

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ  
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»  
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XIV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Астана, 2026

**УДК 656:620.9**

**ББК 65.37+65.305.1**

**A43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

**A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения:** XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

**ISBN 978-601-385-216-4**

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

**ISBN 978-601-385-216-4**

**УДК 656:620.9**  
**ББК 65.37+65.305.1**

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 3 «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И  
СЕРТИФИКАЦИЯ»**

<b>Алимбекова А.Г.</b> ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ КИЛОГРАММА: ПУТЬ К АБСОЛЮТНОЙ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ЕДИНИЦЫ МАССЫ	381
<b>Ахматжанова Н.Б., Ахмеджанова Ф.А.</b> РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ГЛОБАЛИЗАЦИИ	386
<b>Ахмедова Н.Н., Абсеитов Е.Т.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА УПАКОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РК	389
<b>Баймурзина Г.К.</b> ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ	394
<b>Боранбаева К.А., Абсеитов Е.Т.</b> РИСК ОРИЕНТИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН КАК ИНСТРУМЕНТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	400
<b>Габиден Д.Г., Бектурганова Г.К.</b> САНДЫҚ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУДА НӘТИЖЕЛЕРДІҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАДАҒАЛАНУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ИЕРАРХИЯЛЫҚ СХЕМАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУ	404
<b>Гинаятова А.С., Килибаев Е.О., Ахмет А.Ә.</b> ҚР СТ ISO 19011–2019 ТАЛАПТАРЫНА СӘЙКЕС ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ ІШКІ АУДИТ ЖҮЙЕСІ	408
<b>Ермаханова Ф.Р., Билялова М.Н.</b> TQM ТҰЖЫРЫМДАМАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫ ЖЕТІЛДІРУ АРҚЫЛЫ КУЗОВ БОЯУ ПРОЦЕСІНІҢ ДӘЛДІГІ МЕН СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ	413
<b>Ертуганов К.М., Байхожаева Б.У., Кубенова М.М.</b> ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН: СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ИНИЦИАТИВ	418
<b>Есеркенов А.Б., Казангельдина Ж.Б.</b> АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІН САҚТАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСІНДЕГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМДЕРДІ БАҚЫЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ	423
<b>Әбдіжәлел М., Тажиев С., Муртазин Е., Ережеп Д.</b> ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ШУСКОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА ОСНОВЕ ПОДХОДА ISO GUM	427
<b>Жакиш Н.Е., Канаев А.Т.</b> ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ	

ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА В УСЛОВИЯХ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ	430
<b>Жәнібек Ж.Ж., Хаймулдинова А.К.</b> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ТҰРАҚТЫ ДАМУ ТҮРАҚТЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК БАЗАСЫН ЖЕТІЛДІРУ	433
<b>Казиев А.С., Байхожаева Б.У.</b> РОЛЬ ВАЛИДАЦИИ МЕТОДИК КАЛИБРОВКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	438
<b>Караева Ю.А., Николаенко Е.В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТОВ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	443
<b>Қабылова М.М., Килибаев Е.О., Есмағамбет А.Д.</b> ISO 9001/14001/45001 ЖӘНЕ ISO/IEC 17025: ҚАЗАҚСТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНДА СӘЙКЕСТІКТІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ТЕТІКТЕРІ (KAZAKHMYC ЖӘНЕ KAZZINC КЕЙСТЕРІ)	448
<b>Лоскутова А.В.</b> КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯГОД ЕЖЕВИКИ: СТАНДАРТЫ И СЕРТИФИКАЦИЯ	453
<b>Марат Е.А., Хаймулдинова А.К.</b> ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГИЯ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЕСЕПТЕГІШТЕРДІ ЕНГІЗУ АРҚЫЛЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ТЕКСЕРУДІ ЦИФРЛАНДЫРУ	458
<b>Новикова Е.В., Куприна И.В.</b> СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ: ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ	462
<b>Алмас Д.Т., Оспанова А.Т.</b> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАУ-КЕН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСІНДЕГІ ЦИФРЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІКТІ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ	465
<b>Сахилаева Д.Б., Килибаев Е.О., Есмағамбет А.Д.</b> АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ В ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕРАХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СКЛАДОВ	472
<b>Таңатар Ә.М., Казангельдина Ж.Б.</b> МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ НЫСАНДАРЫН ТАҢДАУ КЕЗІНДЕГІ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ МӘРТЕБЕСІН СӘЙКЕСТЕНДІРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ	477
<b>Турсункулова Б.А., Есмағамбет А.Д.</b> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ ЕАЭС В СФЕРЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	480
<b>Файзиев Ж.С.</b> ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ НА ОРГАНИЧЕСКУЮ ПРОДУКЦИЮ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН	484
<b>Файзиев Ж.С.</b> ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА В ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТАХ	488
<b>Шарипова А.Т., Киргизбаева К.Ж.</b> ЖОЛ-ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН СЫНАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІ	491

<b>Шегай А.В., Байхожаева Б.У.</b> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	496
--	-----

Подтверждение соответствия молочной продукции требованиям технических регламентов осуществляется в форме сертификации или декларирования соответствия.

Современные тенденции развития молочной промышленности требуют постоянного совершенствования системы технического регулирования. [6]

Основными направлениями развития являются:  
гармонизация национальных стандартов с международными;  
внедрение современных методов контроля качества;  
развитие системы прослеживаемости продукции;  
повышение требований к безопасности пищевой продукции.

Реализация этих мер позволит повысить конкурентоспособность отечественной молочной продукции и обеспечить высокий уровень защиты здоровья потребителей. [7]

Подведя итог можно отметить, что формирование требований качества и безопасности молока в государственных стандартах играет важную роль в системе обеспечения продовольственной безопасности. Технический регламент о безопасности молока и молочной продукции, утверждённый Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №474, устанавливает единые требования к производству, переработке, хранению и реализации молочной продукции. Соблюдение данных требований позволяет обеспечить высокое качество молока, предотвратить реализацию небезопасной продукции и защитить здоровье потребителей. [8]

Таким образом, дальнейшее совершенствование системы стандартизации и технического регулирования является важным условием устойчивого развития молочной отрасли.

#### С п и с о к и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в

1. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 07.07.2017 №474 «Об утверждении Общего технического регламента о безопасности молока и молочной продукции».
2. Общий технический регламент Республики Узбекистан UzTR 474-020:2017 «О безопасности молока и молочной продукции».
3. СанПиН 0281-09 Гигиенические требования к производству молочной продукции.
4. СанПиН 0283-10 Гигиенические требования к безопасности пищевой продукции.
5. Закон Республики Узбекистан «О техническом регулировании».
6. Кузнецов В.В. Технология молока и молочных продуктов. — Москва: Колос, 2018.
7. Техническое регулирование и стандартизация пищевой продукции. — Москва: Стандарты и качество, 2019.
8. Фролов В.И. Контроль качества молочной продукции. — Москва: Пищевая промышленность, 2017.

УДК 625.7/.8:006.91:620.1

## **ЖОЛ-ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН СЫНАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІ**

**Шарипова Аянат Талғатқызы**

[ayanat1904@gmail.com](mailto:ayanat1904@gmail.com)

«Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының магистранты  
«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан

**Киргизбаева Камиля Жузбаевна**

[Kirg\\_kam@mail.ru](mailto:Kirg_kam@mail.ru)

т.ғ.к. қауымдастырылған профессор (доцент), «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасы, «Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан

*Аңдатпа.* Мақалада жол-құрылыс материалдарын сынаудың заманауи әдістері және олардың метрологиялық қамтамасыз етілу ерекшеліктері қарастырылған. Асфальтбетон қоспаларының физика-механикалық және реологиялық қасиеттерін бағалауда қолданылатын цифрлық бейне корреляциясы (DIC), динамикалық модульді анықтау (SPT, АМРТ), Hamburg Wheel-Track сынағы, разрушаусыз тығыздық өлшеу әдістері талданды. ҚР СТ 1225-2019, ҚР СТ 1223-2019, ГОСТ Р 58401 сериясы және ПНСТ құжаттары шеңберінде сынақ нәтижелерінің дәлдігі, қайталанушылығы және өлшеу белгісіздігіне қойылатын талаптар жүйеленді. Сынақ әдістерін валидациялау, белгісіздік бюджетін құру және ішкі сапа бақылауын ұйымдастыру жол жабындарының ұзақмерзімділігін арттырудың маңызды шарты екені негізделді.

*Түйін сөздер:* асфальтбетон, динамикалық модуль, DIC, АМРТ, Гамбург сынағы, метрологиялық қамтамасыз ету, өлшеу белгісіздігі, стандарттау.

Жол инфрақұрылымының сапасы елдің экономикалық дамуының маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Жол жабындарының ұзақ мерзімділігі мен сенімділігі көбінесе қолданылатын жол-құрылыс материалдарының қасиеттеріне байланысты. Әсіресе асфальтбетонның беріктігі, деформацияға төзімділігі және климаттық әсерлерге тұрақтылығы жолдардың қызмет ету мерзімін анықтайтын негізгі факторлар болып табылады.

Практикада жол жабындарының мерзімінен бұрын бұзылуы жиі кездеседі. Бұл жағдай көбінесе материалдардың сапасын жеткіліксіз бақылаумен, сынау әдістерінің жетілмегендігімен және өлшеу нәтижелерінің жеткілікті метрологиялық негізделмеуімен байланысты. Сондықтан жол-құрылыс материалдарын сынаудың ғылыми негізделген әдістерін қолдану және олардың метрологиялық қамтамасыз етілуін жетілдіру аса маңызды міндет болып табылады.

Автомобиль жолдарының пайдалану мерзімі мен қауіпсіздігі жол-құрылыс материалдарының сапасына тәуелді. Асфальтбетон жабындарының мерзімінен бұрын бұзылуы көбіне материал қасиеттерін дұрыс бағаламаумен немесе сынақ нәтижелерінің сенімсіздігімен байланысты.

Қазіргі кезеңде сынақтар тек статикалық беріктік көрсеткіштерімен шектелмей, материалдың эксплуатациялық мінез-құлқын сипаттайтын функционалдық параметрлерге негізделеді. Сондықтан сынақтардың метрологиялық қамтамасыз етілуі – нәтижелердің дәлдігі мен салыстырмалылығын қамтамасыз ететін негізгі фактор. [1]

Сонымен қатар, динамикалық модульді анықтау әдістері кеңінен қолданылуда. Бұл әдістер асфальтбетонның нақты эксплуатациялық жағдайдағы мінез-құлқын бағалауға мүмкіндік береді. АМРТ (Asphalt Mixture Performance Tester) сияқты заманауи құрылғылар материалдың серпімділік қасиеттерін температура мен жүктеме жиілігінің кең диапозоннда зерттеуге мүмкіндік береді.

Тағы бір маңызды бағыт – тұрақты және қайта өңделген материалдарды сынау әдістерін дамыту. Бұл әдістер материалдардың ұзақ мерзімді беріктігін, суға және аязға төзімділігін бағалауға бағытталған. Мұндай кешенді сынақ бағдарламалары материалдардың нақты эксплуатациялық жағдайдағы жұмыс қабілеттілігін дәл анықтауға мүмкіндік береді. [2]

Жол-құрылыс материалдарын сынау ұлттық және халықаралық стандарттарға сәйкес жүргізіледі. Қазақстанда асфальтбетон қоспаларына қойылатын негізгі талаптар ҚР СТ 1225-2019 және ҚР СТ 1223-2019 стандарттарымен регламенттелген.

Бұл стандарттар материалдардың тығыздығы, беріктігі, суға төзімділігі және басқа да маңызды қасиеттерін анықтау әдістерін белгілейді.

Сонымен қатар, халықаралық тәжірибеде Superpave жүйесіне негізделген сынау әдістері кеңінен қолданылуда. Бұл жүйе материалдардың функционалдық қасиеттерін бағалауға бағытталған және жол жабындарының ұзақ мерзімді сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Өлшеу нәтижелерінің сенімділігін қамтамасыз ету үшін өлшеу әдістемелері нақты регламенттелуі тиіс. Бұл әдістемелер өлшеу процедурасын, қателік көздерін және нәтижелерді өңдеу тәсілдерін анықтайды.

Өлшеу нәтижелерінің дәлдігі және метрологиялық қамтамасыз ету. Жол-құрылыс материалдарын сынау нәтижелерінің сенімділігі өлшеу дәлдігі мен метрологиялық қамтамасыз ету деңгейіне байланысты. Өлшеу дәлдігі дұрыстық және прецизиондық сияқты көрсеткіштермен сипатталады.

Дұрыстық – өлшеу нәтижесінің нақты мәнге жақындығын көрсетеді, ал прецизиондық – қайталанған өлшеулер нәтижелерінің шашырауын сипаттайды. Бұл көрсеткіштер өлшеу әдістерінің сапасын бағалауда маңызды рөл атқарады.

Өлшеу нәтижелерінің белгісіздігіне әсер ететін негізгі факторларға мыналар жатады:

- материалдың гетерогенділігі;
- температура режимі;
- өлшеу құралдарының дәлдігі;
- үлгілерді дайындау әдісі;
- оператордың біліктілігі.

Өлшеу нәтижелерінің сенімділігін арттыру үшін өлшеу әдістерін валидациялау және тұрақты ішкі бақылау жүргізу қажет. Бұл әдістер өлшеу нәтижелерінің қайталанушылығын және дұрыстығын қамтамасыз етеді.

Цифрлық бейне корреляциясы (DIC). DIC әдісі үлгі бетіне түсірілген контрастты дақ үлгісі арқылы деформация өрістерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс жарықшақ басталуын, кернеу концентрациясын және шаршау процесін толық өрісте бақылауға жағдай жасайды. [3]

Артықшылықтары:

- контактсыз өлшеу;
- жоғары кеңістіктік рұқсат;
- жарықшақ эволюциясын сандық бағалау.

Динамикалық модуль ( $E^*$ ) және АМРТ/SPT. Superpave тұжырымдамасында динамикалық модуль ( $E^*$ ) асфальтбетонның реологиялық сипаттамасының негізгі көрсеткіші болып табылады. ГОСТ Р 58401.12-2019 және ГОСТ Р 58401.21-2019 стандарттарына сәйкес анықталады. [4; 5]

Ерекшеліктері:

- температуралық тәуелділік;
- жүктеу жиілігіне сезімталдық;
- жоғары прецизиондық ( $CV \approx 3-7\%$ ).

Hamburg Wheel-Track сынағы. Гамбург сынағы колея түзілуге және ылғал әсеріне тұрақтылықты бағалайды.  $r$  және  $R$  мәндері көпзертханалық зерттеулер негізінде нормаланған. [6]

Қазақстанда сынақтар келесі құжаттармен реттеледі:

- ҚР СТ 1225-2019 – асфальтбетонға техникалық шарттар; [7]
- ҚР СТ 1223-2019 – полимерасфальтобетон; [8]
- ГОСТ Р 58401 сериясы – Superpave элементтері; [4; 5; 9]
- ПНСТ 130, 131-2016 – ығысу және ин-ситу тығыздық; [10; 11]
- ТР ТС 014/2011 – қауіпсіздік талаптары. [13]

Нормаланатын негізгі параметрлер 1 кестеде келтірілген.

1 кесте – Нормалантын негізгі параметрлер

Параметр	Стандарт	Инженерлік мағынасы
Кеуектілік	ҚР СТ 1225	Колея тұрақтылығы
Су төзімділік	ҚР СТ 1225	Ылғалға сезімталдық
Динамикалық модуль	ГОСТ Р 58401.12	Реологиялық мінез-құлық
Тығыздық (in-situ)	ПНСТ 131	Тығыздау сапасы

Дәлдік сипаттамалары. ISO 5725 бойынша дәлдік екі компоненттен тұрады: дұрыстық және прецизиондық. [12] Дәлдік көрсеткіштері 2 кестеде көрсетілген. [14]

2 кесте – Дәлдік көрсеткіштер

Көрсеткіш	Сипаттамасы
Дұрыстық	Жүйелі ауытқу
Қайталанушылық	Бірдей шарттағы шашырау
Ұдайы өндіру	Лабораторияаралық айырмашылық

Белгісіздік бюджетін құру. М. Словик (2015) зерттеуінде динамикалық модуль белгісіздігі 8–12 % екені көрсетілген (3 кесте). [15]

3 кесте – Белгісіздік құрылымы

Құраушы	Үлес
Үлгі гетерогендігі	≈50 %
Температура	≈15 %
Калибрлеу	≈15 %
Қайталанушылық	≈20 %

Өлшеу нәтижелерінің белгісіздігіне әсер ететін негізгі факторларға мыналар жатады:

- материалдың гетерогенділігі;
- температура режимі;
- өлшеу құралдарының дәлдігі;
- үлгілерді дайындау әдісі;
- оператордың біліктілігі.

Өлшеу нәтижелерінің сенімділігін арттыру үшін өлшеу әдістерін валидациялау және тұрақты ішкі бақылау жүргізу қажет. Бұл әдістер өлшеу нәтижелерінің қайталанушылығын және дұрыстығын қамтамасыз етеді.

Валидация және ішкі бақылау:

- кемінде 10–15 қайталау;
- $t$  және  $R$  есептеу;
- эталон үлгімен салыстыру;
- бақылау карталарын жүргізу. [16]

Жол-құрылыс материалдарын сынаудың маңызы. Жол-құрылыс материалдарын сапалы сынау жол инфрақұрылымының сенімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады. Заманауи сынау әдістерін қолдану келесі артықшылықтарды қамтамасыз етеді:

- жол жабындарының қызмет ету мерзімін арттыру;
- жөндеу шығындарын азайту;
- жол қозғалысының қауіпсіздігін арттыру;
- материалдардың сапасын тиімді бақылау;
- халықаралық стандарттарға сәйкестікті қамтамасыз ету.

Бұл факторлар жол құрылысы саласының тиімділігін арттыруға және инфрақұрылымның тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жол-құрылыс материалдарын сынау әдістерін жетілдіру жол инфрақұрылымының сапасын арттырудың маңызды шарты болып табылады. Заманауи сынау әдістері материалдардың қасиеттерін дәл анықтауға және олардың эксплуатациялық сенімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Ұлттық және халықаралық стандарттарды қолдану өлшеу нәтижелерінің сенімділігін қамтамасыз етеді және әртүрлі зертханалар арасындағы нәтижелерді салыстыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, өлшеу әдістерінің метрологиялық қамтамасыз етілуі өлшеу нәтижелерінің дұрыстығын және қайталанушылығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Заманауи сынақ әдістері жол жабындарының эксплуатациялық қасиеттерін неғұрлым толық сипаттауға мүмкіндік береді. DIC, АМРТ және Hamburg сынақтары дәстүрлі статикалық әдістерді толықтырады.

Сынақ нәтижелерінің сенімділігі метрологиялық қамтамасыз етуге тәуелді:

стандарттарға сәйкестік;

- белгісіздік бағалау;

- әдістемені валидациялау;

- ішкі сапа бақылауы.

Заманауи әдістерді ұлттық стандарттармен үйлестіріп енгізу жол жабындарының ұзақмерзімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Wang S., Zhu Z., Ma T., Fan J. Asphalt Concrete Characterization Using Digital Image Correlation: A Systematic Review of Best Practices, Applications, and Future Vision // *Journal of Testing and Evaluation*. – 2024. – Vol.52(4). – JTE20230485.
2. Zhu Z., Al-Qadi I.L. SIFT-Aided Rectified 2D-DIC for Displacement and Strain Measurements in Asphalt Concrete Testing // *Journal of Performance of Constructed Facilities (online first)*. – 2024.
3. Zhu Z., Al-Qadi I.L. Crack Detection of Asphalt Concrete Using Combined Fracture Mechanics and Digital Image Correlation // *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*. – 2023. – Vol.149(3). – 04023012.
4. ГОСТ Р 58401.12-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения динамического модуля упругости с использованием установки динамического нагружения (SPT). – М., 2019.
5. ГОСТ Р 58401.21-2019. Методы определения динамического модуля упругости и числа текучести с использованием установки динамического нагружения (АМРТ). – М., 2019.
6. Monismith C.L. және т.б. Evaluation of AASHTO T 324 Hamburg-Wheel Track Device Test // *Proceedings, TRB*. – 2016.
7. СТ РК 1225-2019. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Астана, 2019.
8. СТ РК 1223-2019. Смеси полимерасфальтобетонные дорожные, аэродромные и полимерасфальтобетон. Технические условия. – Астана, 2019.
9. ГОСТ Р 58401.22-2019. Определение плотности слоя неразрушающими методами. – М., 2019.
10. ПНСТ 131-2016. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения плотности на месте укладки с помощью гамма-плотномера. – М., 2016.
11. ПНСТ 130-2016. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения деформации сдвига.
12. ГОСТ ISO 5725-3:2023. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточная прецизионность и альтернативные планы проведения экспериментов.
13. TP TC 014/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности автомобильных дорог». – Действующая редакция, актуальная информация и обзор требований. – Режим доступа: сайты Eugo-register, Sercons и др.
14. ГОСТ ISO 5725-1:2023. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.
15. Słowik M. Calculation of Measurement Uncertainty for Stiffness Modulus of Asphalt Mixture // *Journal of Civil Engineering and Management*. – 2015.
16. «Руководство по валидации методик испытаний». – Гос. рег. №20162600, 28.06.2016.