

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МЕНЕДЖМЕНТ-СИСТЕМЫ U-LAB

Э.Р. Ахтямов<sup>1</sup>, Е.В. Кошкароев<sup>2</sup>, А.Ю. Дедюхин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «УралНИИСтром», г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup> НИИ «ЛАДОР», г. Екатеринбург, Россия

В статье представлены результаты научно-прикладного развития системы контроля качества строительства автомобильных дорог и испытаний дорожно-строительных материалов с использованием лабораторной информационной менеджмент-системы (ЛИМС) U-LAB, разработанной и внедренной институтом «УралНИИСтром». Изложены основные принципы лабораторного контроля качества строительства автомобильных дорог и преимущества использования разработанной ЛИМС U-LAB для организации и повышения эффективности лабораторного контроля качества строительства и испытаний дорожно-строительных материалов, улучшения взаимодействия между органами управления дорожным хозяйством, подрядными, проектными и научными организациями, привлекаемыми к дорожному строительству. Приведены данные об интерфейсе программы, элементах системы и технико-экономические показатели внедрения в Испытательном центре «УралНИИСтром» в 2020 г. ЛИМС U-LAB рекомендована к применению в испытательных центрах и лабораториях дорожного хозяйства для улучшения организации и эффективности контроля качества строительства автомобильных дорог и испытаний дорожно-строительных материалов.

*Ключевые слова:* автомобильные дороги, дорожно-строительные материалы, качество, лабораторный контроль, испытания, информационные системы, U-LAB, интерфейс, технико-экономические показатели, ЛИМС.

### Введение

Проблеме обеспечения качества строительства и эксплуатации автомобильных дорог посвящены множество специальных исследований и нормативно-технических документов в дорожном хозяйстве. Эта тема занимает значительную часть деятельности органов управления дорожным хозяйством, подрядных, проектных и научных организаций дорожной отрасли [1–17]. Можно сказать, что это центральный вопрос, влияющий на производственно-экономическую деятельность дорожных организаций, выполнение, оценку и приемку дорожных работ, а также на применяемые в дорожных проектах технические решения, технологии и дорожно-строительные материалы.

*Качество* – это совокупность свойств и характеристик продукции (работ, услуг), которые предают ей (им) способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. Проблема качества дорожных работ имеет комплексный характер [9, 10]. Развитие системы контроля качества строительства автомобильных дорог и дорожно-строительных материалов (далее – СКК АД и ДСМ) связано в настоящее время с внедрением в научно-производственную практику цифровых

информационных технологий и лабораторных информационных менеджмент-систем (ЛИМС).

### Исследования и разработка ЛИМС U-LAB

Недостатком выявленных прототипов управления качеством дорожных работ и материалов является отсутствие специализированной дорожной информационной менеджмент-системы, цифровой лаборатории, создание и внедрение которой позволит повысить эффективность, технологичность и информативность всех процессов и информационных потоков в рамках действующих систем управления качеством дорожных работ и лабораторного контроля.

Специализированная лабораторная информационная менеджмент-система (ЛИМС) с оригинальным программным обеспечением и банками дорожных данных была создана институтом «УралНИИСтром» и внедрена для обеспечения деятельности аккредитованного Испытательного Центра института, эффективного взаимодействия с производственными дорожно-строительными организациями и службами Заказчика, усовершенствовав существующую систему контроля качества АД и ДСМ.

Информационная система и цифровая лаборатория, ответственная за обеспечение эффективной работы ЛИМС в составе ИЦ «УралНИИСтром», получила название U-LAB. При разработке программного обеспечения ЛИМС U-LAB учтен опыт разработки подобных лабораторно-информационных менеджмент-систем из смежных отраслей технического контроля и управления качеством работ, услуг и материалов в различных сферах производства [18–23]. Характеристика основных подсистем ЛИМС U-LAB приведена в табл. 1.

Преимущества использования данной цифровой лабораторно-информационной системы приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, прототипы ЛИМС U-LAB уступают по основным характеристикам, аналоги U-LAB в настоящее время в дорожно-строительной отрасли отсутствуют.

Среди основных преимуществ цифровой лаборатории U-LAB:

- прогрессивный интерфейс заказчика (личный кабинет);
- интеграция с соответствующими федеральными государственными информационными системами (ФГИС);
- сквозной контроль жизненного цикла пробы;

- интеллектуальное распределение задач между персоналом;
- инновационные алгоритмы составления производственных планов;
- исключение человеческого фактора;
- криптографическая защита результатов.

Схема функционирования цифровой лаборатории U-LAB представлена на рис. 1. Схема независимого контроля качества с применением ЛИМС U-LAB в системе взаимодействия с подрядными дорожно-строительными организациями и органами управления дорожным хозяйством изображена на рис. 2.

Система U-LAB была запущена в работу в сентябре 2019 г., а с 2020 г. полностью внедрена в ИЦ «УралНИИСтром». Результаты ее внедрения показали заметное повышение эффективности, точности, своевременности и результативности независимого лабораторного контроля дорожных работ и ДСМ. Заказчику и подрядным организациям особенно импонирует наличие «личных кабинетов» в информационной системе, позволяющих осуществлять мониторинг СКК АД и ДСМ, а также быстрый прямой доступ к протоколам и банкам данных.

В результате внедрения ЛИМС U-LAB в ИЦ «УралНИИСтром» появилась Цифровая лаборато-

Таблица 1

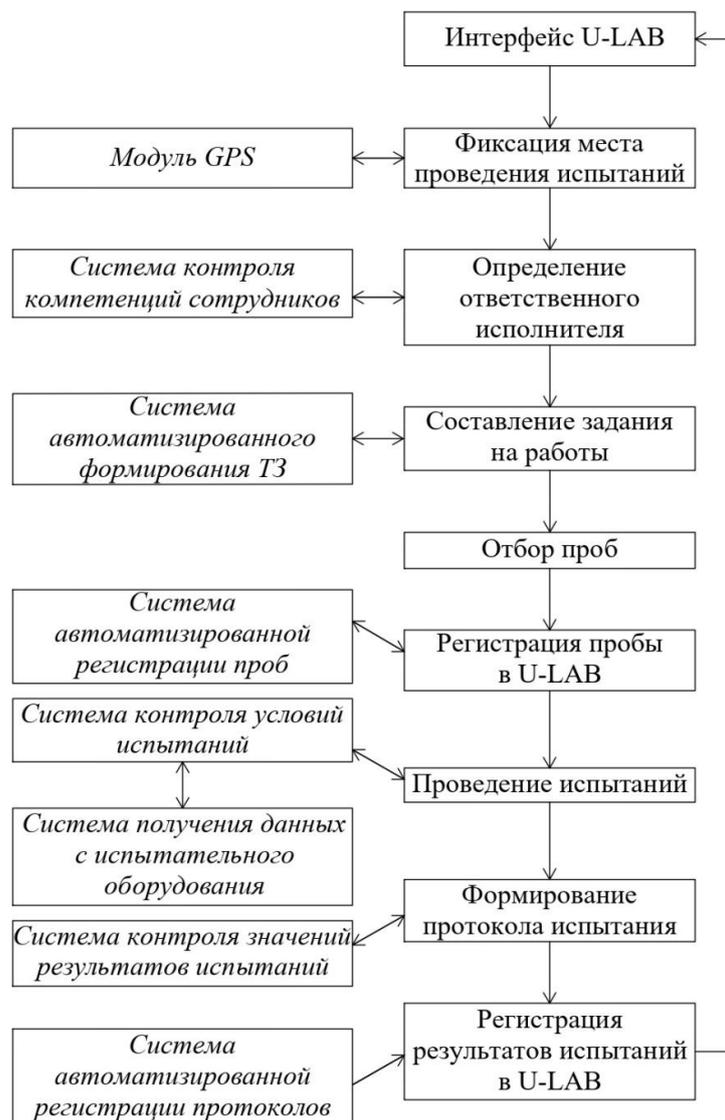
Характеристика подсистем ЛИМС U-LAB

№ п/п	Наименование основных подсистем	Функционал подсистемы
1	Управление отношениями с клиентами	Прием и обработка заявок, обратная связь
2	Управление нормативной документацией	Актуализация нормативных документов, верификация
3	Учет оборудования	Контроль плановых проверок и ремонта, метрология
4	Формирование документации	Создание протоколов, актов, отчетов (более 30 шаблонов)
5	Контроль испытаний	Контроль условий и правильности методик испытаний
6	Личный кабинет Заказчика	Просмотр и отслеживание результатов, статуса заказа, создание технического задания, чат с ответственными лицами, доступ 24×7

Таблица 2

Преимущества использования разработанной ЛИМС U-LAB по сравнению с известными аналогами

№ п/п	Наименование характеристик	ЛИМС U-LAB [18]	Аналоги ЛИМС в других отраслях промышленности, отечественные и зарубежные				
			ЛИМСН-Лаб [19]	Линтел ЛИС [20]	Lab 365 [21]	ЛИС ЦУТ [22]	Simple Lims [23]
1	Жизненный цикл пробы	+	+	+	+	+	+
2	Оснащенность нормативно-технической документацией	+	+	+	+	+	+
3	Управление оборудованием	+	+	+	+	+	+
4	Управление персоналом	+	–	–	+	–	+
5	CRM	+	+	–	–	–	–
6	Сбор информации с оборудования	+	–	+	–	–	+
7	Мобильное приложение	+	–	–	–	–	–
8	Печать документов	+	+	+	+	+	–
9	Личный кабинет заказчика	+	–	–	–	–	–
10	Оболочная версия	+	–	–	+	–	–
11	MES	+	–	–	–	–	–



**Рис. 1. Принципиальная схема функционирования цифровой лаборатории U-LAB в системе контроля качества автомобильных дорог и дорожно-строительных материалов**

рия как структурная единица, обеспечивающая деятельность производственных процессов на основе лабораторной информационной менеджмент-системы, которая организует, контролирует и координирует деятельность испытательных лабораторий и отделов (табл. 3).

В программе U-LAB также работает отдел продаж организации. Менеджеры используют аппарат CRM-блока для контроля работы с заказчиками. Система имеет синхронизацию с комплексом 1С-Бухгалтерия, что позволяет в автоматическом режиме формировать бухгалтерские документы непосредственно из интерфейса ЛИМС.

С использованием ЛИМС U-LAB осуществлен строительный контроль и испытание дорожно-строительных материалов на объектах заказчиков:

- участки региональных автомобильных дорог;

- улично-дорожная сеть (г. Челябинск);

- строительный контроль объектов промышленного и гражданского строительства в г. Челябинске и Челябинской области;

- испытание дорожно-строительных материалов, подбор составов асфальтобетонов и щебеночно-мастичных асфальтобетонов в соответствии с ГОСТ 31015-2002; ГОСТ Р 58406.1-2020; ГОСТ Р 58406.2-2020.

При эксплуатации ЛИМС U-LAB в ИЦ «УралНИИСтром» в 2020 году:

- сокращено время оформления результатов испытаний за счет автоматизации бизнес-процессов внутри лабораторий на 2 745 часов;

- выдано 2346 протоколов испытаний;

- применено в испытаниях 15192 методик по актуализированным нормативно-техническим документам.



Рис. 2. Блок-схема независимого контроля с применением ЛИМС U-LAB в системе контроля качества дорожно-строительных материалов и автодорог

Исследовательские лаборатории и подразделения ИЦ «УралНИИСтром», координируемые U-LAB Таблица 3

№ п/п	Наименование	Функции	Примечание
1	Цифровая лаборатория U-LAB	Управление и координация деятельности подразделений Центра, автоматизация производственных и бизнес-процессов, взаимоотношение с клиентами 24×7	– около 2000 клиентов – 5 уровней проверки – 1250 методик испытаний
2	Лаборатория строительных материалов	Сертификационные и контрольные испытания строительных материалов	– 190 методик – база ГОСТ и ГОСТ Р
3	Лаборатория нерудных полезных ископаемых	Исследование пригодности горных пород для строительства и различных сфер производства	Испытание горных пород, щебня, песка, глинистого сырья и пр.
4	Дорожно-строительная лаборатория	Контроль качества автомобильных дорог и дорожно-строительных материалов. Подбор состава АБС и ЦМА	– ГОСТ, ГОСТ Р, ПНСТ, СП, СНИП, ТР ТС
5	Лаборатория битумов и мастик	Испытание битумов, полимерно-битумных вяжущих и мастик	– ГОСТ, ГОСТ Р
6	Лаборатория керамических материалов	Исследование сырья, керамических изделий и кирпича	– 41 методика, – ГОСТ
7	Лаборатория физико-механических испытаний	Определение прочности материалов и изделий в широком интервале температур и нагрузок	– 78 методик, – ГОСТ, ГОСТ Р
8	Лаборатория композитных материалов	Физико-механические испытания и разработка композитных материалов	– 26 методик, – ГОСТ, ГОСТ Р
9	Лаборатория стендовых испытаний конструкций	Определение механических и эксплуатационных характеристик конструкций	– 11 методик, – ГОСТ, ГОСТ Р
10	Лаборатория неразрушающего контроля	Испытание и определение надёжности методами неразрушающего контроля	– ГОСТ, ГОСТ Р
11	Лаборатория грунтов и геологии	Исследование и классификация грунтов и анализ образцов инж.-геол. изысканий	– 33 методики, – ГОСТ, ОДМ
12	Лаборатория лакокрасочных материалов	Испытания образцов ЛКМ на соответствие требованиям НД	– 19 методик, – ГОСТ, ГОСТ Р
13	Лаборатория огнеупорных бетонов	Испытание жаростойких и огнеупорных бетонов, в т.ч. высокотемпературных	– 53 методики, – ГОСТ, DIN, ASTM
14	Лаборатория тампонажных цементов	Подбор состава и испытание тампонажных цементов различных типов	– 22 методики, – ГОСТ; API
15	Лаборатория обогащения неметаллорудных материалов	Исследования комплексного использования минерального сырья	– 10 методик, – ГОСТ, ТУ, СТО

№ п/п	Наименование	Функции	Примечание
16	Лаборатория физической химии	Физико-химические исследования структуры и свойств веществ, ФХМА	– 150 методик, – методы ФХМА
17	Химико-аналитическая лаборатория	Определение хим. состава, качественный и количественный хим. анализ веществ	– автоматизированные испытания, – ГОСТ
18	Научно-исследовательский центр	Исследование и разработка новых материалов, НИОКР, разработка НТД	Рецептуры, технологии, отчеты о НИР, ТУ, НТД
19	Центр строительного контроля	Строительный аудит. Контроль качества СМР и строительных материалов	ГОСТ, СП, СНиП, ППР, акты, протоколы, отчет
20	Учебно-образовательный центр	Повышение квалификации в области строительства и лабораторного контроля	– курсы (5), – учебные программы
21	Проектно-конструкторский центр	Проектирование технологических линий производства строительных материалов	ГОСТ, нормы проектирования

## Заключение

Таким образом, разработка, техническое оснащение и клиентоориентированное оформление интерфейса лабораторной информационной менеджмент-системы U-LAB, предназначенной для контроля качества АД и ДСМ, позволило повысить эффективность лабораторного контроля и улучшить взаимодействие между производственными организациями и службами Заказчика при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, искусственных дорожных сооружений, объектов промышленного и гражданского строительства. По совокупности достигнутых технико-экономических показателей ЛИМС U-LAB рекомендована к применению в испытательных центрах и лабораториях дорожного хозяйства для улучшения организации и эффективности контроля качества строительства автомобильных дорог и испытаний дорожно-строительных материалов.

## Литература

1. *Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: моногр.* / Д.Г. Неволин, В.Н. Дмитриев, Е.В. Кошкарлов и др. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2015. – 292 с.
2. *Обеспечение качества строительства автомобильных дорог. Тематическая подборка.* – М.: Информавтодор, 2007. – 85 с.
3. *Система управления и контроля качества ремонта, реконструкции и строительства магистральных автомобильных дорог и мостов* / А.В. Линцер, В.И. Мясостовский, В.Б. Салтыков и др. – Обзорная информация. Вып. 6. – М.: Информавтодор, 2001. – 64 с.
4. *Афиногенов, О.П. Управление качеством дорожных работ на территориальном уровне* / О.П. Афиногенов, А.Ф. Санников, А.С. Белокобыльский. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. – 176 с.
5. *Технологическое обеспечение качества строительства автомобильных дорог: методиче-*

*ские рекомендации СибАДИ* / В.Н. Шестаков и др. – Омск: Омский дом печати, 2004. – 256 с.

6. *Организация и управление инновационной деятельностью на транспорте: теоретические и практические вопросы управления* / А.Б. Ефимов, В.М. Самуйлов, Е.В. Кошкарлов и др. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2002. – 264 с.

7. *Комплексная программа повышения качества строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог Свердловской области.* – Екатеринбург: СОГУ УАД, 1998. – 150 с.

8. *Ершов, М.М. Авторский надзор – элемент системы контроля качества строительства автомобильных дорог* / М.М. Ершов // *Вопросы проектирования и строительства автомобильных дорог: опыт и инновации: сб. науч. тр. ГИПРОДОРНИИ.* – Екатеринбург, 2010. – С. 268–272. – Вып. 1(60).

9. *Управление качеством: учеб. пособие* / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро; под ред. И.И. Мазура. – М.: Высшая школа, 2003. – 334 с.

10. *Всеобщее управление качеством* / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов и др.; под ред. д.т.н., проф. О.П. Глудкина. – М.: Лаб. базовых знаний, 2010. – 599 с.

11. *Ахтямов, Э.Р. Опыт применения стандартов ТР ТС 2014 институтом «УралНИИ-стром»* / Э.Р. Ахтямов // *Опыт применения стандартов Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог: науч.-практ. конф.* – Казань, 2017.

12. *Дедюхин, А.Ю. Исследование истираемости асфальтобетонных покрытий большого города* / А.Ю. Дедюхин, Э.Р. Ахтямов, Е.В. Кошкарлов // *Автомобильные дороги.* – 2020. – № 12. – С. 12–14.

13. *Справочная энциклопедия дорожника. Т. I: Строительство и реконструкция автомобильных дорог* / под ред. А.П. Васильева. – М.: «Информавтодор», 2005. – 646 с.

14. *ГОСТ Р ИСО 9000-2001. – Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.* – М.: Госстандарт России, 2001. – 26 с.

15. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. – Система менеджмента качества. Требования. – М.: Госстандарт России, 2001. – 21 с.

16. ГОСТ Р ИСО 9004-2001. – Система менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. – М.: Госстандарт России, 2001. – 46 с.

17. СНиП 12-01-2004. Организация строительства. – М.: Госстрой России, 2005. – 30 с.

18. Аккредитованный испытательный центр // УралНИИСтром. – <https://uniis.ru/nii/?pid=57> (дата обращения 10.11.2020)

19. Программа ЛИМС «Н-Лаб» // Независимая аналитическая лаборатория. Новосибирск. – URL: <http://lims54.ru/> (дата обращения 10.11.2020)

20. Лабораторная информационная система «ЛинтеЛ ЛИМС» (LIMS – Laboratory Information Management System) // АО «Башкирское СКБ «Нефттехмавтоматика». – <http://www.bashnxa.ru/catalog/Laboratory/> (дата обращения 10.11.2020)

21. Система управления лабораторией неразрушающего контроля // Сервис lab365.ru. – <https://lab365.ru/lmk> (дата обращения 10.11.2020)

22. Лабораторная информационная система, совместимая с 1С: Предприятие (ЛИС, ЛИМС) // «Центр учетных технологий 2019». – URL: <http://www.center-ut.ru/branchsolutions/18.php> (дата обращения 10.11.2020)

23. SimpleLims. – <https://www.simplelims.com/products.htm> (дата обращения 10.11.2020).

**Ахтямов Эльдар Рашидович**, технический директор, руководитель Испытательного центра, ООО «УралНИИСтром» (Челябинск), [info@uniis.ru](mailto:info@uniis.ru)

**Кошкароев Евгений Васильевич**, кандидат технических и доктор экономических наук, член Международной академии авторов научных открытий и изобретений, ведущий научный сотрудник, НИИ «ЛАДОР» (Екатеринбург), [nauka.z@mail.ru](mailto:nauka.z@mail.ru)

**Дедюхин Александр Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент, директор НИИ «ЛАДОР» (Екатеринбург), [niilador@mail.ru](mailto:niilador@mail.ru)

*Поступила в редакцию 18 марта 2021 г.*

DOI: 10.14529/build210204

## **DEVELOPMENT OF A QUALITY CONTROL SYSTEM FOR ROAD CONSTRUCTION USING THE LABORATORY INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM U-LAB**

**E.R. Akhtyamov<sup>1</sup>, [info@uniis.ru](mailto:info@uniis.ru)**

**E.V. Koshkarov<sup>2</sup>, [nauka.z@mail.ru](mailto:nauka.z@mail.ru)**

**A.Yu. Dedyukhin<sup>2</sup>, [niilador@mail.ru](mailto:niilador@mail.ru)**

<sup>1</sup> UralNIISTrom, Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>2</sup> “LADOR” Research Institute, Ekaterinburg, Russian Federation

The article presents the results of the scientific and applied development of the quality control system for road construction and testing of road building materials using the laboratory information management system (LIMS) U-LAB, developed and implemented by the UralNIISTrom Institute. The basic principles of laboratory quality control of road construction are described, as well as the advantages of using the developed LIMS U-LAB for organizing and increasing the efficiency of laboratory quality control of construction and testing of road building materials, improving the interaction between road management bodies and contracting, design and scientific organizations involved in road construction. The data on the program interface, the system elements and the technical and economic indicators of implementation in the Test Center “UralNIISTrom” in 2020 are presented. LIMS U-LAB is recommended to be used in the road-industry test centers and laboratories for the improvement of the organization and efficiency of quality control of road construction and testing of road building materials.

*Keywords: highways, road building materials, quality, laboratory control, tests, information systems, U-LAB, interface, technical and economic indicators, LIMS.*

### References

1. Nevolin D.G. (Ed.), Dmitriyev V.N. (Ed.), Koshkarov E.V., Chudinov S.A., Grinevich N.A., Kruchinin I.N., Krivosheev S.G., Skripkin A.D., Koshkarov V.E., Shalamova E.N., Butenko V.L. *Innovatsionnyye tekhnologii proyektirovaniya i stroitel'stva avtomobil'nykh dorog* [Innovative Technologies of Design and Construction of Automobile Roads]. Ekaterinburg, 2015. 292 p.
2. *Obespecheniye kachestva stroitel'stva avtomobil'nykh dorog. Tematicheskaya podborka* [Ensuring the Quality of Road Construction. Thematic Selection]. Moscow, Informavtodor Publ., 2007. 85 p.
3. Lintser A.V., Myastovskiy V.I., Saltykov V.B., Grys' E.N., Churar' V.G., Levdikov V.I., Cherkasov A.V. *Sistema upravleniya i kontrolya kachestva remonta, rekonstruktsii i stroitel'stva magistral'nykh avtomobil'nykh dorog i mostov. Obzornaya informatsiya. Vyp. 6* [The System of Management and Quality Control of Repair, Reconstruction and Construction of Main Highways and Bridges]. Moscow, Informavtodor Publ., 2001. 64 p.
4. Afinogenov O.P., Sannikov A.F., Belokobyl'skiy A.S. *Upravleniye kachestvom dorozhnykh rabot na territorial'nom urovne* [Quality Management of Road Works at the Territorial Level]. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat Publ., 2002. 176 p.
5. Shestakov V.N., Permyakov V.B., Vorozheykin V.M., Starkov G.B. *Tekhnologicheskoye obespecheniye kachestva stroitel'stva avtomobil'nykh dorog: metodicheskiye rekomendatsii SibADI* [Technological Quality Assurance of Road Construction: Methodological Recommendations of SibADI]. Omsk, Omskiy dom pechati Publ., 2004. 256 p.
6. Efimov A.B., Samuylov V.M., Koshkarov E.V. *Organizatsiya i upravleniye innovatsionnoy deyatel'nost'yu na transporte: teoreticheskiye i prakticheskiye voprosy upravleniya* [Organization and Management of Innovative Activity in Transport: Theoretical and Practical Issues of Management]. Ekaterinburg, 2002. 264 p.
7. *Kompleksnaya programma povysheniya kachestva stroitel'stva, remonta i soderzhaniya avtomobil'nykh dorog Sverdlovskoy oblasti* [Comprehensive Program for Improving the Quality of Construction, Repair and Maintenance of Highways in the Sverdlovsk Region]. Ekaterinburg, 1998. 150 p.
8. Ershov M.M. [Author's Supervision-An Element of the Quality Control System for the Construction of Highways]. *Voprosy proyektirovaniya i stroitel'stva avtomobil'nykh dorog.: opyt i innovatsii. Sb. nauch. tr. GIPRODORNII* [Issues of Road Design and Construction: Experience and Innovations: GIPRODORNII]. Ekaterinburg, 2010, iss. 1(60), pp. 268–272. (in Russ.)
9. Mazur I.I. (Ed.), Shapiro V.D. *Upravleniye kachestvom: ucheb. posobiye* [Quality Management. Textbook]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2003. 334 p.
10. Gludkin O.P. (Ed.), Gorbunov N.M., Gurov A.I., Zorin Yu.V. *Vseobshcheye upravleniye kachestvom* [Total Quality Management]. Moscow, Lab. bazovykh znaniy Publ., 2010. 599 p.
11. Akhtyamov E.R. [Experience of Application of Standards of TR CU 2014 by the Institute UralNIIstrom]. *Opyt primeneniya standartov Tekhnicheskogo reglamenta Tamozhennogo soyuza TR T-s 014/2011 "Bezopasnost' avtomobil'nykh dorog": nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Experience of Application of Standards of Technical Regulations of the Customs Union TR CU 014/2011 "Road Safety": Scientific and Practical Conference]. Kazan', 2017.
12. Dedyukhin A.Yu., Akhtyamov E.R., Koshkarov E.V. [Research of Attrition of Asphalt Concrete Coverings of the Big City]. *Avtomobil'nyye dorogi* [Automobile Roads], 2020, no. 12, pp. 12–14. (in Russ.)
13. Vasil'yeva A.P. (Ed.) *Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika. Stroitel'stvo i rekonstruktsiya avtomobil'nykh dorog* [Reference Encyclopedia of the Road Builder. Construction and Reconstruction of Highways]. Moscow, Informavtodor Publ., 2005, vol. 1. 646 p.
14. *GOST R ISO 9000-2001. Sistema menedzhmenta kachestva. Osnovnyye polozheniya i slovar'* [State Standard ISO 9000-2001. Quality Management System. Basic Provisions and Dictionary]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 2001. 26 p.
15. *GOST R ISO 9001-2001. Sistema menedzhmenta kachestva. Trebovaniya* [State Standard ISO 9001-2001. Quality Management System. Requirements]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 2001. 21 p.
16. *GOST R ISO 9004-2001. Sistema menedzhmenta kachestva. Rekomendatsii po uluchsheniyu deyatel'nosti* [State Standard ISO 9004-2001. Quality Management System. Recommendations for Improving Performance]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 2001. 46 p.
17. *SNiP 12-01-2004. Organizatsiya stroitel'stva* [Building Regulations 12-01-2004. Organization of Construction]. Moscow, Gosstroy Rossii, 2005. 30 p.
18. *Akkreditovannyi ispytatel'nyy tsentr. UralNIIstrom* [Accredited Testing Center UralNIIstrom]. Available at: <https://uniis.ru/nii/?pid=57> (accessed 10.11.2020)
19. *Programma LIMS "N-Lab". Nezavisimaya analiticheskaya laboratoriya* [Program of LIMS "N-Lab". Independent Analytical Laboratory]. Novosibirsk. Available at: <http://lims54.ru/> (accessed 10.11.2020)
20. *Laboratornaya informatsionnaya sistema "Lintel LIS"* [LIMS - Laboratory Information Management System]. *AO Bashkirskoye SKB "Neftekhimavtomatika"* [JSC "Bashkir SKB "Neftekhimavtomatika"]. Available at: <http://www.bashnxa.ru/catalog/Laboratory/> (accessed 10.11.2020)

21. *Sistema upravleniya laboratoriyey nerazrushayushchego kontrolya. Servis lab365.ru* [Nondestructive Testing Laboratory Control. System. Service lab365.ru]. Available at: <https://lab365.ru/lnk> (accessed 10.11.2020)
22. *Laboratornaya informatsionnaya sistema, sovmestimaya s IS: Predpriyatiye (LIS, LIMS). "Tsentri Uchetnykh Tekhnologiy 2019"* [Laboratory Information System Compatible with IC: Enterprise (LIS, LIMS). "Center for Accounting Technologies 2019"]. Available at: <http://www.center-ut.ru/branchsolutions/18.php> (accessed 10.11.2020)
23. Simple LIMS. Available at: <https://www.simplelims.com/products.htm> (accessed 10.11.2020).

*Received 18 March 2021*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Ахтямов, Э.Р. Развитие системы контроля качества строительства автомобильных дорог с использованием лабораторной информационной менеджмент-системы U-LAB / Э.Р. Ахтямов, Е.В. Кошкароев, А.Ю. Дедюхин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 44–51. DOI: 10.14529/build210204

**FOR CITATION**

Akhtyamov E.R., Koshkarov E.V., Dedyukhin A.Yu. Development of a Quality Control System for Road Construction Using the Laboratory Information Management System U-LAB. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2021, vol. 21, no. 2, pp. 44–51. (in Russ.). DOI: 10.14529/build210204

---