

Читайте
онлайн
Read
online

Мироненко О.В.^{1,2}, Бузинов Р.В.³, Носков С.Н.^{2,3}, Магомедов Х.К.²,
Федорова Е.А.², Тованова А.А.²

ГИС-технологии и алгоритм разработки региональных систем обращения с медицинскими отходами на примере трёх регионов

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

³ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. ГИС — это современная компьютерная технология, предназначенная для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных — картографирования. ГИС активно применяют и в здравоохранении при решении многих региональных задач, в том числе оптимизации и управлении ресурсами здравоохранения. За последнее десятилетие накоплен опыт использования моделей математического программирования для управления медицинскими отходами на локальном и региональном уровне. Обзор литературы показывает, что расположение учреждения, риск возможного воздействия на население размещённых вблизи жилой застройки установок термического обезвреживания медицинских отходов и экономическая целесообразность централизованной и децентрализованной системы входят в число вопросов, которые широко освещаются в печати и научных публикациях. Проектирование сети «обратной» логистики с использованием инструментов математического программирования — эффективный и действенный способ управления отходами в регионе.

Цель исследования — обосновать оптимальный вариант к созданию функциональной модели системы обращения с медицинскими отходами классов Б и В с использованием ГИС-технологий для каждого из трёх регионов, исходя из особенностей каждого.

Материалы и методы. Медицинские организации трёх регионов (г. Санкт-Петербург, Ленинградская область и Красноярский край) как источники образования медицинских отходов рассматривались с учётом их мощности и видов медицинской помощи. Определены состав и объёмы отходов по классам с использованием расчётного метода на основе современных ориентировочных нормативов образования отходов. Произведена идентификация существующих в медицинских организациях локальных технологий обезвреживания медицинских отходов. Полученные данные обработаны статистически и отображены на электронных картах для последующего использования в ГИС-технологиях, а также для разработки и обоснования системы управления отходами медицинских организаций с учётом перспективы развития здравоохранения.

Результаты. На основе анализа данных о медицинских отходах классов Б и В в отдельных медицинских организациях, а также анализа мощности существующих технологий обезвреживания этих отходов с использованием ГИС-технологий разработаны предложения по улучшению системы обращения с медицинскими отходами в трёх регионах, направленные на улучшение санитарно-эпидемиологической ситуации в регионах на протяжении следующих пяти лет, принимая во внимание уникальные характеристики транспортной инфраструктуры и нормы санитарного законодательства.

Ограничения исследования. Модель системы обращения с медицинскими отходами с применением ГИС-технологий использовалась только для управления отходами классов Б и В.

Заключение. В целях обеспечения безопасного и экологически устойчивого функционирования системы обращения с отходами классов Б и В в регионах необходимо применять комплексный подход, основанный на ГИС-технологиях. Этот подход должен учитывать региональные особенности организации системы обезвреживания медицинских отходов и её экономическую целесообразность, а также учитывать региональные особенности транспортной логистики и перспективы развития здравоохранения.

Ключевые слова: ГИС-технологии; картографирование; картирование; обезвреживание отходов; медицинские отходы классов Б и В; оптимальные транспортные пути доставки

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике.

Для цитирования: Мироненко О.В., Бузинов Р.В., Носков С.Н., Магомедов Х.К., Федорова Е.А., Тованова А.А. ГИС-технологии и алгоритм разработки региональных систем обращения с медицинскими отходами на примере трёх регионов. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(8): 803–807. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-803-807> <https://elibrary.ru/jayjiz>

Для корреспонденции: Мироненко Ольга Васильевна, доктор мед. наук, доцент, профессор каф. организации здравоохранения и медицинского права медицинского института ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет; зав. каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург. E-mail: katerina.fedo@gmail.com

Участие авторов: Мироненко О.В. — научное руководство, концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Бузинов Р.В. — корректура, редактирование; Носков С.Н. — корректура, редактирование; Магомедов Х.К. — концепция и дизайн исследования, корректура и редактирование; Федорова Е.А. — сбор и статистическая обработка материала, написание текста; Тованова А.А. — статистическая обработка.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 03.05.2024 / Принята к печати: 19.06.2024 / Опубликована: 10.09.2024

Olga V. Mironenko^{1,2}, Roman V. Buzinov³, Sergey N. Noskov^{2,3}, Khamzat K. Magomedov², Ekaterina A. Fedorova², Anna A. Tovanova²

GIS-technologies and algorithm for developing regional systems for handling medical waste on the example of three regions

¹Saint Petersburg State University, St.-Petersburg, 199034, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 191015, St.-Petersburg, Russian Federation;

³North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. GIS is a modern computer technology designed for collecting, storing, analyzing and visualizing spatial data – mapping. GIS is also actively used in healthcare to solve many regional problems, including optimization and management of healthcare resources. Over last decade, many researchers have used mathematical software models for healthcare waste management. A review of the literature shows facility location, risk to the public, and economic feasibility to be among the issues that have been extensively covered in the literature. Designing a reverse logistics network using mathematical software tools is an efficient and effective way to manage healthcare waste.

The objective of the study. To determine the optimal approach to creating a functional model of a system for managing medical waste of class B and C using GIS-technologies for each of the three regions, based on the characteristics of each.

Materials and methods. Medical institutions in three regions (St. Petersburg, Leningrad Region and Krasnoyarsk Territory) as sources of medical waste generation were considered taking into account their capacity and specialization. The composition and volumes of waste by class were determined using a calculation method based on indicative waste generation standards. The identification of local technologies for the neutralization of medical waste existing in medical institutions was carried out. The obtained data was processed statistically and displayed on electronic maps for subsequent use in GIS technologies, as well as for the development and justification of a waste management system for medical institutions, taking into account the prospects for the development of healthcare.

Results. Based on the analysis of data on medical waste of classes B and C in individual medical institutions, as well as an analysis of the power of existing technologies for neutralizing this waste using GIS technologies, proposals were developed to improve the medical waste management system in three regions. The proposals are aimed at improving the sanitary and epidemiological situation in the regions over a five-year period and take into account the features of the existing transport infrastructure and the requirements of sanitary legislation.

Limitations. The model of a medical waste management system using GIS technologies was used only for managing waste of classes B and C.

Conclusion. To ensure the safe and environmentally sustainable functioning of the waste management system of classes B and C in the regions, it is necessary to apply an integrated approach based on GIS technologies. This approach should take into account the regional characteristics of the management of the medical waste disposal system and its economic feasibility and take into account the regional characteristics of transport logistics and the prospects for the development of healthcare.

Keywords: GIS-technologies; medical waste classes B; waste disposal; mapping; cartography; optimal transport routes for delivery

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of the opinion of the biomedical ethics committee

For citation: Mironenko O.V., Buzinov R.V., Noskov S.N., Magomedov Kh.K., Fedorova E.A., Tovanova A.A. GIS-technologies and algorithm for developing regional systems for handling medical waste on the example of three regions. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(8): 803–807. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-803-807> <https://elibrary.ru/jayjiz> (In Russ.)

For correspondence: Olga V. Mironenko, MD, PhD, DSci., professor, Head of the Department of Communal Hygiene, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, Professor of the Department of Healthcare Organization and Medical Law, Saint Petersburg State University, St. Petersburg, 199034, Russian Federation. E-mail: miroolga@yandex.ru

Contribution: Mironenko O.V. – scientific leadership, concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Buzinov R.V. – calculation of gross emissions, maximum single surface concentrations, editing; Magomedov Kh.K. – research concept and design of the study, proofreading and editing; Fedorova E.A. – collection and statistical processing of material, writing the text; Tovanova A.A. – statistical processing.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 3, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: September 10, 2024

Введение

ГИС (геоинформационная система) – это современная компьютерная технология, предназначенная для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных – картографирования [1].

ГИС активно применяют и в здравоохранении при решении следующих задач: исследования причинно-следственных связей между факторами окружающей среды и состоянием здоровья населения; анализа и прогнозирования тенденций пространственно-временного распределения медико-демографических данных, а также логистических процессов; повышения уровня качества предоставляемой медицинской помощи, включая обеспечение доступности государственных медицинских услуг для населения; интеграции в диспетчерских системах скорой помощи на региональном уровне с целью оптимизации процессов госпитализации пациентов, особенно в рамках отдельных заболеваний, при этом используя технологии GPS/ГЛОНАСС; и решения задач по оптимизации и эффективному управлению ресурсами в области здравоохранения на региональном уровне [2–4].

В последнее десятилетие многие исследователи использовали модели математического программирования для управления отходами медицинских организаций [5–8]. ГИС-технологии в сфере транспорта давно доказали свою эффективность, предоставляя возможность оптимизации маршрутов как для индивидуальных перевозок, так и для транспортных систем на уровне городов, регионов и страны. Использование актуальных данных о состоянии дорожной инфраструктуры и пропускной способности позволяет создавать оптимальные маршруты. Проектирование сети обратной логистики с использованием инструментов математического программирования – эффективный и действенный способ управления отходами здравоохранения [6].

Необходимо разработать единые методические подходы к решению проблемы управления медицинскими отходами классов Б и В в регионах, основанные на рациональном использовании имеющихся технологий обезвреживания и обосновании необходимости дополнительных мощностей. Это позволит создать единую региональную систему с оптимальными транспортными маршрутами и экономической эффективностью, учитывая перспективы здравоохранения, что и определило актуальность и новизну нашего исследования [9–19].

Материалы и методы

Для решения проблемы создания и обоснования оптимальной и эпидемиологически безопасной системы обращения с медицинскими отходами классов Б и В в трёх регионах (г. Санкт-Петербург, Ленинградская область, Красноярский край) применены ГИС-технологии. Работа выполнялась в течение 2013–2022 гг. Первый этап работы включал в себя качественную и количественную оценку образующихся медицинских отходов классов Б и В. Объёмы образования рассчитывали на основе ориентировочных нормативов их образования [9, 10, 13]. Идентифицированы локальные установки термического обезвреживания в медицинских организациях (МО) и их производительность. На следующем этапе всю полученную информацию послойно наносили на электронные карты с целью дальнейшего применения ГИС-технологий для гигиенического обоснования единой концепции и экономически эффективной системы управления отходами классов Б и В от медицинских организаций. Это позволило визуализировать данные, провести пространственный анализ и оптимизировать маршруты на основе состояния дорожной сети и пропускной способности этих сетей.

Для разработки карт нами собраны и проанализированы следующие исходные данные: перечень медицинских организаций (паспорт МО, лицензия на медицинскую деятельность), их мощность, расчётные коэффициенты количественного обоснования отходов классов Б и В; данные о технологиях обезвреживания медицинских отходов в изучаемом регионе (пакет технической и разрешительной документации); учётно-отчётная документация на участках обезвреживания отходов; проект участка размещения установок обезвреживания отходов, проект образования отходов классов Б и В; данные о полигонах и других предприятиях по обращению с отходами в представленном регионе, и на этой основе сделаны предварительные выводы для дальнейшего применения ГИС-технологий:

- объединены медицинские организации по территориальному расположению с целью поиска оптимальных решений инсталляции технологий;
- классифицированы медицинские организации по количеству образующихся в них медицинских отходов классов Б и В, определено количество отходов, которое необходимо подвергнуть термическому обеззараживанию;
- определены функционирующие технологии обезвреживания медицинских отходов классов Б и В различной производительности, классифицированные по мощности;
- установлены места инсталляции установок термического обеззараживания медицинских отходов классов Б и В как непосредственно для децентрализованной системы обеззараживания отходов, так и для возможности поиска централизованных решений системы обращения с медицинскими отходами в регионе;
- рассчитаны и выделены потоки отходов класса В, поскольку необходимо размещение технологии термического обезвреживания в этом случае на базе медицинской организации [10].

Результаты

Общее количество медицинских отходов классов Б и В, образующихся в МО города Санкт-Петербурга, составляет 6 144 004 кг в год, из них отходы коммерческого сектора медицины – в количестве 1 380 456 кг/год, из них отходы класса Б бюджетных учреждений – 4 195 419 кг/год, класса В – 568 129 кг в год.

В результате анализа исходных данных выяснилось, что в Санкт-Петербурге сложилась следующая ситуация: мало-мощные и крупные МО имеют локальные установки термического обезвреживания различной мощности, а также в городе функционируют две пиролизные установки Penngam E-250 для биологических и медицинских отходов (ул. Электропультовцев, д. 9, корп. 4 – ООО «Городское

кладбище домашних животных») и (ПТЦ ОАО «Спецтранс», ул. Глухоозерское шоссе, д. 16), что отражено на рис. 1 (см. на вклейке) [20].

Технологии термического обезвреживания, функционирующие на базе МО города, обезвреживают свои собственные отходы децентрализованно, но доля этих отходов невелика – 570 564 кг/год, из них отходов класса В – 108 901 кг в год, две мусоросжигательные технологии – одна общей производительностью 1875 т в год (ООО «Городское кладбище животных», ул. Электропультовцев, д. 9, корп. 4) и две – 2135 т в год (ПТЦ ОАО «Спецтранс», ул. Глухоозерская, д. 16) – могут сжигать до 40% медицинских отходов из общей массы потока биологических и медицинских отходов (по данным производителя). В настоящее время на ПТЦ ОАО «Спецтранс» поступают отходы от 389 МО города общим количеством 42 т в год. ООО «Городское кладбище животных» принимает через транспортную компанию «Экострой» 327 т отходов в год от 11 учреждений города, итого 369 т в год [20].

Итак, для обезвреживания отходов класса В мы предусматриваем децентрализованную систему на территории МО, поэтому централизованная технологическая схема будет рассчитываться только для обезвреживания отходов класса Б [20, 21]. Общее количество их образования составило 4 195 419 кг/год, из них подвергается термическому обезвреживанию – 461 663 кг/год, таким образом, нужны дополнительные мощности для обезвреживания отходов класса Б – 3 733 756 кг/год. Также по остаточному принципу следует распределить отходы коммерческого сектора медицины в количестве 1 380 456 кг/год.

МО должны быть обеспечены локальными установками, исходя из количества отходов – 459 228 кг/год, поскольку отходы класса В не могут быть вывезены с их территории. Это часть предлагаемой схемы, которая будет носить децентрализованный характер.

В Санкт-Петербурге необходимо реализовать системы обращения с отходами от МО классов Б, В смешанного типа с преобладанием централизации процессов, а именно:

- на установках децентрализованного типа размещения (локальные) в учреждениях туберкулёзного профиля производить обезвреживание отходов класса В в общем объёме 568 129 кг в год;
- использовать мощности ПНЦ ОАО «Спецтранс» для районов города с выполненным логистическим обоснованием в объёме 850 000 кг/год [20];
- выбрать площадку для размещения дополнительной технологии сжигания, эксплуатация которой должна быть основана на использовании высокоэффективной системы газоочистки, поскольку предлагаемые к обезвреживанию отходы класса Б содержат 32,4% пластика [2, 12];
- использовать мощности ООО «Городское кладбище животных» в объёме 730 000 кг/год с учётом логистического обоснования;
- дополнительные мощности сжигания должны обеспечить обезвреживание отходов класса Б в объёме 3 733 756 кг/год (в настоящее время 461 663 кг/год отходов проходит обезвреживание на локальных установках);
- для реализации дополнительной технологии сжигания предлагается использовать существующую площадку на МПБО-1 (Волхонское шоссе) с целью размещения установки классического сжигания с полноценной системой очистки отходящих газов «АТI environnement НР 1750-24НАS» (Франция), которая предназначена для уничтожения опасных медицинских отходов, соединена с системой очистки дымовых газов, рассчитана на ежедневную непрерывную работу 24 ч в сутки (7 дней в неделю) на дизельном топливе или природном газе; производительность установок сжигания – 670 кг/ч (16 т в сутки), 5000 т в год (рис. 2, см. на вклейке).

Для моделирования и картографирования централизованной системы обезвреживания медицинских отходов Тосненского района Ленинградской области применены ГИС-технологии [9].

На карты послойно наносили все МО Тосненского района, полигоны утилизации отходов (полигон «Красный Бор», полигон ООО «Новый Свет ЭКО», полигон ТБО ООО «Экомониторинг», полигон ТБО Куньголов), функционирующие установки и их производительность. Определены количественные характеристики отходов классов Б и В по медико-административным зонам [9, 10]. На базе центральной районной больницы Тосненского района организован участок по обезвреживанию медицинских отходов классов Б и В с установкой низкотемпературного воздействия с последующим мелкодисперсным измельчением «Ньюстер-10».

На втором этапе работы картографически отображены пути транспортировки медицинских отходов класса Б от всех МО к ЦРБ Тосненского района [9]. При этом время обслуживания составило от минимальных 60 мин до максимальных 300 мин (для идеальных условий). При расчёте логистических путей учитывали максимальную скорость для участков дорог, дороги с односторонним движением [9]. Полученная система на базе центральной районной больницы Тосненского района является централизованной (рис. 3, см. на вклейке).

С целью оптимизации схемы предложена новая модель более экономичной децентрализованной системы, направленная на уменьшение времени доставки, количества автомобилей, числа контейнеров, суть которой сводится к выявлению оптимального маршрутного пути до второго центра термического обеззараживания района. Второй центр утилизации предполагается расположить в городской больнице города Любань, в этом случае время доставки уменьшится до 180 мин, а экономические затраты на систему уменьшатся на 42% (рис. 4, см. на вклейке).

В Красноярском крае функционируют как достаточно мощные, так и малые технологии, локально на базе противотуберкулёзных учреждений в Восточном макрорайоне функционируют 3 установки термического обеззараживания отходов, в Западном макрорайоне – 2, в Центральном – 1.

На территории города Красноярска и в пределах шестидесяти километров от него принята централизованная система сбора и термического обезвреживания медицинских отходов классов опасности Б и В на базе технологии сжигания ИН-50.7 ВМ [10]. Исходя из производительности установки ИН-50.7 ВМ 2000 кг/ч или 17 520 000 кг/год и с учётом полученных нами расчётных данных, три макрорайона образуют медицинские отходы класса Б в объёме 1 697 158 кг/год. Таким образом, установка ИН-50.7 ВМ может быть рассмотрена как единый центр для термического обеззараживания медицинских отходов (рис. 5, см. на вклейке). В этом случае максимальное расстояние от МО до центра обеззараживания в Центральном районе компании составляет 329 км.

Более экономически выгодным является вариант, в котором, кроме одного центра для Центрального макрорайона, в Западном макрорайоне и Восточном макрорайоне будут организованы два центра обезвреживания на базе крупных МО

(на основе технологии «Ньюстер-10» [10]). Такой вариант будет экономически выгоднее за счёт сокращения времени и пути транспортировки – расстояние до трёх макрорайонов от Центра обезвреживания варьируется от 135 до 183 км (рис. 6, см. на вклейке).

Обсуждение

Таким образом, в Санкт-Петербурге мы предлагаем реализацию системы обращения с отходами от медицинских учреждений классов Б, В смешанного типа с преобладанием централизации процессов, а именно: децентрализация для отходов класса В, частично для Б (на имеющихся установках) с основным акцентом на централизованную систему сжигания отходов класса Б от МО на трёх установках сжигания. Две из них уже функционируют (ПТЦ ОАО «Спелтранс», ООО «ГКЖ»), третья запланирована, при этом предлагается жёсткое закрепление зон обслуживания в зависимости от оптимальных логистических путей и организации системы временного хранения на территории МО.

С целью оптимизации схемы Тосненского района Ленинградской области предложена новая модель управления медицинскими отходами, которая сокращает время и экономические затраты.

Оптимальная модель функционирующей системы в трёх макрорайонах Красноярского края с учётом полученных результатов исследования предполагает функционирование локальных установок в туберкулёзных учреждениях и трёх дополнительных центров: одного на основе сжигания на установке ИН-50.7 ВМ для Центрального макрорайона и двух центров обезвреживания медицинских отходов в Восточном и Западном макрорайонах на основе технологии «Ньюстер-10» [10].

Заключение

Применение ГИС-технологий способствует созданию единой системы управления медицинскими отходами в регионе. Это позволяет обосновать оптимальность и эффективность сочетания децентрализованной и централизованной организации системы для конкретного региона, учитывая имеющиеся мощности термического обезвреживания. Такой подход обеспечивает обоснование оптимальных логистических путей, минимизацию экономических затрат и учитывает перспективы развития системы здравоохранения. Кроме того, ГИС-технологии позволяют вести единую электронную базу данных по обращению с медицинскими отходами классов Б и В как на уровне отдельных МО, так и в регионе в целом, что способствует принятию своевременных управленческих решений. Использование единого комплексного подхода в каждом конкретном регионе при разработке функциональной модели обращения с отходами классов Б и В с использованием ГИС-технологий обеспечит оптимальную санитарную и экологическую обстановку.

Литература

(п.п. 1, 5–8, 15, 16, 19 см. References)

- Архипова О.Е., Черногулова Е.А., Лихтанская Н.В., Кулыгин В.В., Швердяев И.В., Куролап С.А. и др. *Пространственно-временной анализ встречаемости онкологических заболеваний как индикатора медико-экологической безопасности*. Ростов-на-Дону; 2014. <https://elibrary.ru/sxntab>
- Джамединова У.С., Шалтынов А.Т., Конабеков Б.Е., Абиляев А.М., Мысаев А.О. Применение геоинформационных систем в здравоохранении: обзор литературы. *Наука и здравоохранение*. 2018; 20(6): 39–47. <https://elibrary.ru/yudgrv>
- Ананченкова П.И. Геоинформационные системы и их использование в организации здравоохранения: обзор зарубежных исследований. *Ремедиум*. 2023; 27(2): 183–6. <https://doi.org/10.32687/1561-5936-2023-27-2-183-186> <https://elibrary.ru/rtoosn>
- Мироненко О.В., Сопрун Л.А., Ломтев А.Ю., Панькин А.В. ГИС-технологии для обоснования региональных систем обращения с медицинскими отходами. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. 2015; (4): 185–99. <https://elibrary.ru/vssadj>
- Мироненко О.В., Ломтев А.Ю., Федорова Е.А., Сопрун Л.А., Фролова Н.М., Копытцова О.И. и др. Применение технологий геоинформационных систем для создания региональных систем обращения с медицинскими отходами. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1209–17. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1209-1217> <https://elibrary.ru/iysxba>
- Ганичев П.А., Мозжухина Н.А., Еремин Г.Б. Анализ российской и зарубежной практики обращения с медицинскими отходами. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблема и пути их решения*. 2019; 14(1): 242–52. <https://elibrary.ru/sfsgaa>
- Мироненко О.В., Русаков Н.В., Шербо А.П. Обращение с медицинскими отходами: идеология, гигиена и экология. *Экология человека*. 2018; (7): 4–10. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-7-4-10> <https://elibrary.ru/xsqted>
- Магомедов Х.К., Федорова Е.А., Тованова А.А., Обухов Д.А. Ориентировочные нормативы образования медицинских отходов класса Б

Original article

- на современном этапе. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2022; 17(4): 295–304. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2022.405> <https://elibrary.ru/pvskdq>
14. Можухина Н.А., Никонов В.А., Ялда К.Д., Еремин Г.Б. Экологические и гигиенические аспекты обращения с медицинскими отходами. *Здоровье — основа человеческого потенциала: проблема и пути их решения*. 2017; 12(2): 518–26. <https://elibrary.ru/yoozvz>
 17. Шербо А.П., Мироненко О.В., Суший К.К., Козырин К.И., Сопрун Л.А. Эколого-гигиенические предпосылки и инженерные подходы к управлению медицинскими отходами. *Экология человека*. 2013; (6): 19–24. <https://elibrary.ru/qasumd>
 18. Янин В.С., Юшина В.В. Снижение рисков при обращении с медицинскими отходами. *Образование и наука в современном мире. Инновации*. 2017; (1): 376–86. <https://elibrary.ru/xergwr>
 20. Мироненко О.В., Ломтев А.Ю., Озерова Е.М., Панькин А.В., Сопрун Л.А. Применение ГИС-технологий для создания системы обращения с медицинскими отходами классов Б и В в Санкт-Петербурге. *Поликлиника*. 2013; (6): 60–6. <https://elibrary.ru/tpwcv>
 21. Юсипова И.В., Мальцев С.А., Дрозд Е.Д. Проблемы правового регулирования утилизации медицинских отходов. В кн.: *Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации»*. Пенза; 2018: 97–100. <https://elibrary.ru/vjorem>

References

1. Liu X., Wang X., Wright G., Cheng J.C.P., Li X., Liu R. A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2017; 6(2): 53. <https://doi.org/10.3390/ijgi6020053>
2. Arkhipova O.E., Chernogubova E.A., Likhtanskaya N.V., Kulygin V.V., Shevryaev I.V., Kurolap S.A., et al. Spatio-temporal analysis of the incidence of cancer as an indicator of medical and environmental safety. Rostov-na-Donu; 2014. <https://elibrary.ru/sxntab> (in Russian)
3. Dzhamedinova U.S., Shalyunov A.T., Konabekov B.E., Abiltaev A.M., Mysaev A.O. Application of geoinformation systems in health care: literary review. *Nauka i zdravookhraneniye*. 2018; 20(6): 39–47. <https://elibrary.ru/yudgrv> (in Russian)
4. Ananchenkova P.I. Geo-information systems and their use in healthcare organizations: a review of foreign studies. *Remedium*. 2023; 27(2): 183–6. <https://doi.org/10.32687/1561-5936-2023-27-2-183-186> <https://elibrary.ru/rtoosn> (in Russian)
5. Gergin Z., Tunçbilek N., Esnaf Ş. Clustering approach using artificial bee colony algorithm for healthcare waste disposal facility location problem. *International Journal of Operations Research and Information Systems (IJORIS)*. 2019; 10(1): 56–75. <https://doi.org/10.4018/IJORIS.2019010104>
6. Nosrati-Abarghoee S., Sheikhalishahi M., Nasiri M.M., Gholami-Zanjani S.M. Designing reverse logistics network for healthcare waste management considering epidemic disruptions under uncertainty. *Appl. Soft Comput.* 2023; 142: 110372. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110372>
7. Kargar S., Paydar M.M., Safaei A.S. A reverse supply chain for medical waste: A case study in Babol healthcare sector. *Waste Manag.* 2020; 113: 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.052>
8. Osaba E., Yang X.S., Fister I. Jr., Del Ser J., Garcia P.L., Vazquez A. A discrete and improved bat algorithm for solving a medical goods distribution problem with pharmacological waste collection. *Swarm Evol. Comp.* 2019; 44: 273–86. <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.04.001>
9. Mironenko O.V., Soprun L.A., Lomtev A.Yu., Pankin A.V. GIS-technologies for substantiation of regional systems for the treatment of medical waste. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*. 2015; (4): 185–99. <https://elibrary.ru/vssadj> (in Russian)
10. Mironenko O.V., Lomtev A.Yu., Fedorova E.A., Soprun L.A., Frolova N.M., Kopytenkova O.I., et al. The use of geographic information systems technologies for creation of regional medical waste management systems. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1209–17. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1209-1217> <https://elibrary.ru/yjsxba> (in Russian)
11. Ganichev P.A., Mozhukhina N.A., Eremin G.B. Analysis of Russian and foreign practice of medical waste management. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potentsiala: problema i puti ikh resheniya*. 2019; 14(1): 242–52. <https://elibrary.ru/sfgsaa> (in Russian)
12. Mironenko O.V., Rusakov N.V., Shcherbo A.P. Medical waste management: ideology, hygiene and the environment. *Ekologiya cheloveka*. 2018; (7): 4–10. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-7-4-10> <https://elibrary.ru/xsqtd> (in Russian)
13. Magomedov Kh.K., Fedorova E.A., Tovanova A.A., Obukhov D.A. Approximate standards for the generation of medical waste of class B at the present stage. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina*. 2022; 17(4): 295–304. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2022.405> <https://elibrary.ru/pvskdq> (in Russian)
14. Mozhukhina N.A., Nikonov V.A., Yalda K.D., Eremin G.B. Environmental hygienic aspects of medical waste management. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potentsiala: problema i puti ikh resheniya*. 2017; 12(2): 518–26. <https://elibrary.ru/yoozvz> (in Russian)
15. Birpinar M.E., Bilgili M.S., Erdoğan T. Medical waste management in Turkey: A case study of Istanbul. *Waste Manag.* 2009; 29(1): 445–8. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.015>
16. Karagiannidis A., Papageorgiou A., Perkoulidis G., Sanida G., Samaras P. A multi-criteria assessment of scenarios on thermal processing of infectious hospital wastes: a case study for Central Macedonia. *Waste Manag.* 2010; 30(2): 251–62. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.015>
17. Shcherbo A.P., Mironenko O.V., Sushchii K.K., Kozyrin K.I., Soprun L.A. Ecologo-hygienic preconditions and engineering approaches to medical waste management. *Ekologiya cheloveka*. 2013; (6): 19–24. <https://elibrary.ru/qasumd> (in Russian)
18. Yanin V.S., Yushina V.V. Reducing risks in handling medical waste. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii*. 2017; (1): 376–86. <https://elibrary.ru/xergwr> (in Russian)
19. Mostafa G.M., Shazly M.M., Sherief W.I. Development of a waste management protocol based on assessment of knowledge and practice of healthcare personnel in surgical departments. *Waste Manag.* 2009; 29(1): 430–9. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.12.009>
20. Mironenko O.V., Lomtev A.Yu., Ozerova E.M., Pan'kin A.V., Soprun L.A. Application of GIS technology to solve the problem of medical waste management classes B and C in the example of the city of St. Petersburg. *Poliklinika*. 2013; (6): 60–6. <https://elibrary.ru/tpwcv> (in Russian)
21. Yusipova I.V., Mal'tsev S.A., Dрозд E.D. Problems of legal regulation of the disposal of medical waste. In: *Collection of Articles of the XVI International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Scientific Research: Current Issues, Achievements and Innovations» [Sbornik statei XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii»]*. Penza; 2018: 97–100. <https://elibrary.ru/vjorem> (in Russian)

Сведения об авторах

Мироненко Ольга Васильевна, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России; профессор каф. «Организации здравоохранения и медицинского права» ФГБОУ ВО СПбГУ. E-mail: miroolga@yandex.ru

Бузин Роман Вячеславович, доктор мед. наук, директор ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. E-mail: r.buzinov@s-znc.ru

Носков Сергей Николаевич, канд. мед. наук, технический директор органа инспекции, ст. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; доцент каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

Магомедов Хамзат Курбанович, канд. мед. наук, доцент каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

Федорова Екатерина Андреевна, ассистент каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России. E-mail: katerina.fedo@gmail.com

Тованова Анна Александровна, ассистент каф. коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

Information about the authors

Olga V. Mironenko, MD, PhD, DSci., professor, Head of the Department of Communal Hygiene, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, Professor of the Department of Healthcare Organization and Medical Law, Saint Petersburg State University, St.-Petersburg, 199034, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1484-8251> E-mail: miroolga@yandex.ru

Roman V. Buzinov, MD, PhD, Director of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8624-6452> E-mail: r.buzinov@s-znc.ru

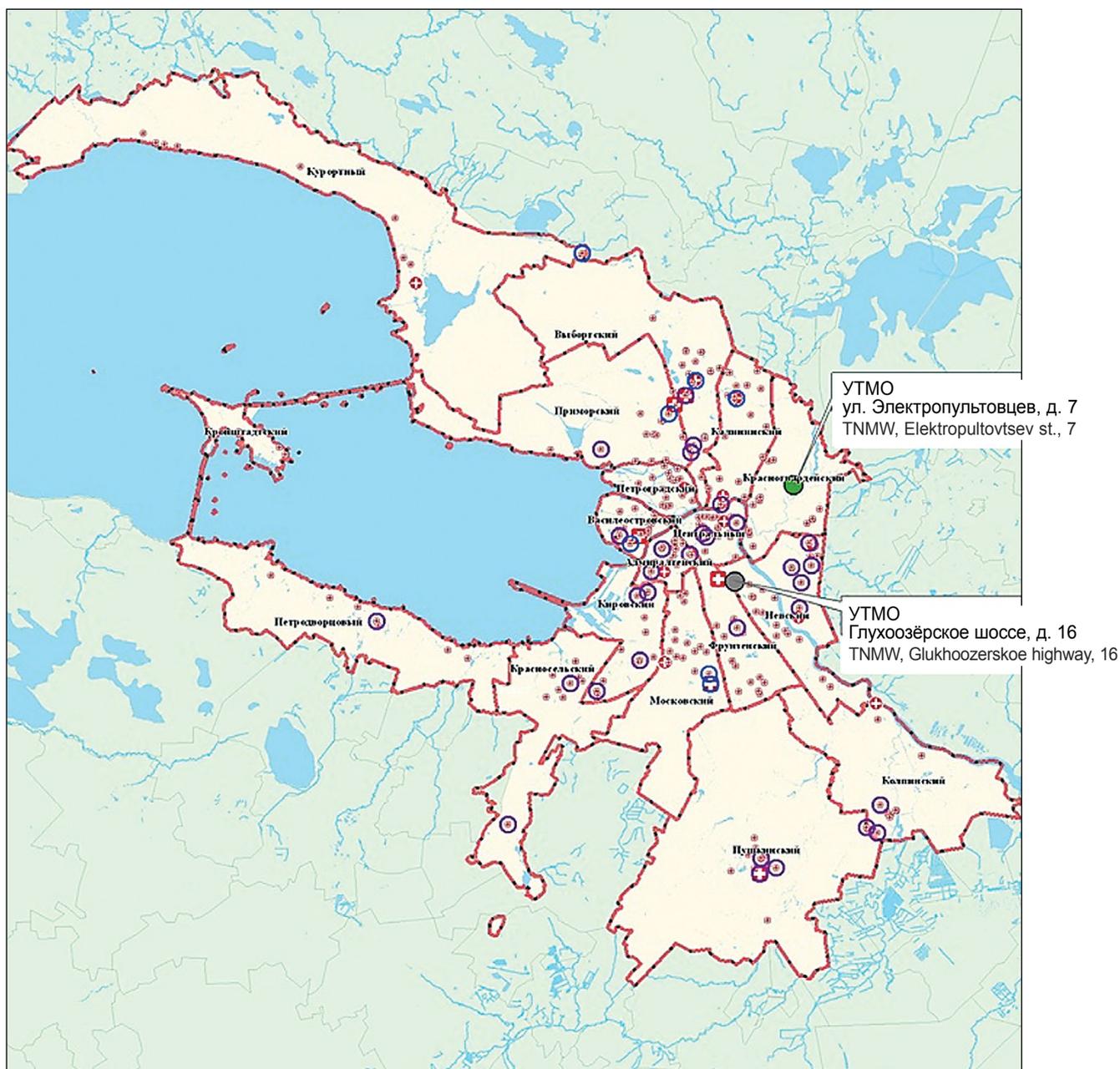
Sergey N. Noskov, MD, PhD, Technical Director of the Inspection Body, senior researcher of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Communal Hygiene of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7971-4062> E-mail: sergeinoskov@mail.ru

Khamzat K. Magomedov, MD, PhD, Associate Professor, Communal Hygiene Department, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1521-551X>

Ekaterina A. Fedorova, Assistant, Communal Hygiene Department, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9233-7203> E-mail: katerina.fedo@gmail.com

Anna A. Tovanova, Assistant, Communal Hygiene Department, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 191015, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4137-8259>

К статье О.В. Мироненко и соавт.
To the article by Olga V. Mironenko et al.

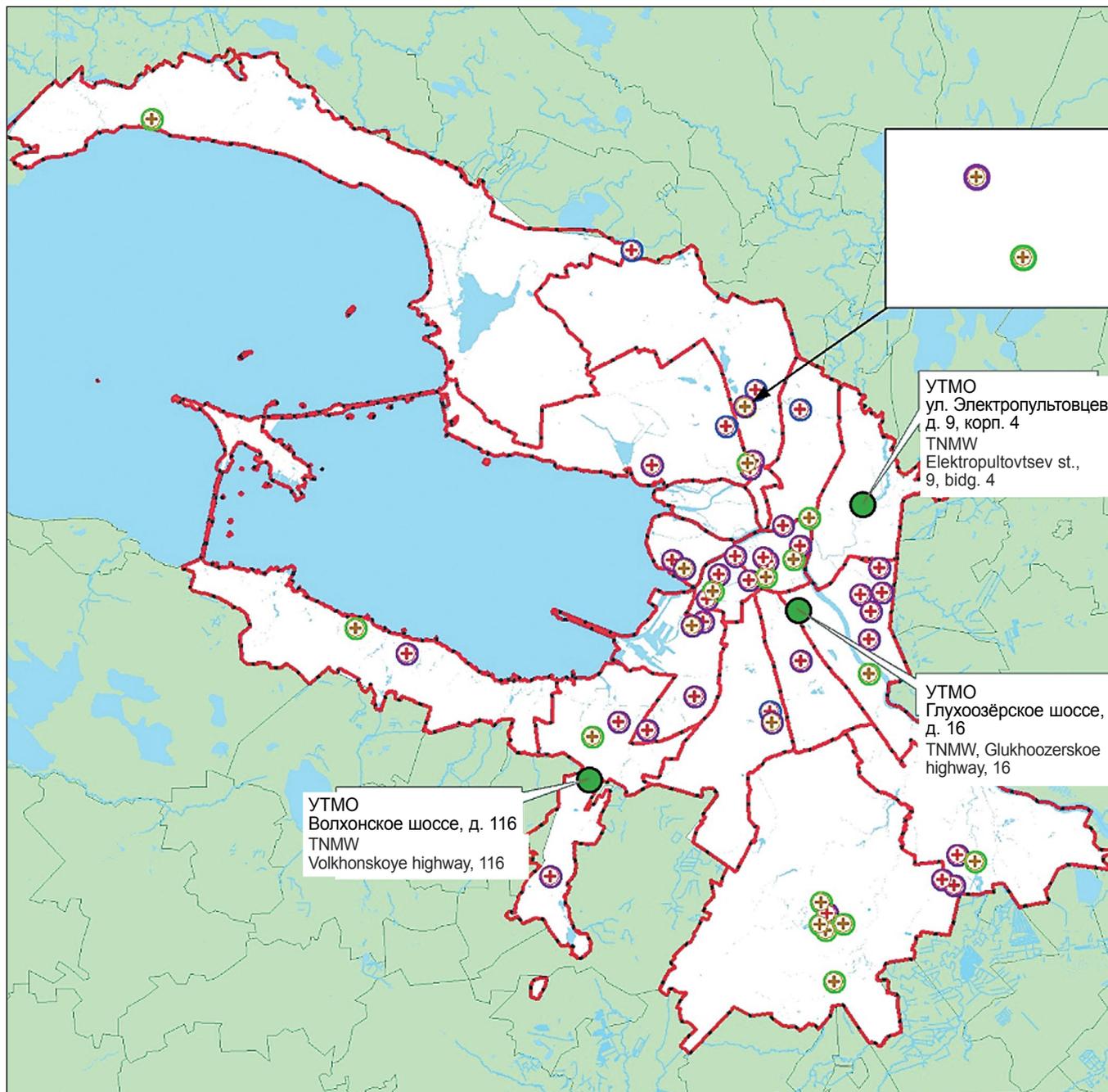


Существующие УТМО мощностью: | Existing TNMW:
○ менее 50 тыс. кг/год | less than 50 thousand kg/year
○ более 50 тыс. кг/год | more than 50 thousand kg/year

Классификация ЛПУ по количеству отходов:
Classification of medical organizations by amount of waste:
* менее 50 тыс. кг/год | less than 50 thousand kg/year
+ 50–100 тыс. кг/год | 50–100 thousand kg/year
+ более 100 тыс. кг/год | more than 100 thousand kg/year

Рис. 1. Сеть учреждений здравоохранения Санкт-Петербурга и установок термического обеззараживания медицинских отходов (УТМО).
Fig. 1. Network of healthcare institutions in city of St. Petersburg and installations for thermal disinfection of hazardous waste (ITDHW).

К статье О.В. Мироненко и соавт.
To the article by Olga V. Mironenko et al.



- Планируемый центр сжигания медицинских отходов | Planned medical waste incineration center
- ⊕ Медицинские отходы класса В | Class C medical waste
- ⊕ Медицинские отходы класса Б | Class B medical waste
- Планируемые УТМО в противотуберкулёзных ЛПУ | Planned centers in TB dispensaries
- Существующие УТМО мощностью менее 50 тыс. кг/год | Existing TNMW less than 50 thousand kg/year
- Существующие УТМО мощностью более 50 тыс. кг/год | Existing TNMW more than 50 thousand kg/year

Рис. 2. Основная схема обращения с отходами класса Б и В в г. Санкт-Петербурге.
Fig. 2. Basic scheme for managing class B and C waste in the city of St. Petersburg.

К статье О.В. Мироненко и соавт.
To the article by Olga V. Mironenko et al.

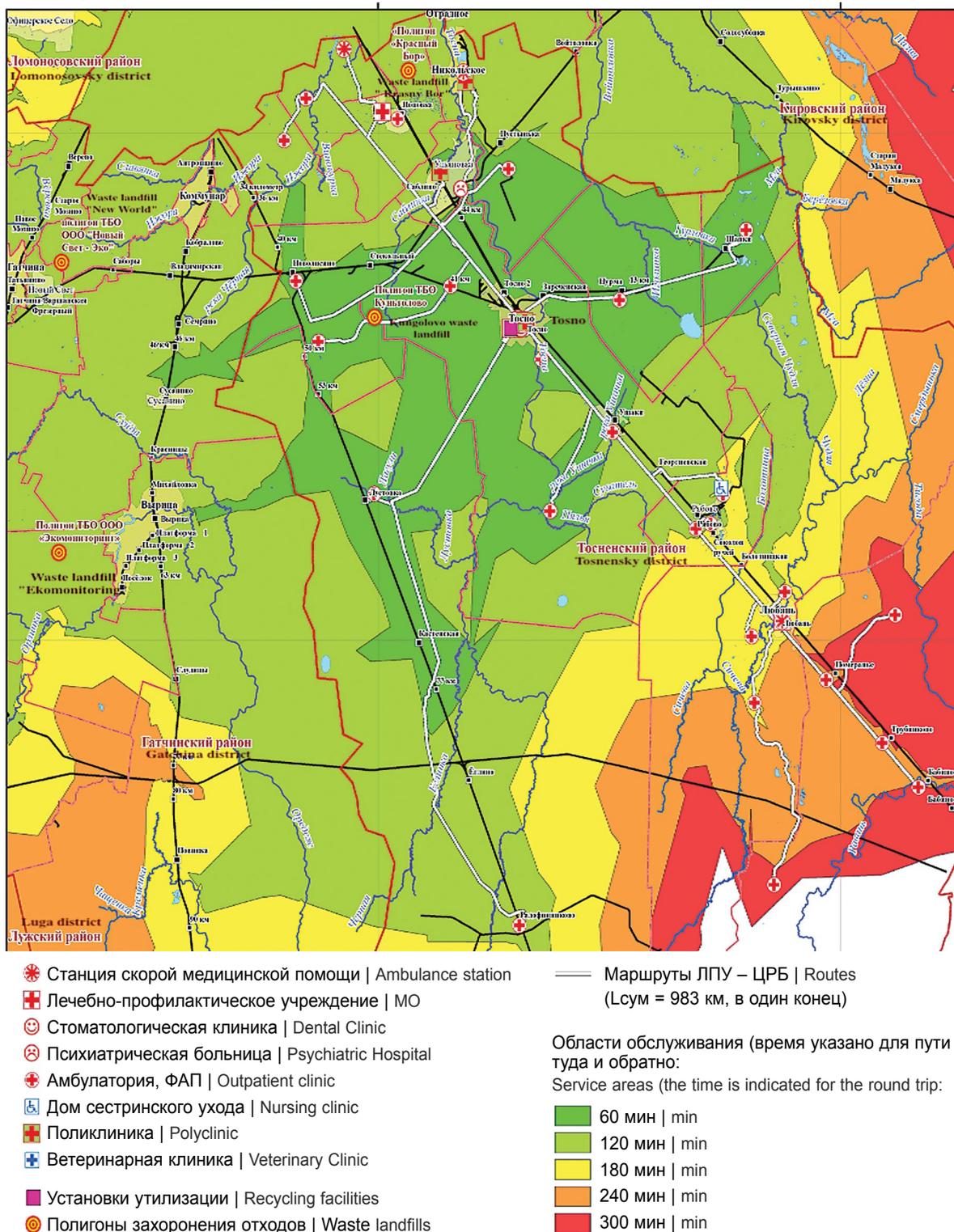


Рис. 3. Маршруты транспортировки и время пути от МО Тосненского района до установки утилизации медицинских отходов на базе ЦРБ г. Тосно. Оценка проведена для «идеальных» условий. Ограничениями являются максимальная скорость для участков дорог и дороги с односторонним движением. Загруженность дорог в зависимости от времени суток, времени года, погодных условий и т. п. не учитывалась.

Fig. 3. Transportation routes and travel time from the Tosnensky municipal district to the medical waste disposal facility at the Central District Hospital of the city of Tosno. The assessment was carried out for "ideal" conditions. The limits are the maximum speed for road sections and one-way roads. Traffic congestion depending on the time of day, time of year, weather conditions, etc. were not taken into account.

К статье О.В. Мироненко и соавт.
To the article by Olga V. Mironenko et al.

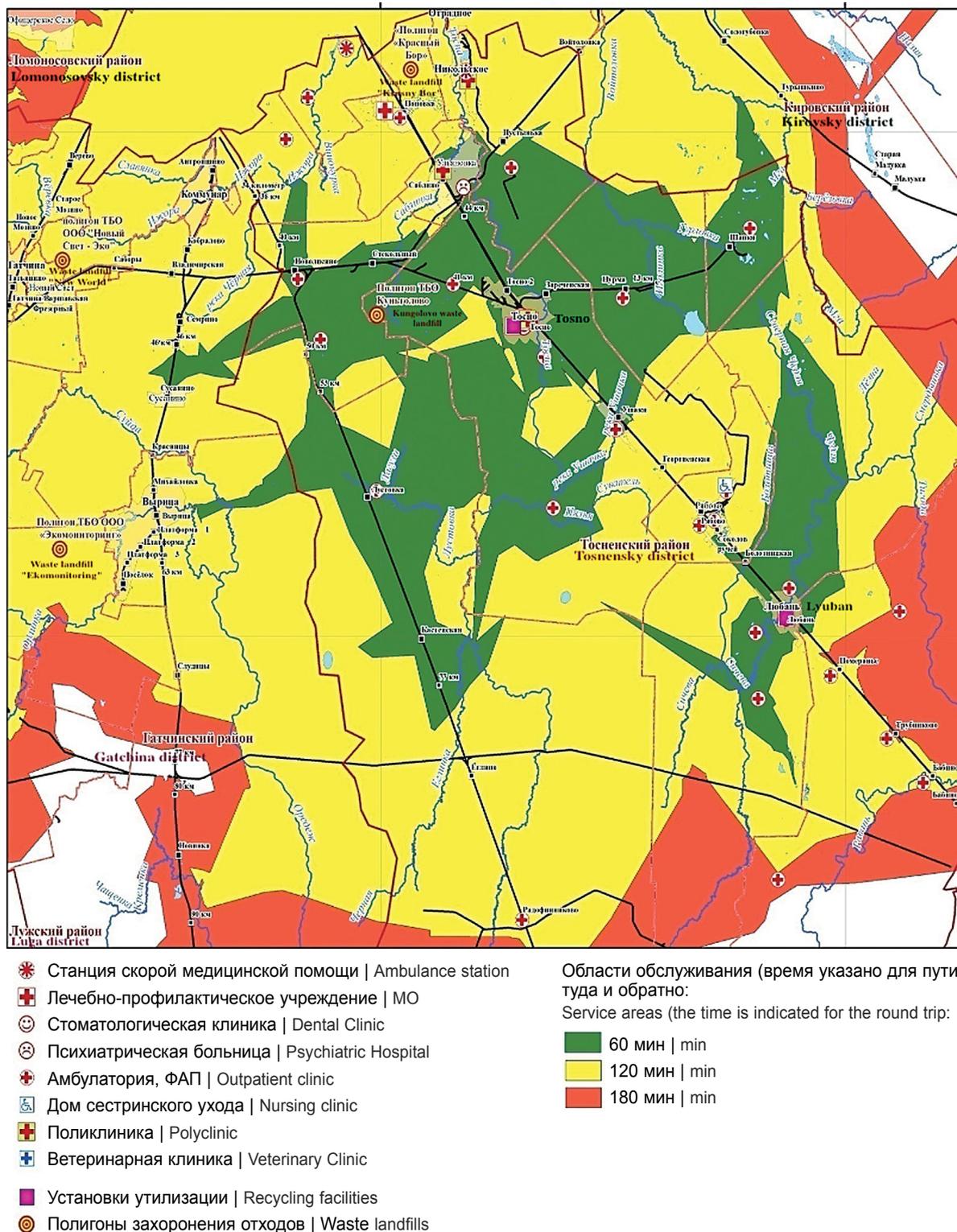


Рис. 4. Маршруты транспортировки и время пути от МО Тосненского района до установок утилизации медицинских отходов на базе ЦРБ г. Тосно и городской больницы г. Любань. Оценка проведена для «идеальных» условий. Ограничениями являются максимальная скорость для участков дорог и дороги с односторонним движением. Загруженность дорог в зависимости от времени суток, времени года, погодных условий и т. п. не учитывалась.

Fig. 4. Transportation routes and travel time from the Tosnensky municipal district to the medical waste disposal facilities at the Central District Hospital of the city of Tosno and the Lyuban municipal hospital. The assessment was carried out for "ideal" conditions. The limits are the maximum speed for road sections and one-way roads. Traffic congestion depending on the time of day, time of year, weather conditions, etc. were not taken into account.

К статье О.В. Мироненко и соавт. To the article by Olga V. Mironenko et al.

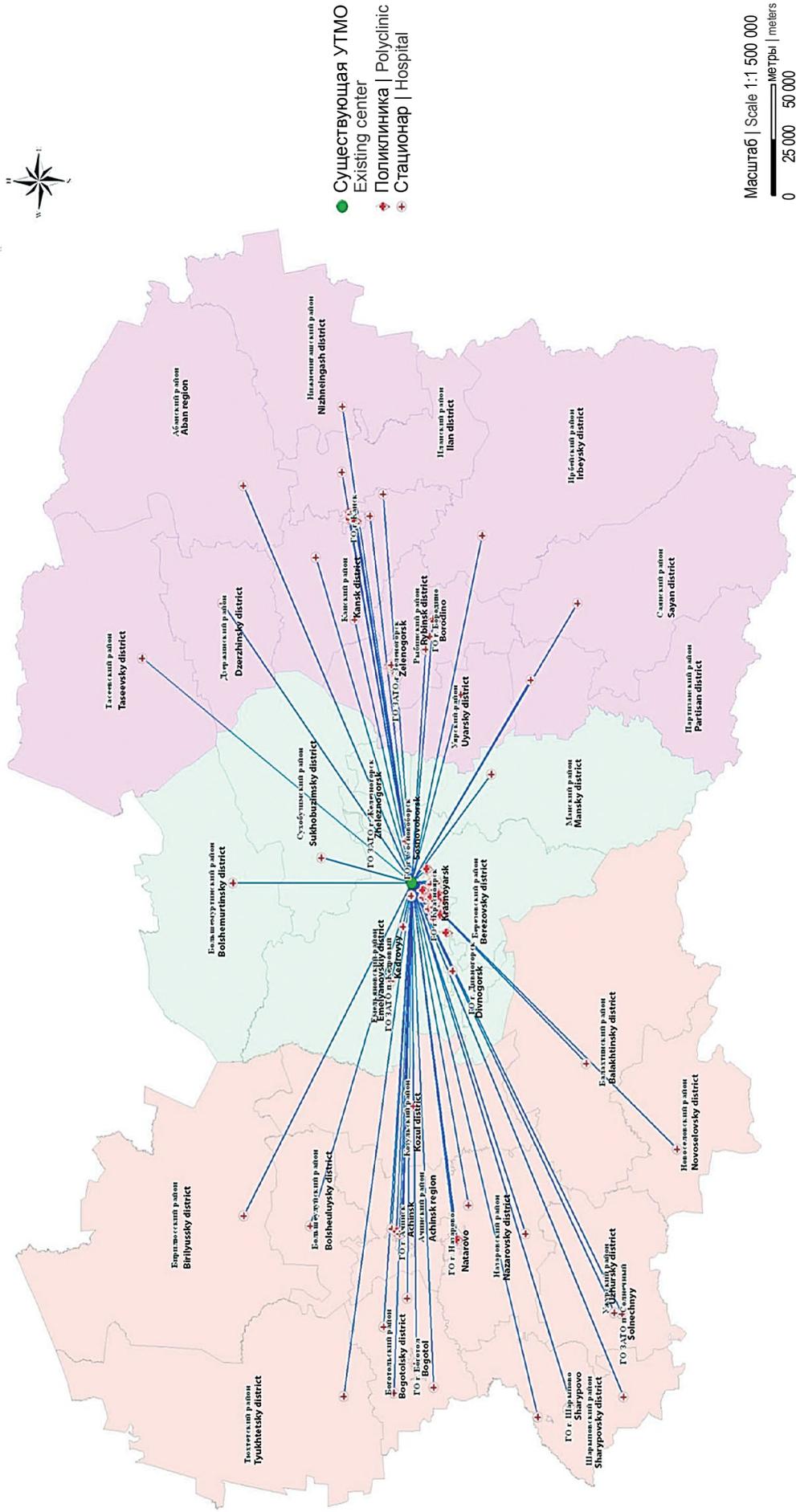


Рис. 5. План-схема обеззараживания медицинских отходов на одной крупной УТМО.
Fig. 5. Plan-Schema of thermal treatment of medical waste in one large ITDHW.

К статье О.В. Мироненко и соавт. To the article by Olga V. Mironenko et al.

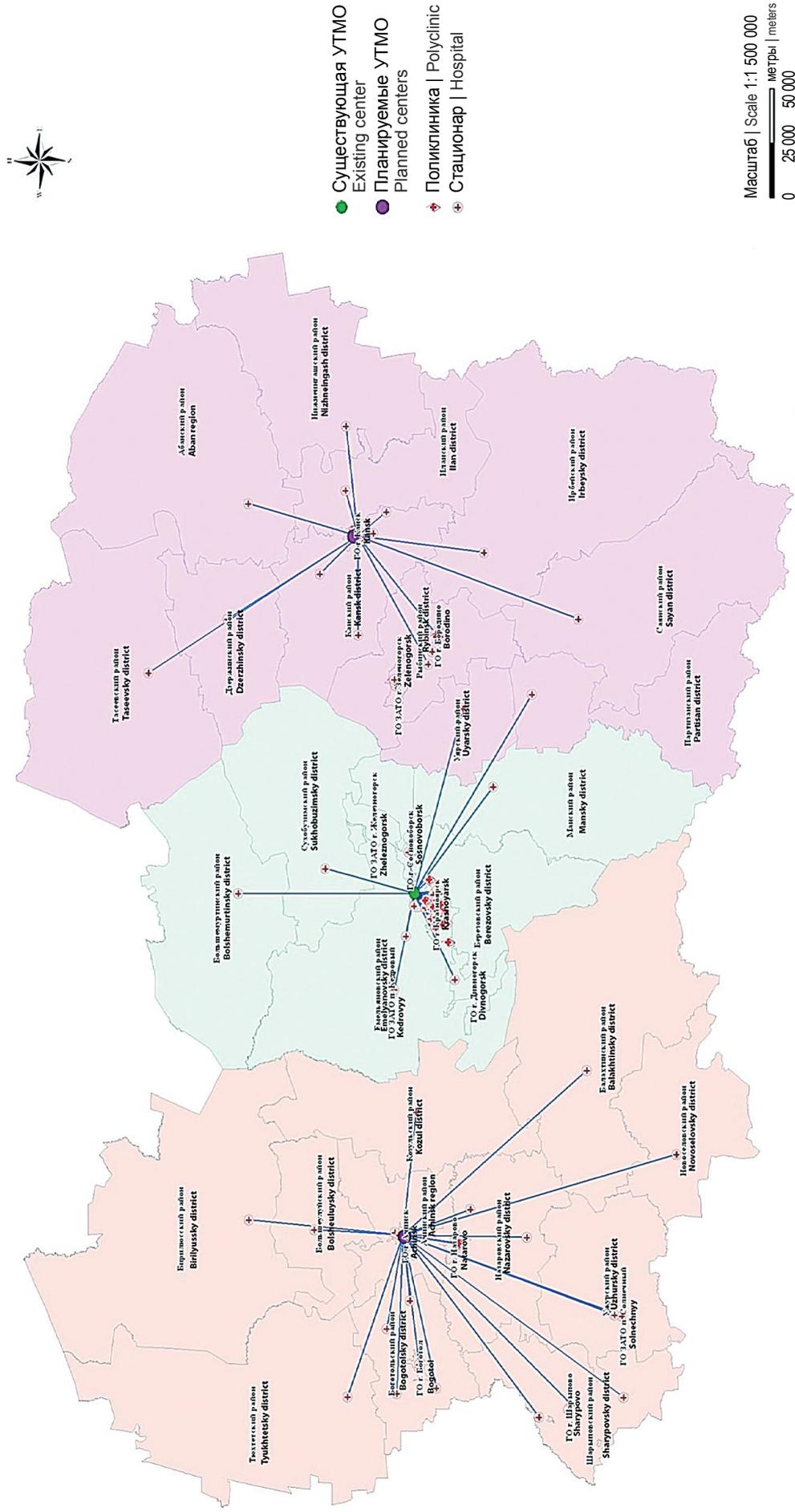


Рис. 6. План-схема обеззараживания медицинских отходов на трёх крупных УТМО.
Fig. 6. Schematic of thermal treatment of medical waste at three large ITDHWs.