

Якубович А.Н., Якубович И.А.¹, Рассоха В.И.²

¹Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
E-mail: yakubovich_irina@mail.ru

²Оренбургский государственный университет
E-mail: cabin2012@yandex.ru

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПАНИИ «АВТОДОР»

Развитие дорожного хозяйства на территории России связано с обеспечением рационального природопользования, которое непосредственно обеспечивается научно-обоснованными решениями, направленными, в том числе, на уменьшение негативных последствий, связанных с влиянием автотранспортных потоков на экосистемы придорожных территорий.

Применительно к существующей и перспективной дорожной сети Государственной компании «Российские автомобильные дороги» был сформирован перечень и выполнена количественная оценка значений каждого показателя, характеризующего текущее экологическое состояние придорожных территорий и степень их сопротивляемости техногенным воздействиям со стороны транспортного комплекса.

Произведено природное зонирование территории дорожной сети по зонам тайги, лесов, степей, полупустынь и пустынь. Рассмотрены такие важнейшие климатообразующие факторы, как радиационный баланс, рельеф территории, высота местности.

Подробно проанализированы разновидности почв территории дорожной сети ГК «Автодор» в зависимости от таких факторов, как эмиссия почвами углекислого газа, емкость катионного обмена почв, кислотность, содержание азота в почве, органическое вещество почвы, плодородие, количество фитомассы, растительное сообщество.

Ключевые слова: дорожное строительство, дорожная сеть, геоинформационные технологии, природные комплексы, экологическое состояние территории.

Постоянно развивающаяся транспортная инфраструктура в России, особенно в Европейской ее части, с одной стороны, объединяет людей, облегчает их мобильность, открывает доступ к новым рынкам сбыта и снижает транспортные издержки, с другой – наносит значительный, а часто непоправимый ущерб окружающей среде и всем компонентам ландшафтов.

Взаимодействие автомобильной дороги с окружающей средой крайне сложно, так как в этих взаимодействиях участвует не только дорога и среда, но и весь комплекс транспортной системы: автотранспортные средства, дорожно-строительные машины, механические устройства, сооружения, сфера эксплуатации и т. д. Повышение транспортной доступности отдаленных и заповедных уголков страны создает целый спектр рисков их нарушения и деградации за счет более высокой транспортной проходимости угодий.

Развитие дорожного хозяйства на территории России связано с обеспечением рационального природопользования, которое непосредственно обеспечивается научно-обоснованными решениями, направленными, в том числе, на

уменьшение негативных последствий, связанных с влиянием автотранспортных потоков на экосистемы придорожных территорий.

В частности, программой развития Государственной компании «Российские автомобильные дороги» (ГК «Автодор») предусмотрено планомерное и масштабное расширение дорожной сети на более чем 17 тыс. км к 2030 году (по оптимистичному сценарию развития). Более 95 % участков дорожной сети в период 2015–2030 гг. будет либо построено «с нуля», либо подвергнуто кардинальной реконструкции. Строительство, реконструкция и последующая эксплуатация дорожной сети будут осуществляться на территориях 42 субъектов Российской Федерации, находящихся в крайне разнообразных природно-климатических и экологических условиях. Соответственно, особую значимость приобретает комплексный анализ современного экологического состояния придорожных территорий, прогноз ситуации в сфере охраны окружающей их природной и социальной среды. Методика и процедура данного вида анализа, в том числе на основе геоинформационных технологий, ранее рассматривались в [1–15].

Применительно к существующей и перспективной дорожной сети ГК «Автодор» был сформирован перечень показателей, характеризующих текущее экологическое состояние придорожных территорий и степень их сопротивляемости техногенным воздействиям со стороны транспортного комплекса.

Природное зонирование территории относит 44,2 % дорожной сети к зоне южной тайги, характеризующейся разнообразной растительностью с преобладанием хвойных лесов, а также наличием значительного количества болот. Степи граничат с 32,3 % автодорог; их территории характеризуются жарким или очень жарким (до +40 °С) и сильно засушливым летом. Зима в степных регионах всегда малоснежная, с сильными позёмками и метелями, от умеренно мягкой до суровой с морозами, иногда достигающими -40 °С.

Травянистый покров степи образует сомкнутый или почти сомкнутый ковер. Многие из растений засухоустойчивы либо активны весной. Третьими по масштабам распространения являются леса (17,9 %), территория распространения которых характеризуется умеренным климатом, с чередованием летнего, осеннего, зимнего и весеннего периодов. Остальные виды природных зон значительно менее распространены (тайга – 3,8 %, полупустыни и пустыни – 1,1 %).

На рисунке 1 можно видеть достаточно четко выраженную смену климатических поясов на территориях дорожной сети ГК «Автодор» в направлении с северо-востока на юго-запад.

Важнейшим климатообразующим фактором является радиационный баланс – сумма прихода и расхода потоков солнечной радиации, поглощаемой и излучаемой подстилающей поверхностью Земли. При этом радиационный баланс существенно зависит от альбедо земной поверхности, то есть от отношения отраженной и поступившей солнечной световой энергии. Техногенное изменение альбедо земной поверхности, особенно на значительных территориях, например, занимаемых дорожной сетью, приводит к более или менее локальным изменениям температурного режима воздуха. Также, в случаях уменьшения отражательной способности верхнего слоя земной поверхности, повышается средняя температура подстилающих почв, что может приводить к изменению их структуры и физико-механических свойств и, как следствие, к повышенным деформациям под нагрузкой. Среднее значение альбедо (0,3–0,5) имеет 85,5 % автодорог, пониженное (менее 0,2, что характерно для примыкающих к дорожной сети водоемов и водонасыщенных поверхностей) – 14,5 %.

На территории дорожной сети ГК «Автодор» присутствуют 6 видов рельефа. Преобла-

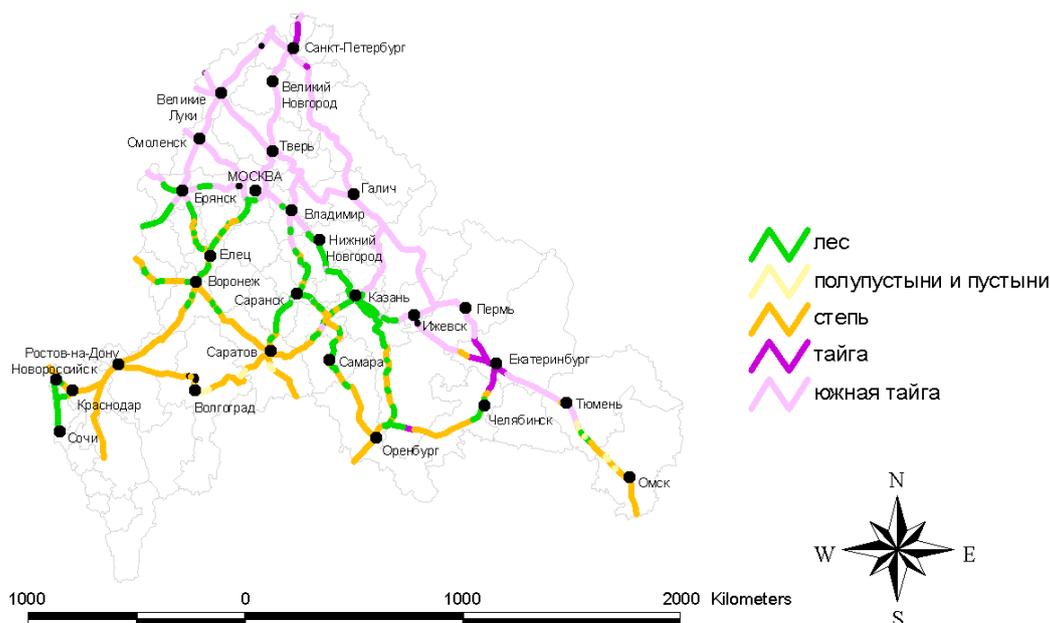


Рисунок 1. Природные зоны на территориях автодорог ГК «Автодор»

дающим является равнинный рельеф (93,1 %), характерным признаком которого является малая относительная высота возвышений над окружающей местностью (не более 200 м). Молодые низменности, как правило, плоские, характер поверхности средних по возрасту равнин сложный, холмистый, возвышенности преобладают, хотя встречаются значительные участки низменностей. На старой и высокой равнине могут встречаться участки возвышенностей и низменностей, но доминантная высота плоскогорья (более 500 м) преобладает. Значительно менее распространен долинный рельеф (4,0 %) как весьма характерная разновидность эрозионного рельефа, формы которого созданы, главным образом, действием постоянных или временных водных потоков – рек, ручьев. Основу этого типа рельефа составляет сеть долин и балок вместе с сетью оврагов. Гористый рельеф, отличающийся сложным и резким расчленением, преобладанием крутых склонов и больших относительных высот, имеет место на 1,4 % прилегающих территорий. Остальные типы рельефа (высокогорный, грядовый и на горных склонах) занимают менее 1 % каждый от прилегающих территорий.

Высота местности существенно влияет на климат региона, способствуя появлению его местных разновидностей. Высотная климатическая зональность определяется тем, что в горах изменение метеорологических величин с высотой создает быстрое изменение всего комплекса климатических условий. Для изменений, которые в горизонтальном направлении происходят на протяжении тысяч километров, в горах нужно изменение высоты только на километры. На высоте не более 300 м расположено 85,1 % дорожной сети; еще 11,6 % находится на высоте от 300 до 600 м. Участки, расположенные выше 600 м, составляют 3,3 % от общей протяженности автодорог.

Перечень почв Единого государственного реестра почвенных ресурсов России [16] насчитывает 205 разновидностей, которые включают единицы различного классификационно-таксономического ранга. Более 20 % этих разновидностей (43 наименования) присутствуют на территориях, занимаемых дорожной сетью ГК «Автодор»; укрупнено наличие почв в пределах отдельных участков автодорог показано на рисунке 2.

Наиболее распространены дерновые и дерново-подзолистые почвы (54,4 % территории), характерные для зоны широколиственных лесов. Эти почвы относительно бедны азотом и фосфором, но при распашке и введении в культуру они достаточно плодородны. Черноземы всех видов образуют 29,9 % почв на природных территориях; при большой широтной протяженности черноземной зоны различные фации черноземов существенно различаются между собой по климатическим показателям. В наиболее тучных черноземах содержание гумуса в поверхностном слое достигает 10–12 %, а его запас в метровом слое мощного чернозема может быть 600–700 т/га. Количество растительной массы естественных травяных сообществ на черноземах высокое: в лесостепи Русской равнины 30–40 ц/га надземной фитомассы и 200 ц/га корней, в степи 8–24 ц/га надземной фитомассы и 150–300 ц/га корней. Ежегодный прирост надземной фитомассы на черноземах в 1,5–2 раза выше количества биомассы в период максимального развития. Прирост корней составляет 50–60 % их общей массы. В среднем опад травяных сообществ черноземной зоны составляет 200 ц/(га·год).

Эмиссия почвами углекислого газа является одним из основных показателей процессов газообмена. Чем больше зона аэрации и интенсивнее газообмен в почве, тем лучше условия для развития корневой системы древесной растительности, а, значит, для продуктивности древостоя. Структура землепользования играет важную роль в эмиссии CO₂ и в региональном балансе углерода. Характер экосистемы и антропогенная деятельность могут повлиять на естественные почвенные процессы, в том числе и связанные с углеродным циклом. В результате этого скорость разложения органического вещества почвы может как увеличиться, так и уменьшиться. Интенсификация почвенного дыхания вследствие изменения землепользования может привести к заметным последствиям для эмиссии CO₂ в атмосферу. Низкий уровень эмиссии (до 2 т/га в год) характерен для 20,8 % территории автодорог; уровень 2–4 т/га в год наблюдается на 50,9 % территорий, 28,3 % почв отличаются высоким уровнем эмиссии (4–8 т/га в год). В целом, уровни эмиссии углекислого газа обнаруживают высокую степень

корреляции с типами почвенных комплексов на территории.

Для формирования растительных комплексов на территории важным фактором является наличие ионов ряда металлов, таких как кальций, магний, железо, алюминий и другие. Для прогнозирования возможных последствий и выработки экологически сбалансированной стратегии ведения техногенной деятельности, в том числе связанной с автомобильным строительством, необходимо определение емкости катионного обмена почв – ЕКО (рис. 3). Емкость катионного обмена больше в почвах тяжелого гранулометрического состава, чем в легких. Органические коллоиды обладают более высокой ЕКО, чем минеральные. Наиболее важны для диагностики процессов почвообразования и плодородия почв обменные катионы почвенно-поглощающего комплекса: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , H^{+} , Al^{3+} . На территории дорожной сети участки с ЕКО менее 20 единиц составляют 30,3 %, с ЕКО от 20 до 40 единиц – 43,1 %, от 40 до 60 единиц – 25,6 %.

Существенным фактором, влияющим на плодородие и, следовательно, на хозяйственную ценность почвы, является кислотность (рис. 4).

Повышенная кислотность характерна для дерново-подзолистых, заболоченных почв,

а также серых лесных и некоторых почв северных районов Черноземной зоны. Кислотность влияет на структуру почвы (величину и прочность почвенных частиц), на вносимые органические и минеральные удобрения, микрофлору почвы и развитие самого растения. Слабокислые или слабощелочные почвы (35 % территории дорожной сети) наиболее благоприятны для большинства растений. С кислотностью тесно связана и жизнедеятельность почвенных организмов.

В кислой среде распространена грибная микрофлора, в близкой к нейтральной высокая концентрация бактерий. На избыточно кислых почвах (60,6 % территории) многие агрохимические показатели изменяются в неблагоприятную сторону. Питательные вещества, главным образом фосфор, переходят в трудноусвояемое состояние. Они вредны для растений и полезной микрофлоры, в них снижается поступление в растения азота, калия, кальция, магния, сосуды корневых волосков закупориваются. Избыточная кислотность увеличивает до токсичных количеств содержание в почве подвижных ионов алюминия и марганца. Избыточно щелочные почвы (4,5 % участков дорожной сети) также угнетают деятельность микроорганизмов, ухудшают структуру и физические свойства почвы, режим питания растительности.

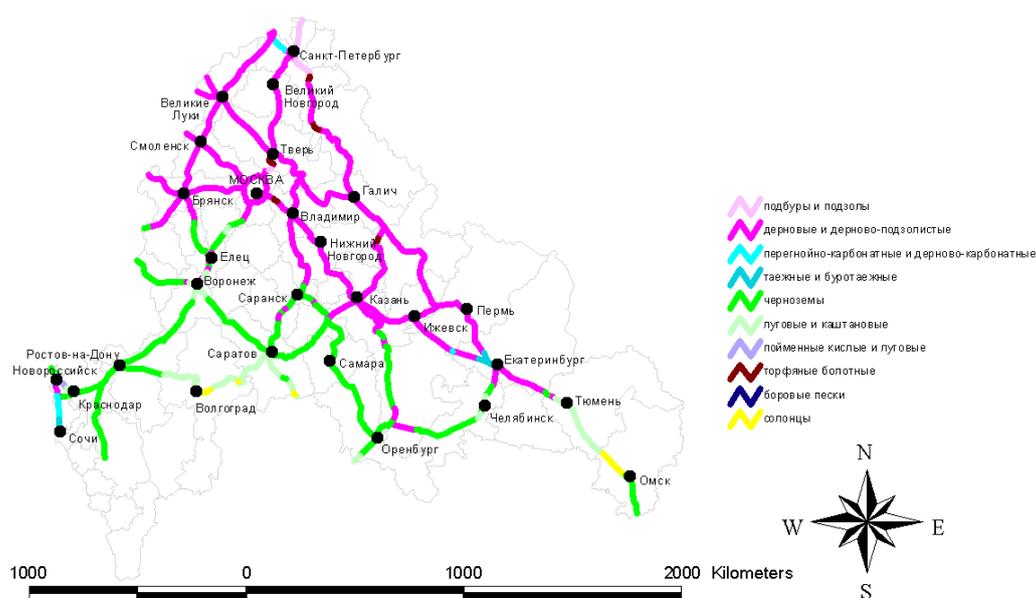


Рисунок 2. Типы почв и почвенных комплексов на территориях, занимаемых автодорогами ГК «Автодор»

Содержание азота в почве зависит от ее гранулометрического состава, окультуренности и т. д. Общий запас азота в верхнем слое одного гектара колеблется от 1,5 т в супесчаной дерново-подзолистой почве до 15 т в мощном черноземе. Однако оптимальные условия азотного питания растений определяются, прежде

всего, наличием в почве минеральных соединений азота, так как именно эта форма азота доступна растениям. Лишь незначительная часть азота в виде растворимых в воде амидов и аминокислот может усваиваться растением. Основная же часть азота содержится в органических соединениях, недоступных для пи-

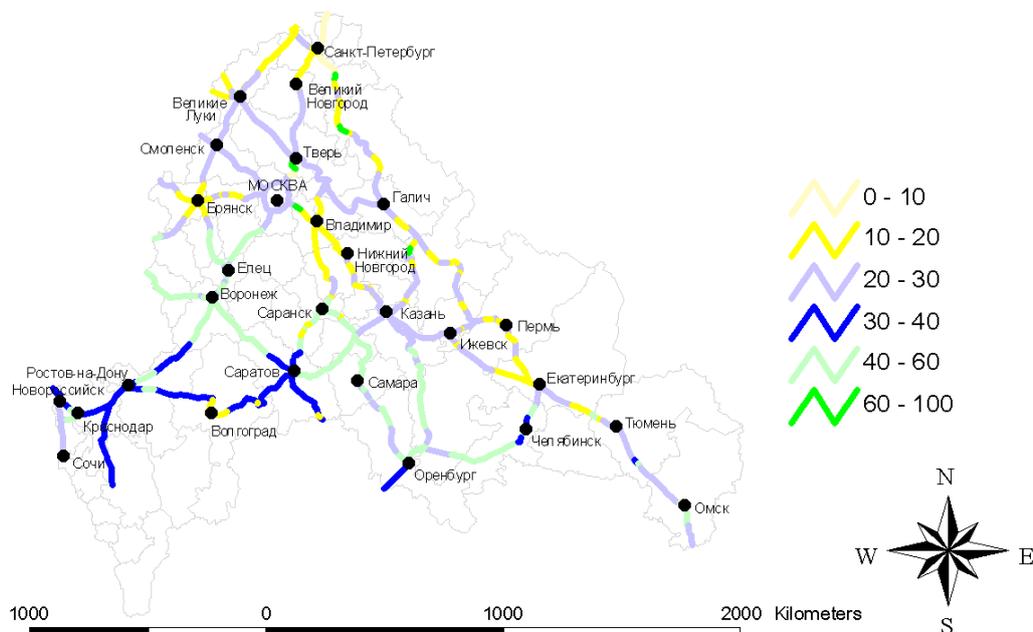


Рисунок 3. Емкость катионного обмена подстилающих почв дорожной сети ГК «Автодор», единиц ЕКО

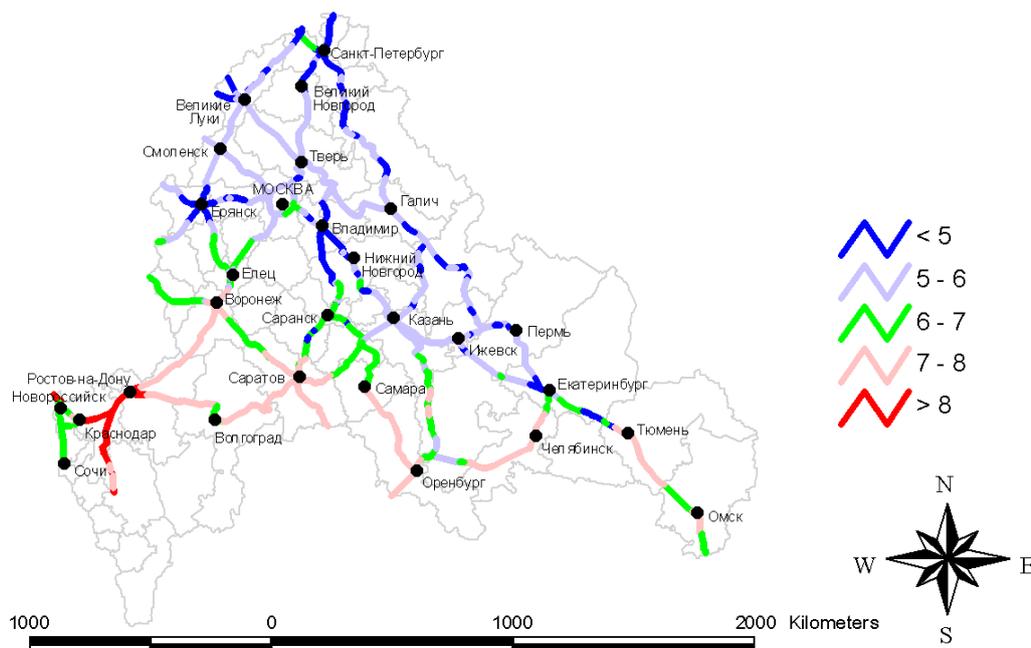


Рисунок 4. Кислотность почв на территориях дорожной сети ГК «Автодор», рН

тания растений. В минеральных соединениях находится 1–3 % азота, но именно этот азот имеет большое значение в питании растений. Процесс превращения азота органического вещества до аммиачных соединений называется аммонификацией, а окисления аммиака до нитратов – нитрификацией. Нитрификация является показателем культурного состояния почвы, а нитрификационная способность почвы – важным признаком ее плодородия. Большая часть территории дорожной сети ГК Автодор расположена в зонах с содержанием азота от 0,2 до 0,4 % (62 % участков); высокое содержание (более 0,4 % азота) имеет место на 27,9 % территории, и пониженное (менее 0,2 % азота) – на 10,1 %.

Органическое вещество почвы – это совокупность всех органических веществ, находящихся в форме гумуса и останков животных и растений, т. е. важная составная часть почвы, представляющая сложный химический комплекс органических веществ биогенного происхождения, разделяемых на две группы: гумусовые, или перегнойные, вещества специфической природы, а также негумифицированные вещества растительного и животного происхождения. На долю гумуса приходится 85–90 % от общего количества органического вещества почвы; при оптимальных биологических процессах количество гумуса в почве со временем увеличивается. Содержание гумуса в почве – важный показатель ее потенциального плодородия, активности в ней всех биологических процессов. Почти половина всех территорий дорожной сети (49,3 %) характеризуется относительно невысоким содержанием органического вещества в почве – не более 0,7 кг/м²; содержания от 0,7 до 1 кг/м² наблюдаются на 28 % придорожных территорий; доля наиболее ценных прилегающих земель с содержанием органического вещества более 1 кг/м² составляет 22,7 %.

Плодородие почв отражает их способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности. К факторам, лимитирующим плодородие почв, относятся показатели состава, свойств и режимов почв, снижающие биопродуктивность естественных фитоценозов. К антропогенным

факторам прямого воздействия, лимитирующим почвенное плодородие, можно отнести локальное загрязнение почв радионуклидами и тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пожары, загрязнение атмосферы токсикантами, нарушение почвенного покрова в результате дорожно-строительной деятельности и т. д. На рисунке 5 показана естественная продуктивность (плодородие) почв, прилегающих к дорожной сети ГК Автодор.

Фитомассами называется органическое вещество растений, накопленное к определенному моменту как в надземной, так и подземной части природно-территориального комплекса. Роль фитомасс в структуре природно-территориальных комплексов исключительна. По этой роли все природно-территориальные комплексы могут быть подразделены на ряд групп. В одних ведущую роль фитомасса играет во все сезоны года (тропические и субтропические леса и кустарники), в других – большую часть года (листопадные и хвойные леса и кустарники умеренного пояса) и в третьих – лишь в отдельные сезоны (степи, луга, тундры). Кроме того, можно выделить природно-территориальные комплексы с относительно ослабленной ролью фитомасс (пустыни) и даже с их отсутствием. Не менее значительна роль фитомасс в функционировании природно-территориальных комплексов.

С ними связаны такие физиологические процессы, как фотосинтез, дыхание, транспирация, поглощение и выделение в почву минеральных элементов и химических веществ, поглощение влаги корнями растений и т. п. Следует специально отметить исключительное влияние фитомасс на трансформацию солнечной энергии (поглощение, отражение и проникновение солнечной радиации), изменение микроклиматических условий путем преобразования свойств воздушных масс (температуры и влажности воздуха, скорости ветра, газового состава), интенсивность влагооборота (поглощение, проникновение и перехват осадков, перераспределения снежного покрова, транспирация) различные почвенные процессы, зоомассы и т. д.

Количество фитомассы в почвенно-растительных комплексах (с учетом подземной части растений, располагающих определенным, хотя и не очень значительным объемом фитомассы)

для территорий, соседних с дорожной сетью ГК «Автодор», показано на рисунке 6.

Можно видеть, что участки с наибольшим количеством фитомассы (более 12 кг/м²) расположены преимущественно в зоне средних широт и занимают 15,6 % прилегающих территорий. Северная часть дорожной сети (50,2 % от общей протяженности) характеризуется в основном средним количеством фитомассы – от 5 до 12 кг/м², южная часть (34,1 %) – пониженным количеством (не более 5 кг/м²).

Растительное сообщество (фитоценоз, растительный комплекс) – это устойчивая совокупность растений, обитающих на относительно однородном участке земной поверхности и существующих в определённых условиях. Это динамичная система, изменяемая во времени (как в течение года, так и на протяжении многих лет). Для растительного сообщества характерны определённый видовой состав и структура, которые образовались с учётом возможности совместного существования различных видов растений и иных организмов. Между всеми частями фитоценоза существует сложная взаимосвязь. Являясь важнейшей частью биоценоза и биогеоценоза, растительное сообщество образует органические вещества, необходимые для питания гетеротрофных организмов и человека и выделяет во внешнюю среду продукты обмена

(кислород и углекислый газ). Оставляя в почве и на её поверхности отмершие органы, растения способствуют формированию почвенного покрова, надземная их часть участвует в формировании микроклимата. Основными классами растительных сообществ, распространёнными на придорожных территориях ГК Автодор, являются леса и редколесья (45,8 %) и степные растительные комплексы (39,4 %), менее распространена растительность, формирующаяся на заливаемых почвах (12,7 %). Болотные типы растительности занимают 2 % от общей площади территорий, прилегающих к дорожной сети. Детализация видов растительности показана на рисунке 7; наиболее часто встречаются мезоксерофиты и ксеромезофиты (19,2 % территории), редколесье и разнотравье (17,7 %), а также сосновые леса (12,9 %). Из числа наиболее ценных и редких видов необходимо отметить наличие приморского кедра (вдоль 16 километров трассы между Новороссийском и Сочи).

Леса являются одним из наиболее важных экологических территориальных комплексов. Лес представляет собой природную систему из взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов, которая характеризуется динамическим равновесием, устойчивостью, авторегуляцией, т. е. стабильностью, выработанной в результате длительной эволюции и естественного отбора

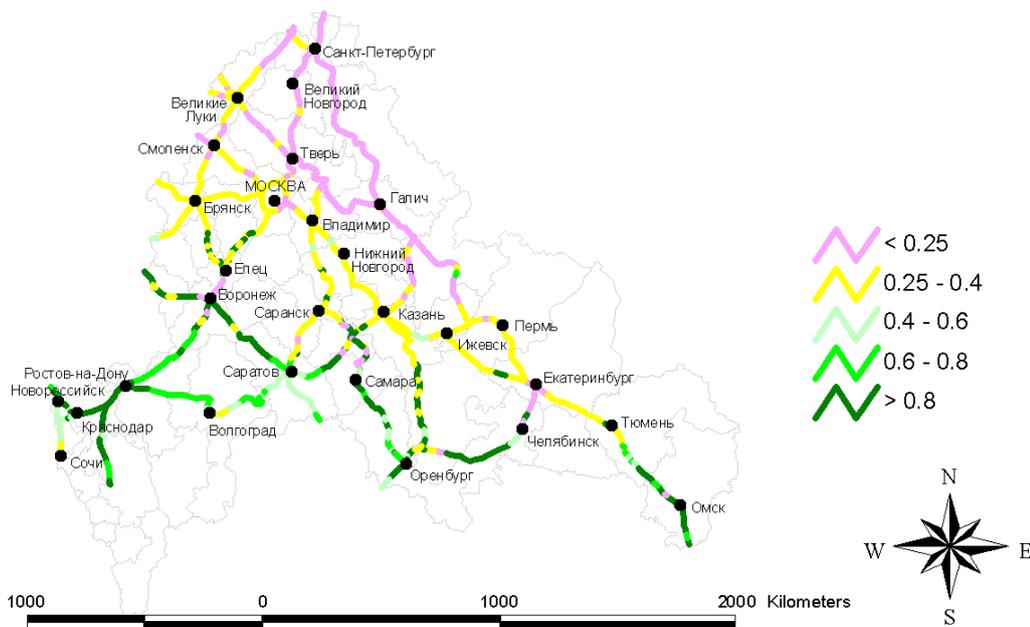


Рисунок 5. Продуктивность почв, примыкающих к дорожной сети ГК «Автодор», кг/(м²-год)

всех компонентов лесного сообщества; высокой способностью к восстановлению и обновлению; особым балансом энергии и вещества, обусловленным постоянным биологическим круговоротом и обменом веществ и энергии и, наряду с этим, выносом вещества за пределы биогеоценоза и притоком его из других биогеоценозов; динамичностью процессов, находящихся в сложных взаимодействиях, с тенденциями

к стабильности; географической обусловленностью.

Лесная растительность оказывает большое влияние на почвенные условия, их водный, тепловой режим, структуру, содержание органических и минеральных веществ, почвенное плодородие.

Очень значительно влияние леса на водный баланс регионов, гидрологический режим рек,

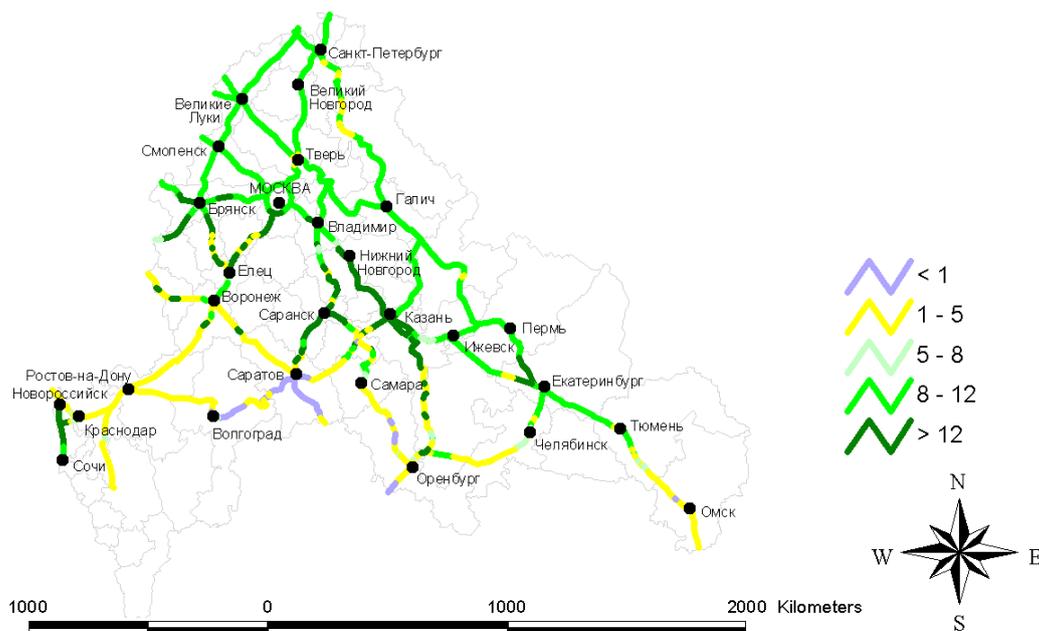


Рисунок 6. Общее количество фитомассы в почвенно-растительных комплексах, примыкающих к дорожной сети ГК «Автодор», кг/м²

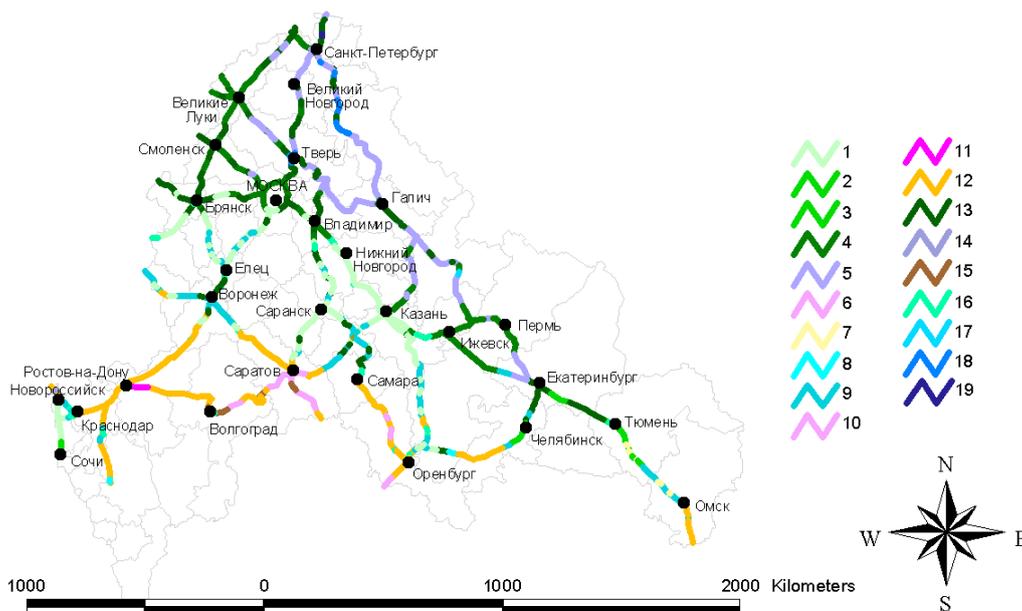


Рисунок 7. Подклассы растительных сообществ на территориях, прилегающих к дорожной сети ГК «Автодор» (обозначения см. таблице 1)

Таблица 1. Коды подклассов растительных сообществ

Код	Структура подклассов растительных сообществ
1	бук, граб, дуб
2	береза, осина, ель
3	кедр приморский
4	темные хвойные породы
5	пихта-ель и кедр-ель
6	травянистые и лишайничные мохи
7	засоленные (галофитовые) заливные луга
8	дерновинно-злаковое разнотравье
9	редколесье и разнотравье
10	альпийские луга
11	луга
12	растения при среднем уровне влажности (мезоксерофиты и ксеромезофиты)
13	сосна
14	тростниковые заросли
15	полукустарники и рыхлокустовые травы
16	сообщества широколиственных кустарников
17	хвойные кусты
18	сфагнумы и мхи
19	ель и кедр

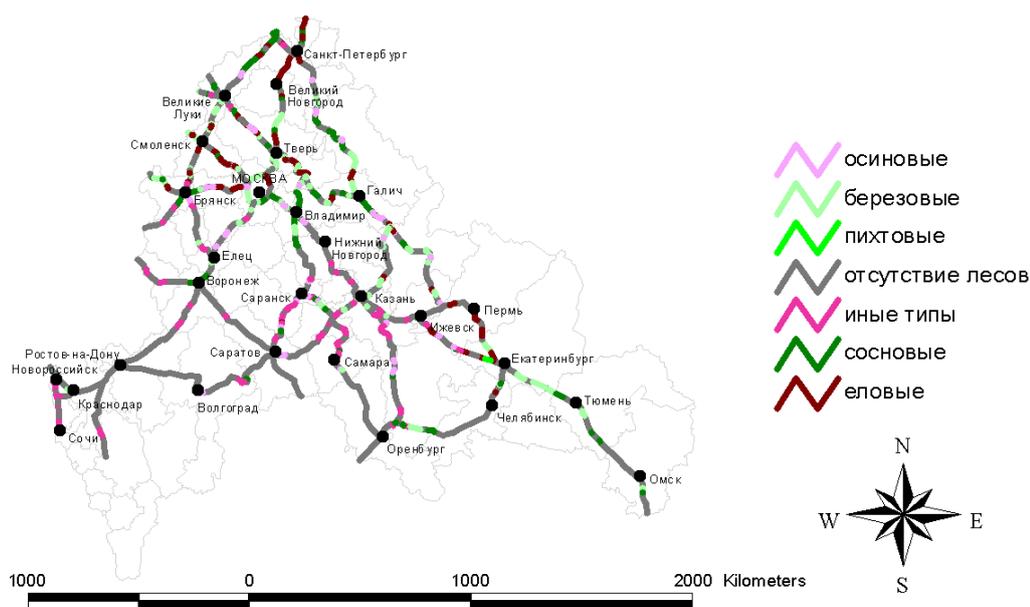


Рисунок 8. Лесные массивы на территории дорожной сети ГК «Автодор»

озёр и водохранилищ, эрозию почвы. Леса в значительной степени содействуют очищению воздуха от пыли и копоти и препятствуют дальнейшему их распространению. В течение года 1 га леса способен отфильтровать до 50–70 т пыли. Санитарно-гигиеническое значение лесов определяется и их фитонцидными свойствами. Более 28 % дорожной сети ГК Автодор прохо-

дит по лесным массивам (рис. 8), из которых наиболее распространены березовые (8,0 %), сосновые (7,1 %) и еловые (5,5 %).

Таким образом, с использованием геоинформационных технологий для отдельных участков дорожной сети выполнена количественная оценка значений каждого показателя экологического состояния территории.

8.05.2015

Список литературы:

- 1 Якубович, А. Н. Концептуальные основы моделирования самовосстановления экосистем Крайнего Северо-Востока России, нарушенных при сооружении временных автодорог / А. Н. Якубович, И. А. Якубович, В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 10. – С. 182-186.
- 2 Якубович, И. А. Оценка экологического вреда растительным комплексам Магаданской области при формировании сети временных автодорог / И. А. Якубович, А. Н. Якубович // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 3. – С. 49-52.
- 3 Хуснетдинова, В. Р. Геоинформационные системы в экологии / В. Р. Хуснетдинова // Вестник университета (государственный университет управления). – 2014. – № 8. – С. 174-177.
- 4 Хайбрахманов, Т. С. Геоинформационное картографирование функциональных зон городских территорий по космическим снимкам / Т. С. Хайбрахманов // Геоинформатика. – 2014. – № 2. – С. 55-62.
- 5 Интегральная экологическая модель состояния литосферы и атмосферы вблизи автодорог / О. В. Базарский, С. С. Воронкова, И. И. Косинова и др. // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т.1. – № 7. – С. 49-54.
- 6 Иващук, О. А. Модели автоматизированной системы экологического мониторинга в зоне влияния городских автодорог / О. А. Иващук // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. – 2007. – № 4-16. – С. 146-152.
- 7 Муниципальные ГИС: обеспечение решения экологических проблем / В. С. Поливанов, М. М. Поляков, Т. А. Воробьева и др. – Вологда: Изд-во Института социально-экономического развития территорий РАН. – 2001. – 162 с.
- 8 Литинский, П. Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов / П. Ю. Литинский. – Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН. – 2007. – 107 с.
- 9 Урманов, И. А. Инновационный подход к созданию сети скоростных автодорог в России / И. А. Урманов // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 6. – С. 4-6.
- 10 Рудь, А. В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полос автодорог Минской области / А. В. Рудь // Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География. – 2007. – № 1. – С. 111-115.
- 11 Добровольский, С. А. К оценке влияния автомобильных выбросов на загрязнение грунтов тяжелыми элементами в различных зонах полос городских автодорог / С. А. Добровольский, П. И. Кашперюк, А. Д. Потапов // Вестник МГСУ. – 2010. – № 1. – С. 299-303.
- 12 Гуткович, И. А. Опыт реализации инновационных проектов в области экологии / И. А. Гуткович // Нефть, газ и бизнес. – 2010. – № 5. – С. 73-75.
- 13 Шилкова, О. С. Особенности загрязнения окружающей среды от горнопромышленных автодорог / О. С. Шилкова, А. В. Джанянц, В. И. Сарбаев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 5. – С. 82.
- 14 Шкалик, В. А. Влияние рельефа на строительство, обустройство и отдельные характеристики автодорог на территории Смоленской области / В. А. Шкалик, А. В. Бышевская // Известия Смоленского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 52-59.
- 15 Аюкаев, Р. И. Инженерные решения экологической безопасности при реконструкции автодорог Северо-Запада в границах водоохранных зон / Р. И. Аюкаев, Е. О. Графова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2010. – № 6. – С. 49-54.
- 16 Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография / И. О. Алябина, В.А. Андроханов, В.В. Вершинин и др. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768 с.

Сведения об авторах:

Якубович Анатолий Николаевич, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), доктор технических наук, доцент, тел.: (499)1550146, e-mail: 54081@mail.ru

Якубович Ирина Анатольевна, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), доктор технических наук, доцент, тел.: (499) 1550483, e-mail: yakubovich_irina@mail.ru

Рассоха Владимир Иванович, декан транспортного факультета, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент тел.: (3532) 91-22-25, e-mail: cabin2012@yandex.ru