

УДК 574:528.952

DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-1-71-85

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХМЕРНОЙ КАРТЫ ТЕРРИТОРИИ

*Вадим Александрович Латкин*

Алтайский государственный аграрный университет, 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, аспирант кафедры геодезии, физики и инженерных сооружений, тел. (923)722-97-65, e-mail: latkinvadim@mail.ru

В современном мире экологическая обстановка остается очень напряженной. В связи с этим решение проблем окружающей среды отдельных территорий является актуальной задачей. Работа посвящена применению картографического метода для изучения экологического состояния определенной местности. Одним из наиболее эффективных методов исследования является картографическое представление в трехмерном виде, обеспечивающее удобство восприятия, облегчение процессов анализа, планирования и проектирования. Выделены некоторые экологические проблемы на исследуемой территории, подробно изучено состояние защитных лесных полос. Составлена 3D-карта фактического состояния проблемной ситуации, предложены способы решения, а также визуально отображены планируемые результаты проектной деятельности. Описаны особенности использования карты, отмечена возможность и необходимость взаимодействия различных сфер и отраслей деятельности в вопросах обеспечения экологической безопасности.

**Ключевые слова:** сельская местность, трехмерная карта, экологические проблемы, защитные лесные полосы, сухая степь, фактическое состояние, варианты решения, проектная деятельность, база данных, области использования

### *Введение*

Происходящие в мире события последних лет заставляют глубоко коснуться многих вопросов жизнедеятельности человека. В первую очередь необходимо понимать, что является главным и единственным условием существования и возможности любой деятельности, – это благоприятная окружающая среда. Катастрофические лесные пожары, приобретающие рекордные масштабы, загрязнения атмосферы и водоемов и др., упущенное время и возможности, бездействие как сопутствующие факторы ухудшения и без того опасной экологической обстановки, – вот наиболее острые и актуальные проблемы сегодня, хотя бы потому, что в них напрямую

видится причина повсеместного быстрого распространения различных инфекций и болезней на планете. Поэтому самой приоритетной задачей сегодня должно стать обеспечение экологической безопасности территорий.

Современными видами картографической информации являются трехмерные модели местности и трехмерные карты. Трехмерное моделирование и построение карт местности дает возможность максимально подробно и точно описать и представить графически реальную местность, все объекты, находящиеся на определенной территории, их расположение относительно друг друга [1]. Существует значительная часть материалов отечественных и зарубежных исследователей в области трехмерного представления,

рассмотренная в источнике [2]. Особенно хочется отметить работу автора R. Goralski [3] в области трехмерного картографирования, отличающуюся своей системностью, детальностью и полнотой охватываемых сведений, являющуюся актуальной и сегодня, которой сложно найти аналоги. Большое значение в смысле понимания важности и актуальности во всем мире трехмерного отображения природных и антропогенных ландшафтов с целью анализа, оценки экологического состояния и решения проблем имеют работы других зарубежных авторов [4–9]. В целом, трехмерная визуализация является перспективным направлением, имеющим большой потенциал. Необходимо его дальнейшее развитие и совершенствование, новые идеи.

Трехмерное представление необходимо осуществлять с использованием эффективного программного обеспечения, одним из которых является графический редактор игрового движка [2], способный обеспечить максимальную степень сходства карты с реальностью за счет качества визуализации и обширных наборов библиотек [3] трехмерных моделей объектов.

Особое место занимает картографическое отображение экологического состояния сельской местности: фактического положения дел и планируемых результатов проектной деятельности. Выбор сельской территории объясняется тем, что в настоящее время с каждым годом увеличивается отток населения в города, на селе наблюдается «запустение», а также не уделяется должного внимания местными органами власти именно экологическому (!) состоянию природных ландшафтов. А между тем, лишь естественная благоприятная среда на межселенной территории отдельных районов способна обеспечить общее сбалансированное, равновесное экологическое состояние целого региона.

Цель исследования: анализ состояния и предложение мероприятий по улучшению окружающей среды сельской территории с использованием 3D-карты.

Задачи:

1. Выявление существующих экологических проблем сельского района.

2. Разработка комплекса материалов для анализа и принятия мер по улучшению экологического состояния местности.

3. Картографическое представление проблемной ситуации и результата проектной деятельности.

4. Описание особенностей использования трехмерной карты.

5. Анализ взаимосвязи различных сфер антропогенной деятельности для достижения экологической безопасности.

Объект исследования – экологические проблемы и мероприятия по их разрешению.

Предмет исследования – применение трехмерной карты территории при анализе экологических проблем и разработке мероприятий по их разрешению.

### **Материалы и методы**

В работе использованы следующие исходные материалы и средства:

1) данные космической съемки местности в сети Интернет (спутниковые снимки в веб-ГИС: Google Карты, Google Earth);

2) фото- и видеоматериалы, полученные при наземной съемке территории;

3) технические средства (персональный компьютер с составляющими элементами), необходимое программное обеспечение (графический редактор игрового движка).

Применена методология научного исследования. Используются следующие методы: наблюдение, анализ и синтез информации, описание, систематизация, сравнение, индукция и дедукция, графический метод, картографический (в том числе правила символизации, абстракции, обобщения).

### **Результаты**

1. Данная работа предполагает общую методику анализа территорий и разработки проектных решений с применением 3D-карт. В качестве примера экспериментальной реализации предлагаемой методики рассматривается территория Михайловского района Алтайского края. Начальный этап работ подразумевает выявление в процессе наблюдения и камеральной обработки существующих результатов различных съемок местности, а также составление перечня экологических проблем исследуемого района. Это должны

быть такие участки территории, локальные объекты, которые по причине определенных природно-антропогенных факторов находятся в угнетенном состоянии и нуждаются в восстановлении, улучшении и дальнейшем сохранении экологического равновесия либо оказывают негативное воздействие на природный ландшафт.

Так как основной отраслью деятельности исследуемого района является сельское хозяйство, в этом направлении качество используемых земель и состояние окружающей среды имеет определяющее значение. Г. Ф. Гайнутдинова в своей работе [10] одной из наиболее актуальных проблем в настоящее время считает «разрушение сельскохозяйственной инфраструктуры (дорог, лесополос, мелиорированных земель) и снижение эффективности использования земель».

Проведя индивидуальный визуальный анализ местности, а также используя исходные материалы, был составлен список основных проблемных ситуаций района, на которые стоит обратить внимание, всерьез задуматься и, в конечном итоге, принять необходимые практические меры по восстановлению природных ландшафтов.

Рассмотрим данный перечень проблем территории района:

1) нарушенные земли на месте заброшенного полигона твердых бытовых отходов (свалки мусора);

2) угнетенное состояние либо отсутствие защитных лесных полос;

3) неудовлетворительное состояние озера в селе Михайловское после проведения мероприятий по его очистке;

4) низкая экологическая стабильность отдельных территорий района (деградированные земли, малая доля древесно-кустарниковых насаждений);

5) нерациональное использование земель;

6) вырубка и вывоз соснового бора.

После определения основных негативных явлений, процессов и факторов необходимо приступить к следующей, более подробной стадии работы.

2. Для эффективного анализа выявленных автором проблем и последующего принятия

мер необходимо сначала разработать определенный комплекс материалов – информационную базу:

– создать трехмерную карту фактического состояния территории и базу данных объектов;

– составить примерный список действий для разрешения проблемных ситуаций;

– отобразить визуально ситуацию после выполнения запланированных действий (проектное состояние).

Данные материалы необходимы, чтобы компетентные специалисты различных областей наук, а также органы власти имели возможность детально, визуально ознакомиться с экологической обстановкой района, определить степень серьезности и актуальности указанных проблем, проанализировать ситуацию и предложенные проектные решения, провести комплексное исследование и сформировать окончательные выводы. От решения вышеупомянутых лиц зависит «судьба» объекта исследования, а в случае принятия факта неблагоприятного экологического состояния, – практический этап реализации запланированных мероприятий:

– определение людских и материально-технических ресурсов;

– разработка сметной документации с учетом цен на определенные товары и услуги;

– практические действия на местности.

3. Рассмотрим на примере одной из перечисленных проблем, а именно защитных лесных полос, разработанный комплекс материалов по установленной схеме: фактическая 3D-карта – перечень мероприятий – проектная 3D-карта. Подробное представление и способы решения остальных проблемных ситуаций, не затронутых в данной работе, запланированы на ближайшую перспективу. Изучим сначала общие вопросы организации лесополос и ситуацию в крае, а затем перейдем непосредственно к частным характеристикам и разработанным материалам в районе исследования. Это необходимо для понимания масштабов исследуемой проблемы, ее важности и актуальности.

3.1. Необходимость и функции лесополос. Огромный вклад в изучение вопросов организации лесных полос в крае принадле-

жит Е. Г. Парамонову – российскому ученому-лесоводу, Я. Н. Ишутину – заслуженному лесоводу РФ, а также другим исследователям. Часть их работ посвящена исследованию состояния и влияния лесополос на окружающую среду в условиях Кулундинской степи (рис. 1), к которой относится также исследуемый в данной работе Михайловский район (рис. 2).

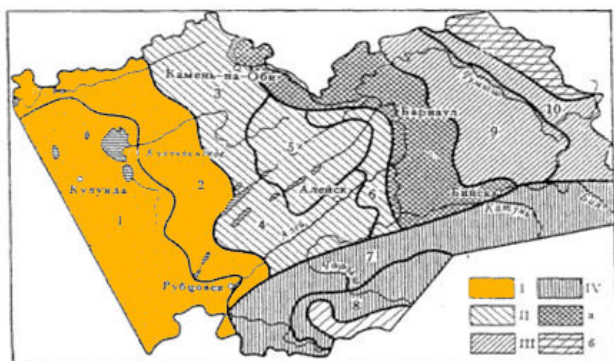


Рис. 1. Границы Кулундинской степи в Алтайском крае



Рис. 2. Михайловский район Алтайского края

Необходимо сразу отметить, что несмотря на то, что значительная часть материалов исследований различных известных и авторитетных отечественных авторов, касающихся состояния защитных лесных полос в степной зоне, в частности, в Кулундинской степи Алтайского края, опубликованы более 5 лет назад, – их нельзя считать устаревшими. Серьезных повсеместных практических мероприятий по восстановлению и обновлению лесополос с тех пор так и не было осуществлено, за исключением локальных работ на небольших

участках, проведенных частными лицами и энтузиастами. Это подтверждается исследованием разновременных космических снимков, а также периодическими личными наблюдениями на территории рассматриваемого в работе Михайловского района на протяжении 15 лет. Ситуация лишней раз доказывает и подчеркивает, что публикации результатов авторских исследований не возымели должного эффекта и не обратили на себя необходимого внимания со стороны управленческих структур, поэтому и проблема по прошествии времени остается актуальной, приобретает более острый характер, и говорить об этом приходится вновь, с еще большим трепетом и надеждой на то, что разработка идеи применения 3D-карты для решения экологических проблем поможет дело «сдвинуть с мертвой точки».

Алтайский край отнесен к группе регионов, интенсивно подвергающихся опустыниванию [11]. Здесь представлен самый крупный участок степи в стране [12]. В таких условиях система защитных лесополос играет большую роль в мелиоративных мероприятиях [13]. Существует несколько видов лесных насаждений [14]. Для исследуемого района наиболее актуальны полевозащитные и придорожные лесные полосы.

Различают лесные полосы нескольких конструкций, к каждой из которых есть свои особенности, влияющие на скорость ветра, снегоотложение, влажность почвы и др. Поэтому очень важно учитывать индивидуальные свойства лесополос в зависимости от характеристики конкретной территории.

3.2. Состояние лесных полос в Алтайском крае. В настоящее время лесополосы в Алтайском крае находятся в угнетенном состоянии. Основными древесными породами являются тополь бальзамический (преимущественно в засушливой степи) и береза повислая (преимущественно в сухой степи). Большую тревогу вызывает их возрастная структура. Используя источник [13], было определено количество лесополос по возрастам, имеющих в крае по состоянию на 2021 г.:

- до 25 лет – 0,3 %;
- от 26 до 35 лет – 2,2 %;
- от 36 до 45 лет – 39,9 %;
- старше 46 лет – 57,6 %.

Стоит учитывать, что продолжительность влияния березы и тополя в сухой степи не превышает 45 лет [15, 16]. Таким образом, можно сделать вывод, что больше половины лесополос края достигли критического возраста и, по сути, не могут эффективно выполнять свои функции.

Кроме возрастных проблем стоит говорить и о том, что «снижение эффективного влияния лесополос происходит под влиянием природных и антропогенных факторов. К первым относятся недостаток атмосферных осадков, глубина залегания грунтовых вод, ко вторым – степные пожары, самовольные вырубки, нерегулируемый выпас скота и прекращение рубок ухода» [17].

Непроведение мероприятий по охране и уходу за полезащитными лесополосами может привести к уничтожению лесных насаждений [18]. Санитарные рубки и рубки ухода, являющиеся необходимыми, должны осуществлять собственники, владельцы, пользователи и арендаторы сельскохозяйственных земель в обязательном порядке, однако по факту «порядок в лесополосах наводит кто и как может, на свое усмотрение» [19].

3.3. Состояние лесополос в Михайловском районе. Согласно Е. Г. Парамонову, территория Михайловского района относится к агролесомелиоративному району «1а – сухая степь» [20]. В первую очередь необходимо выяснить характерные для данного типа района основные рекомендации и требования, упомянутые в трудах известных ученых, а также закрепленных в отдельных документах. Затем необходимо описать фактическое состояние в исследуемом районе – для того, чтобы узнать, в какой степени лесные полосы соответствуют требованиям.

#### *Требования и рекомендации*

1. Оптимально под защитой 1 га лесной полосы в сухой степи должно быть 25–30 га пашни [13].

2. Межполосные пространства между полосами в сухостепной зоне должны составлять до 200 м [21].

3. Исследования показывают, что в условиях сухой степи лесополосы из тополя наи-

более подвержены гибели. В целом, наиболее жизнеспособными и имеющими лучшие показатели во всех районах имеют насаждения из березы повислой [17].

4. Лесные полосы закладывают в три-четыре ряда. Внутри полей допускается применение двух рядных полос. В степных районах могут применять смешанные насаждения из светолюбивых и теневыносливых древесных пород. Как правило, по конструкции лесополосы являются продуваемыми. Известно, что продуваемые лесные полосы способствуют более равномерному распределению снежного покрова и увлажнению почвы на полях, а также способствуют более равномерному прогреванию почвы открытого пространства [22]. Ширина полезащитных продуваемых конструкций составляет 15–16 м, придорожных может достигать до 22–25 м. Расстояние между деревьями в ряду составляет 1–1,5 м.

#### *Фактическое состояние*

Проанализируем степень соответствия существующих в районе полезащитных и придорожной лесополос рассмотренным выше пунктам.

1. Площадь пашни в 2018–2021 гг. в районе находится в пределах 98 тыс. га, а площадь лесных полос – 3,6 тыс. га. Таким образом, получаем, что под защитой 1 га лесной полосы находится примерно 27 га пашни, что соответствует требованиям.

2. Расстояния между полезащитными лесополосами составляют в среднем 300–400 м, что на 100–200 м больше установленного значения для сухостепной местности.

3. Возраст подавляющего большинства полос в районе достиг критического значения (более 40 лет). При этом тополиных насаждений больше. Тополь является хорошим уловителем пыли, он быстро растет, а также его саженцы относительно дешевы. Однако большим недостатком является его пух, и в настоящее время, говоря о проектировании лесополос и учитывая исследования ученых, стоит отдать предпочтение насаждениям из березы.

И полезащитные, и придорожная лесополосы имеют продуваемую конструкцию. Расстояние между деревьями в ряду на тех участ-

ках полос, которые еще сохранили целостность, составляет 1–1,5 м. Однако, многие отдельные участки в настоящее время представляют собой редины, т. е. разреженные насаждения вследствие гибели деревьев. Полезащитные полосы организованы в два ряда из одной породы деревьев.

Единственная сегодня придорожная полоса в районе расположена вдоль автомобильной дороги межмуниципального значения К-62 «Ключи – Петухи – Каип – Ащегуль – Назаровка – Михайловское» [23], участок от села Михайловское до села Назаровка. Располагаясь перпендикулярно нап-

равлению преобладающих юго-западных ветров, лесополоса выполняет важные функции: защищает дорогу от песчаных и снежных заносов, предотвращает разрушение дорожного полотна.

Первоначально придорожная защитная полоса организована как четырехрядная шириной в среднем 25 м, является смешанной по составу пород. Первый и второй от автодороги ряды представлены преимущественно тополиными насаждениями, третий и четвертый – березовыми. В этом можно убедиться визуально, либо с помощью космических снимков в веб-ГИС (например, GoogleEarth) (рис. 3).



Рис. 3. Начало придорожной полосы в 2 км к северу от с. Михайловское на космическом снимке и на фотографии местности (цифрами обозначены ряды деревьев)

Инвентаризация защитных лесных полос еще в 2011 г. показала, что в Михайловском районе лесополосы сохранились приблизительно на 50 %, и в целом они не выполняют своего прямого предназначения [24]. Это происходит по причине критического возраста пород деревьев, отсутствия надлежащего ухода, неконтролируемых сельскохозяйственных палов и др.

В 2015 г. в честь Дня Победы придорожная лесополоса была отремонтирована учащимися Михайловской средней школы. Однако необходимо, чтобы данной проблемой ухода и восстановления все-таки всерьез и постоянно занимались органы власти, имеющие необходимые компетенции и средства. Также в районе ежегодно проводит восстановление и закладку новых лесополос ООО «Горизонт» [25]. Но и здесь речь идет только

о близлежащей территории хозяйства. В других же частях района лесополосы по состоянию на 2021 г. находятся в угнетенном состоянии, а в некоторых местах, где необходима защита сельхозугодий от эрозии, и вовсе отсутствуют.

Обратим внимание на неудовлетворительное состояние одного из нескольких участков придорожной полосы, которое видно по с применением космическим снимкам (рис. 4).

Для более подробного анализа необходимо осуществить трехмерное представление данного участка, составить 3D-карту с возможностью всестороннего обзора. На рис. 5 представлен съемочный материал фактического состояния лесополосы, а также статический фрагмент составленной трехмерной карты.

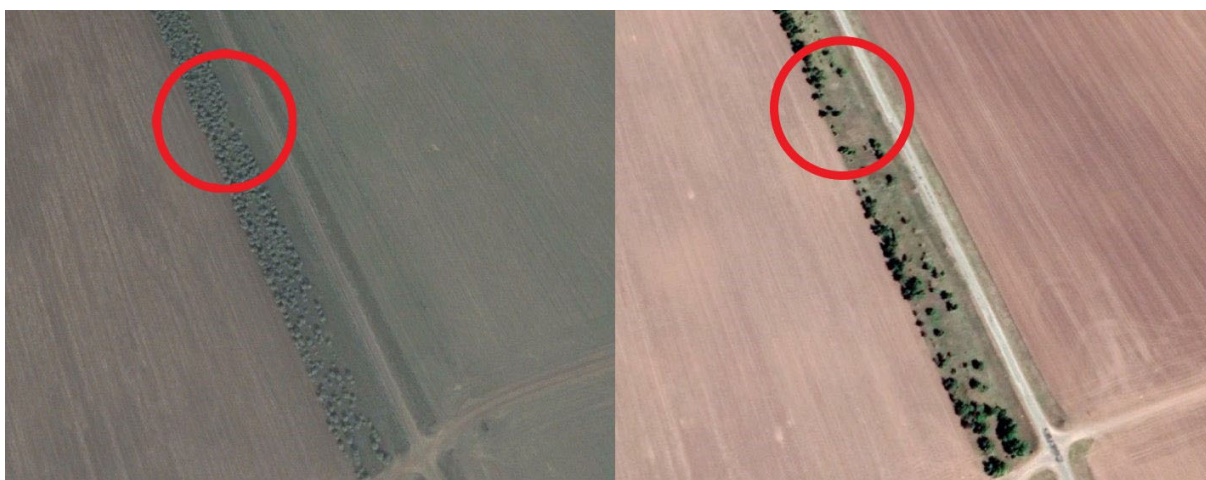


Рис. 4. Состояние придорожной полосы вдоль автодороги «Михайловское – Назаровка», участок «4 км + 250 м» (слева – снимок 13.06.2003, справа – снимок 01.06.2021)



Рис. 5. Сравнение реальности (слева) и 3D-карты (справа)

### *Мероприятия по восстановлению*

Представлены примерные предложения по улучшению ситуации, однако более скупуплезный анализ, итоговый выбор варианта развития событий, расчеты ресурсов и средств, практическая реализация должны осуществляться при взаимном сотрудничестве, совместно с компетентными специалистами, профессионалами в области экологии, почвоведения, землеустройства и т. д., а также с органами власти.

Проектное решение – восстановление/обновление придорожной лесополосы для эффективного выполнения своих функций.

### *Способы реализации (варианты решения проблемы)*

1. Полное обновление лесополосы. Из-за возраста древесных пород является необходимым, однако полное обновление изначально

но подразумевает серьезные материально-технические ресурсы и затраты. К тому же восстановление будет идти достаточно долго, должно пройти много времени, пока вся лесополоса станет функциональной в связи с достижением насаждениями зрелого возраста.

2. Постепенное восстановление лесополосы, предположительно, на данный момент является наиболее оптимальным способом. Целостные участки полосы, которые в определенной степени еще способны в течение некоторого времени осуществлять свои функции, можно оставить, при этом постоянно осуществляя надлежащий уход за ними. Восстановление необходимо выполнить на тех участках, которые пострадали вследствие природных и антропогенных факторов и наиболее угнетены. Таким образом, с течением времени, повторяя данную методику, можно постепенно обновить все поврежденные участки.

Рассмотрим несколько вариантов восстановления отдельных участков придорожной лесополосы.

2.1. Закладка саженцев [26, 27]:

- подбор необходимых древесных пород и их сочетаний;
- составление схемы смешения пород (при необходимости);
- расчистка территории (удаление погибших деревьев, а также мусора);
- подготовка почвы;
- посадка саженцев;
- инвентаризация и пополнение посадок;
- уход за посадками.

2.2. Размещение защитных сооружений.

В качестве самостоятельных средств защиты дорог могут применяться различные сооружения: снегозадерживающие заборы, переносные щиты и пр. Различные виды и особенности организации таких сооружений представлены в таких документах, как «Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог» [28], а также «Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега» [29].

Сооружение таких устройств связано с большими материальными затратами, поэтому их устройство необходимо тщательно обосновать, в первую очередь экологически, дает ли это какое-либо преимущество.

2.3. Закладка саженцев и размещение защитных сооружений. Данный вариант предусматривает интеграцию первых двух, – т. е. совместную организацию закладки насажде-

ний и защитных сооружений как средств усиления посадок на время их роста до функционального состояния.

При выборе оптимального способа и варианта восстановительных работ должны быть грамотно учтены все факторы: физико-географические, биологические и другие особенности, наибольший экологический эффект и экономические затраты в разных вариантах.

*Результат проектной деятельности*

Для возможности визуального представления итоговых выводов и разработанных проектных решений по восстановлению объекта необходим определенный макет, или проектная 3D-карта.

Ниже представлены фрагменты составленной карты с отображением возможных результатов принятых решений в зависимости от выбора определенного варианта (рис. 6–8).



Рис. 6. Восстановленный участок лесополосы посадкой саженцев



Рис. 7. Восстановленный участок лесополосы размещением разных типов защитных сооружений





Рис. 8. Восстановленный участок лесополосы посадкой саженцев и размещением защитных сооружений

4. Особенности использования карты  
 4.1. Визуальное восприятие. Для облегчения восприятия информации трехмерной карты в используемом графическом редакторе существует возможность свободного перемещения камеры. При необходимости можно максимально как уменьшать, так и увеличивать расстояние до нужного объекта, при этом получая различные виды в зависимости от зафиксированной точки обзора (наблюдения): план-вид (вид сверху), модель-вид (возвышенная перспектива), вид на мир (вид на уровне глаз) (рис. 9).

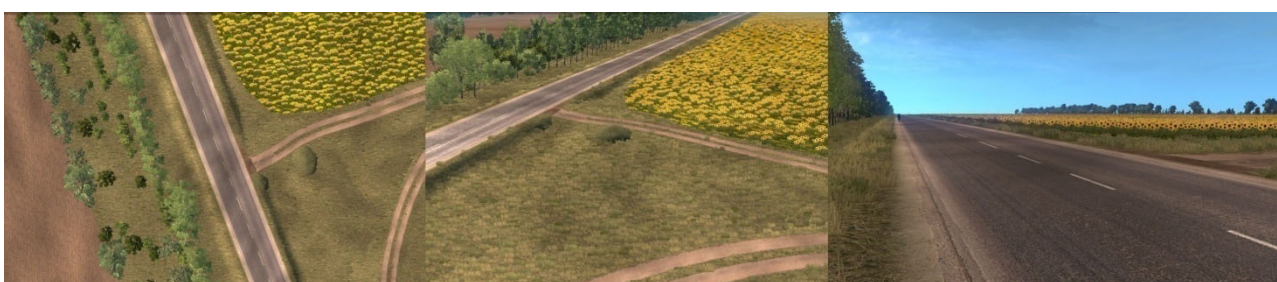


Рис. 9. Виды обзора: план-вид, модель-вид, вид на мир

4.2. Пространственная ориентация. Для точного понимания местоположения точки обзора на 3D-карте можно включить навигационную двумерную карту.

На ней могут быть отображены пути сообщения, названия населенных пунктов

и других необходимых для упоминания объектов. В режиме картографирования навигационная карта отображается в небольшом окне редактора, а при воспроизведении созданной 3D-карты ее можно вывести на весь экран (рис. 10).



Рис. 10. Навигационная карта в разных режимах

4.3. Поиск объектов. У каждого созданного объекта на карте или его элемента (если объект является линейным) существует свой идентификационный номер, или идентификатор (UID). Для быстрого поиска можно вос-

пользоваться соответствующей функцией в графическом редакторе. После введения номера в строку поиска нужный объект будет отображен в центре экрана монитора. Конечно, для этого необходимо наличие базы

данных трехмерных объектов карты. Небольшая часть такой базы данных, содержащая информацию о рассматриваемой проблемной ситуации, приведена в таблице.

Часть базы данных проблемных объектов трехмерной карты

№ п/п	Тип объекта	Наименование объекта	Вид объекта	Классификация объекта	Краткое описание объекта	Географическое положение	Точные географические координаты	Идентификационный номер
1	составной	Участок лесополосы № 1	линейный	придорожная	– Изначально: участок четырехрядной полосы длиной около 60 м. Ширина полосы – в среднем 25 м. Предлагаемая конструкция. Смешанные насаждения: тополь бальзамический (два ряда), береза повислая (два ряда). – Сейчас: угнетена, частично сохранен 4-й ряд, редины	К северу от с. Михайловское, в 15 м слева вдоль автодороги «Михайловское – Назаровка» (участок «4 км + 250 м»)	51.862270° N 79.711110° E (центр)	–
		1) 1-й ряд	линейный	отсутствие насаждений			51.862292° N 79.711216° E (центр)	–
		2) 2-й ряд	линейный	отсутствие насаждений, погибшие деревья			51.862273° N 79.711133° E (центр)	–
		дерево	точечный	погибшая береза			51.862307° N 79.711087° E	0x4147c2c8bd000001
		3) 3-й ряд	линейный	целое и погибшее дерево			51.862243° N 79.711054° E (центр)	–
		дерево	точечный	береза зрелого возраста			51.862247° N 79.711004° E	0x41477b6455400001
		дерево	точечный	погибшая береза			51.862285° N 79.710994° E	0x417b027c64000001
		4) 4-й ряд	линейный	березовые насаждения			51.862243° N 79.710911° E (центр)	–
		дерево	точечный	береза среднего возраста			51.861960° N 79.711038° E	0x41477a7c98c00002
		дерево	точечный	молодая береза			51.862133° N 79.710946° E	0x4147be3875400002
		дерево	точечный	береза зрелого возраста			51.862245° N 79.710850° E	0x41477b644fc00002

4.4. Редактирование поверхностей и объектов. Со временем на поверхности происходят определенные изменения. Для учета данных изменений, а также корректировки различных неточностей 3D-карты существует возможность редактирования отдельных объектов и их частей, а также поверхностей по так называемым контрольным точкам. Такие точки появляются

при создании объекта, отображаются в редакторе при фиксировании определенного вида обзора, имеют различную конфигурацию и цвет в зависимости от типа объекта (рис. 11). Используя данные точки, можно изменять различные характеристики объектов и поверхностей (размеры, форму, цвет, ориентацию, плановые и высотные данные и др.), а также удалять их.



Рис. 11. 3D-карта в режиме отображения контрольных точек

### Обсуждение

Комплексное исследование территории, выявление актуальных экологических проблем и разработка проектных решений являются единственным условием обеспечения благоприятной экологической среды и благополучной жизнедеятельности. Необходимыми материалами для аналитической, планировочной и проектировочной деятельности являются трехмерные карты, обеспечивающие визуальное представление местности. Очень важно обосновать пользу от их применения, отметить значимость для общественности, органов власти, специалистов научных областей и др.

Наличие различных космических и аэрофотоснимков, наземных фотографий и видеоматериалов местности не всегда помогает увидеть и тщательно проанализировать объект с нужного ракурса, могут наблюдаться некоторые зрительные искажения при осуществлении съемки территории с определенной точки. Также бывает невозможно качественно охватить большие окрестные территории, имеющие значение и оказывающие определенное влияние. Ко всему прочему, наземный съемочный процесс требует выезда на местность, т. е. определенных временных, технических и финансовых затрат. Наличие готовой, качественно составленной по материалам различных съемок 3D-карты, имеющей различные виды и точки обзора, а также степень приближения/удаления, позволяет устранить описанные недостатки, сориентироваться в пространстве, иметь точную географическую привязку, сэкономить важные параметры и средства.

На этапе проектирования огромное значение имеет наличие *макета*. Перед работами на местности очень важно визуально представить планируемые изменения территории, – какие объекты необходимо убрать, а какие создать, как они внешне будут выглядеть на местности, где будут точно локализованы, на что и каким образом влиять и т. п. Модель или макет определенной территории/объекта позволяет эффективно справиться с данной задачей, поскольку в реальности оперативно что-либо удалить, скорректировать, разместить

без определенного ущерба либо просто невозможно, либо неоправданно дорого и нецелесообразно.

В работе затронуты определенные экологические проблемы муниципального района, заслуживающие особого внимания. Подробно рассмотрено состояние лесных полос, которые в условиях сухой степи являются важнейшими объектами для защиты сельскохозяйственных полей и дорог. В качестве макета/модели выступает 3D-карта, отражающая как фактическое состояние местности, так и проектное, где показаны различные варианты изменения территории и планируемые к размещению объекты лесополосы. Использование как самой карты, так и базы данных ее объектов позволяет точно знать все особенности размещения (точное местоположение объектов, количество рядов полосы, необходимые породы деревьев, измеренные точные расстояния между рядами и насаждениями в ряду, протяженность и размеры защитных сооружений и т. д.), а также провести контрольную проверку на соответствие рекомендациям и требованиям.

Большое разнообразие отображаемых объектов на карте за счет возможностей графического редактора увеличивает степень детальности и соответствия реальности. Конечно, при составлении карты необходима определенная доля абстракции, однако некоторые объекты, с первого взгляда кажущиеся совершенно бесполезными, могут сыграть положительную роль. Во-первых, их размещение помогает понять, нужен ли этот объект в действительности, или его нужно убрать, заменить чем-либо полезным для природной среды. Во-вторых, каждый из таких объектов (столб, знак, камень) может служить определенным ориентиром для человека, экономить время, физические силы и т. п. Поэтому выбор необходимых объектов для отображения, или трехмерная генерализация, является очень важным для каждой территории в зависимости от ее индивидуальных особенностей.

Для целей экологической безопасности, решения конкретных проблем необходимым является взаимосвязь и объединение структур, сотрудничество специалистов из разных отраслей. При таком подходе каждая отрасль может предложить свои преимущества, ниве-

лизовать недостатки, осуществить планирование и проектную деятельность наиболее эффективно. Например, возможности сельского хозяйства – устройство полевых дорог, полей севооборотов и источников водоснабжения для сбалансированного использования земель и поддержания их качества; транспорта – быстрое перемещение в нужное место; электроснабжения – предоставление возможности работы в условиях, когда требуется освещение; связи – оперативный обмен информацией абонентами, находящимися на расстоянии; отраслей интеллектуальной сферы – научное обоснование проводимой деятельности, а также наблюдения, оценка, прогноз и др.

### **Заключение**

В XXI в., когда преобладает потребительски-ориентированная, коммерциализированная деятельность, необходимо срочно изменить приоритеты: переключиться на интенсивное экологическое воспитание и восстановление отдельных территорий. Повышенное внимание необходимо уделять сельским территориям, – восстановлению и улучшению естественных природных ландшафтов, обеспечивающих благополучное существование.

В результате проведенного исследования в отдельном муниципальном районе можно сформулировать главные выводы по работе.

1. Экологическая ситуация отдельных территорий является нестабильной, и требуется проведение мероприятий по разрешению существующих проблем.

Что касается защитных лесных полос, то, если органы исполнительной власти, муниципалитеты и просто граждане будут активно способствовать их восстановлению, то, возможно, лесной каркас степных районов, который оберегает их территории от разрушительных ветров, удастся спасти.

2. Применение трехмерной карты территории способно облегчить процессы визуального представления и восприятия, анализа, планирования и проектирования, снизить временные и материально-технические затраты.

3. Необходимо решать вопросы сообща, объединяя все области науки и техники, тщательно разрабатывать проекты и другие необходимые прикладные материалы, контролировать все этапы. Отстраненность, промедления, оправдания, халатное отношение сегодня только приближают мир к экологическому коллапсу.

### **Благодарности**

Автор выражает благодарность научному руководителю – кандидату географических наук, доценту Байкаловой Татьяне Викторовне за консультационную поддержку, помощь в организации представленной работы.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Маслов А. А. Методика построения трехмерных карт местности // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 4. – С. 252–256.
2. Латкин В. А. Трехмерное картографирование местности // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 133–144.
3. Goralski R. Three-dimensional interactive maps: Theory and practice. – Glamorgan/Morgannwg : University of Glamorgan/Prifysgol Morgannwg, 2009. – P. 313.
4. T. D'Urban Jackson, Williams G. J., Walker-Springett G., Davies A. J. Three-dimensional digital mapping of ecosystems: a new era in spatial ecology // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2020. – Vol. 287. – № 1920.
5. Calders K., Phinn S., Ferrari R., Leon J., Armston J., Asner G. P., Disney M. 3D Imaging Insights into Forests and Coral Reefs // Trends in Ecology and Evolution. – 2020. – Vol. 35, No. 1. – P. 6–9.
6. Guo Q., Su Y., Hu T., Zhao X., Wu F., Li Y., Liu J., Chen L., Xu G., Lin G., Zheng Y., Lin Y. An integrated UAV-borne lidar system for 3D habitat mapping in three forest ecosystems across China // International Journal of Remote Sensing. – 2017. – Vol. 38, No. 8-10. – P. 2954–2972.
7. Soullignac F., Danis P.-A., Bouffard D., Chanudet V., Dambrine E., Guenand Y., Harmel T., Ibelings B. W., Trevisan D., Uittenbogaard R., Anneville O. Using 3D modeling and remote sensing capabilities for a better understanding of spatio-temporal heterogeneities of phytoplankton abundance in large lakes // Journal of Great Lakes Research. – 2018. – Vol. 44, No. 4. – P. 756–764.

8. Domingo G. A., Claridades A. R. C., Tupas M. E. A. Unmanned aerial vehicle (UAV) survey-assisted 3D mangrove tree modeling // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. – 2018. – Vol. 42, No. 4/W9. – P. 123–127.
9. Chen Z., Xu B., Devereux B. Urban landscape pattern analysis based on 3D landscape models // Applied Geography. – 2014. – Vol. 55. – P. 82–91.
10. Гайнутдинова Г. Ф. Современные проблемы землеустройства и кадастров : метод. указания для студентов магистратуры по направлению 120700.68 «Землеустройство и кадастры». – Казань : Казан. ун-т, 2015. – 26 с.
11. Смолянский И. Сколько в степном регионе России залежей? // Степной бюллетень. – 2012. – № 36. – С.4–7.
12. Мордкович В. Г., Гиляров А. М., Тишков А. А., Баландин С. А. Судьба степей. – Новосибирск, 1997. – 208 с.
13. Парамонов Е. Г. Создание агролесоландшафтов как путь устойчивого природопользования в Кулундинской степи // Известия АО РГО. – 2016. – № 1 (40). – С. 57–63.
14. Защитные лесные насаждения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
15. Долгилевич М. И. Защитные лесные насаждения в Западной Сибири // Агролесомелиорация в Западной Сибири. – Новосибирск, 1982. – С. 3–11.
16. Симоненко А. П. Полезащитные лесные полосы – основа экологического каркаса в сухостепной зоне Алтая // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы. – Волгоград, 2001. – С. 26–28.
17. Ишутин Я. Н. Лесополосы как фактор улучшения экологической обстановки в степной Кулунде // Сибирский экологический журнал. – 2005. – Т. 12, № 6. – С. 1091–1094.
18. Безформата. О повреждении полезащитной лесополосы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://voronej.bezformata.com/listnews/povrezhdenii-polezashitnoj-lesopolosi/65149110/>.
19. Российский аграрный портал. Полезащитные лесные полосы стали неэффективны [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://agroportal-ziz.ru/articles/polezashchitnye-lesnye-polosy-stali-neeffectivnyu>.
20. Парамонов Е. Г., Заносова В. И. Влияние глубины залегания грунтовых вод на рост лесополос в степных условиях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 6 (32). – С. 18–24.
21. Парамонов Е. Г. Современное состояние почвозащитного лесоразведения в Алтайском крае // Степной бюллетень. – 2014. – № 40. – С. 34–39.
22. Влияние рубок ухода лесополос на видовое разнообразие и физические параметры окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636553121&tld=ru&lang=ru&name=vlijanie\\_rubok\\_ukhoda\\_lesopolos.pdf&text](https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636553121&tld=ru&lang=ru&name=vlijanie_rubok_ukhoda_lesopolos.pdf&text).
23. Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения : Постановление Администрации Алтайского края от 27.04.2009 № 188 (ред. от 21.01.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.altdor.ru/dokumenty/postanovlenie-pravitelstva-altajskogo-kрая-8-ot-21-01-2019-ob-utverzhenii-perechnya-avtomobilnyx-dorog-obshhego-polzovaniya-regionalnogo-ili-mezhmunicipalnogo-znacheniya.html>.
24. Официальный сайт Алтайского края. В Михайловском районе Алтайского края приступили к посадке полезащитных полос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.altaregion22.ru/region\\_news/e192335.html](https://www.altaregion22.ru/region_news/e192335.html).
25. Официальный сайт КГБУ «Центр сельскохозяйственного консультирования». В хозяйстве «Горизонт» Михайловского района продолжают работу по посадке полезащитных лесополос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://csh.sibagro.ru/news/v\\_hozjajstve\\_gorizont\\_mih/](http://csh.sibagro.ru/news/v_hozjajstve_gorizont_mih/).
26. Экология, лес и почва. Выращивание лесных насаждений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eko-forest.ru/vyrashhivanie-lesnyx-nasazhdenij/>.
27. Сучков Д. К. Технология выращивания полезащитных лесных полос в сухостепной и полупустынной зонах // Научно-агрономический журнал. – 2019. – № 3 (106). – С. 7–10.
28. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. ВСН 24-88 / Минавтодор РСФСР. – М. : ФГУП ЦПП, 2006. – 237 с.

29. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. ОДМ 218.5.001-2008 / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). – М. : ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2008. – 80 с.

Получено 02.12.2021

© В. А. Латкин, 2022

## ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND DEVELOPMENT OF DESIGN SOLUTIONS USING A THREE-DIMENSIONAL MAP OF THE TERRITORY

*Vadim A. Latkin*

Altai State Agricultural University, 98, Krasnoarmeisky Prospect St., Barnaul, 656049, Russia, Ph. D. Student, Department of Geodesy, Physics and Engineering Structures, phone: (923)722-97-65, e-mail: latkinvadim@mail.ru

In the modern world, the ecological situation remains very tense. In this regard, solving the environmental problems of individual territories is an urgent task. The work is devoted to the application of the cartographic method for studying the ecological situation in the territory of the municipal district of the Altai Region. One of the most effective methods of research is the cartographic representation of the terrain in three-dimensional form, providing ease of perception, facilitating the processes of analysis, planning and design. Some environmental problems in the territory are highlighted, the state of protective forest strips is studied in detail. A 3D map of the actual state of the problem situation has been compiled, solutions have been proposed, and the planned results of project activities are visually displayed. The features of using the map are described; the possibility and necessity of interaction of various spheres and branches of activity in matters of environmental safety are noted.

**Keywords:** rural area, three-dimensional map, environmental problems, protective forest strips, dry steppe, actual state, solutions, project activities, database, areas of use

### REFERENCES

1. Maslov, A. A. (2019). Methodology for constructing three-dimensional maps of the area. *Innovatsii i investitsii [Innovation & Investment]*, 4, 252–256 [in Russian].
2. Latkin, V. A. (2021). Three-Dimensional Terrain Mapping. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), 133–144 [in Russian].
3. Goralski, R. (2009). *Three-dimensional interactive maps: Theory and practice*. Glamorgan/Morgannwg: University of Glamorgan/Prifysgol Morgannwg, 313 p.
4. D'Urban Jackson, T., Williams, G. J., Walker-Springett, G., & Davies, A. J. (2020). Three-dimensional digital mapping of ecosystems: a new era in spatial ecology. *In Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1920).
5. Calders, K., Phinn, S., Ferrari, R., Leon, J., Armston, J., Asner, G. P. & Disney, M. (2020). 3D Imaging Insights into Forests and Coral Reefs. *In Trends in Ecology and Evolution*, 35(1), 6–9.
6. Guo, Q., Su, Y., Hu, T., Zhao, X., Wu, F., Li, Y., Liu, J., Chen, L., Xu, G., Lin, G., Zheng, Y. & Lin, Y. (2017). An integrated UAV-borne lidar system for 3D habitat mapping in three forest ecosystems across China. *In International Journal of Remote Sensing*, 38(8-10), 2954–2972.
7. Soullignac, F., Danis, P.-A., Bouffard, D., Chanudet, V., Dambrine, E., Guenand, Y., Harmel, T., Ibelings, B.W., Trevisan, D., Uittenbogaard, R. & Anneville, O. (2018). Using 3D modeling and remote sensing capabilities for a better understanding of spatio-temporal heterogeneities of phytoplankton abundance in large lakes. *In Journal of Great Lakes Research*, 44(4), 756–764.
8. Domingo, G. A., Claridades, A. R. C., & Tupas, M. E. A. (2018). Unmanned aerial vehicle (UAV) survey-assisted 3D mangrove tree modeling. *In International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*, 42(4/W9), 123–127.
9. Chen, Z., Xu, B., & Devereux, B. (2014). Urban landscape pattern analysis based on 3D landscape models. *In Applied Geography*, 55, 82–91.
10. Gainutdinova, G. F. (2015). *Sovremennyye problemy zemleustroistva i kadaстров [Modern problems of land management and cadastral]*. Kazan: University of Kazan, 26 p. [in Russian].

11. Smolyanskii, I (2012). How many fallow lands in the steppe region of Russia? *Stepnoi byulleten'* [Steppe bulletin], 36, 4–7 [in Russian].
12. Mordkovich, V. G., Gilyarov, A. M., Tishkov, A. A., & Balandin, S. A. (1997). *Sud'ba stepei* [The fate of the steppes]. Novosibirsk, 208 p. [in Russian].
13. Paramonov, E. G. (2016). The creation of forest as agrarian landscapes for ensuring sustainable management in Kulunda steppe. *Izvestiya AO RGO* [Bulletin of the Altai Branch of the Russian Geographical Society], 1(40), 57–63 [in Russian].
14. Protective forest plantations. (n. d.). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [in Russian].
15. Dolgilevich, M. I. (1982). Protective forest plantations in western siberia. *Agrolesomeliorsiya v Zapadnoi Sibiri* [Agroforestry in Western Siberia] (pp. 3–11). Novosibirsk [in Russian].
16. Simonenko, A. P. (2001). Protective forest belts – the basis of the ecological framework in the dry steppe zone of Altai. *Agrolesomeliorsiya: problemy, puti ikh resheniya, perspektivy* [Agroforestry: problems, solutions, prospects] (pp. 26–28). Volgograd [in Russian].
17. Ishutin, Ya. N. (2005). Shelter belts as a factor of ecological improvement in steppes of Kulunda. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 12(6), 1091–1094 [in Russian].
18. Bezformata. On damage to the shelter belt. (n. d.). Retrieved from <https://voronej.bezformata.com/list-news/povrezhdenii-polezashitnoj-lesopolosi/65149110/> [in Russian].
19. Russian agrarian portal. Forest shelter belts have become ineffective. (n. d.). Retrieved from <https://agroportal-ziz.ru/articles/polezashchitnye-lesnye-polosy-stali-neeffectivny> [in Russian].
20. Paramonov, E. G., & Zanosova, V. I. (2007). Influence of groundwater depth on the growth of forest belts in steppe conditions. *Vestnik AGAU* [Vestnik ASAU], 6(32), 18–24 [in Russian].
21. Paramonov, E. G. (2014). The current state of soil-protective afforestation in the Altai Region. *Stepnoi byulleten'* [Steppe Bulletin], 40, 34–39 [in Russian].
22. Impact of thinning of forest belts on species diversity and physical parameters of the environment (n. d.). Retrieved from [https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636553121&tld=ru&lang=ru&name=vlijanie\\_rubok\\_ukhoda\\_lesopolos.pdf&text](https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636553121&tld=ru&lang=ru&name=vlijanie_rubok_ukhoda_lesopolos.pdf&text) [in Russian].
23. Resolution of the Altai Territory Administration of April 27, 2009 No. 188 (ed. of January 21, 2019). On approval of the list of public roads of regional or intermunicipal importance. Retrieved from <https://www.alt-dor.ru/dokumenty/postanovlenie-pravitelstva-altajskogo-kрая-8-ot-21-01-2019-ob-utverzhdenii-perechnya-avtomobilnyx-dorog-obshhego-polzovaniya-regionalnogo-ili-mezhmunicipalnogo-znacheniya.html> [in Russian].
24. Official site of the Altai Territory. In the Mikhailovsky district of the Altai Territory, the planting of shelterbelts began (n. d.). Retrieved from [https://www.altairegion22.ru/region\\_news/e192335.html](https://www.altairegion22.ru/region_news/e192335.html) [in Russian].
25. Official site of the KGBU Agricultural Consulting Center». The Gorizont farm in the Mikhailovsky District continues to plant shelterbelts (n. d.). Retrieved from [http://csh.sibagro.ru/news/v\\_hozjaystve\\_gorizont\\_mih/](http://csh.sibagro.ru/news/v_hozjaystve_gorizont_mih/) [in Russian].
26. Ecology, forest and soil. Cultivation of forest plantations. (n. d.). Retrieved from <http://eko-forest.ru/vyrashhivanie-lesnyx-nasazhdenij/> [in Russian].
27. Suchkov, D. K. (2019) Technology of cultivation of protective forest strips in dry-steppe and semi-desert zones. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific Agronomy Journal], 3(106), 7–10 [in Russian].
28. Departmental Building Standards of the Ministry of Highways of the RSFSR of 2006. Technical rules for repair and maintenance of roads. DBS 24-88, 237 p.
29. Methodical recommendations for the protection and cleaning of roads from snow of the Federal Road Agency of 2008. IRM 218.5.001-2008, 80 p

Received 02.12.2021

© V. A. Latkin, 2022