

О ВОЗДЕЙСТВИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ АВТОДОРОГ НА ПРИДОРОЖНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Аннотация. В статье приводятся данные по результатам многолетнего мониторинга состояния растительности вдоль основных автодорог Беларуси, обусловленного загрязнением окружающей среды противогололедными реагентами на основе хлорида натрия в зимний период в сочетании с комплексом других негативных факторов (выхлопные газы движущегося транспорта, изменение режимов среды, экстремальные погодноклиматические условия).

Ключевые слова: автомобильная дорога, придорожная территория, противогололедные реагенты (ПГР), состояние, лесная, луговая и болотная растительность.

Для цитирования: Судник А., Вознячук И. О воздействии строительства и содержания автодорог на придорожную растительность // Наука и инновации. 2021. №11. С. 34–41. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-11-34-41>

Выгодное географическое положение Республики Беларусь в Европе, наличие современных мультимодальных транспортных коридоров, нарастание экспорта услуг по перевозкам – основные составляющие стабильного развития экономики республики. На современном этапе особенно заметно расширение транспортной инфраструктуры и связанных с нею проблем. Например, последствия воздействия автомагистралей на придорожные экосистемы приобретают все большую актуальность в связи с бурным ростом автопарка, возведением придорожных объектов, изменением технологий содержания дорог.



Александр Судник,
заведующий сектором
мониторинга растительного
мира Института
экспериментальной ботаники
имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, кандидат
биологических наук;
asudnik@tut.by



Ирина Вознячук,
ведущий научный
сотрудник сектора
мониторинга растительного
мира Института
экспериментальной
ботаники имени
В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, кандидат
биологических наук;
ipv@tut.by

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В систему объектов исследования вошли выборочные участки дорог различных категорий, отличающиеся интенсивностью движения автотранспорта: магистральные (категории М и М/Е): М1/Е30 Брест – Минск – граница Российской Федерации, М2 Минск – Национальный аэропорт «Минск», М3 Минск – Витебск, М5/Е271 Минск – Гомель, М6/Е28 Минск – Гродно, М9 Минская кольцевая автомобильная дорога (МКАД), М14 Вторая кольцевая автомобильная дорога вокруг Минска (2-я МКАД); республиканские (категории Р): Р20 Витебск – Полоцк – граница Латвийской Республики, Р28 Минск – Молодечно – Нарочь, Р45 Полоцк – Глубокое – граница Литовской Республики, Р60 Купа – Занарочь – Брусы, Р80 Слобода – Паперня; местные (категории Н): Н3256 Боровуха – Полоцк – граница Российской Федерации, Н9352 Шацк – Веркалы – Ветеревичи.

Для определения жизненного состояния древостоев, прилегающих непосредственно к автодорогам, в 2016–2020 гг. была проведена сплошная оценка деревьев на опушках (на глубину 1–2 насаждения по обе стороны от дороги). Протяженность исследуемых отрезков лесонасаждений составляла в среднем около 2 км с каждой стороны дороги, общая протяженность – 150–170 км. В совокупности ежегодно оценивалось 40–45 тыс. деревьев 16 древесных пород.

В основу положены адаптированные для целей исследований методики мониторинга защитных древесных насаждений [1], общеевропейская методика экологического лесного мониторинга, изложенная в Руководстве по методам ICP Forests [2], а также нормы Санитарных правил в лесах Республики Беларусь [3]. Отнесение насаждений к категориям жизненного состояния осуществлялось на основе модифицированной шкалы В.А. Алексева [4]; для оценки корреляционной зависимости состояния деревьев от нагрузки на автодороги были проанализированы данные мониторинга защитных древесных насаждений за 2004–2020 гг. [5].

СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Состояние древостоев. Наибольшую нагрузку от воздействия автотранспорта и деятельности по обслуживанию дорог в зимний период (внесения противогололедных соледержащих материалов) испытывают насаждения, непосредственно примыкающие к дорожному полотну – опушечная придорожная зона. Именно в таких местах отмечается массовое повреждение и гибель деревьев, поскольку на них влияет ряд факторов: изменение условий среды при расширении трассы автодороги и вырубке части деревьев, транспортная нагрузка, количество и качество вносимых противогололедных реагентов, уровень положения дороги относительно прилегающих насаждений (в насыпи, в выемке или в нуле), сама ее категория и т.д. [5, 6].

Состояние деревьев улучшается с удалением от опушки вглубь лесного массива (рис. 1). Эта зависимость наиболее четко выражена у магистральных дорог и проявляется в увеличении индексов состояния древостоев (далее – ИС), количества деревьев без признаков ослабления и неповрежденных, снижении степени дефолиации с удалением от полотна дороги. В совокупности древесные насаждения в опушечной зоне оцениваются как «ослабленные» или «поврежденные», а в глубине лесного массива – «здоровые» или «здоровые с признаками ослабления».

Устойчивость древостоев вдоль автотрасс зависит от нагрузки на дорогу, в первую очередь от ее пропускной способности, интенсивности движения транспортных средств и содержания в зимний период. Как следствие, условия жизни древесных насаждений хуже всего вдоль магистральных автострад с наиболее интенсивным движением (у самой нагруженной в Беларуси автодороги М9 МКАД

состояние древостоев наихудшее), существенно лучше – вдоль дорог республиканского и местного уровней.

В опушечной полосе вдоль магистралей чаще встречаются ослабленные и сильно ослабленные деревья, а у дорог республиканского значения – без признаков ослабления. Для всей совокупности обследованных в 2016–2020 гг. лесных насаждений доля деревьев без признаков ослабления вдоль магистралей составляет 34,8%, а вдоль дорог республиканского значения – почти в 2 раза больше (65,1%); ослабленных – 48,3% и 27,9%, соответственно; сильно ослабленных – 4,6% и 6,2%; у магистральных автотрасс значительно чаще встречаются усыхающие и сухостойные деревья (рис. 2). Такое распределение деревьев по категориям жизненного состояния вдоль дорог различного уровня обусловлено более интенсивным потоком транспорта на магистралах, в составе которого значительна доля крупногабаритных грузовых автомобилей – главного источника вредных воздействий и наибольшего объема высыпаемых в зимний период ПГР.

По всей совокупности обследованных в 2016–2020 гг. насаждений вдоль магистральных автодорог оцениваемые древостои относятся к категории «ослабленных» (ИС – 74,6%); вдоль республиканских – «здоровые с признаками ослабления» (ИС – 87,3%); вдоль местных – к категории «здоровые» (ИС – 90,1%) (рис. 3).

Степень повреждения древесных насаждений зависит от их положения относительно полотна дороги: состояние лучше у растущих выше ее уровня (при прохождении дороги в выемке ИС вдоль магистральных автодорог составляет 80,9%; вдоль республиканских – 90,1%). Когда

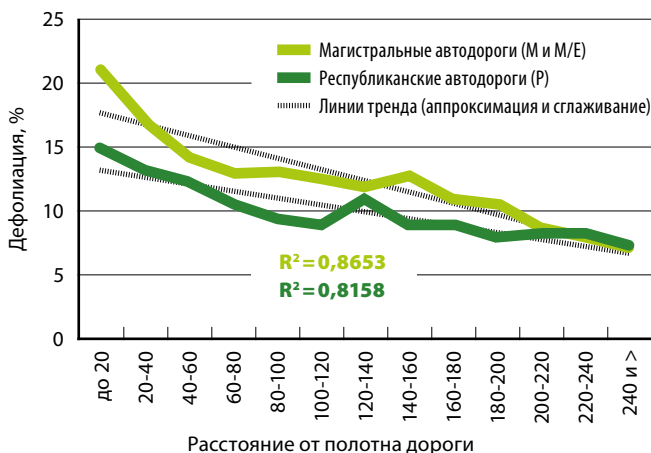


Рис. 1. Распределение деревьев по степени дефолиации на разном расстоянии вдоль магистральных и республиканских автодорог

почва в насаждениях, прилегающих к трассе, находится на одном с ней уровне (дорога в нуле), состояние древостоев в опушечной зоне ухудшается (ИС вдоль магистральных автодорог – 74,7%, республиканских дорог – 87,7%). Наиболее повреждены деревья на участках, где полотно дороги проходит выше поверхности почвы (при положении дороги в насыпи ИС вдоль магистральных автодорог – 70,4%, республиканских – 82,7%). Описанная зависимость объясняется высотой поднятия загрязняющих веществ (выбросов автотранспорта, содержащих ПГР взвесей) турбулентными потоками воздуха, создаваемыми движущимися автомобилями.

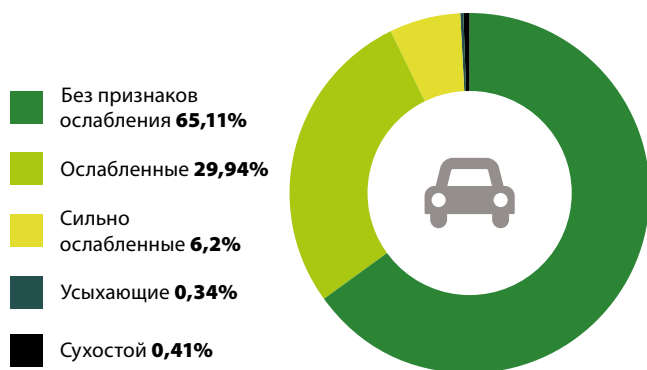
Все обследованные породы деревьев можно расположить в следующем порядке по мере улучшения их состояния:

- поврежденные: ольха черная (средний индекс состояния за 2016–2020 гг. – 60,4%) < липа мелколистная (62,1%) < рябина обыкновенная (62,6%) < ель европейская (65,3%) < ясень обыкновенный (67,8%) < ива козья (69,5%);
- ослабленные: береза повислая (71,9%) < каштан конский (74,6%) < тополь и осина (75,5%) < вяз шершавый (76,5%) < дуб черешчатый (77,2%) < сосна обыкновенная (79,2%);
- здоровые с признаками ослабления: клен остролистный (84,9%) < лиственница европейская (86,6%).

Низкое жизненное состояние ольхи черной объясняется ее произрастанием на пониженных участках, где дорога обычно проходит в насыпи, а также накоплением рассолов, стекающих в ложбины. Липа обладает низкой устойчивостью к воздействию солей (рис. 4), по-видимому, из-за малой толщины коры 1–2-летних побегов и чешуек на почках, не способных противодействовать проникновению хлоридов. Более других пород оказывались поврежденными молодые деревья ели и подрост всех хвойных пород, подлесок можжевельника (вплоть до полной гибели).

В период вегетации происходит частичное восстановление даже сильно поврежденных деревьев и древостоев в целом, обусловленное смывом повреждающих реагентов с крон и вымыванием из почвы осадками. Тем не менее утрата 25–70% ассимиляционного аппарата неизбежно ведет к общему ослаблению растений и снижению их устойчивости к воздействию ПГР в будущем. На участках, где в опушечной зоне оперативно проводятся санитарные рубки, удаляются усыхающие деревья и сухостой, насаждения оздоравливаются. При этом, однако, следующей зимой вредоносному влиянию подвергнутся уже новые, ранее защищенные старыми опушечными посадками особи.

РЕСПУБЛИКАНСКИЕ АВТОДОРОГИ



МАГИСТРАЛЬНЫЕ АВТОДОРОГИ

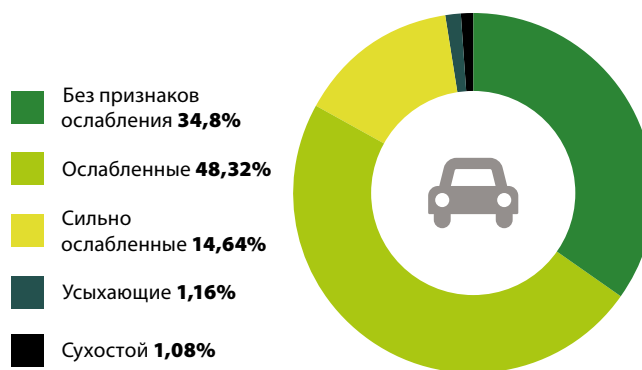


Рис. 2. Распределение деревьев на опушках, прилегающих к автомагистралям и автодорогам республиканского значения, по категориям жизненного состояния (в среднем за 2016–2020 гг.)

Для оценки корреляционной зависимости состояния насаждений от нагрузки на автодорогу (интенсивности движения, авт./сут; расхода соли, кг/м²) и ее размещения (то есть расстояния до опушки насаждений и положение в рельефе) были проанализированы данные мониторинговых наблюдений за 2004–2020 гг. на различных участках автострад (таблица). Полученные коэффициенты множественной корреляции по некоторым показателям близки к 1. Поэтому можно предположить наличие линейной связи между состоянием древостоев на опушках и их удалением от полотна дороги, а также ее положением относительно прилегающих территорий, интенсивностью движения транспортных средств и суммарным расходом соли в зимний период.

В последние годы состояние древостоев определяется еще и погодно-климатическими условиями

прошедших зимы и весны. Так, поздняя и засушливая весна в 2017 и 2019 гг. не способствовала смыву загрязняющих веществ и ПГР с ветвей, побегов и хвои до начала вегетации, что привело к повреждению распускающихся почек, а в целом сказалось на произрастающих на опушках деревьях. В 2020 г. была отмечена аномально теплая зима, и хотя при этом количество внесенных противогололедных реагентов оказалось максимальным за последние годы, впервые за последние 5 лет было отмечено незначительное улучшение состояния древесных насаждений.

Состояние нижних ярусов лесной растительности. Оценка фитоценотической структуры лесов вдоль автомобильных дорог показала, что растительный покров представляет собой мозаику

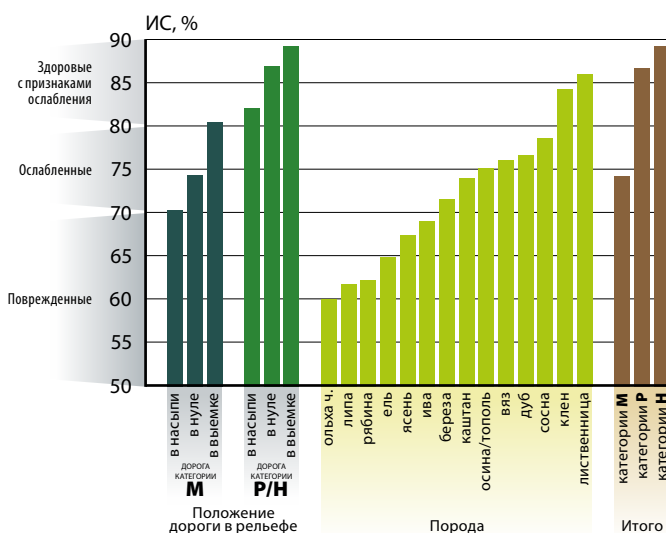


Рис. 3. Индексы состояния древостоев на опушках лесных насаждений вдоль автодорог (в среднем за 2016–2020 гг.)



Рис. 4. Повреждение липы вдоль автодороги М1/Е30

Показатели положения дороги и нагрузок на нее	Показатели состояния древостоев			
	Дефолиация в опушечной зоне (0–20 м)	ИС в опушечной зоне (0–20 м)	Дефолиация на опушках (на глубину 1–2 деревьев)	ИС на опушках (на глубину 1–2 деревьев)
Коэффициенты корреляции между показателями состояния древостоев и нагрузок на автодорогах				
Интенсивность движения, авт./сут	0,68	–0,72	–0,87	–0,93
Расход соли, кг/м ²	0,27*	–0,28	–0,52	–0,60
Коэффициенты множественной корреляции между показателями состояния древостоев, положения дороги и нагрузок на автодорогах				
Расстояние от полотна дороги, м; Положение дороги в рельефе; Интенсивность движения, авт./сут	0,75	0,78	0,92	0,93
Расстояние от полотна дороги, м; Положение дороги в рельефе; Расход соли, кг/м ²	0,52	0,53	0,74	0,75
Расстояние от полотна дороги, м; Положение дороги в рельефе; Интенсивность движения, авт./сут; Расход соли, кг/м ²	0,76	0,80	0,92	0,94

Таблица. Коэффициенты корреляции между показателями состояния древостоев, положения дороги и нагрузок на автодорогах

* – зависимость между показателями не имеет достоверного отличия от 0 при $P = 0,95$

парцелл различного динамического статуса и генезиса. Очевидно, что соотношение их различных категорий в сложении фитоценозов и пространственное распределение последних в зависимости от источника антропогенной нагрузки отличается на участках с различными условиями произрастания, исходной структурой сообществ, характером и интенсивностью воздействия. Общая картина соотношения различных динамических категорий парцелл в составе исследуемых фитоценозов

показана на рис. 5, что позволяет уже в первом приближении оценить степень трансформированности растительных комплексов в зависимости от направленной на них антропогенной нагрузки.

В лесных фитоценозах вдоль автомагистралей доля коренных парцелл, соответствующих условиям местопроизрастания, варьирует от 46,6% (М1/Е30) до 65,8% (М6/Е28). При этом в окрестностях автодороги М9 (МКАД) собственно коренные парцеллы почти не представлены (4,0%); преобладают коренные трансформированные дигрессивные (35,7%) и производные (в том числе дигрессивные – 22,1%). Процессы, протекающие в растительных сообществах вдоль таких трасс, напоминают ход природных сукцессий в нарушенных естественных лесах. Доминирующая тенденция динамики растительного покрова характеризуется дигрессивными антропогенными изменениями в трансформированных сообществах, когда меняется облик и структура нижних ярусов лесной растительности: происходит деградация мохового покрова, смена лесных видов сорными, полевыми и луговыми (нитрофилами и дерновинными злаками), уплотнение верхних слоев почвы, ведущее к ухудшению ее водно-воздушного режима, что иногда приводит к усыханию древесного яруса. Лесные сообщества, расположенные вблизи республиканских дорог, менее трансформированы: происходящие в их группировках процессы напоминают ход естественных природных сукцессий, а доля всех категорий коренных парцелл высокая – 88,9–95,6%.

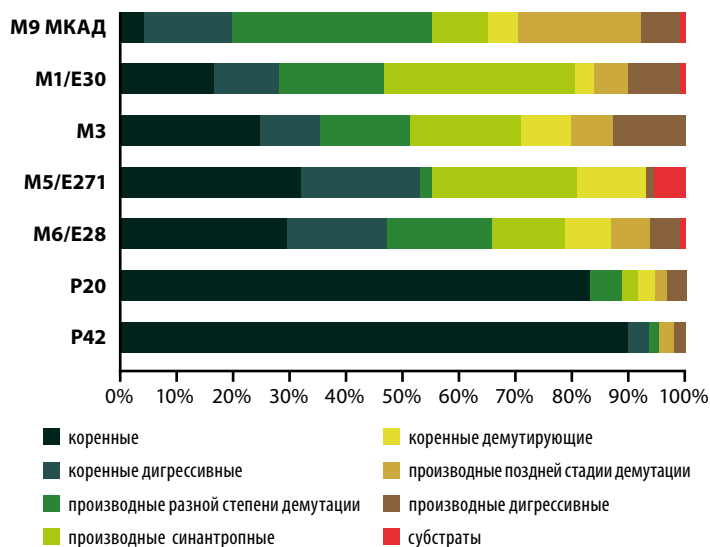


Рис. 5. Доля (%) парцелл различных динамических категорий в сложении лесных фитоценозов вдоль дорог различных категорий

СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОЙ И БОЛОТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Анализ степени нарушенности луговой и болотной растительности на придорожных территориях показал, что под влиянием автотрасс в значительной степени изменены экологический режим и специфика травяных фитоценозов.

Флористическая специфика различных типов луговой и болотной растительности вдоль автомобильных дорог определяется особенностями почвенного покрова придорожных территорий, их положением в рельефе, видовым составом прилегающих биотопов, непосредственной близостью к дороге и характером хозяйственного использования земель [7]. С ростом нагрузки на автострады происходит формирование синантропных комплексов путем замены растений-аборигенов сорными, которые способны выдерживать интенсивные антропогенные нагрузки, произрастать в широком диапазоне экологических условий, приспосабливаясь и активно внедряясь в культурные посевы и природные экосистемы. Дороги, таким образом, способствуют распространению и натурализации инвазивной и сорной флоры, ее переходу из нарушенных мест в культурные сообщества и дестабилизации естественного растительного покрова (рис. 6). В результате формируются разнообразные типы синантропных и синантропизированных сообществ из местных видов и адвентивных элементов, имеющие широкие экологические и сукцессионные диапазоны и встречающиеся во многих фитоценозах, что свидетельствует о разной степени их антропоотолерантности.

Внутри обследованных болотных массивов доля адвентивных видов низкая, а участие апофитов



Рис. 6. Инвазия борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) вдоль автодороги М6/Е28

в структуре произрастающих фитоценозов минимально. Вероятно, устойчивость болотных сообществ по отношению к процессам синантропизации объясняется морфолого-экологическими свойствами доминирующих болотных видов (например, тростника южного или сфагновых мхов), а также неспособностью инвазивных видов к заселению обводненных ацидофильных местообитаний.

Сообщества придорожной луговой растительности в большинстве своем отнесены к категориям сильно синантропизированных и синантропных. При этом наблюдается (и прогнозируется в дальнейшем) их деградация. Основная причина заключается в недостаточной экологической емкости (произошедшей коренной трансформации рельефа и гидрологического режима местности при строительстве или реконструкции автодорог, а также интенсивного сельскохозяйственного использования земель) придорожных территорий. Ситуация усугубляется многочисленными инвазиями адвентивных видов, которые встраиваются в структуру еще существующих луговых сообществ. При этом проведенные геоботанические исследования позволили разграничить комплекс адвентивных видов, стабильно не «продвигающихся» от автомагистрали более чем на 1–10 м, от ряда опасных видов-трансформеров, которые на отдельных участках автодорог встречаются на расстояниях от трассы в 250 м и более. Расчет индекса синантропизации позволил четко дифференцировать исследуемые луговые фитоценозы, произрастающие на разном удалении от автодороги, по степени антропогенного преобразования. В 10-метровой зоне отмечены исключительно сильно синантропизированные и синантропные сообщества, в 50- и 250-метровой полосе сформировались сильно- и среднесинантропизированные фитоценозы (рис. 7).

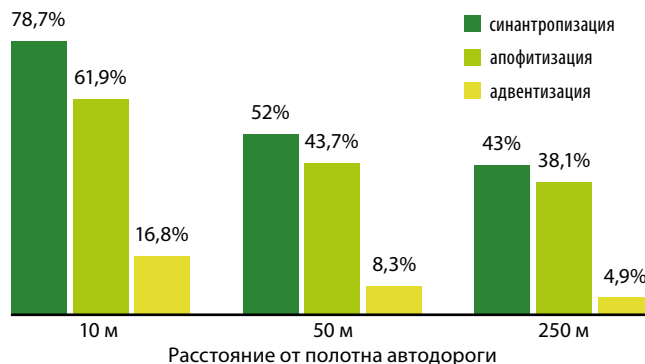


Рис. 7. Характеристика индексов синантропизации, апофитизации и адвентизации для сообществ класса *Molinio-Arrhenatheretea* в 250-метровой полосе вдоль магистральных автодорог

В целом следует заключить, что процессы синантропизации и адвентизации – нежелательное следствие влияния дороги, как правило, ведущее к обеднению видового разнообразия придорожных территорий, причем чем активнее протекают эти процессы, тем интенсивнее снижается биоразнообразие; при этом основными доминантами синантропизированных и синантропных сообществ становятся именно сорные растения со стратегией виолентов-эксплерентов либо адвентивные виды. Для прогноза дальнейшего развития синантропизации и разработки мер по уменьшению его пагубного влияния необходим мониторинг этого процесса.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Состояние отдельных компонентов лесных биогеоценозов, а также защитных древесных насаждений вдоль автодорог убеждает в необходимости принятия мер по поддержанию их устойчивости и функциональной эффективности: организационно-технических, технологических, агротехнических и лесохозяйственных. Разработанные рекомендации и комплекс мероприятий предназначены для проектировщиков, специалистов дорожной отрасли и могут быть учтены при корректировке действующих нормативных дорожно-методических документов по озеленению и благоустройству придорожных территорий [8–10]. Общие принципы реализации предложенных рекомендаций можно свести к следующему:

- *приведение объема применения галита в качестве ППР в соответствие с нормативами и соблюдение существующих требований по содержанию автодорог;*
- *повышение устойчивости придорожных древесных насаждений путем трансформации относительно малоустойчивых чистых и одновозрастных древостоев в более устойчивые смешанные и разновозрастные (путем рубок ухода, переформирования, ландшафтных и санитарных рубок, производства культур (в том числе подпологовых), мерами содействия естественному возобновлению);*
- *регулирование породного состава путем введения (сохранения) устойчивых древесных пород, которые соответствуют условиям климата и почвенной среды конкретного местоположения, переносят техногенные выбросы и засоление почв;*
- *реализация в полосе опушек и линейных защитных посадках комплекса агротехнических*

и профилактических мероприятий, включающих обмыв кроны, подкормку, полив, санитарную обрезку, защиту от вредителей и механических повреждений, профилактику заболеваний; проведение ранневесенних поливов обочин дорог и насаждений сразу после схода снега для ускорения промывания корнеобитаемого слоя почвы и самих деревьев от солей;

- *применение исключительно весенней посадки деревьев и кустарников, по возможности с закрытой корневой системой (при подготовке посадочного места его дно следует разрыхлить на глубину 10–15 см, а затем уложить слой крупнозернистого песка или щебня толщиной 15–25 см для обеспечения дренажа почвогрунта, прерывания капиллярного подъема минерализованных растворов к корням растений и поверхности почвы, изоляции корней от контакта с неблагоприятными грунтами и водами);*
- *выращивание устойчивого травяного покрова путем посева многолетних трав или дерновки; применение корневищных, корневищных рыхлокустовых и рыхлокустовых многолетних злаковых трав, образующих прочную дернину. К числу наиболее эффективных относятся: овсяница луговая и красная, райграс пастбищный и многоукосный, мятлик луговой и обыкновенный, полевица белая, обыкновенная и побегоносная, донник белый и желтый, костер безостый и др.; наиболее устойчивый газон дает смесь из 3–4 трав;*
- *создание на нелесистых придорожных участках защитных полос зеленых насаждений, которые будут препятствовать переносу дорожной пыли и солей, для ограничения загрязняемого пространства. При этом следует использовать ассортимент соле- и газоустойчивых растений и производить посадки (посевы) на расстоянии 20 м и далее от проезжей части (так как солеустойчивость рекомендуемых видов значительно уступает настоящим галофитам). Ближе к трассе необходимо сажать деревья и кустарники-«фильтры»;*
- *проведение санитарно-оздоровительных мероприятий по мере необходимости в максимально оперативном режиме;*
- *продолжение исследовательских работ для решения проблемы усыхания древесных насаждений, особенно на наиболее экологически напряженных участках автодорог (применение альтернативных, менее агрессивных в отношении природной растительности противогололедных реагентов; обработка поздней осенью специальными защит-*

ными составами крон деревьев в опушках древостоев, линейных древесно-кустарниковых насаждениях вдоль автомагистралей от воздействия агрессивных водно-солевых воздушных взвесей; использование на наиболее опасных участках защитных экранов или 1–2 рядов искусственных деревьев для защиты лесных массивов от воздействия соляных взвесей).

В последнее время в мировой практике озеленения приоритеты сдвигаются в сторону сохранения естественных экосистем, а не создания искусственных. Зарубежный опыт и оригинальные исследования показали, что вдоль дорог сохраняется высокий, в том числе адаптационный потенциал природной флоры, позволяющий при изменении режима кошения сформировать устойчивые растительные сообщества и повысить эстетику и биоразнообразие придорожных территорий. Благодаря многообразию составляющих видов, адаптированных в ходе совместной эволюции, естественные экосистемы способны к саморегуляции, развитию и самовосстановлению. Для внедрения данной стратегии необходима адаптация существующих технологий управления придорожными экосистемами, в основе которых акцент приоритетов будет направлен на сохранение, восстановление и формирование естественных травянистых сообществ из видов природной декоративной флоры.

Реализация данной стратегии приведет к:

- *повышению эстетичности придорожных территорий;*
- *росту биологического разнообразия и устойчивости придорожных экосистем, снижению эрозии склонов (генотипы природной флоры, используемые при озеленении, наиболее устойчивы к условиям конкретной территории и болезням; естественные биоценозы и экосистемы способны к саморегуляции и самовосстановлению, не требуют значительных затрат на дополнительный уход – полив, прополку, внесение удобрений и пр.);*
- *снижению затрат человеческого и материального ресурсов на содержание придорожных полос (сокращение кошения с 3 до 1 раза в год, а его площади – с 3 га до 0,3 га на 1 км дороги);*
- *получению экономического эффекта при сохранении и поддержании существующих качественных естественных растительных сообществ по сравнению с восстановлением при их деградации; экологического эффекта при восстановлении редких природных экосистем (сохранение и поддержание естественных экотопов существенно менее экономически затратно по сравнению с вложениями в их формирование).*

Реализация концепции предусматривает разработку ассортимента аборигенных видов растений, которые могут быть внедрены при озеленении придорожных территорий (как существующих дорог, так и при прокладке новых магистралей) с учетом их локальных геоботанических и эдафических особенностей, создание банка семян травосмеси, формирование естественных генетических резерватов (полевых банков) луговой флоры для каждого геоботанического округа для сохранения экосистемного и генетического соответствия. **■**

■ **Summary.** The article provides data on the results of long-term monitoring of the state of vegetation along the main highways of Belarus, caused by environmental pollution in roadside strips with deicing reagents based on sodium chloride in winter in combination with a set of other negative factors (exhaust gases from mobile sources of pollution, changes in environmental conditions, extreme manifestations of weather and climatic factors).

■ **Keywords:** road, roadside territory, antiglaze reagents, state, forest, meadow and swamp vegetation.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-11-34-41>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / под ред. А.В. Пугачевского. – И-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2011.
2. ICP Forests Manual // icp-forests.net/page/icp-forests-manual.
3. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь (утв. Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 19.12.2016 №79). – Минск, 2016.
4. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев, О.Г. Чертов, С.А. Сергеевич и др.; под ред. В.А. Алексеева – Л., 1990.
5. Судник А.В., Голушко Р.М. Состояние лесных и защитных древесных насаждений вдоль автомобильных дорог в Беларуси (по данным мониторинговых наблюдений) / Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету / Матэрыялы V Міжн. нав. канф. – Минск, 2018.
6. Яковлев А.П., Судник А.В. Влияние солевых реагентов на экологическое состояние почвы и растений в городской среде / А.П. Яковлев, А.В. Судник // Состояние и перспективы развития зеленого строительства в Республике Беларусь: тез. Респ. науч.-практ. семинара – Минск, 2018.
7. Судник А.В., Терещенко С.С. Особенности синантропизации придорожной травянистой растительности вдоль автомобильных дорог Беларуси / Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету / Матэрыялы V Міжн. нав. канф. – Минск, 2018.
8. ТКП 337–2017 (33200). Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения. – Минск, 2017.
9. Судник А.В., Яковлев А.П. Типовая схема проектирования мероприятий по минимизации воздействия автомобильных дорог на растительность придорожных территорий / Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов // Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2015.
10. Судник А.В. Разработка комплекса мер по минимизации воздействия строительства и содержания автодорог на растительность придорожных территорий // Сборник научных трудов «Природные ресурсы и окружающая среда». – Минск, 2016. С. 113–117.

 http://innosfera.by/2021/11/antiglaze_reagents

Статья поступила в редакцию 24.05.2021 г.