

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 3 / 2023, Vol. 15, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/04NZVN323.pdf>

DOI: 10.15862/04NZVN323 (<https://doi.org/10.15862/04NZVN323>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Курочкина, В. А. Обращение с твердыми коммунальными отходами как формирование экологического риска в Приморском крае / В. А. Курочкина, В. Н. Волкова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/04NZVN323.pdf> DOI: 10.15862/04NZVN323

For citation:

Kurochkina V.A., Volkova V.N. Impact of the Vladivostok landfill on shaping the environmental risk of water resources pollution. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(3): 04NZVN323. Available at: <https://esj.today/PDF/04NZVN323.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/04NZVN323

Курочкина Валентина Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Доцент

E-mail: kurochkina@mgsu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Волкова Владислава Николаевна

ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», о. Русский, Россия

E-mail: vladavibi@bk.ru

Обращение с твердыми коммунальными отходами как формирование экологического риска в Приморском крае

Аннотация. Многие страны реализуют программы по переработке ТКО с целью улучшения экологической обстановки и повышения качества жизни. Сфера обращения с твердыми коммунальными отходами в России отстает от развитых стран и направлена в основном на захоронение. Это связано в значительной мере с проблемой раздельного сбора ТКО.

В статье рассмотрена проблема обращения с отходами на примере Приморского края и ее областного центра Владивостока, для которого характерна проблема вывоза твердых коммунальных и бытовых отходов, что негативно влияет на экологическую обстановку всего региона. В статье проанализировано состояние окружающей среды города и прилегающих территорий, выявлены основные источники ее загрязнения.

Проанализированы данные о переработке отходов и динамике численности населения, показана карта полигонов Приморского края и схема переработки ТКО.

Предложены мероприятия, направленные на повышении роли переработки отходов как перспективного способа обращения с отходами.

Ключевые слова: урбанизированные территории; твердые коммунальные отходы; инфильтрат; экологический ущерб; экологический риск; депрессивные пространства; окружающая среда

Введение

Сегодня одним из самых актуальных вопросов является проблема сортировки и переработки твердых коммунальных и бытовых отходов. В среднем россиянин производит около двух кубических метров отходов в год.

Природные комплексы Дальнего востока особо уязвимы и слабоустойчивы к внешним воздействиям, отличаются пониженной способностью к восстановлению и самоочищению. В условиях интенсивного хозяйственного освоения земель, а также потепления климата на северных территориях России увеличилось количество опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций.

Многочисленные пожары наносят существенный ущерб лесным экосистемам Дальнего востока. Увеличивающееся количество застроек речных пойм нередко выполняется с нарушениями технологических норм и правил, что в конечном итоге приводит к подтоплениям и заболачиванию территорий, а также к повышению уровня загрязнения речных вод. Существенный ущерб экономике Дальнего востока наносят наводнения, которые нередко приводят к катастрофическим последствиям.¹ Сегодня по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) доля твердых коммунальных отходов, сдаваемых в переработку, составляет всего 4 % по данным на 2020 год. Всего 2 % ТКО сжигаются, а остальные 98 % — захорониваются на полигонах.

На территории регионов, расположенных в этой зоне, немало небольших поселений, расположенных на значительном удалении друг от друга, с небольшой численностью населения, что напрямую приводит к усложняющейся логистике для транспортировки отходов до мест их расположения. Например, численность населения Приморского края по данным Росстата составляет 1 820 125 человек, из которых доля городского населения составляет 79,41 %. В труднодоступных и отдаленных территориях численность населения варьирует в широком диапазоне (табл. 1).

Таблица 1

Численность населения труднодоступных и отдаленных территорий

Тип муниципальных образований	Численность, чел.
Дальнегорском ГО	41 428
Пожарское	26 955
Кавалеровское ГП	23 061
Чугуевское ГП	21 596
Красноармейское ГП	15 669
Лазо	12 784
Тернейское ГП	10 335
Пгт. Ольга	8 874

Составлена авторами

Проблема увеличения отходов напрямую связана с увеличением нагрузки на ТКО, переполненной мощности полигонов [2–6], невозможность строительства новых объектов размещения отходов (отказ органов власти в соответствии со своей сферой деятельности) и усложняющейся логистики для транспортировки отходов, что в свою очередь повышает риски загрязнения Приморского края.

¹ Дальний Восток станет чаще затопливаться / [Электронный ресурс] // Метеовести: [сайт]. — URL: <https://www.meteovesti.ru/news/63656276816-dalniy-vostok-stanet-chashche-zataplivat> (дата обращения: 20.03.2023).

Материалы и методы

Взаимодействие общества и окружающей среды — относится к важнейшим проблемам дальнейшего устойчивого развития человечества.

В данном исследовании проведен физико-химический анализ сточных вод до и после очистки. Проведен химический анализ атмосферного воздуха с целью контроля степени его загрязнения от объекта размещения отходов в рамках соблюдения законодательства РФ в области охраны атмосферы и контроля природопользовательской деятельности.

Проблема организации обращения отходов и их влияние на состоянии окружающей среды была рассмотрена на примере города Владивостока, крупного промышленного города и порта на Дальнем Востоке России, расположенного на полуострове Муравьева-Амурского (рис. 1). Город расположен на стыке зон высотной поясности и широколиственных лесов.

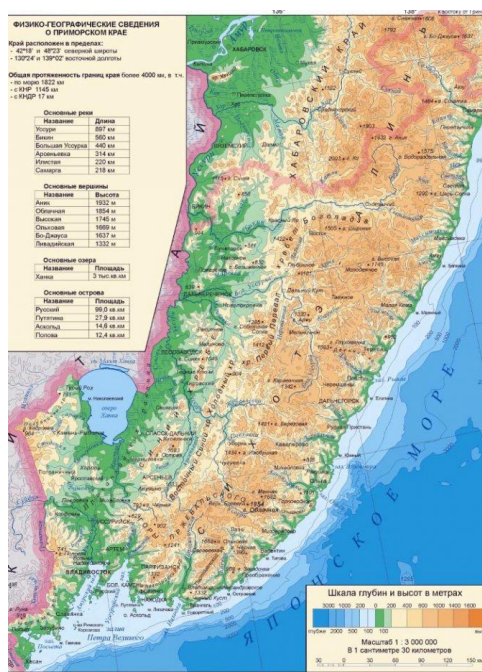


Рисунок 1. Карта Приморского края и природных зон и горных областей высотной поясности (<http://www.raster-maps.com/map-of-russia-312/>)

Владивосток является административным центром Приморского края, Дальневосточного федерального округа и конечным пунктом Транссибирской магистрали. Владивосток образует вместе прилежащими пятью населёнными пунктами Владивостокский городской округ, площадь которого составляет 590,14 км² (включая около 50 островов залива Петра Великого). Общая площадь населённых пунктов — 441,05 км². С численностью населения в 605 тыс. человек, Владивостока занимает 20-е место в списке городов РФ по этому показателю.

Для рельефа данного района характерно преобладание коротких, сильно расчлененных хребтов, входящих в систему Сихотэ-Алиня и окраины Восточно-Маньчжурского нагорья, а также Шкотовское и Шуфанское плато. Здесь широкое распространение получили вулканогенные породы (базальты, андезиты-базальты, порфириды и их туфы), а также другие породы различного возраста (глинистые сланцы, песчаники, алевриты, гранитоиды и др.).

Преобладают кедрово-широколиственные леса (кленово-дубово-липовые с орехом и бархатом и чернопихтово-еловые с кедром и лиственницей), а также широко распространены виды растений, относящиеся к южной флоре (лианы, граб, вишня, деморфант, дуб зубчатый,

ольха японская и др.). Почвы жёлто-бурые (под чернопихтово-широколиственными) и горно-лесные бурые оподзолённые (под хвойношироколиственными лесами). На климат района большое влияние летом оказывает близость Японского моря. Средняя месячная температура воздуха наиболее тёплого месяца (августа) составляет 19–21°C, наиболее холодного (января) 12–14°C ниже нуля, средняя годовая температура — 5–5,5°C, абсолютный минимум достигает 28–31°C ниже нуля (табл. 2).

Таблица 2

Таблица температур и норма осадков²

Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °C	5,0	9,9	19,4	27,7	29,5	31,8	33,6	32,6	30,0	23,4	17,5	9,4	33,6
Средний максимум, °C	-7,8	-3,8	2,7	10,1	14,9	17,9	21,6	23,3	20,1	13,2	3,3	-5,4	9,2
Средняя температура, °C	-11,9	-8,1	-1,5	5,3	10,0	13,8	18,1	20,0	16,3	9,2	-0,7	-9,2	5,1
Средний минимум, °C	-15	-11,3	-4,5	2,1	7,0	11,3	16,1	17,9	13,5	6,2	-3,5	-12	2,3
Абсолютный минимум, °C	-31,4	-28,9	-21,3	-7,8	-0,8	3,7	8,7	10,1	1,3	-9,7	-20	-28,1	-31,4
Норма осадков, мм	12,4	16,1	26,9	43,2	97,4	104,6	158,9	176,1	103,3	67,4	36,2	19,2	861

Годовая сумма осадков 800–1 100 мм; количество осадков за зимний период (ноябрь — март) на западе не превышает 12–16 %, на востоке — 20–22 %. Наибольшие запасы воды в снеге наблюдаются в среднем в первой декаде февраля; величина их на юго-западе района не превышает 30 мм, на северо-востоке — 60 мм. Талая вода начинает поступать в юге района в середине марта, на северо-востоке и юго-западе — в конце марта. Однако весеннее половодье отчётливо выражено лишь в отдельные годы на северо-востоке района (бассейны рек Аввакумовка, Маргаритовка, Чёрная). Подъем уровня воды весной равен 0,7–1,0 м, а величина стока за апрель — май составляет 25–30 % (в бассейне р. Мельгуновка — 17–19 %) годового объёма.

Паводки на реках Южного Приморья проходят весьма интенсивно. Продолжительность периода со значительными паводками и половодьем не превышает в среднем 35–40 дней, однако величина паводков здесь сравнительно больше, чем на реках других районов (средние максимальные расходы паводков превышают минимальные летние в 80–200 раз). Распределение стока характеризуется неравномерностью (отношение минимальных летних расходов воды к годовым составляет 0,3–0,5).

Паводочный режим наблюдается обычно до сентября — начала октября, однако в бассейнах рек Аввакумовка, Маргаритовка и Артемовка большие паводки в отдельные годы проходят в первой половине ноября. Спад воды после прохождения последних паводков продолжается до конца ноября (в отдельные годы — до середины декабря).

Зимний сток довольно устойчивый, величина его составляет 3–594 годового объёма.

²Климатические таблицы. Данные для Владивостока / [Электронный ресурс] // Погода и климат: [сайт]. — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/31960.htm?ysclid=lfh7jirm5g636223686> (дата обращения: 20.03.2023).

На юге и северо-востоке района реки многоводные (годовой модуль стока 10–15 л/сек, зимний минимальный — 0,8–1,0 л/сек км), на юго-западе сравнительно маловодные (годовой модуль стока — 2–5 л/сек, зимний минимальный — 0,2–0,3 л/сек км). Мутность воды изменяется в значительных пределах от 15–20 г/м на северо-востоке до 80–100 г/м³ на юге и юго-западе.

Осенний ледоход начинается во второй или третьей декадах ноября; ледостав наступает во второй или третьей декадах декабря (на реках Петровка, Артемовка, Раздольная, Комаровка, Нестеровка во второй или третьей декадах ноября). Средняя продолжительность ледостава колеблется от 60–80 (Милоградовка, Цукановка) до 140–150 дней (Раздольная, Золотая). На участках некоторых рек ледостав неустойчив или совсем отсутствует (Маргаритовка, Нарва, Рязановка). Наибольшая толщина льда колеблется от 20–30 см (Фроловка, Студеная) до 140–150 см (Раковка, Раздольная, Петровка). Вскрываются реки в первой декаде апреля (Барабашевка, Туманная — в третьей декаде марта).

Средняя температура воды за май–октябрь составляет 12–16°C, за наиболее тёплый месяц (август) — 14–20°C. Вода холоднее воздуха в мае–сентябре и теплее воздуха лишь в октябре. На отдельных участках рек температура воды в течение всей зимы составляет 2–5°C (Маргаритовка, Рязановка, Нарва).

Для рек Приморья характерен паводочный режим в течение всего теплого периода года. Формирование паводков в бассейнах рек происходит сравнительно быстро, при этом часто они достигают значительной высоты и вызывают наводнения большие разливы воды, сопровождающиеся затоплением сельскохозяйственных угодий, промышленных предприятий и населенных пунктов. Общая площадь, подвергающаяся затоплению во время катастрофических наводнений, достигает 11 тыс. км, что составляет около 60 % всей площади Приморья или около 30 % его равнинной части.

Наводнения в Приморье вызываются преимущественно летне-осенними дождями, которые связаны с выходом на территорию района южных циклонов и выносом влажных морских масс воздуха. Значительное влияние на формирование больших паводков оказывают также местные условия (рельеф бассейна, морфометрические характеристики речных долин и русел, характер почв и растительности).

При раннем потеплении и интенсивных весенних дождях происходит бурное таяние снега в горах, что обуславливает формирование на некоторых реках высокого снегодождевого половодья. Случаи кратковременных наводнений наблюдались иногда во время весеннего ледохода при заторах льда.

Преобладающая часть территории Приморья имеет горный рельеф, поверхность ее расчленена густой речной сетью. В верхнем и среднем течении реки представляют собой горные потоки с большими уклонами и значительными скоростями течения. Это создает благоприятные условия для быстрого сброса дождевых вод. В нижнем течении, наоборот, реки проходят по дну широких долин, имеют незначительные уклоны и малые скорости течения воды. Слабая пропускная способность речных русел обуславливает здесь большие разливы воды и продолжительные наводнения.

Значительные по величине паводки, вызывающие наводнения, формируются, как правило, продолжительными дождями с интенсивностью от 3 до 20 мм/час. Наблюдались случаи, когда на территории Приморья за сутки выпадало 25–30 и даже 40–45 мм/час (например, на ст. Халкидон 22/VI 1950 г. выпало 256 мм) годовой нормы осадков. Характерной чертой в распределении осадков является также их неравномерность в мае и июне осадков обычно выпадает мало (засушливый период), в июле августе их резко возрастает.

Наибольшая интенсивность осадков отмечается в бассейнах рек Барабашевка и Раздольная, а также на западном склоне Сихотэ-Алиня (особенно в бассейне р. Дальняя). На восточном склоне Сихотэ-Алиня осадки имеют меньшую интенсивность.

Исследованиями установлено, что очень сильные дожди, вызывающие большие и катастрофические наводнения, связаны с циклонической деятельностью на тихоокеанской ветви полярного фронта. При этом обильные дожди обусловлены непосредственно циклонами, развивающимися на полярном фронте, или при одновременном развитии активной циклонической деятельности на арктическом и тихоокеанском фронтах. Значительные осадки обусловлены также тропическими циклонами тайфунами, зарождающимися в юго-западных районах Тихого океана.

Большинство наводнений в южных и юго-восточных районах Приморья обусловлены воздействием юго-западных циклонов и тайфунов, перемещающихся с Желтого моря на Японское, а западных и северных районах (Приханская равнина, бассейны рек Большая Уссувка, Бикина и Хора) воздействием западных циклонов. Несмотря на сравнительно редкую повторяемость тайфунов, удельный вес выпадающих при их прохождении осадков значителен. Так, на южном и юго-восточном побережье Приморья они в среднем составляют 8 %, а в отдельные годы — 25–70 % годовой суммы. Из семи значительных паводков, обусловивших наиболее выдающиеся наводнения, шесть были сформированы осадками, вызванными выходом тайфунов.

Значительные весенние половодья обусловлены таянием снега в горах и выпадением жидких осадков. Однако небольшие снегозапасы и длительный процесс таяния снега в связи со значительной облесенностью бассейнов вызывают формирование больших наводнений только в отдельные годы.

По продолжительности затопления пойм территорию Приморья можно разделить на четыре района. Наиболее продолжительные разливы в году (от 50 до 100 суток) наблюдаются в долине р. Усури, в нижнем течении рек Илия, Мельгуновка и Большая Уссувка. Менее продолжительные наводнения (до 35 суток) отмечаются на участках рек в предгорной зоне (нижнее и среднее течение рек Арсеньевка, Усури, Малиновка, Бикина и Хора). Непродолжительные наводнения характерны для горных рек. Так, продолжительность затопления пойм для рек, стекающих с западных склонов хр. Сихотэ-Алиня, составляет 5–15 суток, с восточных склонов — менее 10 суток.

Осадков в виде снега выпадает малое количество — 14–24 мм, а влажность воздуха составляет 59–60 %. ³ Календарное лето во Владивостоке делится на два четко разделённых периода ⁴. Первая половина характеризуется прохладной и пасмурной погодой, с морозящими дождями и туманами. Вторая половина отличается тёплой погодой с преобладающими юго-восточными ветрами при средней скорости 5,3–5,8 м/с. В летний период характерны тайфуны с ливневыми дождями. Влажность воздуха достигает максимальных отметок в 87–91 %. Климатическое лето продолжается с конца июня до конца сентября.

В «Рейтинге экологического развития городов России» в 2022 году, по данным Минприроды России, Владивосток входит в «отстающие регионы» и занял 79-е место среди 85 городов-участников ⁵.

³ Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды приморского края Кадастровое дело № 019 памятник природы регионального значения «Приостровные акватории в заливе Петра Великого» С. 61.

⁴ Россия и современный мир. — выпуски 3–4. — М.: ИНИОН РАН, 2005. — С. 173.

⁵ Национальный экологический рейтинг» по итогам осени 2022 года / [Электронный ресурс] // Зеленый патруль: [сайт]. — URL: <https://www.greenpatrol.ru/novosti/nacionalnyy-ekologicheskii-reyting-po-itogam-oseni-2022-goda> (дата обращения: 20.03.2023).

Кроме крупных промышленных предприятий, воздух Владивостока интенсивно загрязняют крупные котельные. За последние десятилетия существенно увеличилась доля выбросов, поступающих в атмосферу от легковых и грузовых автомобилей.

Для Владивостока большой проблемой является высокое загрязнение окружающих его акваторий Амурского и Уссурийского заливов, пролива Босфор Восточный и, особенно, бухты Золотой Рог, которую в декабре 2013 года представитель Росгидромета объявил самой грязной акваторией России [7].

Одним из основных загрязнений являются нефть и нефтепродукты, которые пагубно влияют на состояние воды металлы (ртуть, свинец, цинк, медь, хром), радиоактивные элементы, ядохимикаты, стоки животноводческих ферм. К 2018 году в бухту ежегодно сбрасывается 14,2 млн м³ сточных вод, из них 9,4 млн м³ — без очистки.⁶

Результаты исследования

Высокая степень антропогенной и техногенных нагрузок делают среду обитания человека отличной от природной среды [8–20].

Численности населения также является важным фактором формирования качества окружающей среды урбанизированных территорий.

В частности, демографическая ситуация как фактор развития города является одним из важнейших параметров, влияющим на объем образующихся отходов.

По статистическим данным за последние годы наблюдается снижение численности населения не только в Приморском крае и городе Владивостоке (рис. 2, 3).

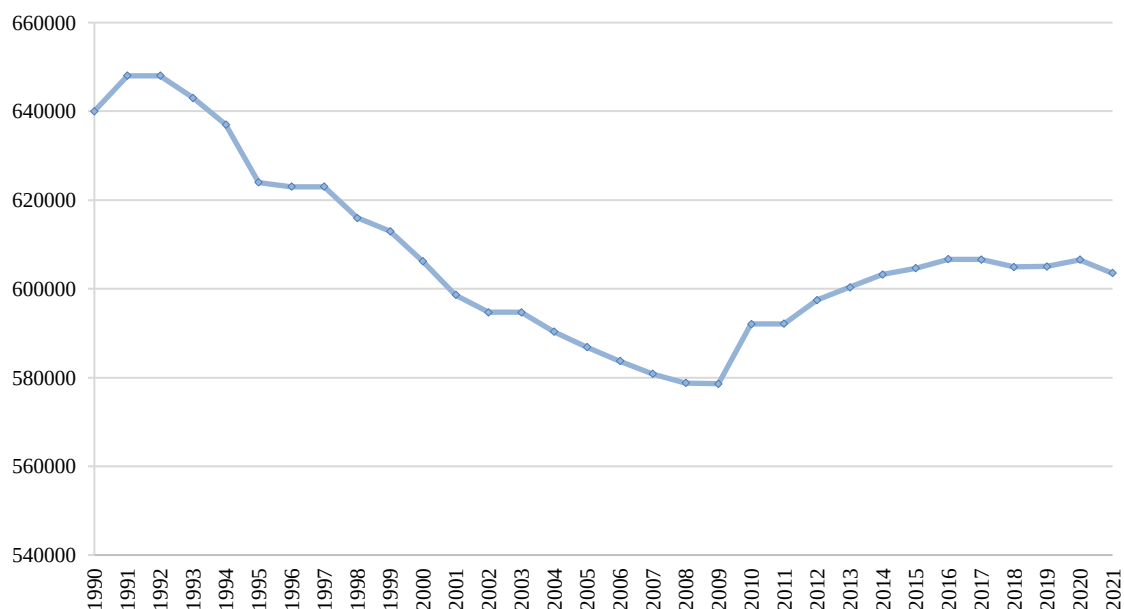


Рисунок 2. Численность населения в городе Владивостоке (тысяч человек год) (составлено авторами по данным ЕМИСС)

⁶ Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2014 году. — Владивосток: Администрация Приморского края, 2015. — С. 17.

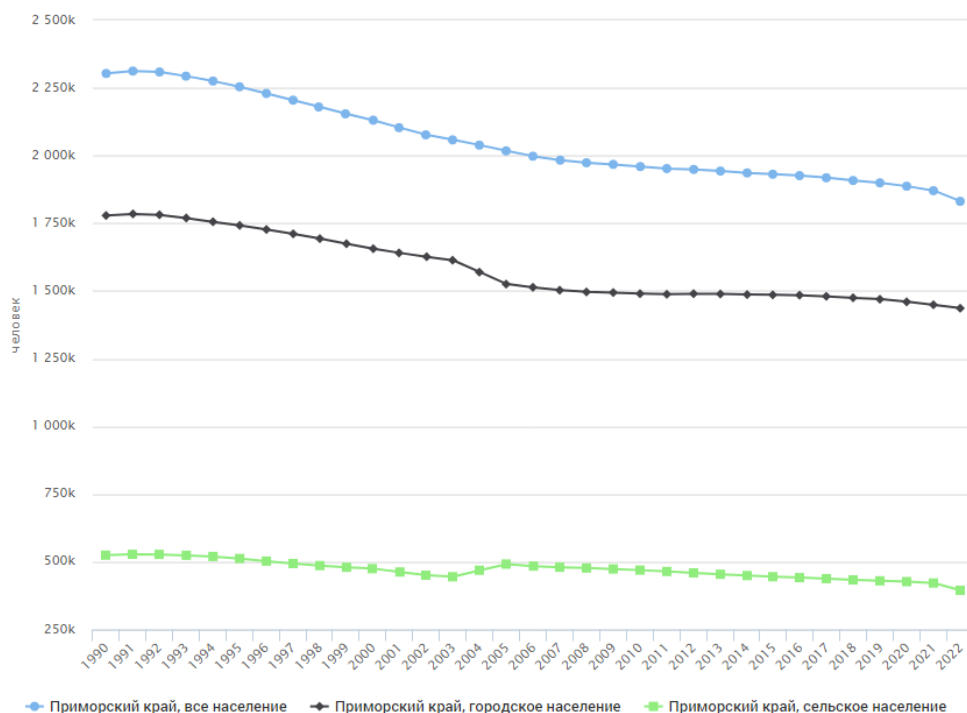


Рисунок 3. Численность населения в Приморском крае
(млн человек в год) (составлено авторами по данным ЕМИСС)

По данным Росстата, во Владивостоке, в 2021 г. было вывезено отходов 1 806,3 тыс. м³ в то самое время как на объекты, используемые для обработки отходов, вывезено всего 35,2 тыс. м³ твердых коммунальных отходов (рис. 4, 5). Расчет вывезенных ТКО составил 3 м³ на человека за 2021 год.

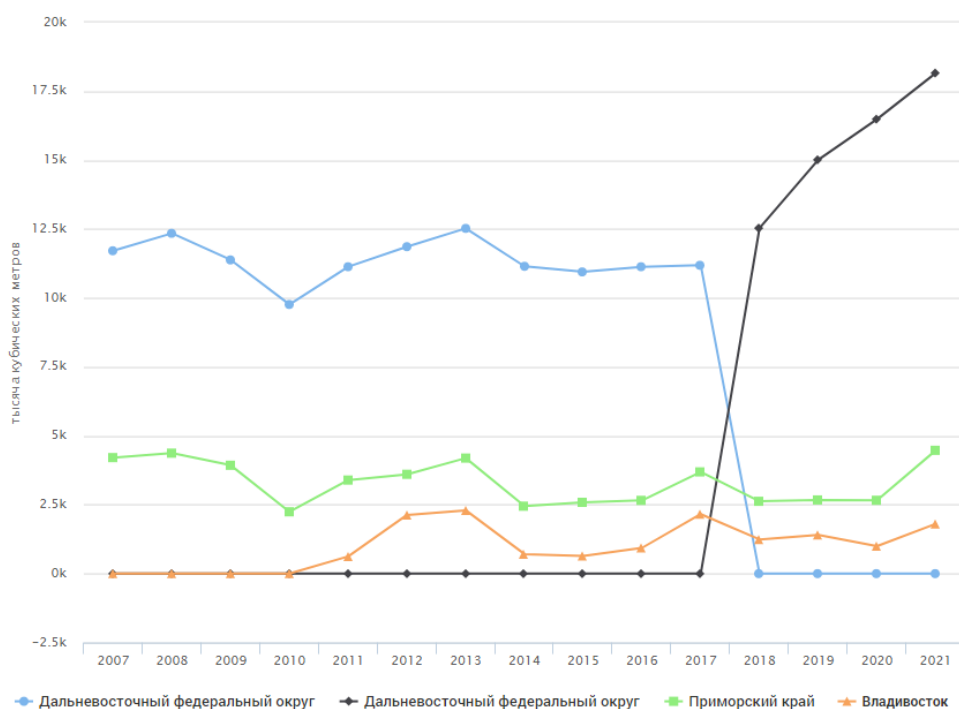


Рисунок 4. Вывезено твердых коммунальных отходов,
Дальневосточный федеральный округ, Приморский край и город Владивосток (тыс. м³)
(составлено автором по данным ЕМИСС)

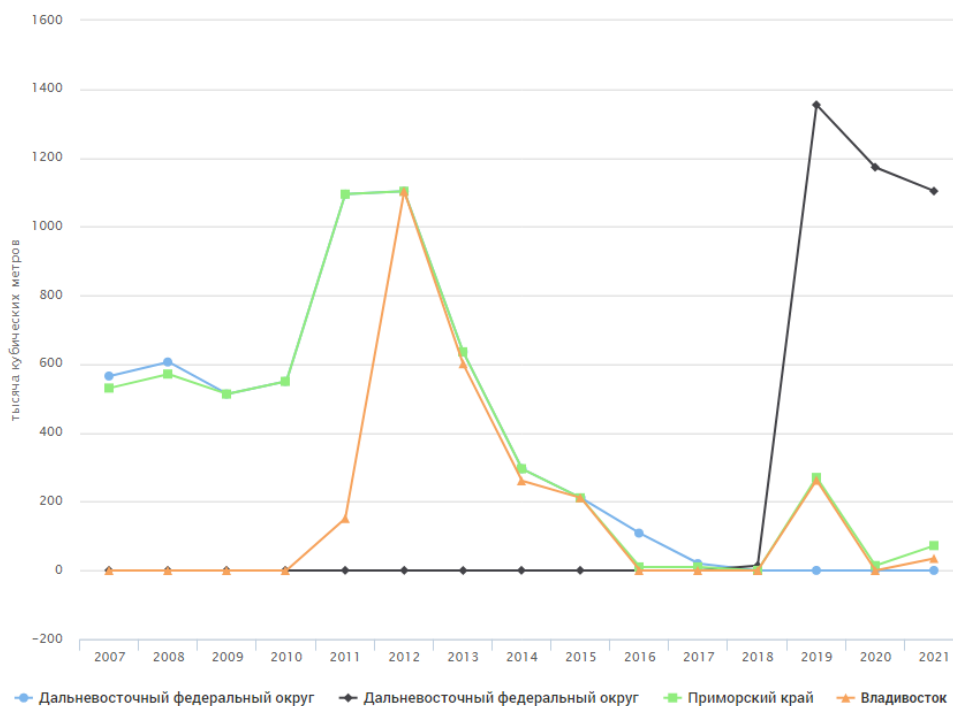


Рисунок 5. Вывезено твердых коммунальных отходов на объекты, используемые для обработки отходов, Дальневосточный федеральный округ, Приморский край и город Владивосток (тыс. м³) (составлено авторами)

В районе бухты Десантной в пригороде Владивостока расположен комплекс по переработке и утилизации твердых бытовых отходов (рис. 6), который является одной из промплощадок КГУП «Приморский экологический оператор», на котором с 2012 года перерабатывают и захоранивают бытовые отходы, производимые населением.



Рисунок 6. Комплекс по переработке и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в районе бухты Десантной в пригороде Владивостока (<https://primamedia.ru/news/475609/>)

На сортировку поступает только коммунально-бытовой мусор. Отсортированное вторсырье (рис. 7) по мере накопления реализуется специализирующимся на его переработке компаниям и заготовителям крупной тары для продажи в другие регионы, так как в регионе остро стоит проблема с предприятиями выпускающую продукцию с использованием вторичного сырья.



Рисунок 7. Комплекс по переработке и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в районе бухты Десантной в пригороде Владивостока: полигон и упакованное вторсырье (<https://primamedia.ru/news/475609/>)

Многие регионы во всем мире, прежде всего в странах с высокой плотностью населения, уже столкнулись с невозможностью дальнейшего расширения полигонов отходов. Как известно, полигоны складирования твердых бытовых отходов являются объектами высокого экологического риска загрязнения окружающей природной среды.

Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения ТКО, является инфильтрация в пределах площади складирования отходов отжимной воды, выделяющейся из свалочного тела в процессе складирования, уплотнения и разложения отходов — свалочного фильтрата (рис. 8).



Рисунок 8. Полигон ТКО (<https://ecologia.life/russian/othody/oborudovanie-tehnologii/poligon-tbo.html>)

Исходный фильтрат полигона из дренажной системы полигона поступает в существующий пруд первичного отстаивания, где происходит осаждение взвешенных частиц (рис. 9).



Рисунок 9. Полигон ТКО пруды-отстойники⁷

Через песчаную фильтрующую перегородку сточные воды из первого пруда поступают в существующий пруд вторичного отстаивания. Осветленные воды из пруда вторичного отстаивания насосами из прудов-отстойников подаются на очистные сооружения. В состав очистных сооружений входят: установка очистки фильтратных вод полигона; технологические модули (блок — контейнеры). Очистка фильтрата свалки по захоронению твердых бытовых отходов (ТБО) предусмотрена на специально разработанных очистных сооружениях.

Очищенные сточные воды отводятся по закрытому трубопроводу в руч. Безымянный. Площадка очистных сооружений расположена за пределами водоохранной зоны ручья без названия. Подключение очистных сооружений происходит к существующей, уложенной в насыпи полиэтиленовой трубе, далее свободно лежащей на земле до выпуска в ручей.

В 2017 году в районе были проведены исследования [21], в ходе которых было выявлено что:

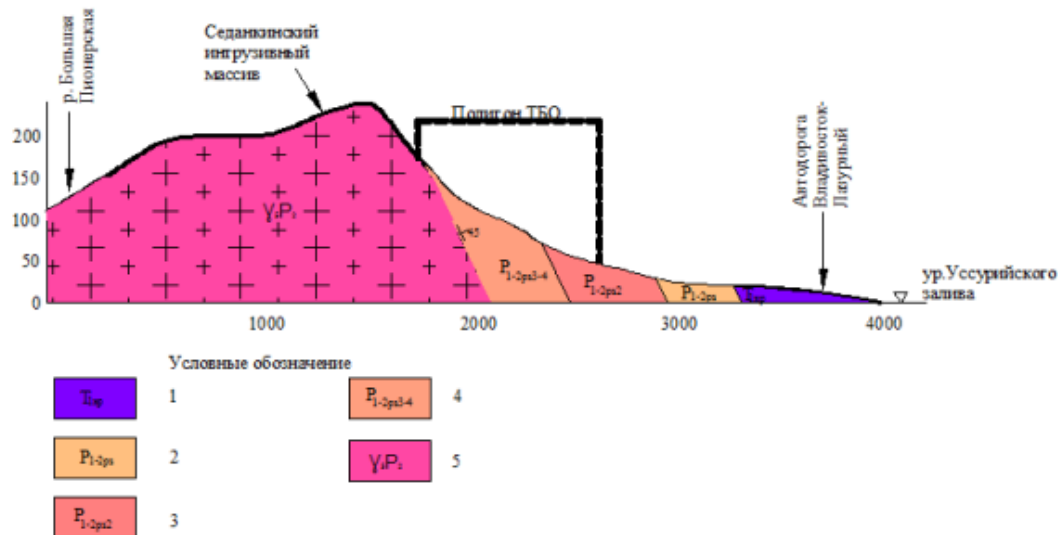
- водоотвод руч. Безымянный выполнен некачественно, поэтому половина стока поступает в водоотводный канал из железобетонных лотков, а часть стекает в распадок карты № 2;
- засыпанная непереработанными отходами карта № 2 заняла площадь проектных карт № 2 и № 3, и в нее беспрепятственно вливаются воды руч. Безымянный. Мощность отходов в карте № 2 составила 8–13 м, из них 4 м (от поверхности) находятся в сухом состоянии, ниже — в водонасыщенном. Ни о каком перебрасывании отходов карты № 2 в подготовленную карту № 1 не может быть и речи, так как около 10–20 % отходов (органика, бумага, текстиль) находится уже в растворенном состоянии;

⁷ Отчет исследований ООО НИЦ «Сейсмозащита»: «Заключение о соответствии построенного объекта «Комплекс по переработке и утилизации твердых бытовых отходов в г. Владивостоке» проектной документации, техническим регламентам (нормам и правилам) и иным нормативно-правовым актам в сфере строительства и возможности безопасной эксплуатации объекта. Том VII — Пруды-отстойники», шифр № 11165НД. 2011.

- забитые полиэтиленом очистные сооружения в период изысканий не работали, и воды руч. Безымянный, выходя из карты № 2 по трубе, сбрасывались в распадок ниже полигона ТБО, образуя коричневую пену высотой до 0,5 м [21];
- загрязненные воды (повышенное содержание фенолов и др.) карты № 2 уже распространились в борту (склоне) распадка, о чем свидетельствуют результаты анализа проб воды, отобранных из контрольных скважин, расположенных по левому борту руч. Безымянный. Существует большая вероятность выхода загрязненных вод в долину р. Большая Пионерская, далее — в Пионерское (Седанкинское) водохранилище, которое используется для водоснабжения Владивостока.

Состав фильтрата полигонов представляет большую опасность, попадая в водные объекты. Загрязненные воды карты полигона ТБО могут беспрепятственно распространяться по трещинам напластования, что приводит к загрязнению бассейнов соседних ручьев (рис. 10).

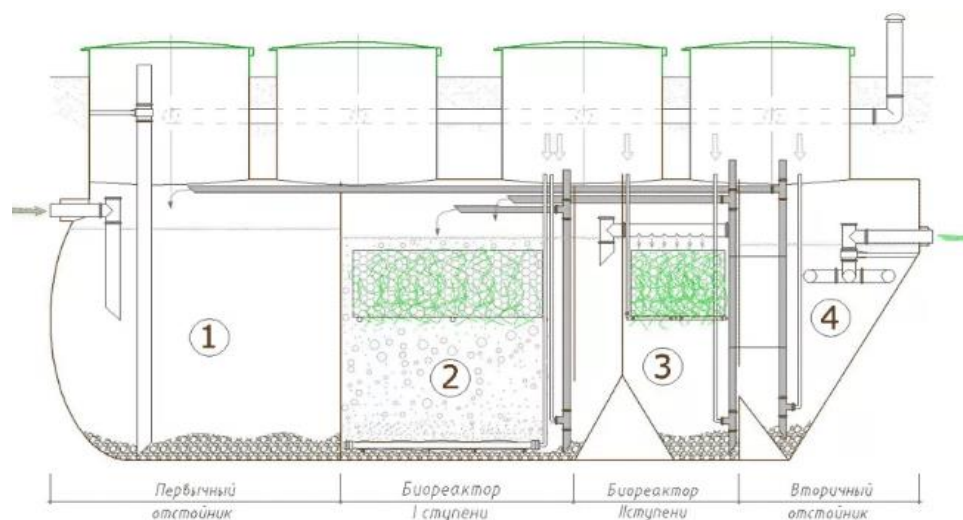
Участок полигона ТКО в геологическом отношении находится в зоне контакта поспеловской свиты с интрузией седанкинских гранитоидов [21]. Простираение пластов поспеловской свиты — региональное, северо-восточное, с падением на юго-восток под углом 40–45. На западном фланге участка, в верховье распадка, по левому борту, вскрыты лейкократовые граниты седанкинской интрузии. Ввиду близости интрузивного контакта осадочные породы верхних пачек поспеловской свиты, вследствие контактового метаморфизма, окварцованы, в отдельных случаях наблюдается ороговикование. Ручей Безымянный, так же как и Рыбачий и ручей бухты Десантной, впадающие в море, протекает по тектоническому разлому, развитому вкрест простираения пластов поспеловской свиты. Небольшие тектонические нарушения отмечаются так же в верхних осадочных породах.



1–4 — осадочные породы триасового (1 — алевролиты) и пермского (2–4 песчаники поспеловской) возрастов; 5 — верхнепермские гранитоиды седанкинского массива

Рисунок 10. Схематический разрез участка размещения ТБО [21]

В 2010 году на объекте «Комплекс по переработке и утилизации твердых бытовых отходов в г. Владивостоке» установлен комплект оборудования «ЭКО-Б», который предназначен для очистки хозяйственно-бытовых или приравненных к ним по составу производственных сточных вод от отдельно стоящих зданий. Установка «ЭКО-Б» обеспечивает очистку сточных вод от 3 до 30 м³ в сутки (рис. 11).



1 — первичный отстойник; 2 — биореактор 1 ступень; 3 — биореактор 2 ступень; 4 — вторичный отстойник

Рисунок 11. Установка «ЭКО-Б» (<https://www.vzlet-omsk.ru/ochistnye-sooruzheniya/ustanovka-biologicheskoy-ochistki-stochnykh-vod-ehko-b>)

Установка работает следующим образом: через входную трубу, стоки попадают в камеру первичного отстоя, где они освещаются⁸. Осветленная вода из первичного отстойника попадает в биологический реактор через переливную трубу между первой и второй камерами. В биореакторе происходит перемешивание стоков, насыщение их кислородом воздуха и биологическая деструкция при помощи активного ила, состоящего из аэробных бактерий. Воздух в биореактор поступает через аэраторы с размером пузырьков 2–3 мм. Избыточный активный ил перекачивается в первичный отстойник эрлифтом. Биофильтр, куда попадает вода посредством перелива через переливную трубу, состоит из плавающей пластмассовой загрузки производства НИИ «ВОДГЕО». На поверхности загрузки нарастает биологически активная плёнка, состоящая из бактерий. Биоплёнка создается в результате орошения загрузки водой, насыщенной кислородом в течение 15–25 дней.

Под биофильтром расположен аэратор. Он служит для периодического встряхивания загрузки с целью удаления излишней биопленки. Аэратор необходимо включать один раз в 30 дней на 20 минут. Осажденная биопленка перекачивается эрлифтом в камеру аэрации. Затем сточная вода самотеком выходит из установки. Вовремя, когда отсутствует приток стоков, вода циркулирует по установке.

После очистки стоки самотеком или через канализационные насосные станции дренируют в грунт через фильтрующие колодцы, траншеи, или фильтрующие кассеты, выполненный в соответствии со СНиП 2.04.03-85.

При сбросе очищенной воды в рыбохозяйственный водоём или для использования воды в технических нуждах, после установки «ЭКО-Б» сточная вода подвергается обязательному обеззараживанию.

Степень очистки стоков в сочетании с доочисткой стоков на песчано-щебеночной загрузке поглощающего колодца или траншеи, при параметрах входящих стоков по БПК₅ не более 375 мг/л, по взвешенным веществам не более 325 мг/л (что удовлетворяет требованиям ГОСТ 25298-82 п. 10) позволяет достичь следующих показателей:

⁸ Очистные сооружения / [Электронный ресурс] // Взлет: [сайт]. — URL: http://www.promtehmash.ru/sites/default/files/desc/12_Ochistnye_sooruzheniya_183-195.pdf (дата обращения: 22.03.2023).

- БПК₅ не более 3 мг/л;
- взвешенные вещества не более 3 мг/л.

В случае если загрязнение исходной сточной воде выше данных показателей, необходимо установить дополнительный отстойник.

Данная технология очистки сточных вод не предназначена для фильтрата полигона, в 2021 году проведены исследования ООО НИЦ «Сейсмозащита» о техническом состоянии конструкций и причинах нарушения функционирования очистных сооружений и проведены работы по смене технологии очистки фильтратных вод полигона.

Проектная производительность очистных сооружений составляет 600 м³/сут. На очистных сооружениях предусмотрена обработка хозяйственно-бытовых сточных вод, образованных от зданий площадки полигона, ливневых вод с площадок хозяйственной зоны и фильтрующихся сточных вод с полигона захоронения ТКО.

Сбор хозяйственно-бытовых стоков, ливневых и талых вод, а также фильтрата стекающего с тела полигона ТКО осуществляется по старой схеме в специальные пруды-отстойники, находящиеся по рельефу ниже полигона, а затем направляются на очистку.

Конструктивно пруд-отстойник представляет собой две последовательно расположенных горизонтальных открытых емкости с уклоном по дну 0,005 в направлении илового приямка, разделенных фильтрующей дамбой-перемычкой, с горизонтальным направлением скорости фильтрования.

Исходный фильтрат полигона из дренажной системы полигона поступает в существующий пруд первичного отстаивания, где происходит осаждение взвешенных частиц. Из первого пруда сточные воды поступают в пруд вторичного отстаивания. Осветленные воды из пруда вторичного отстаивания насосами из прудов-отстойников подаются на очистные сооружения, где перед подачей на обратный осмос происходит физико-химическая очистка.

Очистные сооружения состоят из трех модулей, работающих параллельно. Производительность одного модуля по исходному фильтрату составляет 10 м³/час (200 м³/сут). Режим работы установки — 20 часов в сутки, профилактическое обслуживание оборудования — 4 часа в сутки.

Технологический процесс очистки сточных вод включает следующие основные стадии:

- механическая фильтрация на напорных фильтрах с использованием каталитической загрузки;
- реагентная обработка фильтрата перед подачей на стадию обессоливания;
- подкисление исходного фильтрата полигона перед обратноосмотическим разделением;
- обессоливание на обратноосмотическом модуле;
- дегазация фильтрата после первой ступени обратного осмоса;
- реагентная обработка фильтрата сульфатом натрия перед подачей на вторую стадию обратного осмоса;
- реагентная обработка фильтрата гидроксидом натрия перед подачей на стадию фильтрации на ионообменных фильтрах;
- фильтрация на ионообменных фильтрах.

Вспомогательными технологическими стадиями процесса являются:

- приготовление растворов реагентов;
- регенерация зернистых фильтров;
- химическая мойка обратноосмотических элементов.

Осветленные сточные воды из пруда-отстойника подаются на установку очистки в блок-контейнер с помощью погружного насоса. Первоначально сток поступает на самопромывной фильтр «ФС1/1». Фильтр механический самопромывной предназначен для удаления из дренажной воды свалки взвешенных и коллоидных частиц размером более 200 мкм, оснащен системой обратноточной промывки и специальными щетками для более полного удаления клейких мажущих частиц с фильтрующей поверхности. Регенерация самопромывного фильтра предусмотрена в автоматическом режиме по перепаду давления на входе и выходе фильтра. Далее фильтрат поступает на фильтры зернистые «ФЗ1/1-3», установленные параллельно, где производится предварительная очистка от взвешенных частиц. Режим фильтрации осуществляется сверху вниз. Далее, в качестве фильтрующей загрузки зернистых фильтров используются гидроантрацит марки А (фракция 0,8–2 мм) и кварцевый песок (фракция 0,7–1,2 мм), а в качестве поддерживающего слоя используется гравий (фракция 2–5 мм). Организация двухслойной загрузки позволяет увеличить грязеемкость фильтрующего слоя, слои формируются таким образом, чтобы верхний слой состоял из более крупных частиц с меньшим удельным весом. Наличие в двухслойном фильтре верхнего крупнозернистого слоя препятствует образованию на поверхности загрузки плотной плёнки, как это бывает в однослойных фильтрах. При таком расположении фильтрующих слоёв значительно больший объём порового пространства используется для задержания загрязнений из осветлённой воды, вследствие этого грязеемкость двухслойного фильтра оказывается в 1,5–2,0 раза большей, чем грязеемкость обычного фильтра. По мере работы фильтра увеличивается количество задержанных им загрязнений — нарастает толщина пленки на поверхности зерен загрузки, увеличивается количество загрязнений, отложившихся в толще фильтрующей загрузки, и глубина их проникновения в зернистую загрузку, возрастает сопротивление фильтра, снижается скорость фильтрования. Для регенерации фильтрующей загрузки предусмотрена ее обратноточная промывка (снизу вверх).

Очищенный от взвешенных частиц фильтрат свалки через фильтр «ФМ1/1» подается на первую ступень обратноосмотического мембранного модуля «ОММ» для очистки от минеральных солей (хлориды, сульфаты, нитраты и т. п.).

Перед подачей фильтрата на стадию обессоливания проводится корректировка pH потока, для чего в трубопровод подачи фильтрата перед камерой смешения «1СТ1» из емкости «ЕЗ/1» дозировочным насосом «НД1/1» с pH-контроллером подается раствор соляной кислоты, водородный показатель доводится до pH 6,5–7.

С целью предотвращения солеотложений на мембранах из емкости «Е2/1» насосом «НД2/1» в трубопровод перед фильтром «ФМ1/1» дозируется раствор ингибитора солеобразования типа «Эктоскейл — 902С» (или аналог) в расчетном количестве, в зависимости от содержания солей жесткости. Несколько технологических узлов образуют узел обратноосмотического обессоливания. В состав обратноосмотического модуля «ОММ» входят: две ступени обратноосмотического обессоливания.

Обработанный фильтрат проходит доочистку на барьерном фильтре «ФМ1/1» (установка механической очистки «Ручеек-Б 1-2-2,0») и насосами «Н2/1, Н3/1-3» подается на первую ступень мембранной установки. Установка механической очистки «ФМ1/1» предназначена для улавливания из воды случайно уносимых частиц фильтрующей загрузки

зернистых фильтров. Фильтрующими элементами установки механической очистки являются гофрированные тканевые фильтры, при этом рейтинг фильтрации составляет 10–20 мкм. Контроль работы фильтра «ФМ1/1» осуществляется по перепаду давления до и после фильтра, который не должен превышать 0,1 МПа.

В процессе мембранного разделения осуществляется глубокая очистка и обессоливание сточной воды от растворенных примесей до требуемых показателей.

Метод очистки обратным осмосом заключается в том, что через полупроницаемую мембрану пропускают загрязненные сточные воды, которая пропускает воду и задерживает растворенные вещества. В процессе разделения исходный поток делится на две части — пермеат (очищенную воду) и концентрат (грязную воду) — поток, обогащенный солями и загрязнениями.

Мембранная установка включает две ступени обессоливания:

Первая ступень — очистка и разделение исходной воды на фильтрат (пермеат) и концентрат.

Вторая ступень — доочистка фильтрата первой ступени — обеспечивает получение очищенной воды в соответствии с требованиями ПДК вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Очищенная на второй ступени вода (пермеат второй ступени) направляется на доочистку от сероводорода, сульфидов и ионов аммония на ионообменные фильтры «ИО1/1, ИО2/1». Фильтрация проводится на двух последовательно работающих фильтрах: анионообменном «ИО1/1» и катионообменном «ИО2/1».

Корпус фильтра представляет собой полимерную колбу с автоматическим управляющим клапаном с микропереключателем, выполненную из пищевого полиэтилена высокой плотности с наружным покрытием из стекловолокна, пропитанного эпоксидной смолой. Обеззараживания очищенных сточных вод производится с помощью на УФ-установках. Для управления процессом очистки используется шкаф управления. Все отработанные растворы с установки очистки фильтрата полигона (промывные воды механических фильтров, концентрат обратного осмоса первой ступени, отработанные моющие растворы, элюаты после регенерации ионообменных фильтров) собираются в промежуточной накопительной емкости и направляются обратно на очистку в «голову» очистных сооружений. Для сокращения нагрузки на очистные сооружения планируется установка осушителя концентрата, с последующим переводом осадка в IV класс опасности отхода и использования его для пересыпки полигона. Очищенные сточные воды после дезинфекции отводятся по закрытому трубопроводу к месту выпуска № 1 в ручей Безымянный. Ручей Безымянный впадает в безымянную бухту (смежную с бухтой Десантной) Уссурийского залива и является водным объектом первой категории рыбохозяйственного значения.

На протяжении жизненного цикла полигонов ТКО фильтрат является постоянным источником выбросов в атмосферу опасных веществ и парниковых газов, загрязнения и деградации почв, загрязнения подземных и поверхностных вод, что особенно опасно, поскольку как видно из рисунка 5, большинство ТКО расположены вдоль водотоков. Получены данные состава фильтратных вод до и после очистки (табл. 3) можно увидеть состав фильтрата, который содержит в себе большое количество тяжелых металлов и других опасных загрязнителей.

Таблица 3

Состав фильтрата сточных вод полигона ТКО г. Владивостока

№	Показатель	ПДК, мг/л ⁹	Фильтрат полигона, мг/л	Сточные воды после очистки фильтрата, мг/л
			точка отбора: пруд-отстойник № 1	точка отбора: выпускная п/э труба
1	pH	7–7,5	7,400	6,200
2	Сухой остаток	5	3 287,000	107,000
3	Фенолы летучие	0,001	0,002	0,000
4	Нефтепродукты	0,05	0,048	0,041
5	АПАВ	0,1	0,520	0,049
6	Взвешенные вещества	0,25	80,000	1,000
7	БПК ₅	2,1	300,000	1,400
8	ХПК	500	433,000	10,000
9	Железо общее	0,1	10,000	0,056
10	Натрий	120	603,000	39,000
11	Калий	50	230,000	5,200
12	Магний	40	51,000	0,250
13	Аммоний	0,5	150,000	8,500
14	Хлорид	300	981,000	21,000
15	Сульфат	100	5,400	0,500
16	Нитрат	40	1,700	0,570
17	Нитрит	0,08	0,660	0,020
18	Марганец	0,01	5,700	0,028
19	Медь	0,001	0,010	0,001
20	Свинец	0,001	0,014	0,001
21	Ртуть	0,0003	0,085	0,000
22	Цинк	0,01	0,110	0,016
23	Мышьяк	0,05	0,064	0,028

Составлена авторами

Качество очищенной воды из таблицы 2 соответствует нормативам качества, установленными приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Строительство малых очистных сооружений для полигонов, обеспечивающих очистку сточных вод до показателей, установленных требованиями природоохранного законодательства, требует значительных капитальных вложений, по этой причине не все полигоны оснащены очистными сооружениями. Обычно полигоны ТКО располагаются вдали от городов, в основном это посёлки с дефицитом квалифицированных кадров.

Эксплуатация очистных сооружений в малых населенных пунктах несет расходы, которые превышают стоимость самих очистных сооружений и из-за отсутствия квалифицированного персонала не несут экологическую выгоду, которая могла бы быть получена потребителем от его использования.

Выделение загрязняющих веществ в воздушную среду на полигоне происходит чаще всего в ходе следующих процессов:

- метановое брожение отходов;
- очистка полигонного фильтрата и сточных вод;

⁹ Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 552 от 13.12.2016.

- перегрузка и планировка изолирующего грунта;
- перегрузка и хранение горюче-смазочных материалов;
- сгорание дизельного топлива в приводе электрогенератора;
- сгорание топлива в двигателях внутреннего сгорания транспортных средств;
- металлообработка;
- сварочные работы.

На полигоне ТКО г. Владивостока проведён мониторинг атмосферного воздуха (рис. 12).

Результаты мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха полигона ТКО г. Владивостока, приведены в таблице 4.



Рисунок 12. Отбор проб атмосферного воздуха

Таблица 4

**Результаты мониторинга атмосферного
воздуха на границе участка полигона ТКО г. Владивостока**

№	Наименование загрязняющего вещества	Среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м ³	Максимальная концентрация загрязняющего вещества в воздухе, мг/м ³	ПДК _{р.з.} , мг/м ³
1	Азота диоксид	0,063	0,063	2,0
2	Аммиак	0,474	0,8	20,0
3	Сероводород	<0,004	< 0,004	10,0
4	Углерод оксид	< 3	< 3	20,0
5	Метан	2,625	4,4	7 000,0
6	Диметилбензол	0,01	0,01	150/50
7	Метилбензол	< 0,01*	< 0,01*	150/50
8	Этилбензол	< 0,01*	< 0,01*	150/50
9	Формальдегид	0,018	0,018	0,5
10	Бензол	< 0,01*	< 0,01*	15/5
11	Хлорбензол	< 0,01*	< 0,01*	100/50

Составлено авторами

Из таблицы 4 выявлено, что загрязняющие вещества выделяются в пределах нормы, это обуславливается мероприятиями по охране воздушного бассейна, которые включают в себя:

- доставку пылящих материалов автосамосвалами, для предотвращения пыления доставляемого материала, щебень и песок накрывается брезентом;
- осуществление периодического контроля за содержанием загрязняющих веществ в выхлопных газах, применение нейтрализаторов газа;
- контроль топливной системы механизмов, а также системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих его полное сгорание;
- допускать к эксплуатации машины и механизмы в исправном состоянии, особенно тщательно следить за состоянием технических средств, способных вызвать возгорание естественной растительности;
- запрет на сжигание отходов.

Основным этапом охраны атмосферного воздуха является рекультивация, согласно «Предварительному заданию на выполнение комплекса проектно-изыскательских работ», необходимо предусматривать создание системы газового дренажа и технические решения по обезвреживанию эмиссий свалочного газа в атмосферу. Требования к технологическим решениям включают следующие условия¹:

- при консервации полигона защита грунта, грунтовых и поверхностных вод, а также атмосферы обеспечивается сочетанием системы защитного экрана поверхности полигона с защитным экраном основания полигона. Верхнее изолирующее покрытие предназначено для ограничения притока атмосферных осадков в массив отходов полигона, для уменьшения количества образующихся фильтрационных вод, для сбора и отвода поверхностной воды, сбора биогаза и пр.;
- при образовании большого количества биогаза, который необходимо собрать и отвести, в выравнивающем слое устраивается прослойка газодренажного слоя... Газодренажный слой объединяется с затрубной щебёночной засыпкой газовых скважин. Газодренажный слой устраивается с обязательными разделительными слоями из геотекстиля;
- дегазация массива отходов в соответствии с ГОСТ Р 59417-2021 и ГОСТ Р 59415-2021 осуществляется с помощью пассивных или активных систем дегазации. Выбор технических решений и оборудования для дегазации должен производиться на основании газогеохимических исследований;
- количество дегазационных скважин определяется площадью участка захоронения отходов. При отсутствии технической возможности устройства вертикальных скважин применяются траншейные системы сбора биогаза;
- активная система дегазации должна состоять из компонентов:
 - системы траншей или газовых скважин;
 - газотранспортного оборудования, состоящего из компрессора или вентилятора и системы газопроводов;
 - оборудования для осушки и очистки биогаза и удаления конденсата;
 - оборудования для сжигания и (или) утилизации биогаза.

Основным вкладчиком в загрязнение атмосферы на период после рекультивации будет поверхность прудов-отстойников. При проектировании рекультивации полигона необходимо принять решения, направленные на снижение объёмов образования фильтратных вод и усовершенствование их очистки, вследствие чего уровень воздействия на атмосферный воздух от источников участка очистных сооружений может измениться.

Полигоны ТКО, представляя собой, инженерные сооружения в ряде случаев также могут становиться разновидностью депрессивных пространств — «условно» депрессивных пространств, в том числе околотовных, поскольку большая часть полигонов расположена рядом с водными объектами (рис. 13).

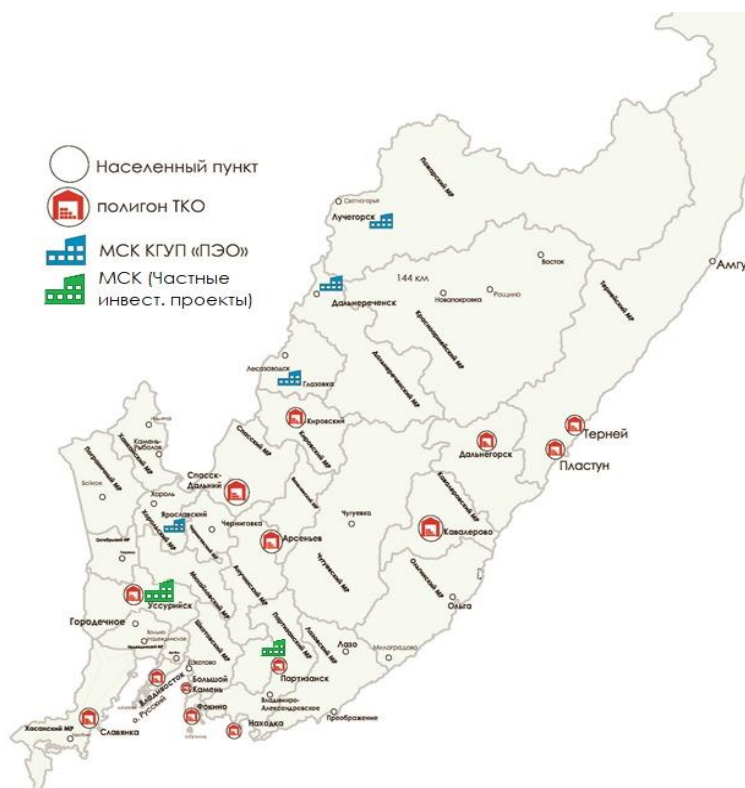


Рисунок 13. Карта расположения полигонов
мусоросортировочных комплексов (МСК) (<http://spzv.ru/news/3038-2/>)

Термин «депрессивные» по отношению к территориям и пространствам изначально носил только социально-экономический характер. Сегодня термин «депрессивные» все чаще употребляется применительно к пространствам в градостроительстве и экологии. С экологической точки зрения, для таких территорий, наряду с другими отличительными чертами, характерно длительное снижение показателей качества среды. Масштабы депрессивных пространств могут существенно различаться.

Большинство городов и населенных пунктов той или иной степени, в настоящее время сталкиваются с проблемой образования депрессивных пространств наряду с увеличением темпов урбанизации.

Интенсивная эксплуатация таких объектов, так и прекращение эксплуатации ТКО без надлежащей рекультивации, ведет к негативному экологическому воздействию на окружающую среду. В 2020 г. КГУП «ПЭО» было ликвидировано — 21 несанкционированная свалка и общей массой около 300 тонн: 10 свалок в Лесозаводском ГО, 1 свалка г. Арсеньев, 9 свалок во Владивостокском ГО, 1 в Михайловском районе.

За 10 месяцев 2021 года КГУП «ПЭО» ликвидировало 32 несанкционированные свалки, общий объем вывезенных отходов — 9 014 куб. м. По информации, представленной муниципалитетами в адрес КГУП «ПЭО» средства на ликвидацию несанкционированных свалок на 2021 год предусмотрены лишь в 13 муниципалитетах.

Несанкционированные свалки^{10, 11} и необорудованные полигоны становятся не только источниками экологических проблем, влияющих на качество окружающей среды и здоровье людей, но и служат факторами снижения уровня комфорта для проживания и визуального восприятия пространства, а в ряде случаев и источник аварий и катастроф. Таким примером можно считать старый полигон в п. Горностай, который был закрыт и рекультивирован (рис. 14).

Такие территории, особенно занятых старыми полигонами, становятся объектами накопленного экологического ущерба, а строительное освоение таких территорий в целях реабилитации и благоустройства следует рассматривать как один из видов природозащитного строительства, так как при этом одновременно решается проблема обеспечения экологической безопасности и предусматривается разработка и реализация элементов инженерной защиты.



Рисунок 14. Рекультивированный полигон в п. «Горностай»
(Владивосток с высоты птичьего полета. Весна 2012 (livejournal.com))

Рекультивация должна предусматривать в обязательном порядке создание системы газового дренажа и технические решения по обезвреживанию эмиссий свалочного газа в атмосферу. Требования к технологическим решениям включают следующие условия:

1. При консервации полигона защита грунта, грунтовых и поверхностных вод, а также атмосферы обеспечивается сочетанием системы защитного экрана поверхности полигона с защитным экраном основания полигона. Верхнее изолирующее покрытие предназначено для ограничения притока атмосферных осадков в массив отходов полигона, для уменьшения количества образующихся фильтрационных вод, для сбора и отвода поверхностной воды, сбора биогаза.¹

2. При образовании большого количества биогаза, который необходимо собрать и отвести, в выравнивающем слое устраивается прослойка газодренажного слоя. Газодренажный слой объединяется с затрубной щебёночной засыпкой газовых скважин. Газодренажный слой устраивается с обязательными разделительными слоями из геотекстиля.

¹⁰ В Дальнеморске несанкционированная мусорная свалка отравляет жизнь местному населению / [Электронный ресурс] // ВестиПриморье: [сайт]. — URL: <https://vestiprim.ru/news/economy/16670-v-dalnegorske-nesankcionirovannaya-musornaya-svalka-otravlyaet-zhizn-mestnomu-naseleniyu.html> (дата обращения: 20.03.2023).

¹¹ Строительство жилья на погребенных свалках / [Электронный ресурс] // Бюро недвижимости: [сайт]. — URL: <https://ubiuro.ru/articles/zhil-e-na-svalke/> (дата обращения: 14.12.2022).

3. Дегазация массива отходов в соответствии с ГОСТ Р 59417-2021¹² и ГОСТ Р 59415-2021¹³ осуществляется с помощью пассивных или активных систем дегазации. Выбор технических решений и оборудования для дегазации должен производиться на основании газогеохимических исследований.

4. Количество дегазационных скважин определяется площадью участка захоронения отходов. При отсутствии технической возможности устройства вертикальных скважин применяются траншейные системы сбора биогаза¹⁴.

5. Активная система дегазации должна состоять из компонентов:

- системы траншей или газовых скважин;
- газотранспортного оборудования, состоящего из компрессора или вентилятора и системы газопроводов;
- оборудования для осушки и очистки биогаза и удаления конденсата;
- оборудования для сжигания и (или) утилизации биогаза.

Полигоны ТКО способны оказывать негативное воздействие на компоненты природной среды в различной степени. Вследствие негативного воздействия на окружающую среду (в соответствии с ГОСТ 54135-2010) возникают экологические риски, как вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей среде (или отдельных последствий этих изменений).

Для определения степени негативного воздействия загрязненных территорий на окружающую среду должны обязательно проводиться инженерно-экологические и инженерно-геологические изыскания^{15, 16}.

Оценка рисков (угроз), создаваемых загрязненной территорией, (принятие мер по уменьшению или полному уничтожению этих угроз) должно включать в себя исследование трех главных компонентов (рис. 15): (1) источник загрязнения; (2) объект окружающей среды, на который загрязнение, окажет или уже оказывает неблагоприятное воздействие; (3) пути поступления (распространения) загрязняющих веществ от источника до объекта.

Управление экологическими рисками в таком случае можно разбить на несколько этапов:

1. Идентификация экологических рисков.
2. Оценка экологических рисков.
3. Управление рисками загрязненной урбанизированной территории с помощью мероприятий, направленных на предотвращение или снижение экологических рисков.

¹² ГОСТ Р 59417-2021. Определение биогазового потенциала полигонов твердых коммунальных отходов с откачкой биогаза из вертикальных скважин и утилизацией на факельной установке.

¹³ ГОСТ Р 59415-2021. Система сбора свалочного газа на полигонах твердых коммунальных отходов, состоящая из специальных вертикальных газовых скважин.

¹⁴ СП 320.1325800.2017. Свод правил. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация.

¹⁵ СП 502.1325800.2021 Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.

¹⁶ СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства.



Рисунок 15. Схема управления загрязненной территорией

Согласно ГОСТ Р 51897-2002¹⁷, идентификация риска — это процесс нахождения, составления перечня и описания элементов риска. Элементы риска могут включать в себя источники или опасности, события, последствия и вероятность.

Выделяют три большие группы субъектов экологического риска: население, окружающая среда и экономические ресурсы.

Состояние окружающей среды и ее компонент можно оценить на основании инженерно-экологических и инженерно-геологических изысканий^{18, 19} и должны включать в себя: исследования и оценку компонентов окружающей среды; исследования химического, биологического и физического воздействия на окружающую среду; исследования животного мира и растительности; эколого-ландшафтные исследования; изучение воздействия опасных природных и природно-антропогенных процессов на экологическое состояние окружающей среды.

Очевидно, что для одного и того же субъекта экологического риска возможны различные виды потенциальных ущербов (вреда). В таблице 5 приведены показатели, которые могут использоваться для оценки экологических рисков и показатели их регулирования/снижения при обращении с отходами.

Для более эффективного управления природопользованием можно предпринимать различные мероприятия, направленные на снижение экологических рисков в сфере обращения с отходами и их негативного воздействия на водную среду:

Очевидно, что полигоны еще длительное время останутся в России основным способом размещения ТКО. Поэтому, основная задача при их эксплуатации и строительстве заключается в том, чтобы усовершенствовать обустройство существующих полигонов, сделать максимально возможным продление их жизни с уменьшением их вредного воздействия на окружающую среду.

¹⁷ ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения».

¹⁸ СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ».

¹⁹ СП 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».

Таблица 5

Факторы экологического риска

Показатели экологических рисков	Показатели регулирования / снижения экологических рисков
Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников (на душу населения)	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ в общем количестве, отходящих от стационарных источников
Объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автомобильного и грузового транспорта	Доля автомобильного и грузового транспорта, имеющего возможность снижения объемов выброса
Объем загрязненных сточных вод, поступающих в поверхностные водные объекты (на душу населения)	Доля очищенной, оборотной или повторно используемой воды от общего объема воды
Количество образованных отходов производства и потребления на душу населения (значения показателя за год)	Доля использованных и обезвреженных отходов в общем объеме образовавшихся отходов в процессе производства и потребления
Количество твердых коммунальных отходов на душу населения, вывезенных за год	Доля вывезенных твердых коммунальных отходов на объекты, используемые для обработки отходов от общего объема вывезенных коммунальных отходов

Целесообразно на всех этапах жизненного цикла отходов применять современные технологические решения с целью минимизировать выбросы в атмосферу, сбросы в качестве дренажных фильтратов и усовершенствовать утилизацию твердых отходов.

В границах водоохранных зон должен соблюдаться Водный кодекс²⁰, согласно которому проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.²¹

В пределах водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы должен быть установлен ограничительный режим хозяйственной и иной деятельности. Так, в границах водоохранных зон запрещается²¹:

- использование сточных вод для удобрения почв;
- размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
- движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;
- размещение автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов, станций технического обслуживания, осуществления мойки транспортных средств;
- размещение специализированных хранилищ пестицидов и агрохимикатов, применение пестицидов и агрохимикатов;

²⁰ ст. 65 Водного кодекса РФ от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.

²¹ Крассов О.И. Экологическое право: учебник / О.И. Крассов. — 3-е изд., пересмотр. — М.: Норма: ИНФРА-М, 2014. — 624 с.

- сброс сточных, в том числе дренажных вод;
- разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых.

В границах прибрежной защитной полосы наряду вышеуказанными ограничениями запрещаются:

- распашка земель;
- размещение отвалов размываемых грунтов;
- выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей.

Мероприятия по снижению воздействия на водную среду должны быть направлены на поддержание чистоты воды в водных объектах, сохранение режима поверхностного и грунтового стоков, водоотведение, дающее минимальную степень загрязнения водных объектов, обеспечение сохранности водных биоресурсов.

Производственный экологический контроль за влиянием осуществляемой деятельности должен осуществляться на основании действующей нормативной документации.

Экологический контроль (мониторинг) должен осуществляться в объеме, необходимым для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды, и включать в себя:

- наблюдения за воздействием источников воздействия на окружающую среду;
- наблюдения за состоянием компонентов окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия.

Мониторинг состояния поверхностных вод должен проводиться с целью предотвращения и минимизации возможного влияния на водные ресурсы, выявления условий их возможного загрязнения, решения прогнозных задач и ликвидации последствий при аварийных ситуациях.

Программой мониторинга необходимо предусмотреть контроль состояния следующих компонентов:

- контроль работы очистных сооружений;
- контроль качественного состава очищенных сточных вод;
- состояние поверхностных вод;
- состояние водных объектов, берегов, водоохраных зон и прибрежных участков.

С целью наблюдения за водным объектом должны быть определены места наблюдений и отбора проб, расположение которых определяется местом расположения выпуска сточных вод и в контрольном створе. Контроль качества воды должен осуществляться в створе в месте выпуска сточных вод. Выбор фоновых показателей должны быть обоснованы. В общем случае они могут быть отобраны в 500 м вверх по течению.

Контроль состава сточных вод, отводимых в водный объект, должен осуществляться санитарной лабораторией, аккредитованной в соответствии с действующим законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации, испытательной лабораторией (центром), аккредитованной в области проведения лабораторных исследований сточных вод.

При соблюдении запланированных водоохраных мероприятий часть факторов, оказывающих негативное воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, будет исключена или уровень влияния будет незначительным.

Выводы

Полигоны размещения твердых бытовых отходов являются объектами высокого экологического риска загрязнения окружающей природной среды. Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения ТКО, является инфильтрация в пределах площади складирования.

Практически все поверхностные и большая часть подземных водных объектов в районах размещения полигонов, испытывают значительное антропогенное воздействие, в том числе связанное с отбором и безвозвратными потерями водного стока.

Строительство малых очистных сооружений для полигонов, обеспечивающих очистку сточных вод до показателей, установленных требованиями природоохранного законодательства, требует значительных капитальных вложений, по этой причине не все полигоны оснащены очистными сооружениями. Обычно полигоны ТКО располагаются вдали от городов, в основном это посёлки с дефицитом квалифицированных кадров.

Эксплуатация очистных сооружений в малых населенных пунктах несет расходы, которые превышают стоимость самих очистных сооружений и из-за отсутствия квалифицированного персонала не несут экологическую выгоду, которая могла бы быть получена потребителем от его использования, в следствии чего населению и окружающей среде наносится огромный ущерб.

Длительное функционирование экологически несовершенных технологий, сброс недостаточно очищенных стоков, поступление загрязнений с рассредоточенным стоком с прилегающих территорий может привести к загрязнению и заилению речных русел и ухудшению качества вод и донных отложений. Негативное антропогенное воздействие особенно ощутимо для экосистем небольших водных объектов и малых рек.

В работы по рекультивации полигона, необходимо включать дегазацию и использование/утилизацию свалочного газа, тогда выбросы существующих загрязняющих веществ не будут приводить к превышению гигиенических нормативов атмосферного воздуха населённых мест за пределами санитарно-защитной зоны.

Недостаточная барьерная роль очистных сооружений способствует загрязнению, истощению и деградации водных объектов, а снижение негативных воздействий полигонов на окружающую среду требует осуществления комплекса дорогостоящих мероприятий по охране окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровков, В.С., Курочкина, В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях [Текст] / В.С. Боровков, В.А. Курочкина // Экология урбанизированных территорий. — 2012. — № 1. — С. 45–49.
2. Павленко, В.И., Куценко, С.Ю. Актуальные задачи сохранения качества природной среды селитебных территорий АЗРФ [Текст] / В.И. Павленко, С.Ю. Куценко // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — С. 1–10.

3. Куценко, С.Ю., Павленко, В.И., Платэ, А.Н., Лексин, А.Б. Особенности состояния жилищно-бытовых условий населения Арктической зоны Российской Федерации как одного из важнейших факторов устойчивого развития макрорегиона [Текст] / С.Ю. Куценко, В.И. Павленко, А.Н. Платэ, А.Б. Лексин // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 1. — С. 1–17.
4. Анашкина, Е.В., Курочкина, В.А., Калиниченко, Е.К., Ратченкова, М.В. Влияние полигонов ТКО на человека и окружающую среду / Е.В. Анашкина, В.А. Курочкина, Е.К. Калиниченко, М.В. Ратченкова [Текст] // По итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ. — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2021. — С. 120–130.
5. Попова Л.Ф. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Архангельске [Текст] / Попова Л.Ф. // Молодой ученый. — 2020. — № 49. — С. 488–490.
6. Хвостова, М.С., Воронков, Д.А., Пыхтин, А.С. Вопросы радиоэкологии Арктического региона России [Текст] / М.С. Хвостова, Д.А. Воронков, А.С. Пыхтин // Российская Арктика. — 2019. — № 4. — С. 59–71.
7. Маков, В.А. Меры законодательного регулирования в области обращения твердых коммунальных отходов в Арктической зоне Российской Федерации [Текст] / В.А. Маков // Российская Арктика. — 2019. — № 4. — С. 72–79.
8. Полякова Е.В. Дендрофлора города Владивостока / Полякова Е.В. [Текст] // Комаровские чтения. — Владивосток: Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 2005. — С. 154–175.
9. Ying-Chu Chen Effects of urbanization on municipal solid waste composition [Text] / Ying-Chu Chen // WasteManagement. — 2018. — № 79. — P. 828–836.
10. Kurochkina V.A. Depressed spaces as an instrument for transformation of urban areas// DOI: 10.1051/e3sconf/202021702008 // ERSME-2020. E3S Web of Conferences. 2020 — 217(02008) — p. 10 URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/77/e3sconf_ersme2020_02008/e3sconf_ersme2020_02008.html.
11. Курочкина, В.А. Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем [Текст] / В.А. Курочкина // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — С. 1–24.
12. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces// DOI: 10.1051/e3sconf/202021702005 // ERSME-2020. E3S Web of Conferences. 2020 — 217(02005) — p. 15 — URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/77/e3sconf_ersme2020_02005/e3sconf_ersme2020_02005.html.
13. Курочкина, В.А. Депрессивные пространства как фактор влияния на качество городской среды [Текст] / В.А. Курочкина // Естественные и технические науки. — 2020. — № 11. — С. 167–168.
14. Курочкина, В.А., Хлебников, С.К., Мельникова, М.Д., Сметанин, И.А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств [Текст] / В.А. Курочкина, С.К. Хлебников, М.Д. Мельникова, И.А. Сметанин // Вестник Евразийской науки. — 2021. — № 5. — С. 1–18.

15. Kurochkina, V. Impact of MSW Landfills on Humans and the Environment. In: Beskopylny, A., Shamtsyan, M., Artiukh, V. (eds) // DOI: 10.1007/978-3-031-21219-2_3 // XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”. Lecture Notes in Networks and Systems, 2023 — vol 575 — pp. 27–37 — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-21219-2_3.
16. Теличенко, В.И., Курочкина, В.А. Экологическая безопасность, использование и охрана водных объектов на урбанизированных территориях. [Текст] / В.И. Теличенко, В.А. Курочкина // Урбанизированные территории. — 2016. — № 3. — С. 32–39.
17. Курочкина, В.А., Богомолова, Т.Г., Киров, Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий [Текст] / В.А. Курочкина, Т.Г. Богомолова, Б.Л. Киров // Вестник МГСУ. — 2016. — № 8. — С. 100–109.
18. Богомолова, Т.Г., Курочкина, В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния [Текст] / Т.Г. Богомолова, В.А. Курочкина // Вестник МГСУ. — 2010. — № 4(2). — С. 399–405.
19. Гушшамова А.Н., Рогачевских Ю.С., Сидорова Л.П. Жизненные циклы полигонов ТБО. Технические решения и технологии очистки их фильтрационных вод на различных этапах циклов / Гушшамова А.Н., Рогачевских Ю.С., Сидорова Л.П. [Текст] // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий. — Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. — С. 25–35.
20. Якунин. Д.А. Экономико-экологические последствия загрязнения малых рек в изменяющихся климатических условиях [Текст] / Якунин. Д.А. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2009. — № 13(32). — С. 170–173.
21. Соляник, И.В., Зиньков, А.В., Пантилеев, Н.В. Влияние полигона ТБО Владивостока на формирование экологического риска загрязнения близлежащих рек [Текст] / И.В. Соляник, А.В. Зиньков, Н.В. Пантилеев // Вестник инженерной школы ДВФУ. — 2017. — № 2(31). — С. 110–116.

Kurochkina Valentina Aleksandrovna

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

E-mail: kurochkina@mgsu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Volkova Vladislava Nikolaevna

Far Eastern Federal University, Russian island, Russia

E-mail: vladavibi@bk.ru

Impact of the Vladivostok landfill on shaping the environmental risk of water resources pollution

Abstract. Many countries are implementing MSW recycling programmes to improve the environmental situation and quality of life. The sphere of solid municipal waste management in Russia lags behind the developed countries and is mainly aimed at landfilling. This is largely due to the problem of separate collection of MSW.

The article considers the problem of waste management on the example of Primorsky Krai and its regional centre Vladivostok, which is characterized by the problem of solid municipal and domestic waste disposal, which negatively affects the ecological situation of the whole region. The article analyzes the state of the environment of the city and its surrounding areas, identifying the main sources of pollution.

The data on waste recycling and population dynamics are analyzed, a map of Primorsky Krai landfills and a scheme of solid waste recycling are shown.

Measures aimed at enhancing the role of waste recycling as a promising method of waste management are proposed.

Keywords: urban areas; municipal solid waste; infiltrate; environmental damage; environmental risk; depressed spaces; environment

REFERENCES

1. Borovkov V.S., Kurochkina V.A., Blazi K. Complex ecological safety of water bodies in urbanized territories [Text] / Borovkov V.S., Kurochkina V.A., Blazi K. // Ecology of urban areas. — 2012. — № 1. — P. 45–49.
2. Pavlenko V.I., Kutsenko S.Yu. Actual goals of conservation the quality of the natural environment of the residential areas of the Russian Arctic [Text] / Pavlenko V.I., Kutsenko S.Yu. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 5. — P. 1–10.
3. Kutsenko S.Yu., Pavlenko V.I., Plate' A.N., Lexin A.B. Features of housing and living conditions of the population of the Arctic zone of the Russian Federation as one of the most important factors of sustainable development [Text] / Kutsenko S.Yu., Pavlenko V.I., Plate' A.N., Lexin A.B. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 1. — P. 1–17.
4. Anashkina, E.V., Kurochkina, V.A., Kalinichenko, E.K., Ratchenkova, M.V. Influence of MSW landfills on humans and the environment / Anashkina, E.V., Kurochkina V.A., Kalinichenko E.K., Ratchenkova M.V. [Text] // According to the results of the research works of students of the Institute of Hydraulic Engineering and Energy Construction of the Moscow State University of Civil Engineering. — Moscow: MISI — MGSU, 2021. — P. 120–130.

5. Popova L.F. Air pollution assessment in Arkhangelsk [Text] / Popova L.F. // Young scientist. — 2020. — № 49(339). — P. 488–490.
6. Khvostova M.S., Voronkov D.A., Pyhtin A.S. Issues of radioecology of the Arctic region of Russia [Text] / Khvostova M.S., Voronkov D.A., Pyhtin A.S. // Russian Arctic. — 2019. — № 4. — P. 59–71.
7. Makov V.A. Issues of legislation regulation of waste management in the Arctic region of Russia [Text] / Makov V.A. // Russian Arctic. — 2019. — № 4. — P. 72–79.
8. Polyakova E.V. Dendroflora of Vladivostok / Polyakova E.V. [Text] // Komarov readings. — Vladivostok: Biological and Soil Institute FEB RAS, 2005. — P. 154–175.
9. Ying-Chu Chen Effects of urbanization on municipal solid waste composition [Text] / Ying-Chu Chen // WasteManagement. — 2018. — № 79. — P. 828–836.
10. Kurochkina V.A. Depressed spaces as an instrument for transformation of urban areas: ERSME-2020. E3S Web of Conferences. 217.02008. — 2020. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702008>.
11. Kurochkina V.A. Water bodies as the basis by open public spaces planning and an instrument of urban transformation [Text] / Kurochkina V.A. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 5. — P. 1–24.
12. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces/ ERSME-2020. E3S Web of Conferences. 217.02005. — 2020. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005>.
13. Kurochkina V.A. Depressive spaces as an impact factor on urban environment quality [Text] / Kurochkina V.A. // Natural and technical sciences. — 2020. — № 11. — P. 167–168.
14. Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K., Melnikova M.D., Smetanin I.A. Impact of urban water bodies on the structure of open public spaces [Text] / Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K., Melnikova M.D., Smetanin I.A. // The Eurasian Scientific Journal. — 2021. — № 5. — P. 1–18.
15. Kurochkina, V. (2023). Impact of MSW Landfills on Humans and the Environment. In: Beskopylny A., Shamtsyan M., Artiukh V. (eds) XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”. INTERAGROMASH 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 575. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_3.
16. Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Kirov B.L. Ecological safety, use and protection of water bodies at urban areas [Text] / Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Kirov B.L. // Ecology of urban areas. — 2016. — № 3. — P. 32–39.
17. Kurochkina V.A., Bogomolova T.G., Kirov B.L. Anthropogenic load on rivers of urban areas [Text] / Kurochkina V.A., Bogomolova T.G., Kirov B.L. // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. — 2016. — № 8. — P. 100–109.
18. Bogomolova T.G., Kurochkina V.A. Pollution of urbanized rivers and engineering conception for reclamation and improvement of river ecology. [Text] / T.G. Bogomolova, V.A. Kurochkina // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering] — 2010 — № 4(2) — P. 399–405.

19. Gushshamova A.N., Rogachevskikh Yu.S., Sidorova L.P. Life cycles of landfills. Technical solutions and technologies for treatment of their filtration water at different stages of the cycles / Gushshamova A.N., Rogachevskikh Yu.S., Sidorova L.P. [Text] // Development of science, national innovation system and technologies. — Belgorod: Agency for Advanced Scientific Research (ASR) LLC, 2020. — P. 25–35.
20. Yakunin D.A. Economic-ecological consequences of pollution of the small rivers in changing climatic conditions [Text] / Yakunin D.A. // Innovative conceptual framework for environmental rehabilitation of past ecological damage objects with federal, regional and local status. — 2009. — № 13(32). — P. 170–173.
21. Solyanik I., Zinkov A., Pantileev N. The Vladivostok solid domestic waste landfill as ecological risk of polluting the nearby rivers [Text] / Solyanik I., Zinkov A., Pantileev N. // FEFU: School of engineering bulletin. — 2017. — № 2(31). — P. 110–16.