

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ БЕЛАРУСИ**

Лаппо В.М.¹, Гледко Ю.А.¹, Лаппо М.С.²

¹*Белорусский государственный университет,*

²*Национальное кадастровое агентство,*

г. Минск, Республика Беларусь

basil.lappo@gmail.com

Приводится географическое распределение метеорологических параметров, влияющих на эксплуатацию автомобильных дорог Республики Беларусь, в частности Минской области, за 30-летний период (с 1990 г. по 2020 г.). Составлена карта суммарного влияния метеорологических параметров холодного периода на дорожное полотно. Сопоставлен результат с ранее рассчитанной количественной оценкой влияния опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на дорожное хозяйство.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления (ОЯ), неблагоприятные гидрометеорологические явления (НЯ), транспорт, экономический эффект, районирование.

Введение. Автомобильный транспорт – важнейший вид транспорта в структуре экономической деятельности населения любого государства, в том числе и Республики Беларусь. Согласно официальной статистике Республики Беларусь [1] в 2021 году на автомобильный транспорт приходилось 40,2 % перевезенных грузов и 61,7 % перевезенных пассажиров. Его развитие зависит напрямую от экономического развития всего государства и, в частности, от развития сети автомобильных дорог. В настоящее время автомобильный транспорт является связующим звеном между всеми видами экономической деятельности, поэтому существует необходимость использования метеорологической информации для сокращения издержек, вызванных неблагоприятными погодными условиями. Для оценки рациональности принятых погодо-хозяйственных решений необходимо рассчитывать экономический эффект, после чего выбирать оптимальные меры по профилактике и борьбе с опасными и неблагоприятными метеорологическими явлениями, которые проявляются на автомобильных дорогах.

Данное исследование было проведено с целью районирования Минской области, по степени проявления опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений холодного периода, влияющих на дорожное полотно.

Материалы и методы исследований. Для составления картографических материалов распространения гидрометеорологических явлений использовались данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Белгидромет) за период с 1990 по 2020 годы. Для оптимального охвата выбранной территории использовались данные не только метеорологических станций Минской области, но и ближайшие станции соседних областей, суммарно 22 метеорологические станции.

Для расчета экономического эффекта влияния гидрометеорологических явлений холодного периода на дорожное хозяйство использовалась методика российских авторов [5], результаты апробации данной методики приведены в ряде источников [2-4].

При проведении исследования использовался принцип системного анализа, включающий в себя предварительную статистическую обработку информации, составление на ее основе картографического материала, и последующее сопоставление качественных и количественных результатов.

Результаты и их обсуждение. На основе литературных источников было определено семь групп явлений, влияющих на эксплуатацию дорожного полотна на территории Республики Беларусь. Определены следующие группы: снежный накат, гололедно-изморозевые явления, метели (снегопринос), туманы, жидкие атмосферные осадки, высокие температуры, изменение плотности грунтов (распутица). Как следует из перечня, были отобраны явления, влияющие не только на дорожное полотно, но на условия его эксплуатации пользователями. Для дальнейшего сопоставления с количественными результатами были выбраны только первые 3 группы явлений холодного периода. Данное сокращение обусловлено использованием методики расчета экономического эффекта для зимнего содержания автомобильных дорог, и отсутствием методик расчета для теплого периода года.

Снежный накат является специфическим явлением, возникающим только на дорожном полотне. Представляет собой уплотнение рыхлого снега автомобильными транспортными средствами, при определенных условиях может перерастать в снежно-ледяной накат. При несвоевременном проведении мероприятий по борьбе с данным видом скользкости это может привести к возникновению дорожно-транспортных происшествий. Согласно нормативным документам [6] на грунтовых дорогах, дорогах с гравийным покрытием допускается наличие уплотненного снежного наката на проезжей части.

Условия образования данного явления напрямую зависят от наличия рыхлого снега. Снежный покров на дорожном полотне может появляться от горизонтального (метели) и вертикального (снегопады) переноса. Возникновение снежного наката связано с распределением осадков в холодный период года (с ноября по март включительно).

Выпадение осадков в холодный период года обусловлено циклонической деятельностью и прохождением фронтов. Для анализа распространения количества осадков использовались средние многолетние значения по выбранным метеостанциям. В среднем на территории Минской области за холодный период выпадает 212,9 мм осадков. Среднее многолетнее распределение осадков холодного периода представлено на рисунке 1, для построения картосхемы использовался метод «сплайн».

Следующая не менее опасная группа явлений холодного периода, влияющих на эксплуатацию дорожного полотна – гололедно-изморозевые явления. В нормативных документах дорожного хозяйства [6] под термином гололед подразумевается объединённое понятие гололедно-изморозевых явлений, включающий непосредственно гололед, гололедицу, изморось и иней.

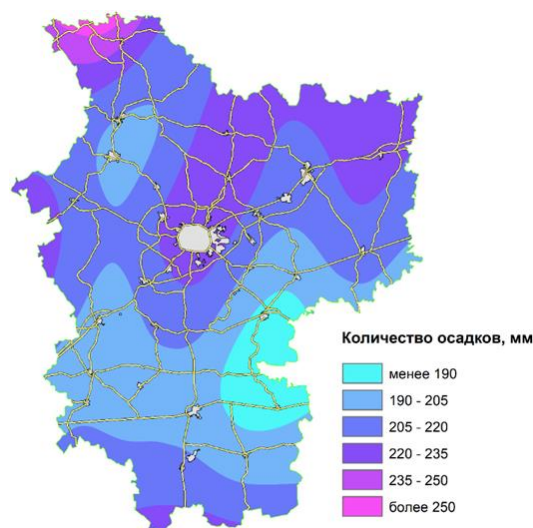


Рисунок 1 – Пространственное распределение среднего многолетнего количества осадков, выпавших за холодный период в Минской области, мм

Гололед – нарастающие атмосферные осадки в виде слоя плотного стекловидного льда (гладкого или слегка бугристого), образующегося на растениях, проводах, предметах, поверхности земли в результате сублимации водяного пара на охлажденных до 0°C и ниже поверхностях, намерзание частиц осадков (переохлажденной измороси, переохлажденного дождя, ледяного дождя, ледяной крупы, иногда дождя со снегом) при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру. На дорогах чаще встречается гололедица – слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности покрытия проезжей части, обочины, тротуара и т.п. вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха (переход к отрицательным значениям температуры).

Для анализа распространения гололеда использовались средние многолетние значения по выбранным метеостанциям, из всех гололедно-изморозевых явлений рассматривается только гололед, который в отличие от гололедицы, может фиксироваться на гололедном станке. В среднем на территории Минской области отмечается 8,2 дня с гололедом в год, с экстремальным значением 26 дней с гололедом (2003 г.). Среднее многолетнее распределение количества дней с гололедом представлено на рисунке 2, для построения картосхемы использовался метод «сплайн».

Заключительной группой явлений холодного периода, влияющих на эксплуатацию дорожного полотна, являются метели или снегопринос. Данное явление представляет собой горизонтальный снегоперенос, часто может быть в совокупности со снегопадом. Негативными последствиями его проявления для дорожного хозяйства является возникновение снежного наката и ухудшения видимости, что приводит не только к увеличению дорожно-транспортных происшествий, но к временным потерям перевозок вплоть до простоя транспорта.

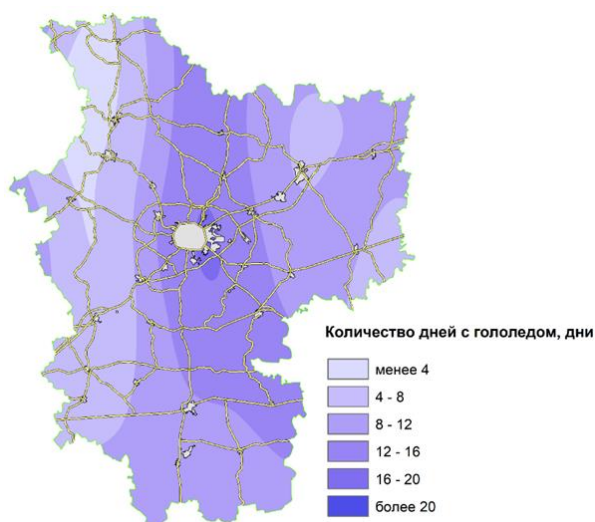


Рисунок 2 – Пространственное распределение среднего многолетнего количества дней с гололедом в Минской области, дни

Условия погоды, благоприятствующие метелям (сильный ветер после выпадения значительного количества осадков либо совместно), создаются в условиях различных фронтов, где при смене воздушной массы происходит выпадение осадков, а также на перифериях барических образований, где отмечаются значительные градиенты давления.

Для анализа распространения метелей использовались средние многолетние значения по выбранным метеостанциям, а также проводилось наложение карт составляющих метели (ветра и осадков). В среднем на территории Минской области отмечается 2,5 дня с метелями в год. Среднее многолетнее распределение количества дней с метелью представлено на рисунке 3, для построения картосхемы использовался метод «сплайн».

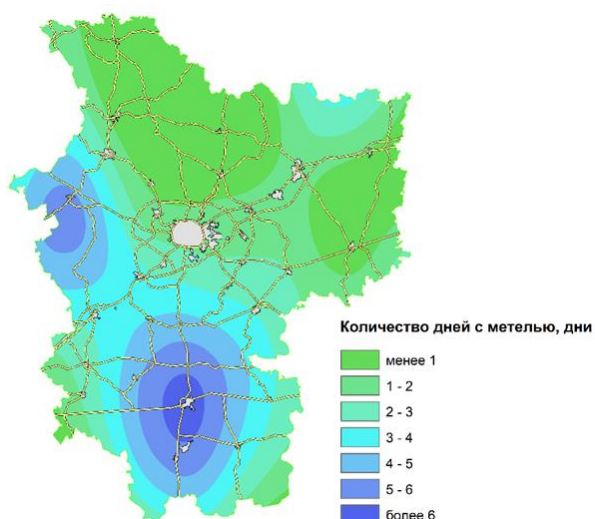


Рисунок 3 – Пространственное распределение среднего многолетнего количества дней с метелью в Минской области, дни

Из-за расположения метеорологических станций в населенных пунктах, наблюдатель находится в закрытых от поля разгона ветра местах. Большинство зарегистрированных метелей регистрируется с осадками, поэтому стоит вести поправку на распределение ветра в холодный период. На рисунке 4 представлены картосхемы наложения картосхем распределения осадков и ветров холодного периода года, а также предложены районы по степени проявления метели. Участки с наибольшим проявлением обоих явлений имеют максимальное затемнение, а участки с минимальным – выделены. На основе такой закономерности предложена качественная шкала, состоящая из 3 степеней: высокая, средняя и низкая. Количество степеней предложено в виду небольшого размера территории.

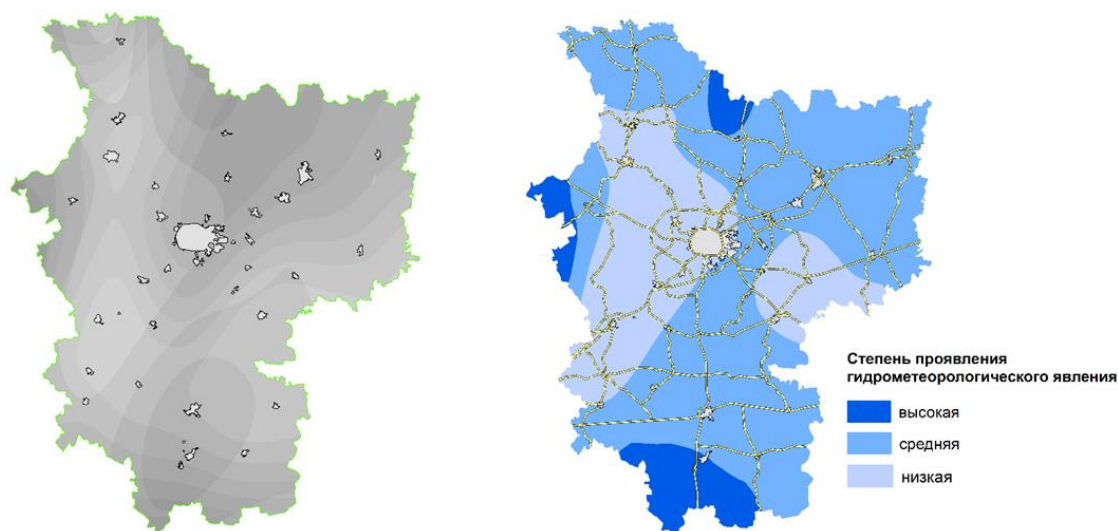


Рисунок 4 – Картосхема наложения распределения осадков и ветров холодного периода года и возможное районирование по степени проявления метели

Для определения степени влияния опасных и неблагоприятных метеорологических явлений холодного периода на дорожное хозяйство была выполнена попытка проведения районирования территории Минской области по степени совокупного проявления гидрометеорологических явлений. Для этого был использован способ полутонового наложения карт распределения явлений и их составляющих (рисунок 5), как это использовалось выше.

Расчет экономического эффекта использования гидрометеорологической информации проводился в более ранних работах [2-4], для участков дорог М-2 (Минск – Национальный аэропорт «Минск») и Р-23 (Минск – Слуцк), за холодный период 2016-2017 гг. Результатом расчета стала количественная оценка использования гидрометеорологической информации при эксплуатации автомобильных дорог Республики Беларусь. Расчет проводился для зимней скользкости (снежный накат и гололедно-изморозевые явления).

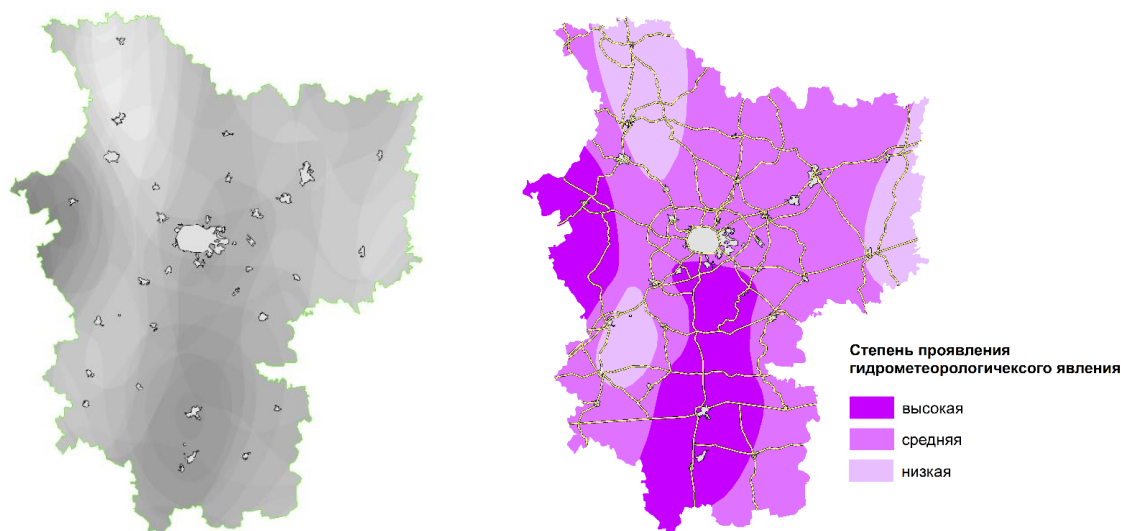


Рисунок 5 – Картосхема наложения распределения опасных и неблагоприятных метеорологических явлений холодного периода, влияющих на дорожное хозяйство

Так для автодороги М-2 общий экономический эффект составил 180 870 BYN, в том числе: 145 450 BYN для государства и 35 430 BYN для дорожной организации. Для изучаемого участка автодороги Р-23 – 416 280 BYN, в том числе: 302 430 BYN для государства и 113 850 BYN для дорожной организации. Поправка на протяженность изучаемых участков компенсировалась поправками на интенсивность дорожного движения.

При сопоставлении количественной и качественной оценки (рисунок 5) наблюдается сходство. Так при общем анализе картосхемы наложения были предложены районы по степени проявления метеорологических явлений холодного периода, и они же повторяют количественные показатели, выраженные в денежном эквиваленте, что подтверждает рациональность использования гидрометеорологической информации при эксплуатации автомобильных дорог Республики Беларусь, а также позволяет применить картографическую основу для корректировки методик расчета экономического эффекта путем ввода поправочных коэффициентов.

Заключение. Проведенные исследования подтвердили, что количественная и качественная оценки влияния гидрометеорологических явлений на эксплуатацию автомобильных дорог Беларуси взаимно дополняют и подтверждают друг друга. На примере данного исследования следует выделить районы проявления метеорологических явлений, влияющих на эксплуатацию автомобильных дорог для всей территории Республики Беларусь. Выделенные районы можно использовать в виде поправочных коэффициентов для территорий с недостаточной густотой сети гидрометеорологических наблюдений, а также для построения графиков связей метеорологических условий дорог, на которых имеется сеть гидрометеорологических наблюдений с дорогами на которых их нет, по аналогии с речными бассейнами. Районирование может использоваться дорожными организациями для планирования мероприятий по предотвращению негативного воздействия от гидрометеорологических явлений.

Библиографические ссылки

1. Беларусь в цифрах. Статистический справочник: [сборник] / Нац. стат. Ком. Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведьева (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Нац. стат. Ком. Республики Беларусь, 2022. – 69 с.
2. Экономический эффект использования гидрометеорологической информации в дорожном хозяйстве Республики Беларусь / Ю.А. Гледко, В.М. Лаппо // География – 2022. – № 2. – 19-24 с.
3. Оценка влияния опасных гидрометеорологических явлений на состояние автомобильных дорог Беларуси / Ю.А. Гледко, В.М. Лаппо // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]: IV Международная научно-практическая конференция (Гомель, 4-5 июня 2018 года). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – С. 305-311.
4. Оценка влияния опасных гидрометеорологических явлений на состояние автомобильных дорог Беларуси: результаты апробации Методики расчета экономического эффекта / В.М. Лаппо, Ю.А. Гледко // Современные тенденции перспективы развития гидрометеорологии: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Году науки и технологий. Иркутск, 24-26 ноября 2021 г. / ФГБОУ ВО «ИГУ», редкол.: Е. Н. Сутырина (отв. ред.) [и др.]. –Иркутск: Издательство ИГУ, 2021. – 442-448 с.
5. Методика оценки экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации в дорожном хозяйстве. – Обнинск, 2009. -18 с.
6. ТКП 100-2018 (33200). Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог / Департамент «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Минск, 2011. – 78 с.