

Рекомендации по измерению и прогнозированию температуры дорожной одежды

Иванова Айыына Андреевна

Санкт-Петербургский Политехнический Университет

г Санкт-Петербург, Политехническая, д29,

ainalol@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются автомобильные дороги общего пользования в 5 различных дорожно-климатических зонах России. Температура окружающей среды региона, где проходит автомобильная дорога оказывает большое влияние на формирование условий работы дорожных одежд. Результаты многочисленных исследований показывают, что на прочность дорожной одежды в течение эксплуатации непосредственно влияют физико-механические свойства материалов, применяемых для строительства дорожных одежд, технология и качество строительных работ, грунтовые и поверхностные воды, влажность грунта земляного полотна, температура покрытия, интенсивность движения и состав транспортного потока, периоды года и другие факторы.

Ключевые слова: температура, дорожная одежда, прогнозирование, асфальтобетонные покрытия.

Recommendations on temperature measurement and forecasting of road surfacing

Ivanova Aiyuna

Saint-Peterburg, Politechnicheskaya 29

Saint-Petersburg Politech University

ainalol@mail.ru

Abstract. In article public highways in 5 various road and climatic zones of Russia are considered. Region ambient temperature where the highway runs exerts a great influence on formation of operating conditions of road clothes. Results of numerous probes show that strength of road clothes during operation is directly influenced by physicommechanical properties of the materials applied to construction of road clothes, technology and quality of construction works, a ground and surface water, moistness of a soil of a road bed, covering temperature, intensity of the movement and structure of a transport stream, the periods of year and other factors.

Keywords: temperature, asphalt concrete, road surfacing, prediction, upper bound of a covering, lower bound of a covering.

Наряду с транспортными нагрузками на прочность дорожной одежды особое влияние оказывают природно-климатические факторы: температура окружающего

воздуха, влажность, облачность, солнечная радиация, атмосферные осадки и их распределение по сезонам года, в том числе высота снежного покрова, глубина промерзания, направление и скорость ветра. Особенно следует выделить температуру окружающего воздуха и воздействие солнечной радиации, которые напрямую формируют температурное поле в слоях конструкции дорожной одежды, что сказывается на прочности дорожной одежды. Количество и распределение атмосферных осадков по сезонам года имеет важное значение, поскольку от них зависит водно-тепловой режим земляного полотна и дорожной одежды.

Для точного прогноза рассчитывают синусоиду колебания среднемесячных температур воздуха за период 365 дней по реальными данными метеослужб в заданной ДКЗ (значения температуры берут по журналу ТМ-I в ближайшей гидрометеостанции на 4.00 и 16.00 часов каждого дня) по средней температуре за 20 предыдущих лет и используют при прогнозировании.

В соответствии с требованиями п.3.10 ОДН 218.046-01 [1], для расчета слоев асфальтобетонного покрытия на растяжение при изгибе по синусоиде колебания среднемесячных температур определяют низкие весенние температуры, в соответствии с которыми принимают его характеристики (расчетные значения модуля упругости асфальтобетона при расчете на длительную нагрузку). При расчете слоев из слабосвязных материалов, а также грунта на сопротивление сдвигу по синусоиде колебания среднемесячных температур определяют весенние повышенные температуры и принимают значения модуля упругости асфальтобетонного покрытия (нормативные значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонов различных составов).

На предварительном этапе проектирования состава асфальтобетонной смеси для обоснованного подбора битума следует исходить из реальных, либо расчётных данных по температуре поверхности дорожного покрытия в зависимости от температуры воздуха для различных ДКЗ:

$$t_{\text{п}} = 1.017 * t_{\text{в}} + 1.593 \quad (1)$$

где:

$t_{\text{п}}$ = температура поверхности дорожного покрытия (°C);

$t_{\text{в}}$ = температура воздуха (°C).

Прогнозирование изменения температуры покрытия, с учетом регулярных суточных изменений, следует производить на основе периодических суточных и годовых изменений температуры для различных ДКЗ (Использовать графики на рис. №№ 1- 10).

$$t_{\text{пх}} = 1.981 * \sin\left(\frac{2\pi(t_{\text{сут}} - 10)}{24}\right) + 6.655 * \sin\left(\frac{2\pi(PN_{\text{г}} - 97)}{365}\right) + 0.702 * t_{\text{в}} + 2.49 \quad (2)$$

$$t_{\text{пх}} = 6.655 * \sin\left(\frac{2\pi(PN_{\text{г}} - 97)}{365}\right) + 0.702 * t_{\text{в}} + 2.49 \quad (3)$$

Для прогноза используются следующие данные:

$t_{пл}$ = температура поверхности в теплое время года;

$t_{пх}$ = температура поверхности в холодное время года;

$t_{сут}$ = час суток;

$R_{№}$ = порядковый номер дня выполнения измерений. Порядковый номер первого дня в году 1, последнего – 365;

$t_{в}$ = температуру воздуха.

При этом отдельно прогнозируется температура поверхности дорожного покрытия за период с 31 марта по 15 октября (теплое время года), и отдельно прогнозируется температура поверхности дорожного покрытия за период с 16 октября по 30 марта (холодное время года).

На рисунках №№ 1- 5 представлены теоретические зависимости температуры поверхности дорожного покрытия от температуры воздуха в теплое время года для различных ДКЗ.

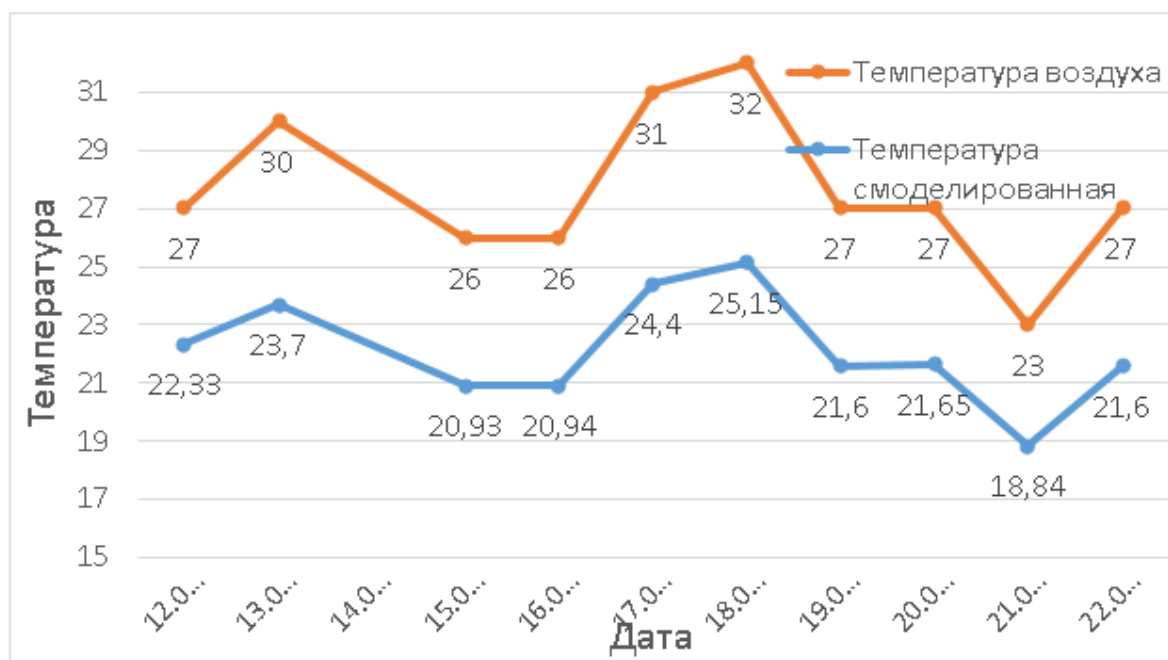


Рисунок 1. Температура поверхности дорожного покрытия в теплое время года для I ДКЗ

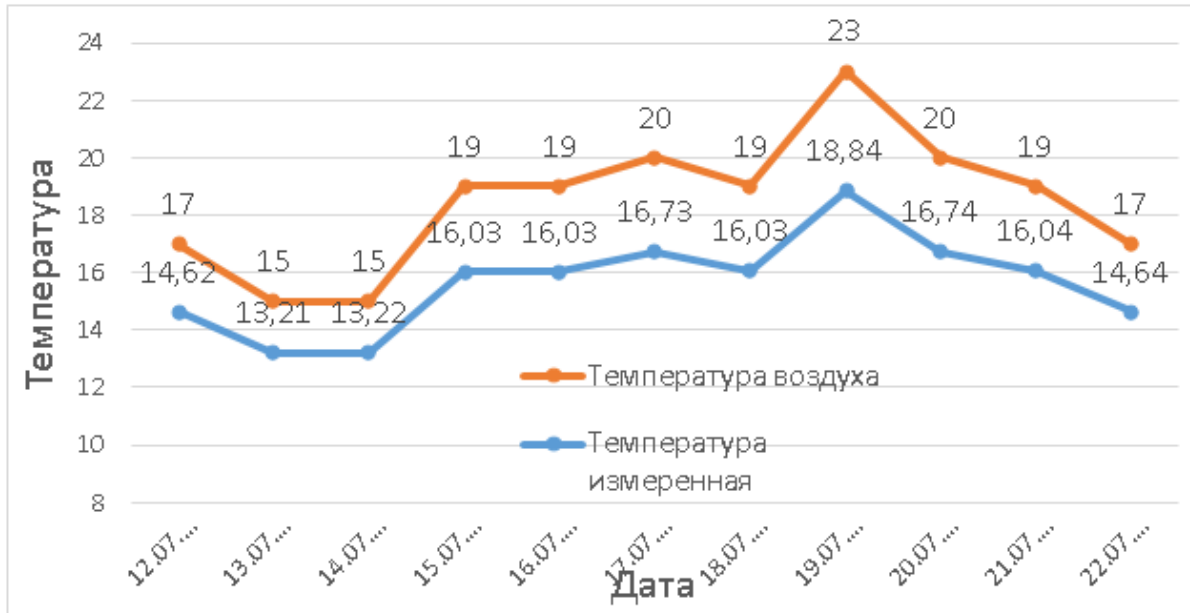


Рисунок 2. Температура поверхности дорожного покрытия в теплое время года для II ДКЗ

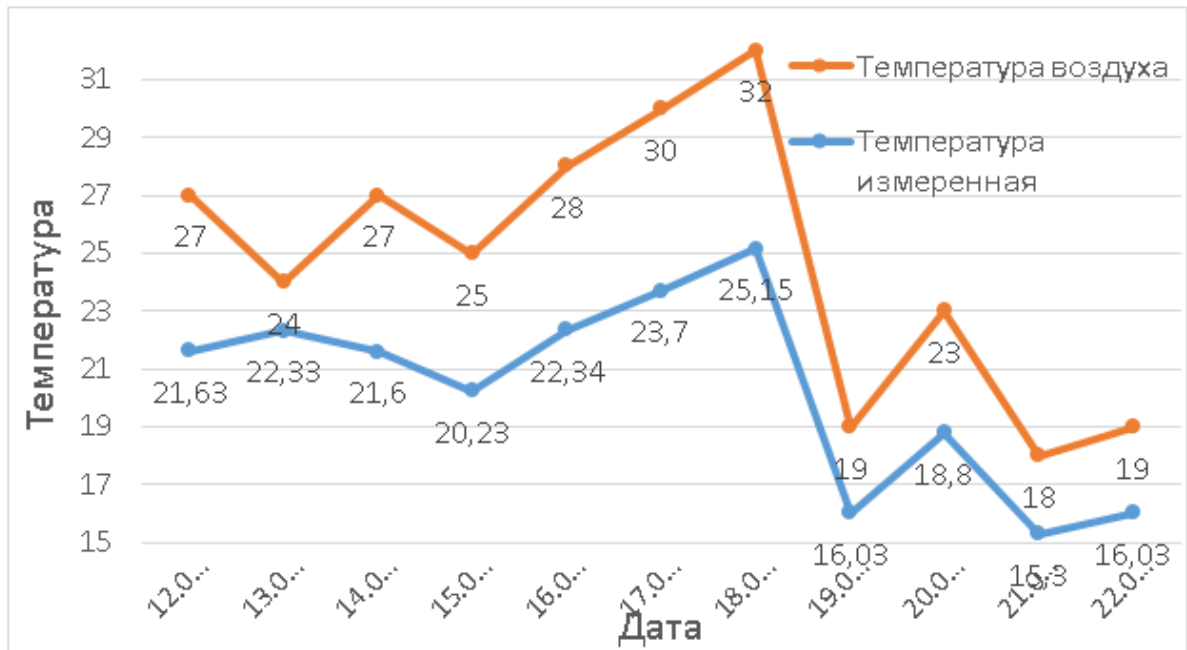


Рисунок 3. Температура поверхности дорожного покрытия в теплое время года для III ДКЗ

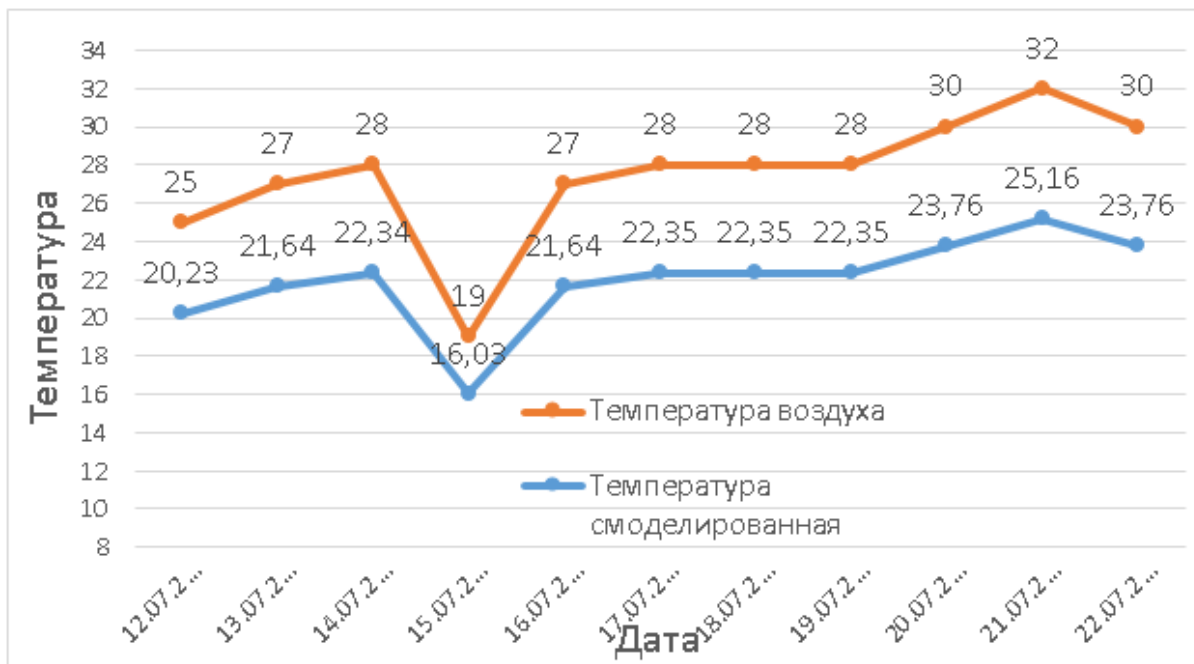


Рисунок 4. Температура поверхности дорожного покрытия в теплое время года для IV ДКЗ

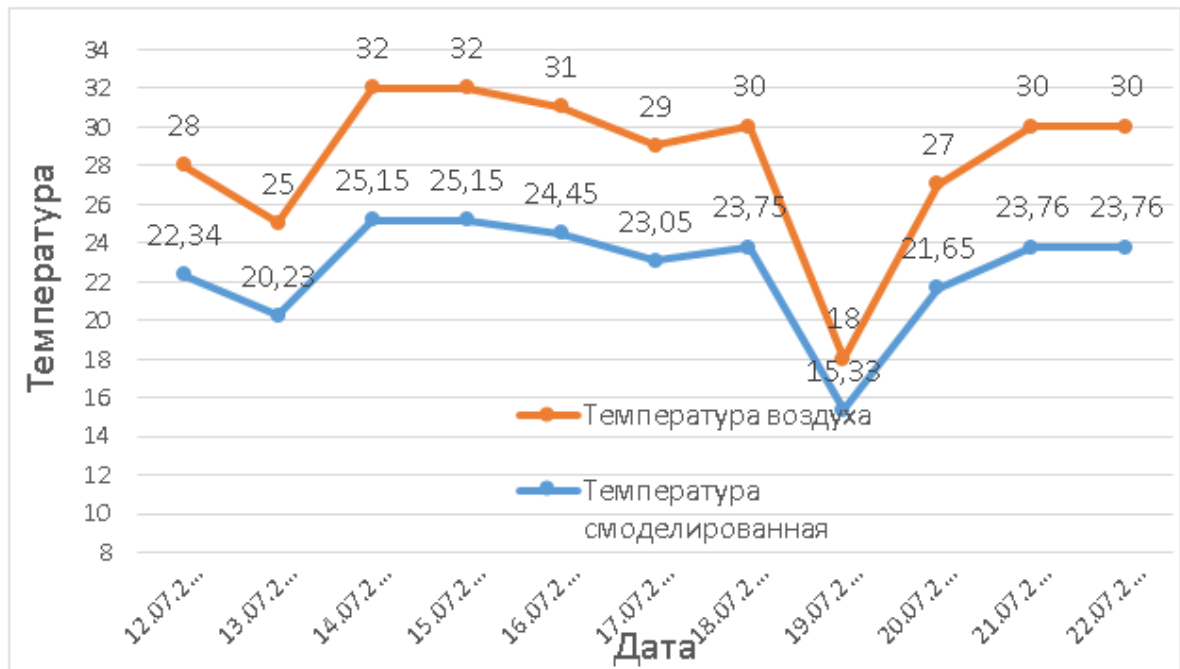


Рисунок 5. Температура поверхности дорожного покрытия в теплое время года для V ДКЗ

На рисунках №№ 6-10 представлены теоретические зависимости температуры поверхности дорожного покрытия от температуры воздуха в холодное время года для различных ДКЗ.

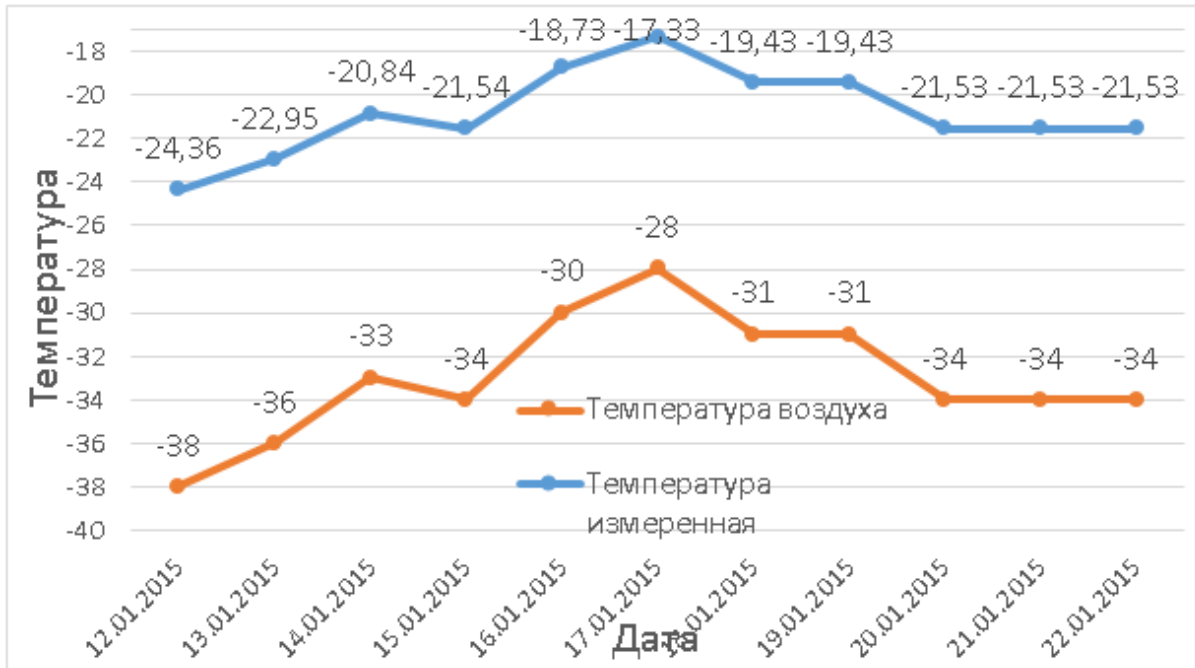


Рисунок 6. Температура поверхности дорожного покрытия в холодное время года для I ДКЗ

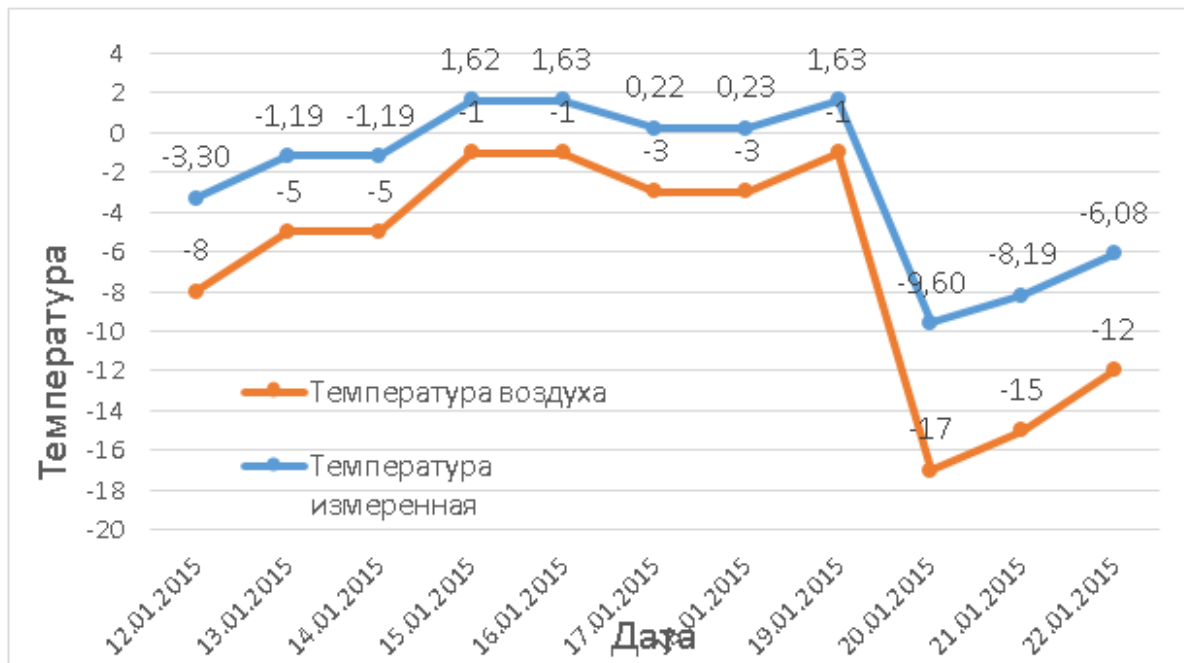


Рисунок 7. Температура поверхности дорожного покрытия в холодное время года для II ДКЗ

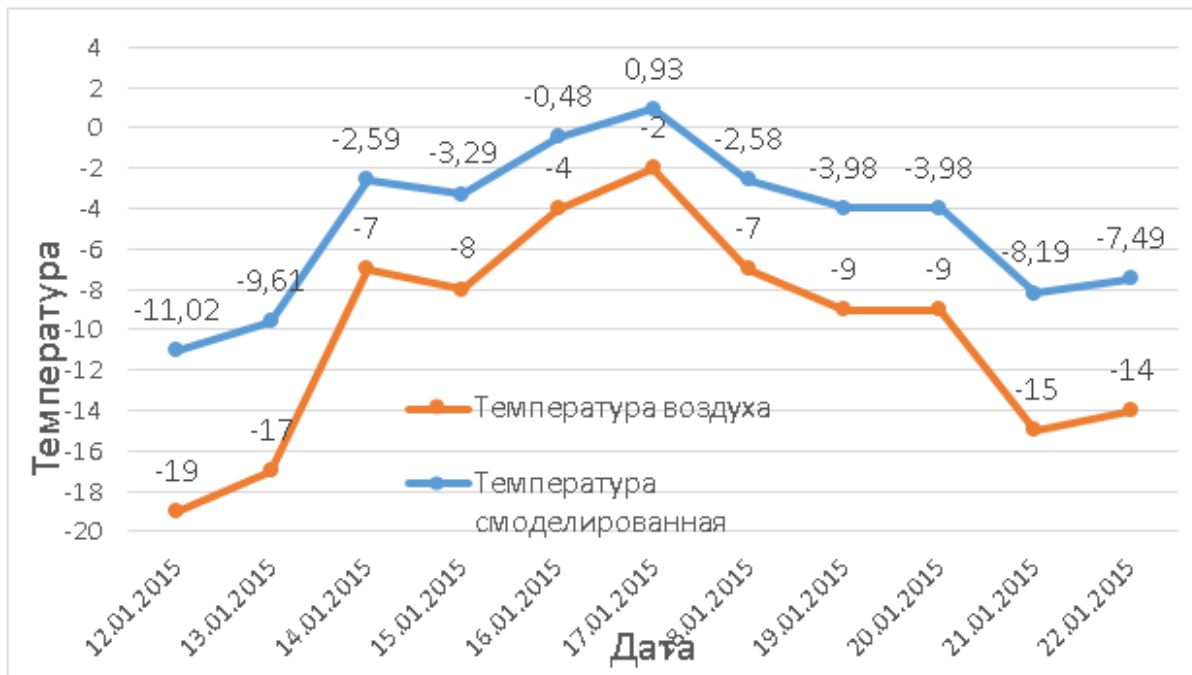


Рисунок 8. Температура поверхности дорожного покрытия в холодное время года для III ДКЗ

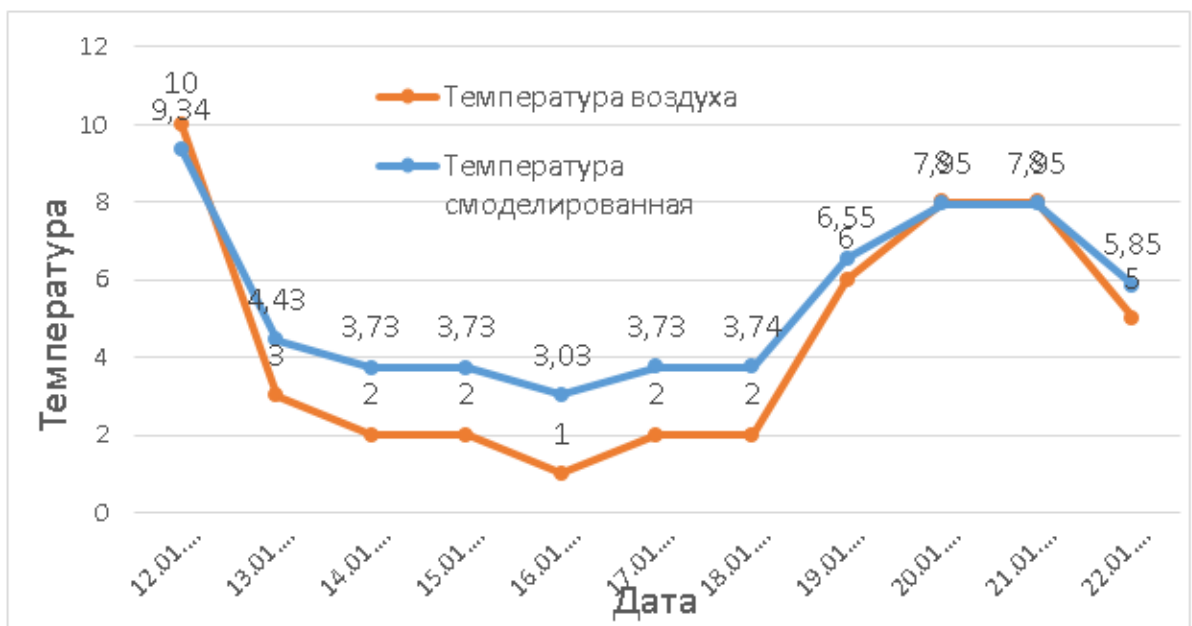


Рисунок 9. Температура поверхности дорожного покрытия в холодное время года для IV ДКЗ

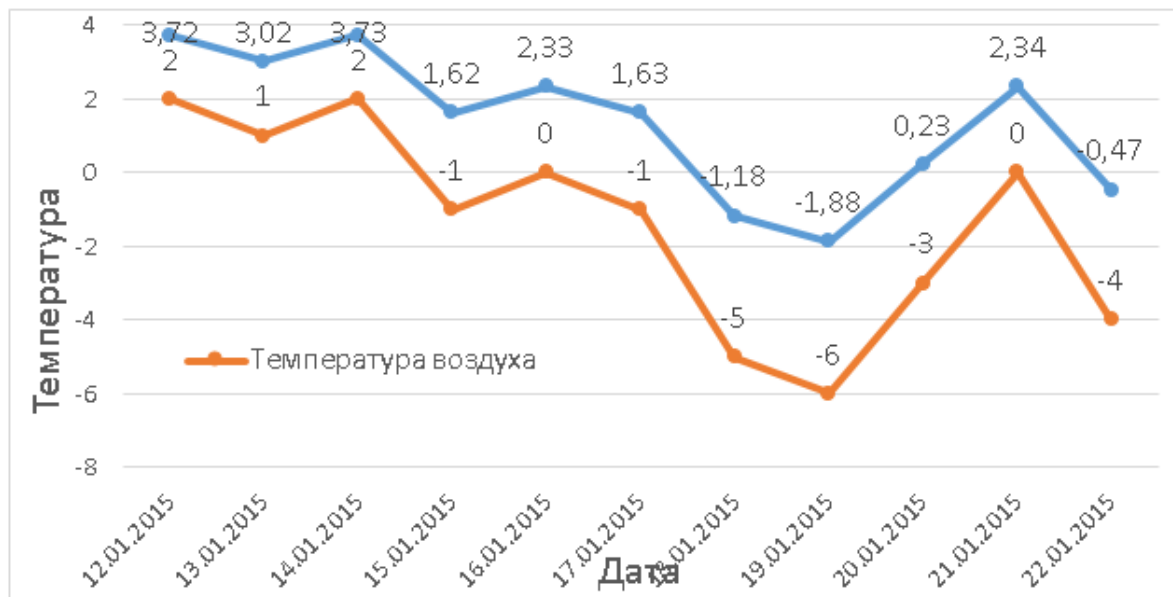


Рисунок 10. Температура поверхности дорожного покрытия в холодное время года для V ДКЗ

Прогнозируемая температура поверхности покрытия учитывается при расчетах прочностных и эксплуатационных характеристик дорожной одежды.

Опираясь на прогнозируемые температуры поверхности дорожного покрытия определяют и прогнозируют, средние температуры слоя дорожного покрытия, периодов, используемых при расчетах дорожной одежды для различных ДКЗ (Использовать графики на рис. №№ 11- 15).

На рисунках № 11-15 представлены теоретические зависимости средней температуры слоя дорожного покрытия от температуры поверхности дорожного покрытия в теплое и холодное время года для различных ДКЗ.

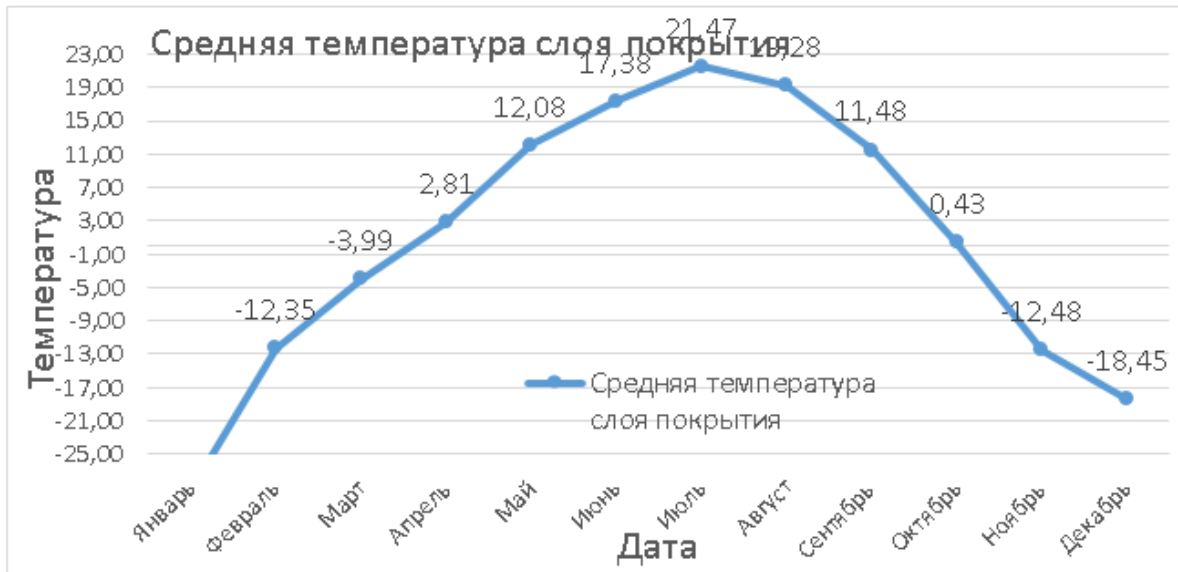


Рисунок 11. Средняя температура слоя дорожного покрытия для I ДКЗ

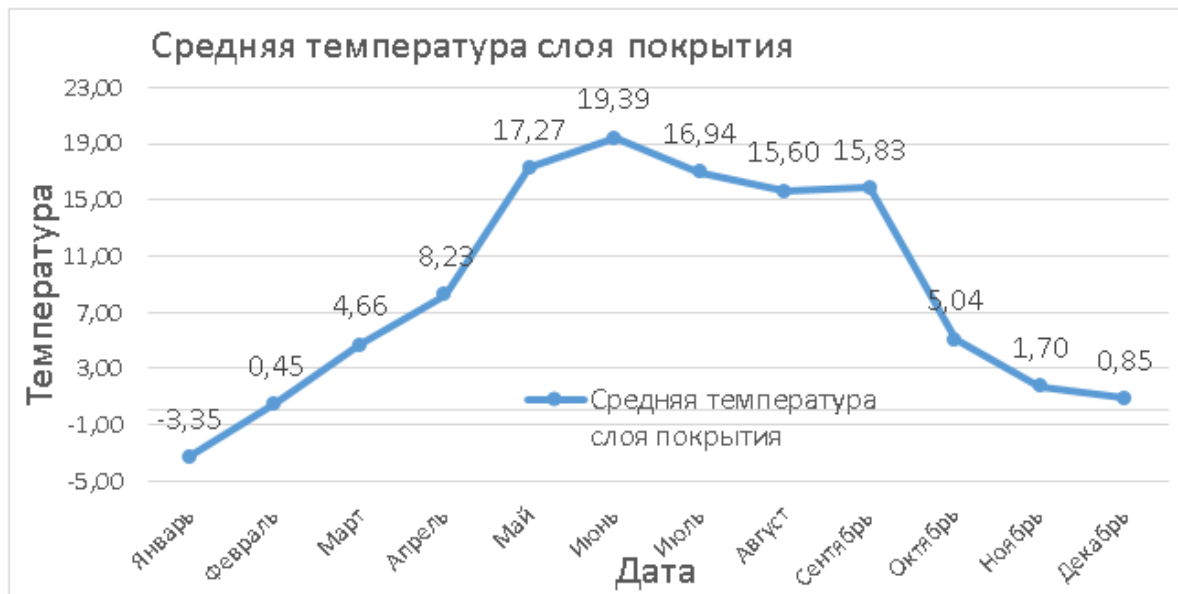


Рисунок 12. Средняя температура слоя дорожного покрытия для II ДКЗ

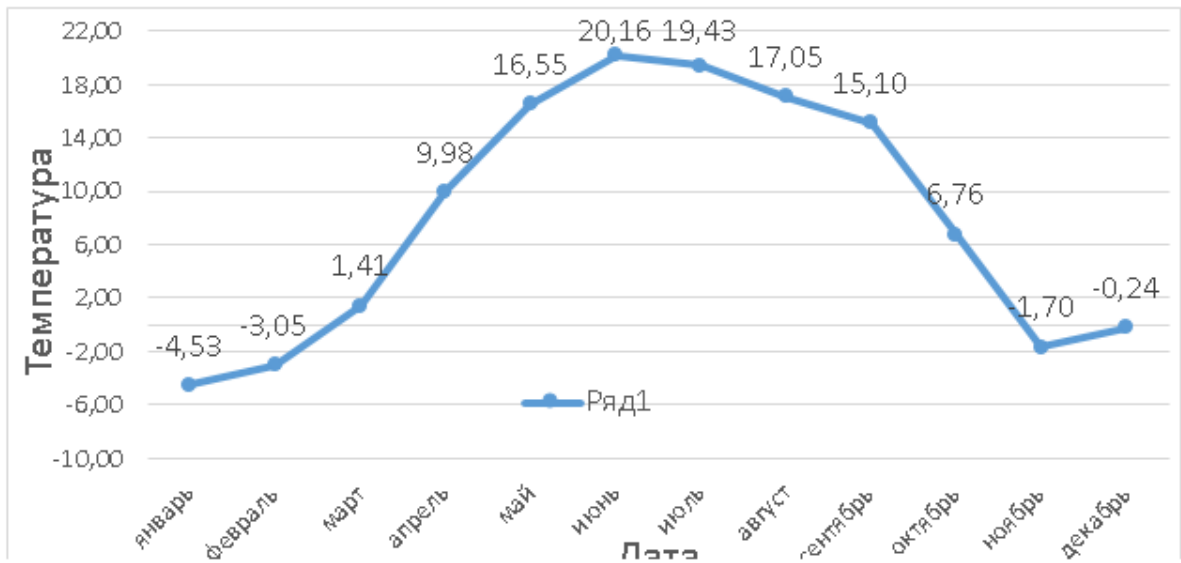


Рисунок 13. Средняя температура слоя дорожного покрытия для III ДКЗ

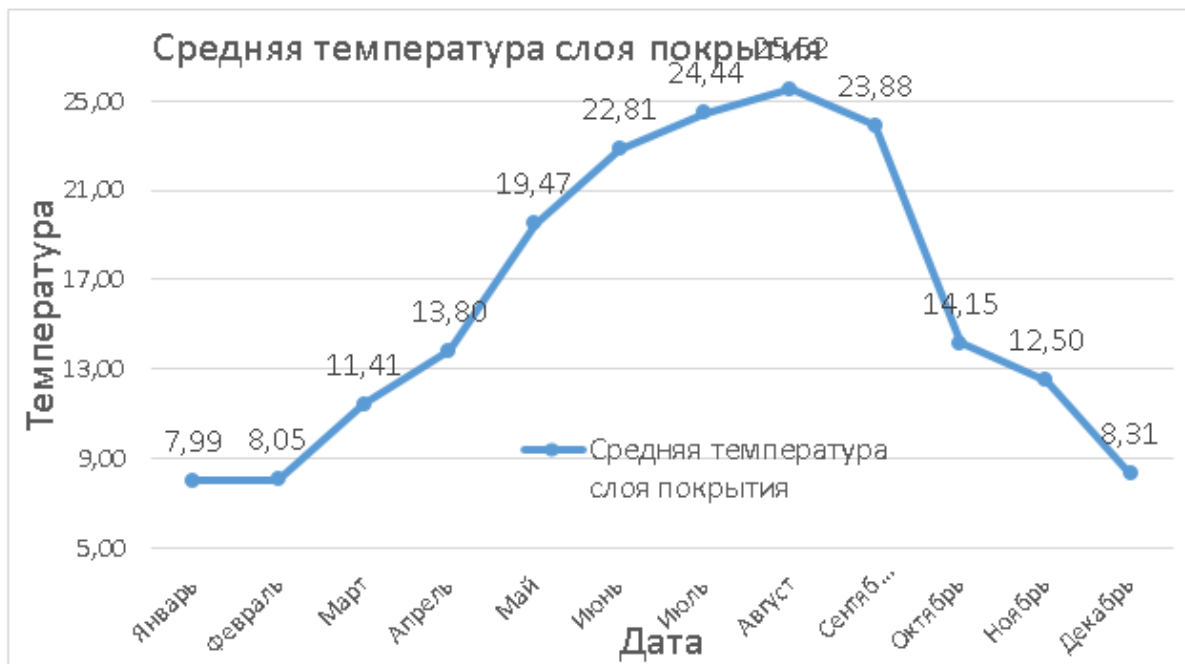


Рисунок 14. Средняя температура слоя дорожного покрытия для IV ДКЗ

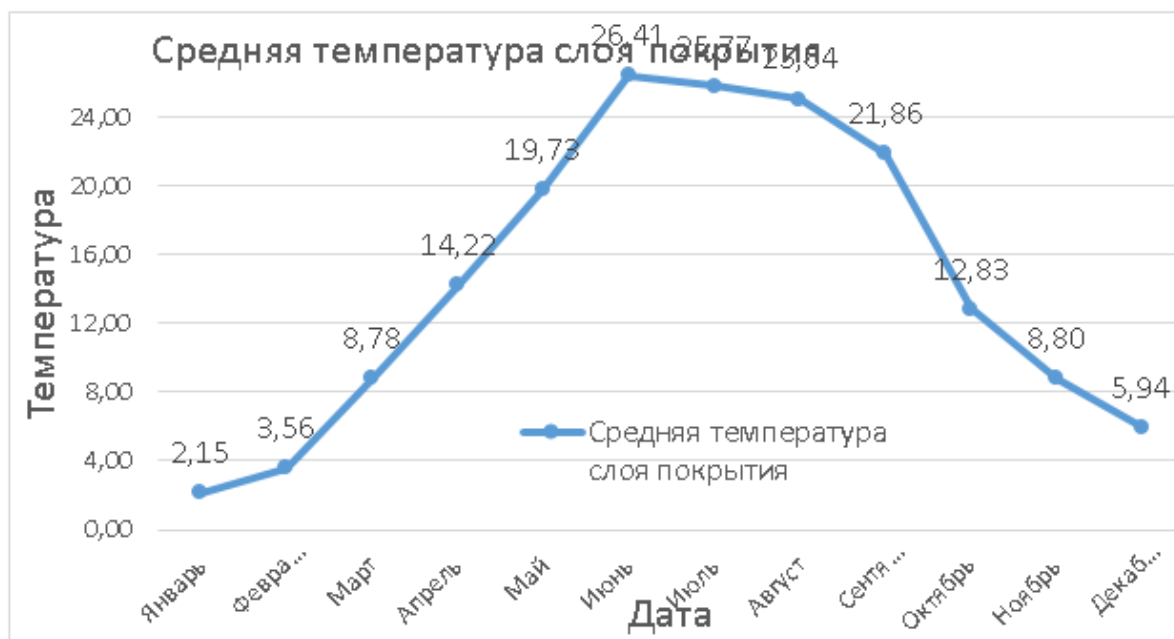


Рисунок 15. Средняя температура слоя дорожного покрытия для V ДКЗ

Для прогнозирования средних температур на верхней и нижней границах покрытия определяются показатели исходя из измеренных значений температуры поверхности покрытия по формулам:

$$T_{вп} = 0.526 * \sin\left(\frac{2\pi(4.681 - t_{сут})}{24}\right) - 1.054 * \sin\left(\frac{2\pi(108.6 - P_{\text{№}})}{365}\right) + 0.919 * T_{п \text{ изм}} + 0.403 \quad (4)$$

$$T_{нп} = 1.052 * \sin\left(\frac{2\pi(4.681 - t_{сут})}{24}\right) - 2.109 * \sin\left(\frac{2\pi(108.6 - P_{\text{№}})}{365}\right) + 0.839 * T_{п \text{ изм}} + 0.806 \quad (5)$$

, где $T_{вп}$ - температура верхней поверхности покрытия (прогнозируемая);

$T_{нп}$ – температура нижней поверхности покрытия(прогнозируемая);

$T_{п \text{ изм}}$ - температура поверхности покрытия (измеренная);

$t_{сут}$ - час суток;

$P_{\text{№}}$ - номер даты.

В зависимости от расположения в различных ДКЗ РФ, значения температурных пределов работы асфальтобетона в условиях нашей страны имеют достаточные отличия. Учитывать полученные критические «рабочие» температуры асфальтобетона необходимо на стадии проектирования смеси при выборе вяжущего с учетом вида смеси (горячая щебеночная, гравийная или песчаная, щебеночно-мастичная, теплая или холодная) и категории будущей автомобильной дороги [2].

Необходимость достижения максимальной плотности асфальтобетона за короткий промежуток времени особенно востребована при пониженных температурах окружающего воздуха в момент укладки и при использовании трудноуплотняемых смесей, т.к. недостаточное уплотнение покрытия приводит к колееобразованию и эрозионным разрушениям. Отказ от предварительного уплотнения асфальтобетонной смеси рабочими органами асфальтоукладчика позволяет значительно увеличить скорость укладки. Но в этом случае требуемая плотность асфальтобетона должна обеспечиваться за счет более интенсивной работы катков.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23 ноября 2011 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
3. Иванов А.В., Муреев П.Н., Осокина В.А., Макаров В.Н. Архитектурные элементы зданий как способ борьбы с мостиками холода // Фундаментальные исследования. 2016. №3. С.25-30.
4. Иванов А.В., Муреев П.Н., Осокина В.А. Создание энергоэффективных зданий с использованием архитектурных элементов их теплоизоляционных материалов // Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 105-летию со дня рождения А. Н. Плановского. 2016. Том 1. С. 273-277.
5. Егорова Т.С., Черкас В.Е. Повышение энергоэффективности зданий благодаря устранению критических мостиков холода и непрерывной изоляции выступающих строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2011. №3. С.421-428.
6. Никитина О.С., Максимцев Д.С., Харебин И.И., Кузнецова Ю.В. Мостики холода: современное решение проблемы // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. №2. С.134-136.
7. СП 13-102-2003. «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
8. СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».
9. МДС 23-1.2007 «Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники».
10. ГОСТ 26629-85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

References:

1. Federal'nyy zakon ot 23 noyabrya 2011 goda № 261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy federatsii».
2. SP 50.13330.2012 «Teplovaya zashchita zdaniy».
3. Ivanov A.V., Mureyev P.N., Osokina V.A., Makarov V.N. Arkhitekturnyye elementy zdaniy kak sposob bor'by s mostikami kholoda // Fundamental'nyye issledovaniya. 2016. №3. S.25-30.
4. Ivanov A.V., Mureyev P.N., Osokina V.A. Sozdaniye energoeffektivnykh zdaniy s ispol'zovaniyem arkhitekturnykh elementov ikh teploizolyatsionnykh materialov //

- Povysheniye effektivnosti protsessov i apparatov v khimicheskoy i smezhnykh otraslyakh promyshlennosti. Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchonnoy 105-letiyu so dnya rozhdeniya A. N. Planovskogo. 2016. Tom 1. S. 273-277.
5. Yegorova T.S., Cherkas V.Ye. Povysheniye energoeffektivnosti zdaniy blagodarya ustraneniyu kriticheskikh mostikov kholoda i nepreryvnoy izolyatsii vystupayushchikh stroitel'nykh konstruktsiy // Vestnik MGSU. 2011. №3. S.421-428.
 6. Nikitina O.S., Maksimtsev D.S., Kharebin I.I., Kuznetsova YU.V. Mostiki kholoda: sovremennoye resheniye problemy // Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy. 2017. №2. S.134-136.
 7. SP 13-102-2003. «Pravila obsledovaniya nesushchikh stroitel'nykh konstruktsiy zdaniy i sooruzheniy».
 8. SNiP 23-01-99* «Stroitel'naya klimatologiya».
 9. MDS 23-1.2007 «Metodicheskiye rekomendatsii po kompleksnomu teplotekhnicheskomu obsledovaniyu naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktsiy s primeneniym teplovizionnoy tekhniki».
 10. GOST 26629-85 «Metod teplovizionnogo kontrolya kachestva teploizolyatsii ograzhdayushchikh konstruktsiy».

© 2017 Иванова А. А.