

DEVELOPMENT OF A WATER-VEGETABLE FRAME OF AN URBAN AREA (ISILKUL CITY, OMSK REGION)

P.V. Bolshanik^{1}, S.B. Kuznetsova², B.V. Usovich¹*

¹Омский государственный педагогический университет, Омск

²Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

*bolschpetr@mail.ru

Citation: Bolshanik P.V., Kuznetsova S.B., Usovich B.V. 2023. Development of a water-vegetable frame of an urban area (Isilkul city, Omsk region). *Environmental dynamics and global climate change*, 14(1): 4-20.

DOI: 10.18822/edgccc110762

В статье рассматриваются природные условия и ресурсы Ишимской равнины, испытывающей продолжительные периоды переувлажнения, вызванные подтоплением территории. Геоэкологические проблемы подтопления территории и засоления земель вызывают интенсивную трансформацию ландшафтов и изменение типа использования земель. Выделяются основные свойства природных компонентов: рельефа, горных пород, почв, растительности и вод, которые способствуют или ослабляют проявление неблагоприятных процессов. Анализируется ландшафтная структура территории Ишимской равнины и выявляются элементарные ландшафты, способствующие устойчивости территории к антропогенному воздействию. Сравняется естественная и антропогенная ландшафтная структура. Характеризуются географические компоненты, влияющие на особенности функционирования и развития ландшафтов. Реконструируется ландшафтная структура центральной части территории г. Исилькуля и даются рекомендации по ее усовершенствованию. Разработаны схемы водного и растительного каркаса города. Предлагаются меры по преодолению подтопления территории грунтовыми водами. Перечисляются виды растений для различных экологических ниш, подходящие для создания водно-растительного каркаса города.

Ключевые слова: ландшафты, ландшафтная структура, водно-растительный каркас, функционирование и развитие ландшафтов, антропогенная трансформация, подтопление.

Introduction

The formation of a comfortable urban environment is inextricably linked with the planning of an anthropogenic landscape that performs environmental, reclamation and recreational functions.

"Ecological frame of the city", "landscape-ecological frame", "water-green city frame", "landscape-recreational frame of the city" - these are essentially synonymous phrases that are used in scientific and special literature depending on the scale and detail of the study. and urban landscape planning [Targaeva, 2022]. The term "ecological frame" was introduced into the everyday life of researchers by V.V. Vladimirov (1980, 1986). Later, the terminology of urban landscape ecology was developed in [Runova, 1993; Kuleshova, 1999; Georgita, 2011; Tukmanov, 2012]. Among the scientific works of contemporaries devoted to the history and development of the theory of urban landscape planning, the works of E.Yu. Kolbovsky et al. [2008, 2018]. In foreign literature, the ecological structure of cities has been defined as ecological network (ecological network) or green infrastructure (green infrastructure) [Green infrastructure..., 2013; Podoinitsyna, 2016; Klimanov, 2018]. According to its functional purpose, green infrastructure corresponds to the domestic green frame of the city [Baro et al., 2014].

This paper discusses the issues of landscape planning of the city of Isilkul, the center of the district of the same name in the Omsk region. Given the size and specialization, the current geo-ecological problems of the settlement and the natural and climatic conditions of the forest-steppe, the term water-plant urban frame is used. The water-vegetation urban frame is a structured set of adjacent territories with vegetation cover and water bodies within the city limits and its immediate environs, which performs environment-forming, reclamation and recreational functions.

Currently, the western regions of the Omsk region are characterized by the processes of rising groundwater levels, which caused flooding in 24 zones, with a total area of about 60 thousand hectares. Within one of these zones is the city of Isilkul. An unfavorable geo-ecological situation has developed in the city and in the adjacent territories, associated with swamping, and in some cases, salinization of soils.

The purpose of this article is to substantiate measures for the creation of a water-vegetation frame of Isilkul, located on the southern outskirts of Western Siberia within the Ishim Plain. Among the objectives of the research: the study of the infrastructure of the city; reconstruction of natural landscapes; determining the causes of flooding of the territory, designing the water-vegetation frame of the urban area.

Objects and methods of investigation

The territory of the study object is located in the central part of the eastern half of the Ishim Plain and forms an ellipse in plan, elongated from north to south (Fig. 1). Within the boundaries of the object of study are located Isilkul with its suburbs, partly the land of rural settlements of the Isilkul administrative district - Solntsevo, Boevoye, Lesnoye. In the north, the study area includes a fragment of the territory of the Kamyshlov log tract, in the south - the basin of the lake. Settlement.

The choice of research methods was determined by the specifics of the tasks being solved and the landscape features of the study area. First of all, this concerns a significant transformation of natural landscapes in the vicinity of the city and the need to reconstruct ecosystems in the built-up area. Another important methodological task was the development of recommendations for the localization of processes that cause flooding of the urban landscape. The use of traditional landscape methods and techniques for solving the set tasks turned out to be ineffective. This required a combination of field and office methods of landscape ecology and environmental protection, which included.

In total, 30 observation points were described during the research. Two landscape profiles of 12 km (along the line Kamyshlov Log - Lake Gorodishche) and 2 km (from west to east through Isilkul) were broken up and examined. Natural, introduced and ruderal vegetation has been studied. Surveyed urban engineering networks, ways of surface water runoff. As part of office work, reports and cartographic materials of the State Historical Archive of the Omsk Region were analyzed; landscape map of the Omsk region.

Results of research

Prior to the start of construction, the territory of Isilkul was a flattened isometric upland typical of the Ishim steppe with a relative excess of height above the surrounding area of 1-5 m. The gentle slopes of the upland were occupied by grass-forb steppe meadows on carbonate chernozems and solods. Locally, in the hollows of the flat top and in moist relief depressions along its periphery, spiked aspen-birch forests grew in a mosaic pattern, which alternated with small lakes. The shores of reservoirs were occupied by reed and reed-sedge bogs. Increased mineralization was characteristic of the waters of endorheic lakes and soils along their banks.

There is no centralized rain sewerage system in the city. Rain, melt, groundwater is collected in ditches and flows down them into natural and artificial reservoirs (pits), as well as into natural relief depressions in the city. In the off-season, excess surface water is partially transferred using mobile pumps from the center of the northern part of the city to the southern part, and then, through a dug channel, is diverted to Lake Gorodishche. Partially, surface runoff is discharged naturally and by force through ditches outside the central part and accumulates in depressions and ditches of the city's bypass roads. The total length of ditches in Isilkul is about 300 km, however, about 90 km require repair and deep cleaning, and about 24 km need to be re-laid. Also, in many places there are no roads or bypass pipes in a non-working condition.

The reason for the periodic flooding of the city, along with the increased amount of precipitation, is the deterioration of the filtration properties of soils and soils, insufficient capacity and violation of the operating conditions of the drainage system. The predisposition of forest-steppe landscapes to secondary salinization, together with increased fluctuations in the level of groundwater, and their pollution with unorganized runoff, have caused excessive mineralization of urban soils.

The discussion of the results

Reconstruction of sewerage networks should become the top-priority measure to create a water-vegetable frame of the city.

Expected result of the reconstruction of the drainage system: lowering the level of groundwater and reducing the risk of flooding of the territory; increased soil drainage and reduced concentration of soluble salts; improvement of the sanitary and epidemiological situation in the city.

The reconstruction of the landscapes of the territory, the analysis of the transport infrastructure made it possible to propose a sectoral structure of forest plantations for Isilkul, in which the inner boundaries of the sections are forest protection belts of roads and railways. Forest parks in the form of strips and semicircles 300-600 m wide are planned to be laid in relief depressions at a distance of 1-2 km from the boundaries of the existing development (Fig. 4).

A latitudinal strip of green zone will pass through the territory of the city. It will connect the existing squares and green sports grounds with the green recreational areas of the city center. Thus, a latitudinal vegetation corridor is formed, connecting the water-vegetation frame through the central territory of the city.

Favorable places for planting in the modern landscape are marked by residual birch-aspen forests, lakes or swamps. Most often, these are waste lands that do not belong to agricultural land. In essence, it is proposed to carry out reforestation and form insular small-leaved forests of a given configuration, typical for the natural zone. At the same time, road belts, in addition to protecting soils from wind erosion, should strengthen the ecological unity of island forest ecosystems. The surveyed large forest areas in the west and north-west of the region are distinguished by the preservation of the indigenous flora and can be used to collect seeds of wild plants and select seedlings. The results of the study of natural and introduced flora made it possible to differentiate the species composition of future plantings according to optimal growing conditions and expand the list of species proposed for landscaping (Table 1-3).

The water-vegetation urban framework will include lakes, natural and artificial runoff troughs, drainage ditches, suffusion depressions, as well as all areas occupied by vegetation (Fig. 3-4).

The implementation of the program to create a water-green frame of the city will have a positive impact on the environment and comfort:

- will lower the level of groundwater;
- dry the territory of the city of Isilkul and the surrounding environs;
- eliminates the flow of sewage into the lakes Gryaznovskoye, Gorodishche;
- will significantly increase the comfort of living for city residents, which will contribute to the influx of people into the city of Isilkul and the Isilkul region as a whole.

The supply of purified water to the lakes Kamyshlovo, Salt, Krivoe will increase the area of the water surface of these reservoirs, which will increase the production of fish products. Lowering the groundwater level, as well as abandoning the cesspool sewerage system, will make it possible to save money allocated for the removal of sewage by sewage trucks, annual flood control, and annual repair of flooded buildings and structures.

Key words: landscape structure, water-vegetation frame, urban environment, wastewater, flooding, salinization, suffusion subsidence lakes, birch-aspen forests, Ishim plain.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование комфортной городской среды неразрывно связано с планированием антропогенного ландшафта, выполняющего средообразующие, рекреационные и рекреационные функции. Трудности планирования ландшафтной структуры современного города непосредственно связаны с междисциплинарным характером проблем урбанизации. К планированию городской среды имеют отношение архитектура, технические науки, инженерная геология и гидрогеология, геоботаника и экология, охрана окружающей среды. При этом исторически в мировом и отечественном градостроительстве приоритетными и конкурирующими подходами всегда были оборона, экономика производства и эстетика архитектуры города [Колбовский, 2006]. В настоящее время в связи с укрупнением и уплотнением застройки на первое место вышли санитарно-экологические, социальные и рекреационные требования к городскому устройству.

«Экологический каркас города», «ландшафтно-экологический каркас», «водно-зеленый городской каркас», «ландшафтно-рекреационный каркас города» - это по существу словосочетания-синонимы, которые употребляются в научной и специальной литературе в зависимости от масштабов и детальности изучения и планирования урбанизированного ландшафта [Таргаева, 2022]. Терминология окончательно не устоялась. Но в самом общем виде такой каркас означает обоснованное размещение экосистем в структуре урбанизированной территории, нацеленное на снижение уровня загрязнения и в целом техногенного воздействия на городское население. Наивысшее место в этой иерархии занимает как раз «экологический каркас», который применяется для крупных городских агломераций и регионов в целом. Его особенность заключается в том, что он нацелен не только на улучшение условий проживания населения, но и на встраивание природных экосистем с флорой и фауной в антропогенные ландшафты. В обиход исследователей термин «экологический каркас» ввел В.В. Владимиров [1980, 1986]. В дальнейшем терминология экологии городского ландшафта получила развитие в работах [Рунова, 1993; Кулешова, 1999; Георгица, 2011; Тукманова, 2012]. Среди научных работ современников, посвященных истории и развитию теории планирования городского ландшафта заслуживают внимание труды Е.Ю. Колбовского с соавторами [2008, 2018]. В зарубежной литературе экологическая структура городов получила определение как ecological network (экологическая сеть) или green infrastructure (зеленая инфраструктура) [Green infrastructure..., 2013; Подойницына, 2016; Климанова, 2018]. По своему функциональному назначению green infrastructure соответствует отечественному зеленому каркасу города [Baro et al., 2014].

В настоящей работе рассматриваются вопросы ландшафтного планирования города Исилькуля, центра одноименного района Омской области. Учитывая размеры и специализацию, актуальные геоэкологические проблемы населенного пункта и природно-климатические условия лесостепи используется термин водно-растительный городской каркас (ВРГК). Водно-растительный городской каркас – это структурированная совокупность сопряженных территорий с растительным покровом и водоемами в пределах городской черты и ее ближайших окрестностей, выполняющая средообразующие, рекреационные и рекреационные функции.

Геологическое строение и рельеф территории были проанализированы в коллективной монографии [Геология ..., 1982]. Характеристика почвенно-растительного покрова на территории юга Ишимской равнины исследована членами Омского отделения РГО [Березин Л.В., 2009; Мищенко Л.Н., 2009]. Описание гидрологических условий, сооружение гидротехнических сооружений и про-

цессов мелиорации дано в трудах аграрного университета [Гидрология..., 1994]. О засолении почв в Омской области написано в работе [Федосеева, 2021]. В статье посвященной экспертной оценке состояния ландшафтов Исилькульского района отмечается критическое засоление и заболачивание земель [Хоречко и др., 2016]

История изучения природы Ишимской степи берет начало в середине XIX века с экспедиции П.П. Семенова-Тянь-Шанского [Семенова-Тянь-Шанский, 1946]. Уже тогда исследователи отмечали деградацию лесов и пересыхание рек. Этот процесс усилился процесс в 1890-1914 гг., когда обмелели речки из Катайского урочища, впадавшие в озера Крутинского, Тюкалинского, Саргатского, Большереченского районов. «Причиной этого явления оказывается главным образом беспощадное истребление лесов не только порубками, но и пожарами (палами)» [Богданов, 2018; Валитов, 2008]. Современную экологическую ситуацию района исследования описывают материалы Министерства природных ресурсов и экологии Омской области [Доклад ..., 2016].

В настоящее время для западных районов Омской области характерны процессы подъема уровня грунтовых вод, которые вызвали подтопления в 24 зонах, общей площадью около 60 тыс. га. В пределах одной из таких зон находится г. Исилькуль. В городе и на прилегающих территориях сложилась неблагоприятная геоэкологическая обстановка, связанная заболачиванием, а в ряде случаев и засолением почвогрунтов. Такая ситуация сформировалась в том числе из-за того, что полноценная централизованная система отведения и очистки хозяйственно-бытовых, дождевых и талых вод в городе отсутствует. Гибель городских насаждений, заболачивание почв, ухудшение несущей способности фундаментов зданий и сооружений, нарушение функционирования ЛЭП и других транспортных магистралей и, в целом, снижение экологической ценности земель приводят к негативным социально-экономическим последствиям для города.

Целью данной статьи является обоснование мероприятий по созданию водно-растительного каркаса Исилькуля, расположенного на южной окраине Западной Сибири в пределах Ишимской равнины. В числе задач исследований: изучение инфраструктуры города; реконструкция природных ландшафтов; определение причин подтопления территории, проектирование водно-растительного каркаса городской территории.

Работа выполнена в рамках разработки проекта по созданию комфортной городской среды в г. Исилькуле Омской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория объекта исследования находится в центральной части восточной половины Ишимской равнины и образует в плане эллипс, вытянутый с севера на юг (Рис. 1). В границах объекта исследований расположены Исилькуль с пригородами, частично земли сельских поселений Исилькульского административного района - Солнцевское, Боевое, Лесное. На севере, в район исследования входит фрагмент территории урочища Камышловский лог, на юге – котловина оз. Городище. Согласно кадастровой карте в Исилькульском районе на долю сельскохозяйственных угодий приходится 51.1%. Порядка 13% площади занимают земли лесного фонда. Остальная часть территории распределена между землями населенных пунктов и водного фонда, а также земель производственного и специального назначения. Бросовые земли, порядка 10-15% от всей территории района, большей частью, отнесены к фонду государственного запаса. Они заняты пустырями, оврагами, болотами и солончаками

Исилькуль разделен железной дорогой на две примерно равные части (северная и южная). В городской черте расположена грузопассажирская железнодорожная станция. Основу экономики города составляют небольшие предприятия сельскохозяйственной обрабатывающей и пищевой промышленности. По данным статистики на 2022 год в городе проживало 22000 человек (13000 человек в северной части, 9000 человек в южной части).

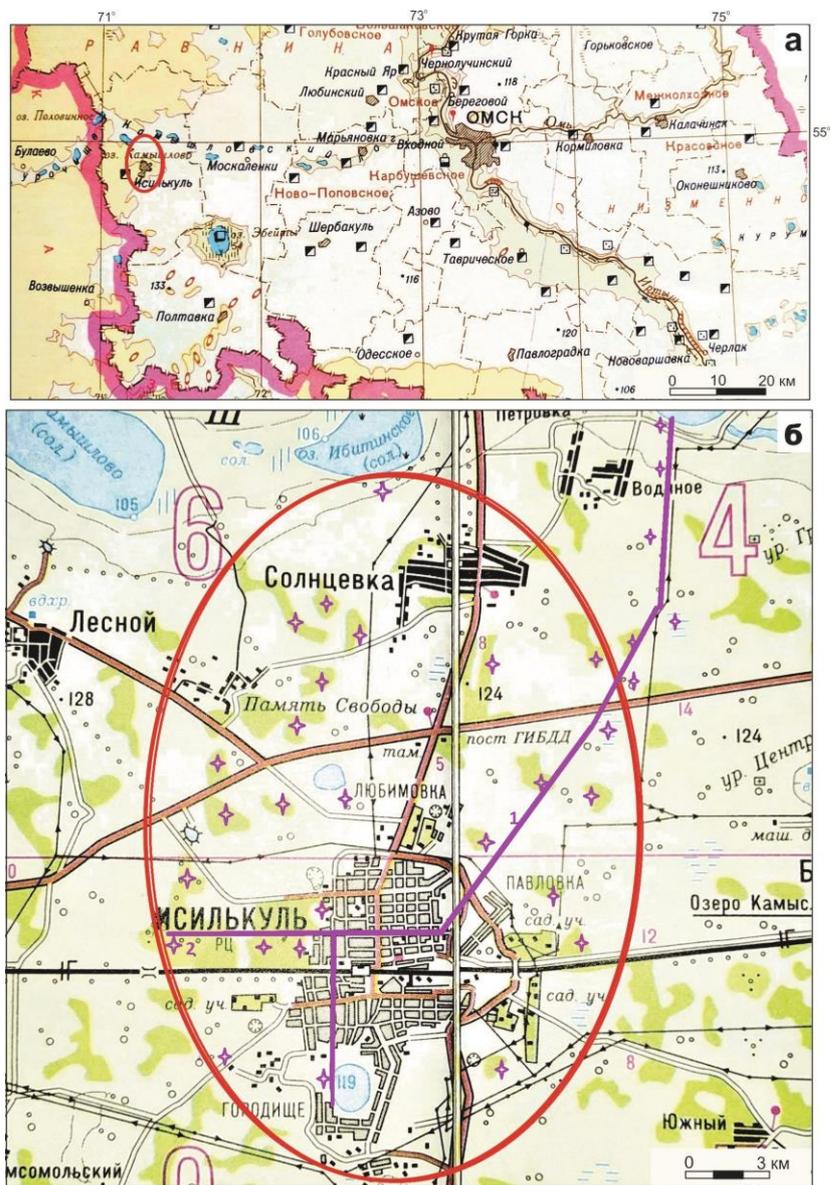


Рисунок 1. Положение района исследований (красный эллипс) на фрагменте карты полезных ископаемых Омской области [Атлас ..., 1999] (а) и на топографической обзорной карте региона [Атлас ..., 1999] (б).

1 – ландшафтный профиль Камышловский лог – озеро Городище, 2 – ландшафтный профиль Лесопитомник – бульвар Озерки, * - точки наблюдения.

Климат континентальный, со значительными сезонными и суточными перепадами температур. Среднегодовая температура составляет 1.3 °С. Среднегодовая скорость ветра - 3.7 м/сек. Роза ветров ориентирована в юго-западном направлении. Многолетняя норма годового количества осадков 373 мм. Сумма осадков за теплый период составляет 290 мм. Число дней с осадками за холодный период – около 60, за теплый – 86. Высота снежного покрова равна 25 см, а глубина промерзания почвы – 137 см. Невысокий снежный покров способствует глубокому промерзанию почвы и, как результат, ухудшению в ходе весеннего снеготаяния инфильтрации. Сведения об изменениях климата в регионе противоречивы. На фоне общих тенденций его аридизации отмечается, что рост среднегодовой температуры сопровождается увеличением количества выпадающих осадков [Гудинова и др., 2010]. За период с 2000 по 2020 год увеличение годовой суммы осадков по сравнению с предыдущим периодом составило около 80 мм или 25%.¹

Абсолютная отметка высоты центральной части застройки Исилькуля - 125 м. Геоморфологические условия территории отличаются плоским рельефом с суффузионно-просадочными понижениями блюдцеобразной формы с болотами, минерализованными и пресными озерами. Распространение

¹ http://www.pogodaiklimat.ru/history/28688_2.htm

подобных форм рельефа обусловлено строением геологического разреза. В верхней части он сложен отложениями Павлодарской свиты нижнего плиоцена - слабопроницаемыми водоупорными пестрыми глинами с прослоями песков и линзами просадочных лессовидных суглинков. Для кровли водоупорных пластов характерна слабая волнистость, с многочисленными воронками. Условия залегания водоупорных пластов характеризуются восточным, юго-восточным азимутом падения, что затрудняет сток грунтовых вод в долину р. Иртыш. Территория Исилькульского района относится к бессточной области Ишимской равнины. В начале голоцена эту территорию дренировала р. Камышловка. На картах XVIII века она показана наряду с правым притоком Иртыша р. Омь. Развитие экстенсивного земледелия привело к интенсивному сносу в долину реки почвы и мелкозема, что стало причиной заиливания русла и переходу поверхностного стока в подземный. В юго-западной части города расположено пресное озеро Городище (высота уреза воды 119 м), в 1 км к северу – озеро Грязновское (высота уреза воды 123 м). По периметру города расположены многочисленные котловины, образованные при добыче строительных материалов. Гидрологический режим бессточных лесостепных озер крайне изменчив. Многие из них засолены, имеют разную минерализацию (от 1554 мг/дм³ до 396 г/дм³). Уровни этих озер колеблются по сезонам и по годам. С наличием подземных вод, залегающих неглубоко от поверхности, также связано существование в котловинах лесостепи мигрирующих озер. Возникают они обычно после весеннего половодья или ливневых дождей, а затем некоторое время подпитываются подземными водами.

Зональными типами почв на Ишимской равнине являются черноземы обыкновенные карбонатные [Большаник, 2017]. В замкнутых понижениях распространение получают почвы солонцового типа, которых отличает высокая плотность, низкая пористость и слабая водопроницаемость. На сохранившихся целинных землях преобладают злаково-разнотравные, разнотравно-злаковые остепненные луга и луговые степи с разнотравно-типчачково-тырсово-красноковыльной и овсецовой растительностью [Большаник, 1996]. В березово-осиновых колках произрастают вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) коротконожка перистая (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.), костер безостый (*Bromus inermis* Leyss.), мятлик узколистый (*Poa angustifolia* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.). В западинах вокруг озер или болот распространение получают астра солончачковая (*Aster tripolium* L.), бескильница расставленная (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.), вейник незаметный (*C. neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. Et Scherb), камфоросма марсельская (*Camphorosma monspeliaca* L.), лисохвост солончачковый (*Alopecurus arundinaceus* Poir.), осоки дернистая (*Carex cespitosa* L.) и береговая (*C. riparia* Curtis); пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), сведа рожконосная (*Suaeda corniculata* (C.A. Mey.) Bunge), солерос травянистый (*Salicornia herbacea* L.), сосюрея горькая (*Saussurea amara* (L.) DC), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), ячмень короткоостистый (*Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link). В населенных пунктах региона древесно-кустарниковая растительность представлена как естественными зональными видами (береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) и бородавчатая (*B. pendula* Roth), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), ивы козья (*Salix caprea* L.) и ломкая (*S. fragilis* L.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.) так и интродуцированные (тополь серебристый (*Populus alba* L.) и бальзамический (*P. balsamifera* L.), лох серебристый (*Elaeagnus argentea* Pursh). В нижнем ярусе растительного покрова нарушенных ландшафтов отмечается сокращение видового разнообразия злаков и осок. Структура ландшафтов района соответствует таковой в Ишимской степи (Рис. 2). В общем виде это плоско-западинные водоразделы и их склоны с древними ложбинами стока с злаково-разнотравными остепненными лугами на черноземах обыкновенных и березовыми разнотравно-злаковыми лесами на солодах по западинам. К северу от Исилькуля, в 8 км от окраины города, проходит древняя долина с многочисленными солеными, реже пресными озерами с галофитно-злаковыми лугами и вейниково-тростниковыми болотами на солончаках и лугово-болотных почвах.

Выбор методов исследования определялся спецификой решаемых задач и ландшафтными особенностями изучаемой территории. Прежде всего, это касается значительной трансформации природных ландшафтов в окрестностях города и необходимостью реконструкции экосистем на застроенной территории. Другой немаловажной методической задачей являлась разработка рекомендаций по локализации процессов, вызывающих подтопление урбандиаффта. Использование традиционных ландшафтных методов и методик для решения поставленных задач оказалось неэффективным. Для этого потребовалось комбинировать полевые и камеральные методы ландшафтной экологии и охраны окружающей среды, которые включали:

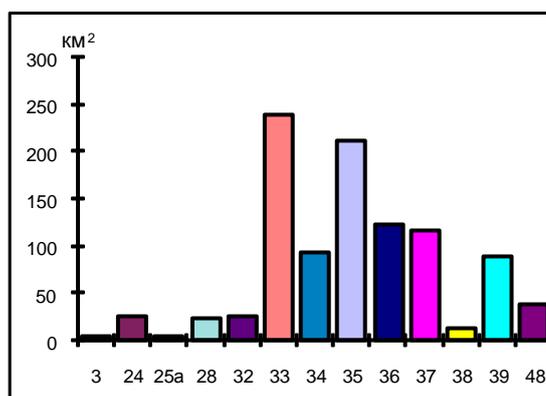


Рисунок 2. Распределение площадей, занятых различными ландшафтами в Ишимской равнине [Большаник, 1996].

Легенда к диаграмме:

3. Озера лесостепи соленые с минерализацией до 19 г/л, местами 30-50 г/л, хлоридные и хлоридно-сульфатные.

24. Наклонные плоскозападинные поверхности с березовыми и березово-осиновыми разнотравно-злаковыми лесами, остепненными разнотравно-злаковыми лугами и сельскохозяйственными землями на серых и темно-серых лесных почвах.

25а. Наклонные слабодренированные поверхности с разнотравно-злаковыми, типчаковыми лугами, парковыми березняками с фрагментами злаково-осоковых заболоченных ивняков среди луговых массивов на луговых засоленных в комплексе с солонцами, черноземно-луговых засоленных и лугово-болотных почвах.

28. Плоские поверхности с озерами, низинными заболоченными лугами, светлуховыми и тростниковыми займищами, мохово-травяными, тростниково-травяными болотами, иногда гипново-сфагновыми с березой и сосной, с болотами низинными торфяными почвами, лугово-болотными и луговыми засоленными почвами.

32. Плоскозападинные слабозалесённые поверхности с разнотравно-злаковыми, разнотравно-вейниковыми березовыми, березово-осиновыми лесами, осиновыми злаково-широкотравными лесами, разнотравно-типчаковыми остепненными, осоково-листохвостными заболоченными лугами, мелкими осоковыми болотами на серых лесных, лугово-черноземных солонцеватых, солонцах луговых и лугово-болотных почвах.

33. Выровненные и гривные поверхности с богаторазнотравно-злаковыми и типчаковыми остепненными лугами, с фрагментами злаково-широкотравных березово-осиновых лесов, сельскохозяйственными землями на черноземах выщелоченных, обыкновенных, обыкновенных солонцеватых черноземно-луговых солонцеватых в комплексе с солонцами, темно-серых лесных почвах, солодах луговых.

34. Выровненные поверхности с разнотравно-вейниковыми и разнотравно-злаковыми березово-осиновыми и осиново-березовыми лесами, настоящими суходольными лугами, остепненными лугами на лугово-черноземных солонцеватых почвах, солодах и солодах луговых.

35. Мелкозападинные слабозаболоченные поверхности с разнотравно-вейниковыми и вейниково-осоковыми осиново-березовыми редколесьями, ивняками, осоково-разнотравными низинными лугами, галофитно-разнотравными лугами на солодах луговых, лугово-болотных, лугово-черноземных солонцеватых почвах, солонцах луговых.

36. Пологосклоновые поверхности с разнотравно-злаковыми березовыми редколесьями, вейниково-осоковыми березово-осиновыми лесами, осоково-разнотравными слабоголофитными закустаренным и лугами на солодах луговых, черноземно-луговых солонцеватых почвах, солонцах луговых и солончаках луговых.

37. Пониженные поверхности с тростниковыми, дернисто-осоково-тростниковыми и светлуховыми займищами, осоково-вейниковыми, листохвостными, светлуховыми заболоченными лугами, иногда с озерами на лугово-болотных, болотных низинных торфянисто-глеевых почвах.

38. Приозерные заболоченные понижения у крупных соленых озёр с осоково-листохвостными заболоченными лугами, полынно-бескильницевыми, солянковыми лугами, светлуховыми болотами на болотных низинах торфянисто- и торфяно-глеевых почвах, солонцах луговых и солончаках луговых.

39. Плоскозападинные мозаичные поверхности с разнотравными осиново-березовыми лесами и колками, мертвопокровными осинниками, разнотравно-осоковыми закороченными березняками, галофитно-злаковыми, полынно-типчаковыми лугами на лугово-черноземных солонцеватых, лугово-черноземных, лугово-болотных почвах, солодах луговых.

48. Выровненные поверхности с сельскохозяйственными землями на месте остепненных березово-осиновых лесов, разнотравно-типчаково-ковыльных степей, злаково-богаторазнотравных остепненных лугов на черноземах обыкновенных, лугово-черноземных солонцеватых почвах [Большаник, 1996].

1) рекогносцировочные маршруты с целью оценки ландшафтного разнообразия территории исследований;

2) дешифрирование космических снимков и топографических карт для обоснования размещения точек наблюдения и ландшафтных профилей²;

3) обследование и описание рельефа, водоемов, почв и растительности на участках, характеризующих доминирующие типы природных ландшафтов;

4) разбивка, обследование и описание природных и антропогенных комплексов по ландшафтным профилям, ориентированным в крест простирающихся элементарных ландшафтов и городской инфраструктуры;

5) изучение материалов статистической отчетности предприятий коммунального хозяйства Исилькуля, балансовые расчеты сточных вод.

Всего в ходе исследований описано 30 точек наблюдения. Разбиты и обследованы два ландшафтных профиля 12 км (по линии Камышловский лог – озеро Городище) и 2 км (с запада на восток через Исилькуль) [Большаник и Демешко, 2022]. Изучена естественная, интродуцированная и рудеральная растительность. Обследованы городские инженерные сети, пути стока поверхностных вод. В рамках камеральных работ проанализированы отчеты и картографические материалы Государственного исторического архива Омской области³; ландшафтная карта Омской области [Атлас ..., 1999]. При дешифрировании картографических материалов использовались карты Nokia, ESRI ArcGIS Nat.Geo.

РЕЗУЛЬТАТЫ

До начала строительства территория Исилькуля представляла собой типичную для Ишимской степи уплощенную возвышенность изометричной формы с относительным превышением высоты над окружающей местностью 1-5 м. Пологие склоны возвышенности были заняты злаково-разнотравными остепненными лугами на карбонатных черноземах и солодах. Локально в западинах плоской вершины и в увлажненных понижениях рельефа по ее периферии мозаично произрастали колковые осиново-березовые леса, которые чередовались с небольшими озерами. Берега водоемов занимали тростниковые и вейнико-осоковые болота. Повышенная минерализация была характерна для вод бессточных озер и почв по их берегам.

В границах современной застройки и в пригородах Исилькуля природные экосистемы полностью трансформированы. Почвенный покров замещен почвогрунтами, в минеральном составе которого преобладают суглинки и строительный мусор. Плодородный слой недоразвитый. Почвогрунты уплотнены, местами засолены (до 0.5-1%), весной и во время осадков обводнены. Свободные от построек участки по улицам и дворам заасфальтированы или выложены плиткой. Элементы озеленения представлены в центральной части города газонами и клумбами с привозными почвами и посадками культурных травянистых и цветковых растений. Древесная растительность в виде посадок деревьев лиственных реже хвойных пород произрастает по периметру городского парка и в окружении муниципальных зданий, а также незастроенных участков [Большаник и Усович, 2022]. В частном секторе процент естественного и искусственного озеленения еще более низкий в связи с плотной застройкой. Среди деревьев преобладают лиственные деревья и посадки плодовых деревьев. В пригородах и за их пределами находятся участки садовых товариществ, фруктовые сады, питомник растений, поля и

² SAS.Planet [Электронный ресурс]. URL: <https://sas-planet.ru> (дата обращения 11.02.2022).

³ Планы села Исиль-Куль и переписка Исилькульского с/совета о постройке кирпичного завода. // ГИАОО, Ф. 1011, оп. 1, д. 34.

пастбища сельхоз предприятий, пустыри с неорганизованными свалками и пустоши на бросовых землях. По периметру вокруг города расположены озера, сухие и обводненные котловины, группировки деревьев и кустарников. Наряду с посадками овощных и зерновых культур, по обочинам дорог и на пустырях широко распространена рудеральная растительность, видовой состав которой определяется степенью увлажнения почв и грунтов. Вдоль дорог и обрабатываемых полей расположены лесозащитные полосы. Наибольшее распространение в растительном покрове окрестностей города имеют сообщества травянистых растений, испытывающих антропогенную сукцессию (выпас скота, весенние палы) и произрастающие на неорганизованных пастбищах бросовых земель. Вместе с травяным ярусом осиново-березовых колков они представляют собой резерват семенного фонда дикоросов Ишимской степи.

На территории Исилькуль преобладает коттеджная застройка с рассредоточенными по территории города многоэтажными объектами (жилые дома, учреждения иного назначения). Большинство объектов оснащено системой водоснабжения от группового водопровода, но система централизованного отведения хозяйственно-бытовых стоков имеется только в центре северной части города. Канализационная сеть состоит из самотечной и напорной части. Самотечная сеть оснащена дренажными железобетонными колодцами накопителями. Работу напорной сети обеспечивают 9 канализационные насосные станции (КНС). Сточные воды транспортируются до озера Грязновское, расположенного в 1.5 км от северной окраины города. Сброс сточных вод производится в напорном режиме без очистки. В частном секторе города население использует для отвода стоков выгребные ямы (септики), которые, как правило, не имеют противодиффузионных экранов. Опорожнение выгребов (септиков) производится с помощью спецавтотранспорта. Вывоз нечистот осуществляется ежедневно в объеме порядка 900 м³ с доставкой на прямой выпуск без очистки в озеро Грязновское.

Централизованная система дождевой канализации в городе отсутствует. Дождевые, талые, грунтовые воды собираются в кюветы и по ним стекают в естественные и искусственные водоемы (котлованы), а также в естественные понижения рельефа на территории города. В межсезонье избытки поверхностных вод частично перебрасываются с помощью мобильных помп из центра северной части города в южную часть и далее по прорытому каналу отводятся в озеро Городище. Частично поверхностные стоки естественным и принудительным путем по кюветам отводятся за пределы центральной части и аккумулируются в понижениях и кюветах объездных дорог города. Общая протяженность кюветов в Исилькуле около 300 км, однако, порядка 90 км требует ремонта и глубокой очистки, а порядка 24 км необходимо проложить заново. Так же во многих местах дороги отсутствуют или находятся в нерабочем состоянии перепускные трубы.

Выработавшая ресурс и технически несовершенная система водоотведения привела к ухудшению санитарно-экологической обстановки в городе:

а) хозяйственно-бытовые стоки:

- загрязнение оз. Грязновское;

- подтопление федеральной трассы Р254 Новосибирск-Челябинск, а также территорий вокруг озера Грязновское;

- критическое поднятие грунтовых вод в городе (затопление подвалов, улиц, территорий, приусадебных участков);

- загрязнение стоками грунтовых вод;

- риски возникновения очагов инфекционных заболеваний;

б) дождевые стоки:

- затопление территории города во время дождей и таяния снега;

- аккумуляция стока в низинах и кюветах, заболачивание и засоление территорий;

- в периоды половодья и осенних паводков происходит переполнение озера Городище, котлованов с затоплением обширных прилегающих территорий.

По данным балансодержателя существующих сетей канализации МУП «Тепловая компания» объем перекачанных стоков за 2019 год составил 103500 м³, вывезено спецавтотранспортом 328500 м³, то есть общий объем отведенных стоков составляет 1184 м³/сут. Расчетный объем стоков г. Исилькуль составляет 6900 м³/сут. Дефицит мощности системы водоотведения составляет порядка 5716 м³/сут.

Таким образом, причиной периодических подтоплений территории города наряду с возросшим количеством осадков, является ухудшение фильтрационных свойств почв и грунтов, недостаточные мощности и нарушение условий эксплуатации системы водоотведения. Предрасположенность лесостепных ландшафтов к вторичному засолению вместе с усилившимися колебаниями уровня грунто-

вых вод, их загрязнением неорганизованными стоками стали причиной избыточной минерализации городских почвогрунтов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Первоочередным мероприятием по созданию водно-растительного каркаса города должна стать реконструкция канализационных сетей. Для восполнения дефицита мощности системы водоотведения необходимо ввести в эксплуатацию дополнительные насосные станции, увеличить количество колодцев накопителей стоков, увеличить диаметр труб и площадь сечения кюветов. В итоге реконструированная система внутригородских сетей канализации представляется в следующем виде:

- канализационные насосные станции (КНС) общим количеством 11 шт. (северная часть – 5 шт., южная часть - 6 шт.);

- самотечные сети диаметрами условного прохода 136-450 мм, общей протяженностью - 33 км;

- устройство на самотечной сети полиэтиленовых колодцев, количеством - 730 шт.;

- напорные сети от КНС в две нитки (Ø90-160 мм) с сопутствующими сооружениями (ревизионные колодцы) - 8.4 км.

Состав внешнегородских сетей канализации:

- главные канализационные насосные станции (ГКНС) в количестве 3 шт.;

- напорные сети в две нитки (Ø280-450) с устройством сопутствующих сооружений на сети (камеры переключения, ревизионные и водобойные колодцы, береговой незатапливаемый сброс) – 12.5 км;

- очистные сооружения общей производительностью 6900 м³/сут.

Состав внутригородской системы дождевой канализации:

- существующая, а также вновь сооружаемая система кюветов с перепускными трубами - 324 км (300 км - существующие, 24 км - вновь сооружаемые);

- система самотечных ж/б лотков с установленными на них песколовками - 17.8 км;

- закрытая система самотечных трубопроводов с установленными на сеть железобетонными колодцами - 31.6 км;

- железобетонные колодцы - 630 шт.;

- канализационные насосные станции - 6 шт.;

- напорные сети в две нитки (Ø280-400) с устройством сопутствующих сооружений на сети (ревизионные, водобойные колодцы) - 8.7 км.

Состав внешнегородской системы дождевой канализации:

- главные канализационные насосные станции (ГКНС) в количестве 2 шт.;

- напорные сети в две нитки (Ø500-710 мм) с устройством сопутствующих сооружений на сети (камеры переключения, ревизионные, водосборные колодцы, береговой не затапливаемый сброс) 12.3 км;

- локальные очистные сооружения общей производительностью 25920 м³/сут.

Основной объем дождевых и талых вод будет отводиться по кюветам через водопропускные трубы к железобетонным закрытым лоткам. Лотки будут оборудованы колодцами-песколовками для улавливания и осаждения твердых частиц во избежание попадания их в закрытую трубопроводную сеть.

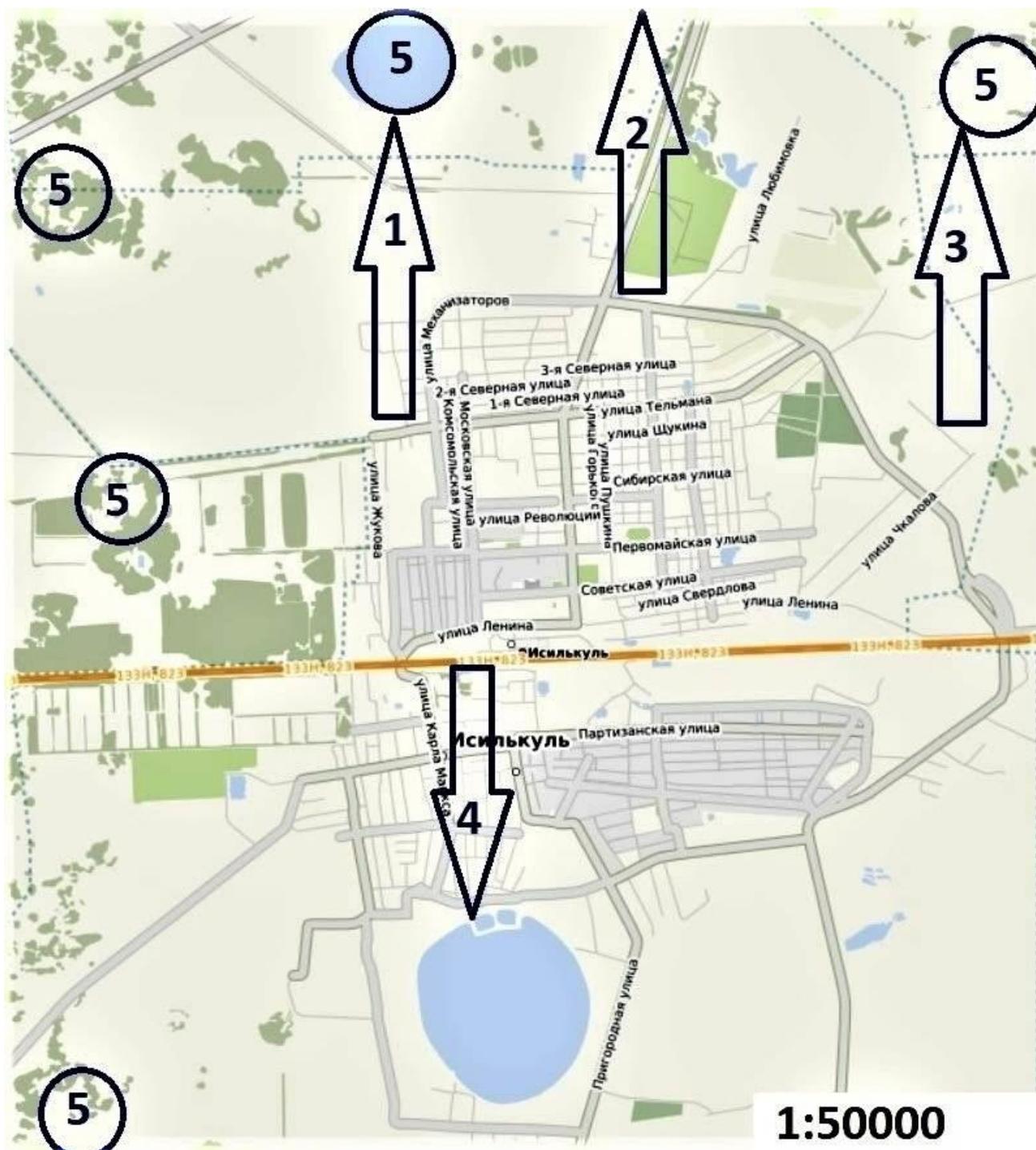


Рисунок 3. Планируемые направления переброски сточных вод:

1 – в озеро Грязновское, 2 – в Камышловский лог, 3 – в суффозионно-просадочные западины на северо-востоке города, 4 – в озеро Городище, 5 – суффозионно-просадочные западины.

Приоритетные участки для проведения мероприятий по водоотведению (Рис. 3):

1. Южная часть города, окрестности озера Городище. Водоем является базисом эрозии для южной и частично центральной части города. Его переполнение создает чрезвычайную ситуацию для половины населения Иксилькуля. Очистка и углубление дна будет способствовать понижению уровня грунтовых вод.

2. Водоотводы под железной дорогой в западной части города. Их очистка позволит направить поверхностный сток с северной части города, для которой железная дорога выступает в качестве барьера, нарушающего сток воды.

3. Дренажный канал из северной части города в Камышловский лог. Перепад высот между центральной частью города и дном лога составляет около 26 метров (от 131 до 105 м), что позволит сбрасывать излишки грунтовой воды из северной части города.

4. Южные районы города, занятые частным сектором с садово-огородными участками. Здесь необходимо рекомендовать использование для полива огородов и садов грунтовых вод, что позволит сократить использование питьевой воды для хозяйственных нужд.

Ожидаемый результат реконструкции системы водоотведения: понижение уровня грунтовых вод и снижения рисков затопления территории; усиление дренажа почвогрунтов и снижение концентрации растворимых солей; улучшение санитарно-эпидемиологической обстановки в городе.

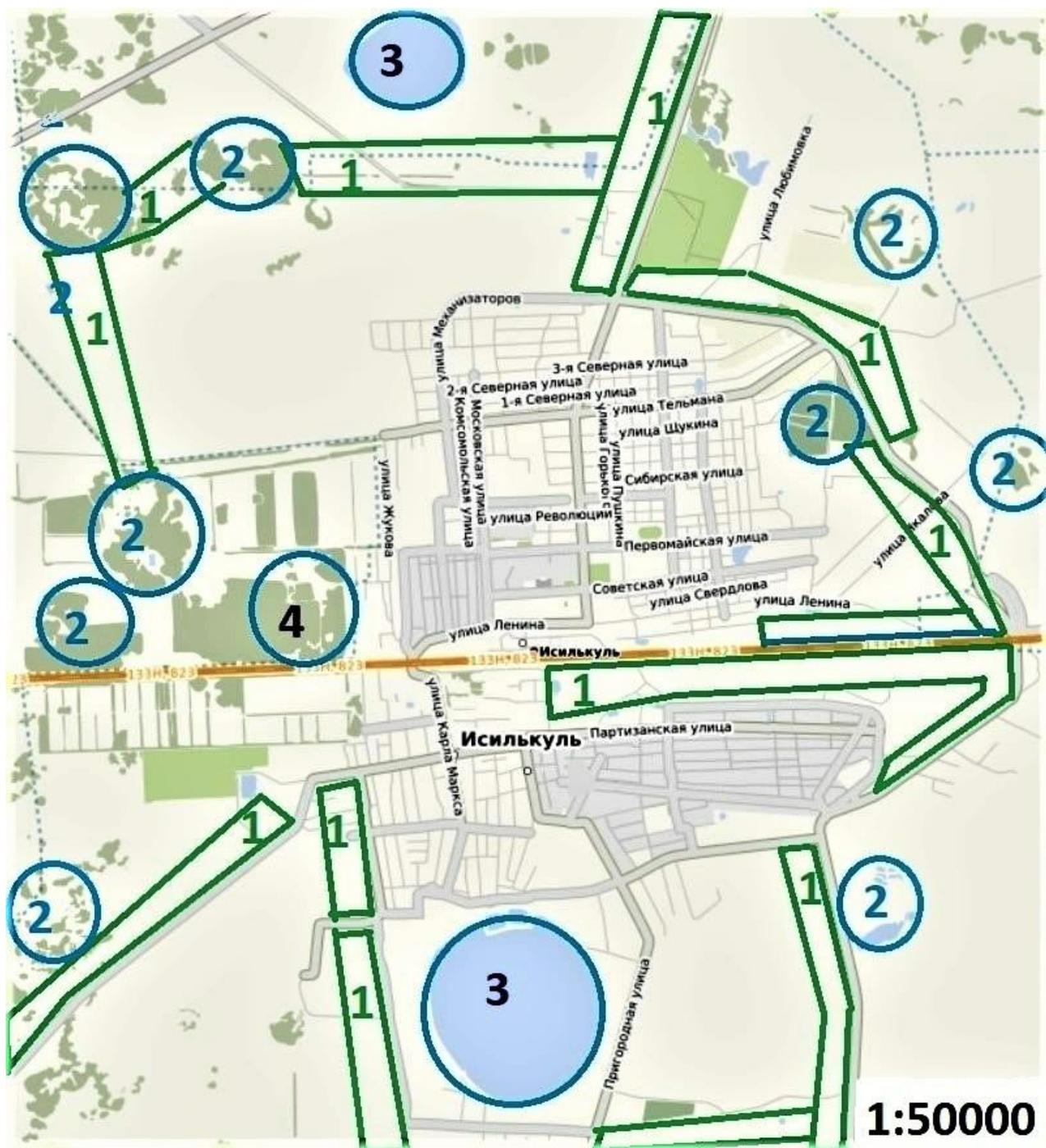


Рисунок 4. Расположение массивов березово-осиновых лесов в составе планируемого водно-растительного каркаса Иксилькуль:

1 – лесополосы вдоль транспортных магистралей, 2- суффозионно-просадочные западины с березовыми колками или луговой растительностью, 3 – озера, 4 - лесопитомник.

Растительную составляющую ВРГК образуют внутригородские зеленые насаждения с природными и искусственными лесными экосистемами, которые расположены за пределами городской черты. Возможности внутригородского озеленения ограничены существующим и перспективным планом застройки города. Подходящей территорией для посадки деревьев и крупных кустарников являются открытые участки между улицами Ленина и Первомайской в северной половине города, а также пустыри вдоль железной дороги. Для этого необходимо согласование планов и мероприятий озеленения с землепользователями, участие в работе ландшафтного дизайнера. Увеличение плотности и качества зеленых насаждений в городе благоприятно скажется на микроклимате, снизит уровень запыленности воздуха и шумового воздействия транспорта.

Лесопарковые и лесозащитные посадки [О мелиорации..., 2015] городов организуются за пределами зон перспективной застройки населенного пункта, отличаются по конфигурации и видовому составу растений. Для рекреационных целей считается достаточной норма 50 м² лесных насаждений на человека при численности жителей города менее 100 тысяч. При этом лесные насаждения зеленой зоны вокруг районных центров могут находиться до 10 км от границ города. Однако эти нормы недостаточны, так как не учитывают условия воспроизводства лесов на границе лесостепи.

По конфигурации лесопосадки могут образовывать кольца, полукольца, клинья, быть прерывистыми или образовывать сплошную полосу. Реконструкция дозастроечных ландшафтов территории, анализ транспортной инфраструктуры позволили предложить для Исилькуля секторальную структуру лесных насаждений, в которой внутренними границами секций выступают лесозащитные полосы автомобильных и железнодорожных дорог. Лесопарки в форме полос и полуколец шириной 300-600 м планируется заложить в понижениях рельефа на удалении 1-2 км от границ существующей застройки (Рис. 4). В предлагаемом варианте лесные насаждения займут площадь около 6 км², что составит 260 м² на 1 жителя Исилькуля или 1/2.5 при сопоставлении площадей леса и городской застройки.

Через территорию города пройдет широтная полоса зеленой зоны в районе улиц Ленина, Советская и Первомайская. Она свяжет имеющиеся скверы и зеленые спортивные площадки с зелеными рекреационными зонами улицы Ермолаева. Таким образом образуется широтный растительный коридор, связывающий водно-растительный каркас через центральную территорию города.

Благоприятные места для посадок в современном ландшафте маркируются остаточными березово-осиновыми лесами, озерами или болотами. Чаще всего это бросовые земли, которые не относятся к сельскохозяйственным угодьям. По существу, предлагается провести лесовосстановительные работы и сформировать типичные для природной зоны островные мелколиственные леса заданной конфигурации. При этом дорожные лесополосы (зеленые коридоры) кроме защиты почв от ветровой эрозии должны упрочить экологическое единство островных лесных экосистем. Обследованные крупные лесные массивы на западе и северо-западе района отличаются сохранностью коренной флоры и могут быть использованы для сбора семян дикоросов и отбора саженцев. Результаты изучения естественной и интродуцированной флоры позволили дифференцировать видовой состав будущих посадок растений по оптимальным условиям произрастания и расширить перечень видов, предлагаемых к озеленению (Таблица 1-3).

Таблица 1. Список растений, устойчивых к засолению и рекомендуемых для озеленения на исследуемом участке

Галофиты (устойчивые к засолению)	Растения, улучшающие химический состав почв
Тамариск (<i>Tamarix</i> L.)	<i>Сидераты</i>
Очиток (<i>Sedum</i> L.) (разные сорта)	Люцерна (<i>Medicago</i> L.)
Молочай многоцветный (<i>Euphorbia lingulata</i> Heuff)	Лилейник (<i>Heimerocallis</i> L.)
Лох серебристый (<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh)	Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> L.)
Кермек Гмелина (<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Kuntze)	
Манжетка мягкая (<i>Alchemilla mollis</i> (Buser) Rothm)	<i>Мелиоранты</i>
Кохия (<i>Kochia</i> Roth)	Можжевельник казацкий (<i>Juniperus sabina</i> L.)

Галофиты (устойчивые к засолению)	Растения, улучшающие химический состав почв
Овсяница аметистовая (<i>Festuca amethystina</i> L.)	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)
Аквилегия канадская (<i>Aquilegia canadensis</i> L.)	Ель сибирская (<i>Picea obovata</i> Ledeb.)

Таблица 2. Список растений, устойчивых к переувлажнению и рекомендуемых для озеленения на исследуемом участке

Деревья	Кустарники	Травы
Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i> L.)	Смородина черная (<i>Ribes nigrum</i> L.)	Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim) (культурные сорта)
Ель сибирская (<i>Picea obovata</i> Ledeb.)	Смородина красная (<i>Ribes rubrum</i> L.)	Калужница болотная (<i>Caltha palustris</i> L.)
Черемуха обыкновенная (<i>Padus avium</i> Mill.)	Спирея (<i>Spiraea</i> L.) (разные виды)	Бузульник зубчатый (<i>Ligularia dentata</i> (A. Gray) Hara)
	Калина красная (<i>Viburnum opulus</i> L.)	Молочай болотный (<i>Euphorbia palustris</i> L.)
		Вербейник (<i>Lysimachia</i> L.)
		Аир болотный (<i>Acorus calamus</i> L.)
		Ирис сибирский (<i>Iris sibirica</i> L.)
		Лилейник (<i>Heimerocallis</i> L.) (культурные сорта)
		Аквилегия (водосбор) (<i>Aquilegia vulgaris</i> L.) (культурные сорта)
		Люцерна (<i>Medicago</i> L.)
		Манжетка (<i>Alchemilla</i> L.)

Таблица 3. Список растений, рекомендуемых для озеленения на исследуемом участке в зависимости от отношений к освещенности

Светолюбивые	Теневыносливые
Тамарикс (<i>Tamarix</i> L.)	Смородина черная (<i>Ribes nigrum</i> L.)
Можжевельник виргинский (<i>Juniperus virginiana</i> Hetz)	Ель сибирская (<i>Picea obovata</i> Ledeb.)
Лиственница европейская (<i>Larix decidua</i> Mill.)	Лилейник (<i>Heimerocallis</i> L.)
Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ирис (<i>Iris</i> L.)
Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i> L.)	Барбарис (<i>Berberis</i> L.)
Очиток (<i>Sedum</i> L.) (разные сорта)	Боярышник (<i>Crataegus</i> L.)
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Сирень (<i>Syringa</i> L.)
Девичий виноград пятилисточковый (<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L. Planch)	Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)
Тополь итальянский (<i>Populus italica</i> (Du Roi) Moench)	Бузульник зубчатый (<i>Ligularia dentata</i> (A. Gray) Hara)
Спирея (<i>Spiraea</i> L.) (разные сорта)	
Можжевельник казацкий (<i>Juniperus sabina</i> L.)	
Люцерна (<i>Medicago</i> L.)	

Светолюбивые
Лилейник (<i>Heimerocallis</i> L.)
Манжетка мягкая (<i>Alchemilla mollis</i> (Buser) Rothm)
Молочай многоцветный (<i>Euphorbia lingulata</i> Heuff)
Аквилегия канадская (<i>Aquilegia canadensis</i> L.)
Кермек Гмелина (<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Kuntze)
Лох серебристый (<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh)

Кроме сбора и посадки в зеленой зоне дикорастущих растений предлагается частичное пере-профилирование существующего в Исилькуле питомника плодовых деревьев (Исилькульской семеноводческой станции).

Факторы, затрудняющие проведение работ по озеленению территории города:

1) *Засоление территории.* Для проведения работ по озеленению необходимо провести химическую мелиорацию, путем внесения в почву гипса из расчета 1 кг на 1м² земли. А также использовать виды и роды растения, устойчивые к засолению почвы или способствующие рассолению (См. таблицу 1).

2) *Переувлажнение территории.* Для проведения работ по озеленению необходимо провести понижение уровня грунтовых вод. А также использовать растения, устойчивые к переувлажнению (См. таблицу 2).

3) *Различная интенсивность солнечной инсоляции.* Для выбора растений для озеленения, необходимо учитывать и отношение их к интенсивности освещения (См. таблицу 3).

ВЫВОДЫ

Основным ландшафтом, который регулирует водный и солевой обмен на территории и способствующий устойчивости территории в целом являются березовые колки расположенные в суффузионно-просадочных западинах. Данный вид ландшафтов имеет высокую экологическую ценность и требует разработки мероприятий по сохранению их в составе водно-растительного каркаса при планировании благоустройства города.

В водно-растительной городской каркас войдут озера, естественные и искусственные ложбины стока, дренажные каналы, суффузионные западины, а также все территории, занятые растительностью (Рис. 3-4). При проведении работ по преобразованию городской среды необходимо учитывать особенности функционирования и развития естественных ландшафтов территории. Так, ландшафты суффузионно-просадочных понижений, играют роль регулятора поверхностного стока и перевода его в подземный сток. Данную функцию они должны выполнять и в запланированном водно-растительном городском каркасе.

Реализация программы по созданию водно-зеленого каркаса города окажет положительное воздействие на окружающую среду и комфорт:

- понизит уровень грунтовых вод;
- осушит территорию города Исилькуль и прилегающих окрестностей;
- ликвидирует поступление сточных вод в озера Грязновское, Городище;
- значительно увеличит комфорт проживания жителей города, что поспособствует притоку населения в город Исилькуль и Исилькульский район в целом.

Подача очищенной воды в озера Камышлово, Соленое, Кривое увеличит площадь водного зеркала данных водоемов, что позволит увеличить производство рыбоводческой продукции. Понижение уровня грунтовых вод, а также отказ от выгребной системы канализации даст возможность экономии денежных средств, выделяемых на вывоз стоков ассенизаторскими машинами, ежегодную борьбу с паводками, ежегодный ремонт подтопленных зданий и сооружений.

Разработанный водно-растительный каркас лег в основу совместного проекта Администрация Исилькульского городского поселения и Омского центра городской среды. Разработчиками проекта выступал консорциум «Архитектурное бюро ТЕПЛО (СПб) + Партнерство ГОРОДРЕШАЕТ.РФ

(Омск)». Пилотным проектом преобразования городской среды является центральная часть г. Исилькуля «Бульвар «Озерки»: возвращение сердца города» (от ул. Первомайской до ул. Ленина).

Данный проект победил во Всероссийском конкурсе малых городов Министерства строительства РФ и будет реализован в 2023 году.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Atlas of the Omsk region*. 1999. Federal Geodesic and Cartographic Service of Russia, Moscow, 56 pp. (in Russian) [Атлас Омской области. 1999. Москва: Федеральная служба геодезии и картографии России. 56 с.]
- Berezin L.V. 2009. Potential resources of marginal soils. In: *Problems of rational use of marginal lands*. (L.V. Berezin, K.S. Baikov, eds.), pp. 7-15, RASKhN, Sib. otd-nie SibNIISKh, Omsk. (in Russian) [Березин Л.В. 2009. Потенциальные ресурсы малоплодородных почв. В книге: Проблемы рационального использования малоплодородных земель / Под ред. Л.В. Березина, К.С. Байкова. Омск: РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИСХ. С. 7-15]
- Bogdanov I.I. 2018. *Geoecology with the basics of biogeography and landscape nature management: a textbook*. (I.I. Bogdanov, ed.), Izdatel'stvo OmGPU, Omsk, 334 pp. URL: <https://www.iprbookshop.ru/105283.html> (Last accessed 20.04.2023). (in Russian) [Богданов И.И. 2018. Геоэкология с основами биogeографии и ландшафтного природопользования: учебное пособие (Под ред. Богданова И.И.) Омск: Издательство ОмГПУ. 334 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/105283.html> (дата обращения: 20.04.2023)]
- Bol'shanik P.V. 2017. *Geoecological problems of transformation of the relief of urbanized territories (on the example of the cities of Western Siberia)*. INFRA-M, Moscow, 243 pp. (in Russian) [Большаник П.В. 2017. Геоэкологические проблемы трансформации рельефа урбанизированных территорий (на примере городов Западной Сибири). Москва: ИНФРА-М. 243 с.]
- Bol'shanik P.V. 1996. *Landscape support for solving environmental problems of the Omsk Irtysh region*. Abstract dis. cand. geographical sciences. Tomsk, 25 pp. (in Russian) [Большаник П.В. 1996. Ландшафтное обеспечение решения природоохраненных проблем Омского Прииртышья: автореф. ... дис. кан. геогр. наук. Томск. 25 с.]
- Bol'shanik P.V., Demeshko V.N. 2022. Reconstruction of the landscape structure of the territory now occupied by the city of Isilkul. *Natsional'nye priority Rossii*, 3(46): 79-84. (in Russian) [Большаник П.В., Демешко В.Н. 2022. Реконструкция ландшафтной структуры территории, ныне занимаемой городом Исилькулем // Национальные приоритеты России. № 3 (46). С. 79-84]
- Bol'shanik P.V., Usovich B.V. 2022. Cartographic Analysis of Geoecological Problems of Transformation of the Surface Runoff of Rivers of the Ishim Plain. In: *Ekologiya i prirodopol'zovanie. Sbornik statei po materialam II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, pp. 43-49, Krasnodar. (in Russian) [Большаник П.В., Усович Б.В. 2022. Картографический анализ геоэкологических проблем трансформации поверхностного стока рек Ишимской равнины // Экология и природопользование. Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар. С. 43-49]
- Valitov R.G. 2008. *Principles of hydroecological zoning of the territory of the city of Omsk*, (R.G. Valitov, F.I. Novikov, eds.). ORO RGO, Omsk, 58 pp. (in Russian) [Валитов Р.Г. 2008. Принципы гидроэкологического зонирования территории города Омска / Под ред. Р.Г. Валитова, Ф.И. Новикова. Омск: ОРО РГО. 58 с.]
- Vladimirov V.V. 1980. Relevance of the background of ecological programming in regional planning. *Questions of geography*, 113: 109-117. (in Russian) [Владимиров В.В. 1980. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии. № 113. С. 109-117]
- Vladimirov V.V. 1986. *City and landscape*. (V.V. Vladimirov, E.M. Mikulina, Z.N. Yargina, eds.), Moscow: Mysl', 238 pp. (in Russian) [Владимиров В.В. 1986. Город и ландшафт / Под ред. В.В. Владимирова, Е.М. Микულიной, З.Н. Яргиной. Москва: Мысль. 238 с.]
- Geology of the USSR*. Vol. 14: *Western Siberia. Altai Territory, Kemerovo, Novosibirsk, Omsk, Tomsk regions*. Part 1: Geological description. Book 1-2. Nedra, Moscow, 1982. (in Russian) [Геология СССР. Т.14: Западная Сибирь. Алтайский край, Кемерово, Новосибирская, Омская, Томская обл. Ч.1: Геологическое описание. Кн.1-2. М.: Недра, 1982.]
- Georgitsa I.M. 2011. The specifics of the urban ecological framework. *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik*, 2(1): 133-136. (in Russian) [Георгица И.М. 2011. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. №2. Т. 1. С. 133-136]
- Inozemtsev A.S. (ed.). 1994. *Hydrology, land reclamation and hydraulic engineering: collection of scientific papers*. Omsk State Agrarian University, Omsk, 61 pp. (in Russian) [Иноземцев А.С. (ред.). 1994. Гидрология, мелиорация и гидротехника. Омск: Ом. гос. агр. ун-т., 61 с.]
- Gudinova Zh.V., Akimova I.S., Klochikhina A.V. 2010. Climate change and hygienic assessment of weather conditions in Omsk and the Omsk region. *Gigiena i sanitariya*, 6: 18-20. (in Russian) [Гудинова Ж.В., Акимова И.С., Клочихина А.В. 2010. Изменение климата и гигиеническая оценка метеоусловий в Омске и в Омской области // Гигиена и санитария. № 6. С. 18-20]
- Report on the environmental situation in the Omsk region for 2015. 2016*. Izhevsk: OOO "Print-2". Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii Omskoi oblasti, 300 pp. (in Russian) [Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2015 год. 2016. Ижевск: ОО "Принт-2". Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. 300 с.]
- Klimanova O.A., Kolbovskii E.Yu., Illarionova O.A. 2018. Ecological Framework of the Largest Cities of the Russian Federation: Modern Structure, Territorial Planning and Development Problems. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle*, 63(2): 127-146. (in Russian) [Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. 2018. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. Т. 63. Вып. 2. С. 127-146.] <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.201>
- Kolbovskii E.Yu. 2006. *Landscape science*, (E.Yu. Kolbovskii, ed.). Moscow: Akademiya, 480 pp. (in Russian) [Колбовский Е. Ю. 2006. Ландшафтоведение (Под ред. Е. Ю. Колбовского). Москва: Академия. 480 с.]

- Kolbovskii E.Yu. 2008. *Landscape planning*, (E.Yu. Kolbovskii, ed.). Moscow: Akademiya, 348 pp. (in Russian) [Колбовский Е.Ю. 2008. Ландшафтное планирование (Под ред. Е.Ю. Колбовского). Москва: Академия. 348 с.]
- Kuleshova M.E. 1999. Ecological frameworks. *Okhrana dikoi prirody*, 3: 25-30. (in Russian) [Кулешова М.Е. 1999. Экологические каркасы // Охрана дикой природы. № 3. С. 25-30]
- Mishchenko L.N. 2009. Features of the soils of the arable layer of the Omsk region and their anthropogenic evolution. In: *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya maloplodородnykh zemel': materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g.Omsk, 28-29 aprelya 2009 g.)*, (L.N. Mishchenko, Yu.A. Azarenko, eds.), pp. 37-41, RASKhN. Sib. otd-nie SibNIISKh, Omsk. (in Russian) [Мищенко Л.Н. 2009. Особенности почв пахотного слоя Омской области и их антропогенная эволюция // Проблемы рационального использования малоплодородных земель: материалы Международной научно-практической конференции (г.Омск, 28-29 апреля 2009 г.) / Под ред. Л.Н. Мищенко, Ю.А. Азаренко. Омск: РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИСХ. С. 37-41]
- About land reclamation. Federal'nyi zakon ot 10.01.1994 No. 4-FZ: po sostoyaniyu na 31.12.2014 (in Russian) [О мелиорации земель. Федеральный закон от 10 января 1994 г. № 4-ФЗ: по состоянию на 31 декабря 2014 г.]
- Podoinitsyna D.S. 2016. Critical analysis of the Green Infrastructure concept. *Architecture and Modern Information Technologies*, 1(34): 12. (in Russian) [Подойницына Д.С. 2016. Критический анализ концепции «Зеленая инфраструктура» // Architecture and Modern Information Technologies. №1(34). С. 12]
- Runova T.T. 2016. *Territorial organization of nature management*, (T.T. Runova, K.N. Volkova, T.T. Nefedova, eds.). Nauka, Moscow, 208 pp. (in Russian) [Рунова Т.Т. 2016. Территориальная организация природопользования / Под ред. Т.Т. Руновой, К.Н. Волковой, Т.Т. Нефедовой. М.: Наука. 208 с.]
- Semenov-Tyan-Shanskii P.P. 1946. *Journey to the Tien Shan in 1856-1857. Memoirs*. Vol. 2, OGIZ, Moscow. (in Russian) [Семенов-Тянь-Шанский П.П. 1946. Путешествие в Тянь-Шань в 1856-1857 годах. Мемуары. Том второй. Москва: ОГИЗ]
- Targaeva E.E. 2022. *Peculiarities of formation of the model of the ecological frame of the industrial city of the resource region (on the example of the cities of Novokuznetsk and Prokopyevsk)*: the dissertation of the candidate of geographical sciences, Novokuznetsk, 180 pp. (in Russian) [Таргаева Е.Е. 2022. Особенности формирования модели экологического каркаса промышленного города ресурсного региона (на примере городов Новокузнецка и Прокопьевска): дисс. канд. геогр. наук Новокузнецк. 180 с.]
- Tukmanova Z.G. 2012. Comprehensive formation of water-green systems of the city. *News KSUAE*, 1(19): 38-45. [Тукманова З.Г. 2012. Комплексное формирование водно-зеленых систем города // Известия КГАСУ. № 1 (19). С. 38-45]
- Fedoseeva Yu.E. 2021. Determination of soil salinity in the Omsk region. *RATIO ET NATURA*, 1(3). (in Russian) [Федосеева Ю.Е. 2021. Определение засоленности почв Омской области // RATIO ET NATURA. № 1(3)]
- Khorechko I.V., Veselova M.N., Chudopalova D.A. 2016. Expert assessment of the state of use of agrolandscapes in the Isilkulsky district of the Omsk region. *Vestnik OmGAU*, 3(23):141-146. (in Russian) [Хоречко И.В., Веселова М.Н., Чудопалова Д.А. 2016. Экспертная оценка состояния использования агроландшафтов Исилькульского района Омской области // Вестник ОмГАУ. № 3 (23). С. 141-146]
- Baro F., Chaparro L., Gomez-Baggethun E., Langemeyer J., Nowak D. J., Terradas J., 2014. Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, *Spain*, 43 (4): 466-479. (in Russian)
- Green infrastructure. An integrated approach to land use. Position Statement*, 2013. URL: <http://www.landscapeinstitute.org/policy/GreenInfrastructure.php> Last accessed 14.09.2022.

Поступила в редакцию: 04.09.22
 Переработанный вариант: 19.05.23