонных покрытий [6].

Цель применения различных классов полимерных модификаторов - улучшение основных показателей полимерно-битумных вяжущих: увеличивается температура размягчения, снижается температура хрупкости, улучшается адгезия. Но прежде всего, полимеры придают вяжущим эластичность, а, следовательно, и способность к большим эластическим деформациям. Таким образом, осуществляется перевод битумных вяжущих из класса термопластов в класс эластомеров и получение на их основе полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) [7]. ПБВ – это вяжущее полученное путем введения в битум полимера типа СБС. В условиях России оптимальными высокомолекулярными полимерными материалами для указанных целей признаны именно бутадиенстирольные термоэластопласты (СБС полимеры) [4]. Их использование приводит к расширению температурного диапазона работоспособности вяжущих до требуемых величин и позволяет повысить сроки службы асфальтобетонных покрытий в несколько раз за счет повышения их трещиностойкости, сдвигоустойчивости, водо- и морозостойкости, долговременной прочности. Так же в состав ПБВ могут входить пластификаторы и адгезионные присадки, улучшающие качества продукта [8].

Целью исследования на данном этапе является разработка методики обоснования

эффективности применения полимерно-битумных вяжущих и полимерасфальтобетонов на их основе для дорожных объектов регионального подчинения.

Обследование покрытий разных типов региональной дорожной сети, устроенных с применением полимерно-битумных вяжущих, в рамках диагностики по программам федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» за 2018-2020 гг., показало, что в течение периода мониторинга они не претерпели существенных физико-механических изменений, что подтверждает техническую эффективность их применения на объектах регионального и межмуниципального подчинения.

В рамках диагностики состояния региональных дорог, ФАУ «РОСДОРНИИ» анализировались, в том числе, участки автодорог, курируемые несколькими казен-

Методика исследования

Для оценки эффективности применения ПБВ и полимерасфальтобетонов предложена методика, основанная на использовании показателей, базирующихся на сопоставлении результатов и затрат на протяжении всего расчетного периода для ПБВ по ГОСТ 52056-2003 в сравнении с аналогами на БНД по ГОСТ 33133-2014:

$$\text{ЧДД} = \text{ДЗ}_{\text{бс}} - \text{ДЗ}_{\text{ис}}, \quad (1)$$

где, $\text{ДЗ}_{\text{бс}}$ – интегральные дисконтируемые затраты от устройства и эксплуатации покрытия, реализуемого с применением ор-

ными учреждениями, на объектах которых были применены ПБВ российских предприятий-изготовителей (использованы данные федерального информационного ресурса о новых и наилучших технологиях, материалах и технологических решениях повторного применения [9]).

Результаты обследований покрытий, сооруженных с применением полимерасфальтобетонов, и поверхностных обработок с применением ПБВ, наряду с данными лабораторных испытаний, проведенных в лаборатории общепромышленного центра компетенций ФАУ «РОСДОРНИИ» [10], позволяют считать, что срок службы дорожных покрытий, устроенных с применением ПБВ, от 1,5 до 4 раз выше, чем в случае применения битумов нефтяных дорожных и традиционных асфальтобетонов на их основе [11].

ганического вяжущего материала – дорожного битума (традиционная технология);

$\text{ДЗ}_{\text{ис}}$ – интегральные дисконтируемые затраты от устройства и эксплуатации полимерасфальтобетонов на основе ПБВ (инновационная технология);

Расчет интегральных дисконтированных затрат от устройства и эксплуатации традиционных ($\text{ДЗ}_{\text{бс}}$) (далее ТРТ) и инновационных технологий ($\text{ДЗ}_{\text{ис}}$) (далее ИНТ) на объектах транспортной инфраструктуры производился следующим образом:

$$\text{ДЗ}_{\text{бс}} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{КР}_i^{\text{бс}}}{\prod_{t=1}^{t_i} (1+E_t)} + \sum_{j=1}^m \frac{P_j^{\text{бс}}}{\prod_{t=1}^{t_j} (1+E_t)} + \sum_{t=1}^T \frac{C_t^{\text{бс}}}{\prod_{t=1}^T (1+E_t)}, \quad (2)$$

$$\text{ДЗ}_{\text{ис}} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{КР}_i^{\text{ис}}}{\prod_{t=1}^{t_i} (1+E_t)} + \sum_{j=1}^m \frac{P_j^{\text{ис}}}{\prod_{t=1}^{t_j} (1+E_t)} + \sum_{t=1}^T \frac{C_t^{\text{ис}}}{\prod_{t=1}^T (1+E_t)}, \quad (3)$$

где, $\text{КР}_i^{\text{бс}}$ – затраты на осуществление i -го капитального ремонта по традиционной технологии конструктивного элемента объекта транспортной инфраструктуры; $\text{КР}_i^{\text{ис}}$ – затраты на осуществление i -го капитального ремонта по инновационной технологии конструктивного элемента объекта транспортной инфраструктуры; $P_j^{\text{бс}}$ – затраты на осуществление j -го ремонта по традиционной технологии конструктивно-

го элемента объекта транспортной инфраструктуры; $P_j^{\text{ис}}$ – затраты на осуществление j -го ремонта по инновационной технологии конструктивного элемента объекта транспортной инфраструктуры; $C_t^{\text{бс}}$ – затраты на содержание конструктивного элемента объекта транспортной инфраструктуры, реализуемые по традиционной технологии; $C_t^{\text{ис}}$ – затраты на содержание конструктивного элемента объекта транс-

портной инфраструктуры реализуемые по инновационной технологии конструктивного элемента объекта транспортной инфраструктуры; n – количество капитальных ремонтов за расчетный период T ; m – количество ремонтов за расчетный период T ; E_t – общественная (социальная) норма дисконта (дохода) в относительных единицах измерения в году t , в долях; $1/(1 + E_t)$ – коэффициент дисконтирования в году t , в долях.

Оценка затрат по осуществлению капитального ремонта по традиционной и инновационной технологиям осуществлена в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в области ценообразования в строительстве, а также технологическими картами производств работ, представленных в табл. 2.

В качестве основных параметров при проведении технико-экономического сравнения рассматриваемых вариантов приняты данные по участкам 1177+000 –

1187+000 и 1215+374 – 1225+252 автомобильной дороги общего пользования федерального значения Р-255 «Сибирь» Новосибирск– Кемерово –Красноярск–Иркутск, так же представленные на федеральном информационном ресурсе о новых и наилучших технологиях, материалах и технологических решениях повторного применения [9]:

- дорожно-климатическая зона – III;
- категория автомобильной дороги – II;
- интенсивность движения – 14000 авт./сут.

На основании вышеописанных параметров, в том числе интенсивности, рассчитывается вариант конструкции дорожной одежды с равнозначными нормативными статистическими нагрузкам: в первом случае с применением битумов нефтяных дорожных (ГОСТ 33133-2014), а во втором – полимерно-битумных вяжущих (ГОСТ Р 52056-2003).

Таблица 2

Сравнительный анализ вариантов дорожной одежды для разных классов вяжущих

№ п/п	Вариант №1 (с БНД)		Вариант №2 (с ПБВ)	
	Наименование слоев	Толщина (см)	Наименование слоев	Толщина (см)
1	Асфальтобетон А16 ВН на БНД 70/100	5	Асфальтобетон А16 ВН на ПБВ 60	5
2	Асфальтогранулобетон (АГБ) тип М+:	25	Асфальтогранулобетон (АГБ) тип М+:	25
3	– наполнитель \ (асфальтогранулят и щебень)		– наполнитель \ (асфальтогранулят и щебень)	
	– вяжущие (цемент)		– вяжущие (цемент)	
	– модификатор		– модификатор	
	– вода	– вода		
	Капитальные вложения в строительство с НДС 20 %, млн. руб.	87,8	Капитальные вложения в строительство с НДС 20 %, млн. руб.	108,655

Результаты исследования и область их применения

Сравнительный анализ вариантов проектных решений дорожных одежд с применением битумов нефтяных дорожных (ГОСТ 33133-2014) и полимерно-битумных вяжущих (ГОСТ Р 52056-2003), позволил установить, что изначальные затраты при применении последнего выше на 15-20 % [9].

Ориентировочные затраты, связанные с периодичностью проведения работ по устройству слоев износа, защитных слоев износа и поверхностной обработки покрытия, при применении нефтяных битумов (периодичность один раз в 4 года) составляют 56,6млн. руб. (Приказ Минтранса России от 01.11.2007 № 157 «О реализации Постановления Правительства

Российской Федерации от 23 августа 2007 г. № 539 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчета»), а при использовании полимерно-битумных вяжущих с периодичностью один раз в 8 лет они составляют 77,01 млн. руб., что соответствует рекомендациям, обозначенным в ОДМ 218.2.003-2007 «Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блок-сополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог», об увеличении срока службы покрытий на ПБВ в 1,5-4 раза в сравнении с традиционными типами покрытий. Для приведения затрат на ремонт покрытия через длительные сроки в рамках расчета осуществляется интегральное дисконтирование.

Стоимость содержания в расчетах не учитывается ввиду того, что сравнивается применение нефтяных битумов и полимерно-битумных вяжущих при ремонте дорог и мостов, имеющих типовые конструкции дорожных одежд, а величины расходов на содержание будут отличаться в сторону эффективности использования ПБВ [12, 13]. Межремонтные сроки проведения капитального ремонта автомобильных дорог по рассматриваемым вариантам составляют для традиционных асфальтобетонов 12 лет, а в случае применения полимерасфальтобетонов, вследствие увеличения сроков межремонтной службы покрытий на ПБВ в сравнении с традиционными типами покрытий, увеличиваются до 16 лет [14, 15].

Таблица 3

Основные показатели эффективности сравниваемых вариантов

Годы	КР _i – затраты на осуществление i-го капитального ремонта (тыс.руб.)		Р _j – затраты на осуществление j-го ремонта (тыс.руб.)		α - коэфф. дисконтирования	ДЗ–интегральные дисконтируемые затраты от устройства и эксплуатации	
	КР _i ^{бс} – ТРТ	КР _i ^{ис} –ИНТ	Р _j ^{бс} –ТРТ	Р _j ^{ис} –ИНТ		ДЗбс– ТРТ	ДЗис– ИНТ
1	87 870	108 655			1,00	87 870,00	108 655,00
2					0,96	87 870,00	108 655,00
3					0,92	87 870,00	108 655,00
4			56 600,00		0,88	137 826,07	108 655,00
5					0,85	137 826,07	108 655,00
6					0,81	137 826,07	108 655,00
7					0,78	137 826,07	108 655,00
8			56 600,00	77 011,00	0,75	180 120,58	166 201,69
9					0,72	180 120,58	166 201,69
10					0,69	180 120,58	166 201,69
11					0,66	180 120,58	166 201,69
12					0,63	235 711,50	166 201,69
13					0,61	235 711,50	166 201,69
14					0,58	235 711,50	166 201,69
15					0,56	235 711,50	166 201,69
16			56 600,00		0,54	266 027,75	224 399,78
17					0,51	266 027,75	224 399,78
18					0,49	266 027,75	224 399,78
19					0,47	266 027,75	224 399,78
20			56 600,00		0,45	291 694,52	224 399,78
21					0,43	291 694,52	224 399,78
22					0,42	291 694,52	224 399,78
23				77 011,00	0,40	291 694,52	255 223,10
24					0,38	291 694,52	255 223,10
25					0,37	291 694,52	255 223,10
ЧДД							36 471,43
ИДД							1,14

После того, как были установлены исходные данные для проведения расчетов интегральных дисконтированных затрат по рассматриваемым вариантам, перейдем к определению следующего экономического показателя – чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Чистый дисконтированный доход – это показатель, характеризующий эффективность вложений в развитие конкретного направления, благодаря чему на протяжении срока его реализации можно наблюдать за величиной денежных потоков и анализировать ее. Главная задача расчета ЧДД заключается в установлении прибыльности выбранного направления реализации технологического решения. При этом во внимание принимается не только срок вложений, длительность идеи и величина инвестиций, но также целесообразность данного вида деятельности.

Расчетные показатели сравнительной оценки эффективности рассматриваемых вариантов, а именно асфальтобетоны на нефтяных битумах и полимерасфальтобетоны на ПБВ представлены в таблице 2. Анализ указанных данных показывает, что интегральные дисконтируемые затраты на устройство и эксплуатацию дорожной одежды составляет на горизонте 25 лет для случая использования традиционных битумов 291 694,52 43млн.руб., а для проект-

ного решения на ПБВ – 255 223,10 млн.руб.

Таким образом, итоговый ЧДД в течение 25 лет превышает 36471млн.руб., что говорит о высокой экономической эффективности, так как указанный показатель определяет разницу между всеми денежными притоками и оттоками, приведенную к текущему моменту времени (к моменту оценки инвестиционного проекта).

Чем выше индекс доходности дисконтированных инвестиций, тем лучше проект. В нашем случае ИДД – индекс доходности дисконтированных инвестиций (эффект на рубль вложенных средств) составляет 1.14, что говорит о высокой эффективности использования полимерно-битумных вяжущих и полимерасфальтобетонов на объектах НП «БКАД».

Однако существующие подходы к оценке экономической эффективности применения других новых и наилучших технологий повторного применения не обеспечены, как было приказано ранее, на объектах регионального подчинения подробной методологической базой для проведения оценки суммарной экономической выгоды тех или иных технологий, определенных в рамках НП «БКАД». В развитии данного направления авторы видят дальнейшую перспективу для продолжения исследований.

Выводы

Разработана методика оценки эффективности применения полимерно-битумных вяжущих, в соответствии с которой проведено технико-экономическое сравнение и сравнительный анализ вариантов дорожных одежд по традиционной и инновационной технологиям.

Показано, что применение полимерно-битумных вяжущих для участков дорог, входящих в федеральный проект «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», характеризуется повышенной экономической эффективностью (до 15-20 %) на протяжении 25-ти летнего жизненного цикла эксплуатации дорожного полотна.

Установлено, что внедрение в рамках реализации НП «БКАД» инновационных

дорожных вяжущих, в том числе полимерно-битумных, и полимерасфальтобетонных покрытий на их основе, является важнейшим элементом реализации национального проекта, обеспечивающим существенное увеличение межремонтных сроков эксплуатации и дополнительные экономические преимущества эксплуатации дорог с указанным типом покрытия.

Отмечено, что система оценки экономической эффективности от применения новых и наилучших технологий повторного применения на объектах НП «БКАД» нуждается в разработке комплекса учебно-методической документации для подробного методологического сопровождения всех видов инноваций, применяемых в ходе национального проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алешина, И. А.** Реализация программ транспортного развития Брянской области / И. А. Алешина, Т. М. Геращенко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 5. – С. 60-67.
2. **Доклад Президенту РФ** уполномоченного при президенте РФ по защите предпринимательства: официальный сайт. – Москва, 2020. – URL: <https://doklad.ombudsmanbiz.ru/2020/3.pdf> (дата обращения: 11.04.2021). – Текст: электронный.
3. **Счетная палата Российской Федерации:** официальный сайт. – Москва. – Отчет о промежуточных результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» – URL: <http://ach.gov.ru/upload/iblock/89e/89ed0cf9644289ee6bddbfff8da78186.pdf> (дата обращения: 15.03.2021). – Текст: электронный.
4. **Гохман, Л. М.** Дорожный полимерасфальтобетон / Л. М. Гохман. - Москва: Экон-Информ, 2017. - 477 с. - ISBN 978-5-9500099-3-8.
5. **Plewa, A.** Asphaltmixtureswithbindersfluidizedbyadditionofvegetableoriginoilforapplicationsasflexibleanti-cracklayers / A. Plewa // Roads and Bridges - Drogi i Mosty. – 2019. – vol.18. - № 3. – pp. 181 – 192.
6. **Хученройтер, Ю.** Асфальт в дорожном строительстве / Ю. Хученройтер, Т. Вернер. - М: ИД «АБВ-пресс», 2013. – 450 с. - ISBN: 978-5-903018-30-7.
7. **Regularities of the structure of SBS polymerson-the properties of oxidized bituminous binders** / E. V. Kashevskaya, M. Yu. Boksha, A. M. Isakov, D. Yu. Nebratenko // ASFALTOVE-VOZOVKY-2021: collection of scientific paper soft the international conference / PRAGOPROJEKT. – České Budějovice, Czech Republic, 2021. – pp. 187–195.
8. **Производственно-торговая компания «Транском»:** сайт. – Брянск, 2020. – URL: <https://ptktranskom.ru> (дата обращения 15.03.2021).
9. **Федеральный информационный ресурс о новых и наилучших технологиях, материалах и технологических решениях повторного применения:** официальный сайт. – Москва, 2019. – URL: <https://rnnt.ru/technologies> (дата обращения 12.02.2020).
10. **Славуцкий, М. А.** Исследование соответствия фактических PG-характеристик битумных вяжущих требуемым PG-характеристикам для ряда субъектов Российской Федерации: [презентация: материалы IX Международной межотраслевой конференции «ПРО Битум и ПБВ 2021», Москва, 08-09 апреля 2021 г.] / М. А. Славуцкий. – Текст: электронный // Межотраслевая конференция «ПРО Битум и ПБВ». – URL: <https://www.bitumconference.ru/report>. – Дата публикации: 08 апреля 2021.
11. **Гохман, Л. М.** Влияние качества органических вяжущих материалов на срок службы покрытий автомобильных дорог в России / Л. М. Гохман // Дороги России XXI века. – 2014. – № 2. – С. 100-112.
12. **Кулижников, А. М.** Направления совершенствования методики технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд / А. М. Кулижников // Дороги и Мосты. – 2010. – № 1. – С. 32-47.
13. **Небратенко, Д. Ю.** Полимерно-битумные вяжущие на мостах/ Д. Ю. Небратенко // Автомобильные дороги. - 2010. - N 9. - С. 53-54
14. **Харпаев, А. В.** Подходы к оценке процессов старения битумных вяжущих материалов в асфальтобетонных покрытиях / А. В. Харпаев, Е. Н. Симчук // Дороги России XXI века. – 2020. – № 2. – С. 50-67.
15. **Дошлов, О. И.** Полимерно-битумное вяжущее – высокотехнологичная основа для асфальта нового поколения / О. И. Дошлов, Е. Г. Спешилов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 6. – С. 140-144.
1. **Aleshina, I.A.** Implementation of transport development programs of the Bryansk region / I.A. Aleshina, T.M. Gerashchenkova // Bulletin of Bryansk State Technical University. – 2016. – no. 5. – pp. 60-67.
2. **Report to the President of the Russian Federation by the Commissioner for the Protection of Entrepreneurship under the President of the Russian Federation:** official website. – Moscow, 2020. – URL: <https://doklad.ombudsmanbiz.ru/2020/3.pdf> (Accessed: 11.04.2021).
3. **Accounts Chamber of the Russian Federation:** official website. - Moscow. - Report on the interim results of the expert-analytical event "Monitoring the implementation of the activities of the national project "Safe and High-quality Highways" – URL: <http://ach.gov.ru/upload/iblock/89e/89ed0cf9644289ee6bddbfff8da78186.pdf> (Accessed: 15.03.2021).
4. **Gokhman, L.M.** Road polymer-asphalt-concrete / L.M. Gokhman. - Moscow: Ekon-Inform, 2017. - 477 p. - ISBN 978-5-9500099-3-8.
5. **Plewa, A.** Asphaltmixtureswithbindersfluidizedbyadditionofvegetableoriginoilforapplicationsasflexibleanti-cracklayers / A. Plewa // Roads and Bridges - Drogi i Mosty. – 2019. – vol.18. – no. 3. – pp. 181 – 192.
6. **Khuchenpoiter, Yu.** Asphalt in road construction / Yu. Khuchenpoiter, T. Verner. - M: Publishing House «ABC-press», 2013. – 450 p. - ISBN: 978-5-903018-30-7.

7. **Regularities of the structure of SBS polymerson-the properties of oxidized bituminous binders** / E. V. Kashevskaya, M. Yu. Boksha, A. M. Isakov, D. Yu. Nebratenko // ASFALTOVE-VOZOVKY-2021: collection of scientific paper soft the international conference / PRAGOPROJEKT. – České Budějovice, Czech Republic, 2021. – pp. 187–195.
8. **Production and trading company "Transcom": website.** - Bryansk, 2020. - URL: <https://ptktranskom.ru> (Accessed 15.03.2021).
9. **Federal information resource on new and best technologies, materials and technological solutions for reuse:** official website. - Moscow, 2019. - URL: <https://rnnt.ru/technologies> (Accessed 12.02.2020).
10. **Slavutskiy, M.A.** Investigation of the compliance of the actual PG characteristics of bitumen binders with the required PG characteristics for a number of subjects of the Russian Federation: [presentation: Proceedings of the IX International Intersectoral Conference "PRO Bitumen and PBB 2021", Moscow, 08-09 April 2021]. – Accessed 08.04.2021.
11. **Gokhman, L.M.** The influence of the quality of organic binders on the service life of road coverings in Russia / L.M. Gokhman // Dorogi Rossii XXI Veka. – 2014. – no. 2. – pp. 100-112.
12. **Kulizhnikov, A.M.** Directions for improving the methods of technical and economic comparison of road clothes variants / A.M. v Kulizhnikov // Dorogi I Mosti. – 2010. – no. 1. – pp. 32-47.
13. **Nebratenko, D.Yu.** Polymer-bitumen binders on bridges / D.Yu. Nebratenko // Avtomobilnie Dorogi. - 2010. – no. 9. - pp. 53-54
14. **Kharpaev, A.V.** Approaches to the evaluation of the aging processes of bitumen binders in asphalt concrete coatings / A.V. Kharpaev, E.N. Simchuk // Dorogi Rossii XXI Veka. – 2020. – no. 2. – pp. 50-67.
15. **Doshlov, O.I.** Polymer-Bitumen Binder as High-Technology Base for New Generation of Asphalt / O.I. Doshlov, E.G. Speshilov // Proceedings of Irkutsk State Technical University. – 2013. – no. 6. – pp. 140-144.

Ссылка для цитирования:

Гужов, С.А. Методика оценки экономической эффективности применения полимерно-битумных вяжущих / С.А. Гужов, А.Б. Санакулов, В.В. Лебедев, Д.Ю. Небрatenko // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. – № 12. – С. 4 - 12. DOI: 10.30987/1999-8775-2021-12-60-68.

Статья поступила в редакцию 27.04.21.

Рецензент: к.т.н., доцент Брянского государственного технического университета
Антипин Д.Я.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 29.11.21.

Сведения об авторах:

Гужов Станислав Александрович, к.э.н., нач. отдела инноваций ОЦК Научной дирекции ФАУ «РОСДОРНИИ», улица г. Москва, e-mail: sguzhov@yandex.ru.

Санакулов Азамат Бахтиярович, магистрант кафедры «Дорожно-строительные материалы» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), e-mail: lockout05@mail.ru.

Guzhov Stanislav Aleksandrovich, Candidate of Economical Sciences, Head of the Innovation Department of OTSK of the Scientific Directorate of the FAU "ROSDORNII", Moscow, e-mail: sguzhov@yandex.ru.

Sanakulov Azamat Bakhtiyarovich, Master of the Department of Road Construction Materials at Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), e-mail: lockout05@mail.ru.

Лебедев Валентин Витальевич, директор ООО ПТК «ТРАНССКОМ», пос. Свень-Транспортная, Брянская область, e-mail: L6448080@yandex.ru.

Небрatenko Дмитрий Юрьевич, к.хим.н., зам. нач. управления инноваций и НИОКР Научной дирекции ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Москва, e-mail: nebratenko@mail.ru.

Lebedev Valentin Vitalyevich, Director of ООО ПТК "TRANSSKOM", Sven –Transportnaya Village, Bryansk Region, e-mail: L6448080@yandex.ru.

Nebratenko Dmitriy Yuryevich, Candidate of Chemical Sciences, Deputy Head of the Department of Innovation and R&D of the Scientific Directorate of FAU "ROSDORNII", Moscow, e-mail: nebratenko@mail.ru.