

## СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ СХЕМ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ЗЕЛеныМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

*Полина Ильинична Муллаярова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: lina181991@mail.ru

В статье отмечается роль городских зеленых насаждений в обеспечении экологически безопасного и комфортного состояния окружающей среды промышленного центра. Кратко охарактеризован ущерб, наносимый техногенным воздействием разным категориям городских зеленых насаждений. Обоснована необходимость использования геоинформационного картографического обеспечения для сбора и анализа сведений о городских зеленых насаждениях. Подробно рассмотрен новый вид картографической продукции, предлагаемый для решения этой задачи – цифровые схемы озеленения. Представлена их классификация и специально разработанная система условных обозначений, раскрыты тематическое содержание, основные направления использования и круг пользователей. Приведены фрагменты цифровых схем озеленения на район экспериментальных работ в г. Новосибирске. Сделаны выводы о преимуществах цифровых схем озеленения по сравнению с родственными видами картографической продукции.

**Ключевые слова:** городские зеленые насаждения, инвентаризация зеленых насаждений, геоинформационное картографирование, цифровые карты, цифровые схемы озеленения, классификация карт, система условных обозначений.

## DEVELOPMENT OF DIGITAL GREENING PLANS FOR EFFICIENT MANAGEMENT OF URBAN GREEN SPACE

*Polina I. Mullayarova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Ecology and Environmental Management, phone: (383)361-06-86, e-mail: lina181991@mail.ru

The article notes the role of urban green spaces in providing a safe and comfortable environment of the industrial centre. The damage caused by anthropogenic impact to different categories of urban green spaces is briefly described. The necessity of using GIS-technologies and digital cartographic support to gather and analyze information about urban green spaces is stated. To solve this problem a new type of cartographic products – digital greening plans – is proposed and described in detail. Classification of digital greening plans, the cartographic notation, thematic content, main directions of use and target audience are considered. Fragments of digital greening plans depicted the experimental work area in Novosibirsk are given. Conclusion about the advantages of digital greening plans compared to related types of cartographic products is made.

**Key words:** urban green space, inventory of urban green space, geospatial mapping, digital maps, digital greening plans, classification of maps, cartographic notation.

## *Введение*

Городские зеленые насаждения являются важной частью экологического каркаса промышленного центра, обеспечивающего комфортность и безопасность проживания населения в городской среде. При этом они постоянно подвергаются широкому спектру отрицательных техногенных воздействий, обусловленных как влиянием техногенного загрязнения, так и интенсивным использованием городских зеленых насаждений в рекреационных целях.

Характер отрицательного техногенного воздействия на городские зеленые насаждения зависит от их категории. В соответствии с действующей нормативной документацией [1,2] выделяются следующие категории городских зеленых насаждений:

- зеленые насаждения общего назначения (общедоступные городские парки и скверы, внутриквартальное озеленение);
- зеленые насаждения ограниченного доступа (зеленые массивы на территориях больниц, поликлиник, школ, детских садов, санаториев, заводов и пр.);
- зеленые насаждения специального назначения (зеленые массивы вдоль городских улиц и проездов).

Зеленые насаждения общего назначения особенно страдают от уплотнения почв при вытаптывании и парковке автомобилей. Зеленые насаждения ограниченного назначения могут подвергаться загрязнениям, нетипичным для остальной территории, вызванным спецификой данного объекта (например, в зеленых зонах больниц или поликлиник может проявиться загрязнение патогенными бактериями или микроорганизмами, в зеленой зоне промышленного предприятия – тяжелыми металлами и т. п.). Для зеленых насаждений специального назначения характерно то, что они произрастают в зонах, особенно интенсивно загрязняющихся выбросами автомобильного транспорта. В результате в растениях накапливаются тяжелые металлы, замедляется фотосинтез и рост, появляются мутации. Негативное влияние автотранспорта на биотические компоненты окружающей среды неоднократно рассматривалось российскими и зарубежными учеными [3–8]. В целом можно сделать вывод, что из всех видов городских зеленых насаждений именно зеленые насаждения специального назначения подвергаются наиболее интенсивному антропогенному прессингу [9].

Из сказанного следует, что зеленые насаждения специального назначения должны мониторироваться и оцениваться, и закономерным финалом этого процесса должны стать картографические материалы, наглядно отображающие геоэкологическое состояние зеленых насаждений специального назначения и рекомендации по улучшению этого состояния [9–11]. Однако официально используемая в настоящее время методика инвентаризации городских зеленых насаждений является методически и технологически устаревшей, так как опирается на большой объем полевых работ и документирование их результатов в виде бумажных картосхем [12–14]. Поэтому необходима разработка методики инвентаризации и картографирования зеленых насаждений специального назначения с учетом современных достижений технологий дистанционного зон-

дирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационного картографирования. Ранее [9, 13, 14] уже было обосновано использование данных ДЗЗ для инвентаризации и оценки состояния зеленых насаждений специального назначения. В данной статье будут охарактеризованы картографические произведения, создаваемые на основе дистанционно собранных данных для оценки и визуализации состояния городских зеленых насаждений.

### *Методы и материалы*

Для камерального сбора исходных сведений о пространственном размещении и состоянии древостоя в границах зеленых насаждений специального назначения рекомендовано использовать свободно распространяемые материалы ДЗЗ, дополненные материалами панорамной уличной фотосъемки. Как показали исследования [9, 15], этого достаточно для получения сведений о размещении деревьев относительно друг друга и объектов городской среды, определения их основных характеристик (порода и высота), а также для выявления значительных нарушений их состояния (наклон стволов, повреждение крон, сухостойность и пр.). Далее собранные данные систематизируются и обрабатываются в ГИС для формирования базы данных зеленых насаждений специального назначения и расчета показателей их геоэкологического состояния [9]. При этом оцениваются жизненное состояние древостоя в границах зеленых насаждений специального назначения, повреждения древостоя насекомыми-вредителями и болезнями леса, и рациональность планировочной структуры.

Картографическая визуализация результатов инвентаризации и оценки состояния зеленых насаждений специального назначения выполняется с опорой на наработанный опыт тематического и геоинформационного картографирования и ранее разработанные принципы цифрового картографирования городских зеленых насаждений [16, 17]. В качестве основного инструмента предлагаются цифровые схемы озеленения.

Цифровая схема озеленения – это цифровая карта или план, детально характеризующая состояние зеленых насаждений различного назначения и отдельных объектов озеленения (деревьев) в их границах в комплексе со взаимосвязанными инженерными системами города.

Основным тематическим содержанием цифровых схем озеленения являются сведения о пространственном положении, качественных и количественных параметрах, оценочных характеристиках отдельных объектов озеленения и озелененных территорий в целом. В современной общепринятой классификации карт, предложенной А. М. Берлянтом [18] место цифровых схем озеленения указано на рис. 1.

Как видно из рис. 1, цифровые схемы озеленения отнесены к специальным картам, предназначенным для решения ограниченного перечня четко сформулированных прикладных задач и рассчитанных на узкий круг пользователей. Цифровые схемы озеленения включены в подгруппу технических карт, поскольку они концентрируют свое внимание на моделировании и отображении

одного из природно-техногенных компонентов городской среды, а именно – на зеленых насаждениях. Они тесно связаны с другими видами карт, характеризующих различные аспекты функционирования города – в частности, с картами инженерных коммуникаций, схемами комплексного развития территории, схемами экологического каркаса и т. п. Также они имеют связь и с кадастровыми картами, поскольку для установления балансодержателя той или иной озелененной территории необходимо владеть достоверными сведениями о прохождении границ земельных участков в данной местности.

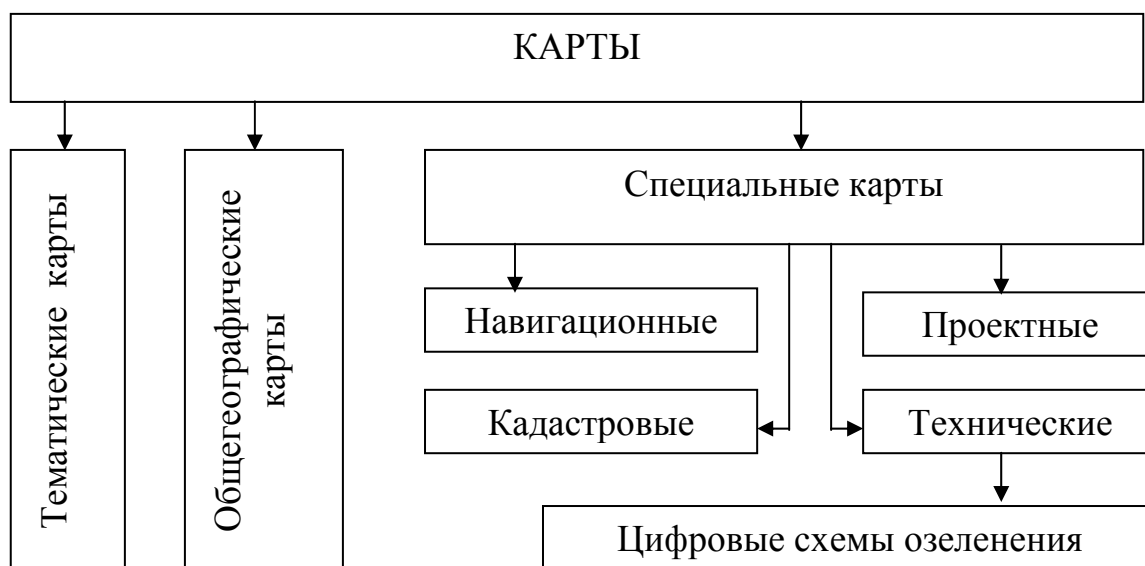


Рис. 1. Место цифровых схем озеленения в общей классификации карт по содержанию

### *Результаты и обсуждение*

Экспериментальные работы по созданию цифровых схем озеленения позволили разработать их внутреннюю классификацию (рис. 2).



Рис. 2. Внутренняя классификация цифровых схем озеленения

Цифровые схемы зеленых насаждений общего пользования создаются на достаточно обширные по площади участки городских земель, занятые парками,

скверами и прочими видами насаждений, доступных для широкого круга населения. Цифровые схемы зеленых насаждений ограниченного пользования отображают озелененные территории, расположенные при больницах, школах, поликлиниках, санаториях и прочих социально-культурных объектах, которые посещаются достаточно ограниченным контингентом. Цифровые схемы зеленых насаждений специального назначения проектируются на участки зеленых насаждений, размещенные вдоль городских улиц и проездов, и зачастую характеризующиеся линейной конфигурацией.

Дальнейшие работы были сконцентрированы на создании цифровых схем зеленых насаждений специального назначения. Их тематическое содержание включало в себя 2 группы цифровых слоев:

– 1 группа: данные о городской среде (здания и сооружения первой линии застройки, городские улицы и проезды, трамвайные пути, контактная сеть троллейбуса, линии наружного освещения улиц, уличные фонари, буферные зоны вокруг зданий, сооружений и дорог, в пределах которых в соответствии с [1] не должны быть расположены зеленые насаждения);

– 2 группа: данные о зеленых насаждениях специального назначения и объектах озеленения в их границах (отдельно стоящих деревьях, кустарниках, группах кустарников, газонах, клумбах и пр.).

Для картографирования объектов озеленения, размещенных в границах зеленых насаждений специального назначения была разработана система условных обозначений, основанная на условных знаках, принятых для показа высотвольной растительности на топографических планах [19]. Проектирование условных обозначений выполнялось с соблюдением следующих требований:

– обеспечить указание конкретной породы древесной растительности на карте;

– обеспечить отличие древесных пород, не рекомендуемых к использованию в городском озеленении. Это тополь душистый (аллергенность, быстрое разрастание, краткий срок жизни (в городской среде – около 25 лет)), береза бородавчатая (аллергенность), клен американский или клен ясенелистный (недолговечность (в городской среде – не более 30 лет), крайне быстрое и агрессивное распространение, приводящее к вытеснению местных видов).

Для соблюдения первого требования к условным обозначениям отдельных деревьев были добавлены пояснительные индексы в виде заглавных букв, сокращенно обозначающих названия основных пород. Для наиболее употребительных древесных пород были приняты индексы, традиционно используемые в лесотаксационных формулах, указываемых на лесохозяйственных картах и планах [20].

Для соблюдения второго требования было предложено использовать для нерекомендуемых древесных пород особые условные знаки, не в виде силуэта дерева, а в виде креста или снежинки красного цвета. Такой вид условного знака символизирует, что данное дерево является потенциально неблагоприятным для городской среды, и сразу указывает на то, что, в конечном счете это дерево

целесообразней ликвидировать («вычеркнуть») из существующей схемы озеленения.

Сокращенный перечень разработанных условных обозначений приведен в табл. 1.

Таблица 1

Условные обозначения пород древесной растительности  
на цифровых схемах озеленения

| Порода древесной растительности | Условное обозначение   |
|---------------------------------|--|
| Береза бородавчатая             |  Б(б)     |
| Береза повислая                 |  Б(пов)   |
| Вяз гладкий                     |  В        |
| Клен американский               |  К(а)   |
| Рябина                          |  Р      |
| Тополь бальзамический           |  Т(душ) |
| Яблоня                          |  Яб     |
| Ясень                           |  Я      |

Разработанная схема условных обозначений была апробирована в ходе картографирования зеленых насаждений специального назначения экспериментального участка в Ленинском районе г. Новосибирска. Фрагмент полученной цифровой схемы озеленения приведен на рис. 3.

Далее по результатам картографического моделирования сведений о зеленых насаждениях в форме цифровой схемы озеленения была выполнена оценка их состояния. Фрагмент соответствующей цифровой карты приведен на рис. 4.

Из рис. 3 и 4 видно, что цифровые схемы озеленения предоставляют наглядную характеристику особенностей пространственного размещения отдельных объектов озеленения, а также отображают качественные и количественные характеристики и геоэкологическое состояние каждого конкретного дерева. Такой подход к исследованию и картографированию состояния городских зеленых насаждений обеспечивает их более детальное рассмотрение, чем на родственных картографических продуктах, например, на топографических планах (где показывают только положение и породу дерева), или на градостроительных картах и планах (где отображают только границы озелененных территорий без выделения отдельных объектов озеленения). База данных, создаваемая в процессе составления цифровой схемы озеленения, относится к типу геореляционных таблиц и обладает гибкой структурой, которая может быть адаптирована под проектировочные особенности конкретной территории и фитоценотическую специфику конкретных зеленых насаждений.



Рис. 3. Фрагмент цифровой схемы озеленения на участок улицы Титова (Ленинский район г. Новосибирска)



Рис. 4. Фрагмент цифровой карты оценки состояния зеленых насаждений специального назначения (ул. Титова, Ленинский район г. Новосибирска)

### *Заключение*

Цифровые схемы озеленения обладают рядом преимуществ по сравнению с такими картографическими документами, создаваемыми в настоящее время для отображения городских зеленых насаждений, как генеральные планы населенных пунктов и комплексные схемы развития территории. Первое преимущество заключается в том, что цифровые схемы озеленения предоставляют чрезвычайно детальную характеристику состояния городских зеленых насаждений благодаря тому, что отображают сведения о каждом конкретном дереве, кустарнике, группе кустарников и пр., входящих в состав картографируемой озелененной территории.

Второе преимущество состоит в том, что процесс создания цифровых схем озеленения предусматривает использование свободно распространяемых данных ДЗЗ для получения широкого спектра сведений об объектах озеленения, что позволяет сократить объем полевых работ и затраты на их организацию.

Цифровые схемы озеленения предлагаются как научно-справочное пособие для специалистов в области управления городским хозяйством, в том числе – сотрудников департаментов и отделов, связанных с благоустройством и озеленением города, а также специалистов в области архитектурного и экологического проектирования. Они являются информационной основой для контроля состояния городских зеленых насаждений, а также для решения широко-



го круга задач, связанных с рациональным управлением городским озеленением, в том числе:

- оценки состояния и планирования мероприятий по уходу за имеющимися озелененными территориями различных категорий;
- изучения динамики состояния объектов озеленения во взаимосвязи с различными параметрами состояния окружающей среды города;
- контроля результативности выполненных мероприятий по уходу за городскими зелеными насаждениями;
- проектирования размещения, планировочных особенностей и видового состава новых озелененных территорий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Госстандарт. – 2011. – 174 с.
2. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения. [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Бедарева О. М., Калинина Е. А., Мурачева Л. С., Матюха А. В. Древесные растения Калининграда в условиях техногенной нагрузки автомагистралей // *Аграрная Россия*. – 2015. – № 2. – С. 28–30.
4. Артемьев О. С., Арсентьева А. А. Оценка влияния выбросов автотранспорта на приросты по диаметру стволов тополя бальзамического в городе Красноярске // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 4. – С. 198–202.
5. Мироненко Е. В., Шлапакова С. Н. Влияние автотранспортных выбросов на качество семян древесных растений и выращенных из них сеянцев // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2016. – Т. 11, № 2. – С. 29–33.
6. Алехина И. В., Мироненко Е. В. Влияние выбросов автотранспорта на сезонное развитие и репродуктивную способность Робинии Лжеакации // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. – 2018. – № 1. – С. 79–85.
7. Zhenqi, C., Weichi, L. Toward a Green Transport System: A Review of Non-technical Methodologies for Developing Cities / *Information Technology and Intelligent Transportation Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing*. – Springer, Cham. – 2015. – Vol 454. – PP. 509-520.
8. Zhao, J., Fang, Zh., Zhao, Ya. Study on Evaluation Index System of Urban Green Traffic Planning // *International Conference on Green Intelligent Transportation System and Safety GITSS 2016: Green Intelligent Transportation Systems*. – Nanjing, China. – 2016. – PP. 751–762.
9. Муллаярова П. И., Николаева О. Н., Трубина Л. К. Геоэкологическая оценка и картографирование состояния озелененных территорий специального назначения // *Вестник СГУГиТ*. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 262–274.
10. Трубина Л. К., Муллаярова П. И., Баранова Е. И., Николаева О. Н. Некоторые подходы к геоинформационному картографированию зеленых насаждений // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.)*. – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 68–74.
11. Муллаярова П.И., Трубина Л.К., Николаева О.Н. Использование геоинформационных систем для изучения и контроля состояния зеленых насаждений урбанизированных территорий // *Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России*. – Нижневартовск. – 2018. – С. 90–94.

12. Муллаярова П. И. О необходимости совершенствования методики инвентаризации городских зеленых насаждений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 180–185.
13. Муллаярова П. И. О модернизации существующей методики инвентаризации зеленых насаждений с учетом современных достижений аэрокосмических исследований и ГИС-технологий // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 132–141.
14. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. МинСтрой РФ. М., 1997 г. [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. Муллаярова П. И., Трубина Л. К., Николаева О. Н. Использование материалов дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий для экологического мониторинга зеленых насаждений урбанизированных территорий // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: Правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. Сб. материалов Национальной научно-практической конференции, 14–15 декабря 2017 г., Новосибирск. – Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 144–148.
16. Трубина Л.К. Методологические аспекты экологической оценки состояния урбанизированных территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 2. – С. 200–203.
17. Трубина Л. К., Баранова Е. И., Чагина Г. С. Геоинформационное картографирование и инвентаризация зеленых насаждений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 82–86.
18. Берлянт А. М., Востокова А. В., Кравцова В. И и др. Картоведение: учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477 с.
19. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000 1:2000 1:1000 1:500 утверждены ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.planinite.info/Maps/pdf/uz-top.pdf> (дата обращения: 28.02.2019).
20. Инструкция о порядке создания и размножения лесных карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_13663.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13663.htm) (дата обращения: 28.02.2019).

© П. И. Муллаярова, 2019