

К.Ж. Кушербай*, А.Н. Мусагалиева

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан***Автор для корреспонденции: kosherbay822@mail.ru*

Географический анализ охвата объектами образования города Алматы на примере Алмалинского района на базе ГИС

Урбанизация сегодняшнего дня предстала большим испытанием перед обществом, так как города оказываются неспособными к обслуживанию большего количества населения ввиду дефицита инфраструктуры. Образование является одним из основ формирования городской среды, позволяя возвращать молодое поколение для улучшения качества жизни не только в пределах города, но и далеко за его пределами. Город Алматы, как и многие города-миллионники, столкнулся с проблемой нехватки определенных условий, способствующих удовлетворению спроса горожан. Цель данного научного исследования — выявление проблемных зон, где отмечается высокая загруженность школ, вследствие чего цифровая сервисная зона не способна покрыть имеющийся спрос. Научная значимость исследования была обоснована тенденциями в сфере развития городского пространства, ориентированной на повсеместный доступ к услугам и на условия организации современного мира, базирующегося на цифровизации. Методология исследования заключалась в сборе социально-экономических показателей города Алматы на примере Алмалинского района с последующей фильтрацией под визуализацию индикаторов сектора образования на базе геоинформационных систем. Основным результатом исследования явилась визуализация в виде картографического материала проблемных мест, что необходимо учитывать при последующей организации образовательных учреждений с внесением параметров внешней среды, оказывающей прямое влияние на увеличение спроса. Ценность данного исследования проявляется в изменении комплексных подходов организации городской среды, а именно интеграции систем учета образовательных учреждений с последующим мониторингом для улучшения процессов предоставления мест для обучаемых.

Ключевые слова: образование, дефицит, городская среда, урбанизация, геоинформационная система, картография, пространственные данные, сервисная зона, Алматы, Алмалинский район.

Введение

Город Алматы состоит из 8 районов, но на сегодняшний день имеется открытая проблема моноцентричности, что усиливает нагрузку на сложившиеся исторически точки притяжения. Согласно документу «Программа развития города Алматы до 2025 года и среднесрочные перспективы до 2030 года», представленному акимом города Алматы Ерболатом Досаевым в июне 2022 года, ежегодный прирост населения в среднем равняется примерно 50 тысячам человек с учетом естественного прироста населения (приблизительно 40 %) и сальдо миграции (порядка 60 %). Естественный прирост составляет порядка 20 тысяч, что каждые 6–7 лет выражается в необходимости создания равного количества учебных мест [1]. Прирост населения вызывает спрос на жилье, что приводит к строительству новых жилых массивов, но в случае с городом Алматы возникла проблема с наличием точечной застройки. Помимо точечной застройки, еще одним якорем развития городского пространства являются частные жилые массивы, что оккупируют значительную территорию, на месте которой могло бы проживать большее количество населения, а сопутствующие улицы могли быть реорганизованы под повышение пропускной способности и потенциального внедрения передовых методов организации движения общественного транспорта для перевозки большего количества пассажиров за одну поездку.

Микрорайонная застройка советского типа уходит в небытие, уступая место квартальной застройке, что в перспективе способна соответствовать концепции «объекты в шаговой доступности». Декабрь текущего (2022-го года) обозначен отправной точкой по утверждению Генплана города Алматы до 2040 года, где будут расположены ранее анонсированные новые полицентры — «Исторический центр» (Алмалинский и Жетысуский районы), «Северный центр» (Жетысуский и Турксибский районы), «Западный центр» (Алатауский район), «Восточные ворота» (Медеуский и Турксибский) и «Юго-Западный центр» (Наурызбайский и Алатауский). Данное решение никак не освобождает от необходимости развивать имеющиеся на законодательном уровне 8 районов города, что имеют свои

недостатки. Полицентричность основывается на снижении нагрузки на сложившийся центр городского пространства, а также способна диверсифицировать возведение объектов на территории районов с соблюдением баланса по категориям.

Алмалинский район является историческим центром города Алматы, и сложивший хребет городского пространства имеет прямую связь с когда-то именованным и Сталинским, и Советским районом. Алмалинский район при прежних территориальных размерах города Алматы представлял собой сердце общественной и культурной жизни, но, с течением времени, город присоединил ряд территорий, а возникший в исторической части дефицит земельных участков способствовал стихийному захвату земель в южном направлении.

Имея небольшую площадь в 18,4 км², Алмалинский район аккумулирует в себе ряд объектов жизнедеятельности, что влечёт за собой активное создание рабочих мест и хаотичное увеличение плотности населения. Будучи городом-миллиоником и городом республиканского значения, Алматы неизбежно сталкивается с высоким уровнем внутренней миграции, что создает новые задачи для городского руководства. В данном исследовании акцент сделан на образовательных услугах, так как несовершеннолетние являются наиболее нестабильной категорией городского населения, требующей постоянного внимания со стороны.

С появлением новых форм геопространственных/городских больших данных и передовых методов пространственной аналитики и машинного обучения в наших городах и обществах можно исследовать и обнаруживать новые закономерности и явления [2]. Разработка аналитических моделей, способствующих устойчивости, компактности и социальному балансу городов, особенно важна для решения задач городского планирования в постпандемический период [3].

Города по всему миру заявили о своем стремлении стать «городами на 10, 15 или 20 минут». Эта цель часто является частью стратегии по сокращению выбросов и достижению устойчивого и здорового городского дизайна путем поощрения пеших и велосипедных прогулок. 10, 15 или 20-минутный город или район, который для наглядности мы называем городом *x-минут*, — это тип дизайна, направленный на снижение зависимости от автомобилей, позволяя городским жителям пешком или на велосипеде добираться до основных удобств в пределах определенного временного периода от своего дома [4]. Система пространственного планирования центра города требует создания социальной инфраструктуры в центре для поддержки развития новых сообществ, следовательно, создания устойчивых сообществ и мест [5]. С ростом спроса на услуги объектов, выявление пространственной структуры различных объектов с различными функциями (то есть функционального объекта) и определяющей роли городских атрибутов имеет решающее значение для улучшения пространственной справедливости объектов, но все еще мало что известно [6].

Оптимизация распределения городских объектов при дефиците городских земель может повысить справедливость доступа жителей к услугам. Отсутствие оценки структуры разнообразия городских компонентов (то есть городских объектов всех видов промышленности, связанных с социально-экономической деятельностью) ограничивает разумное планирование новых полицентрических городов [7]. В устойчивом городском планировании поиск оптимального местоположения для землепользования имеет решающее значение для управления распределением земли.

Таким образом, поиск местоположения требует подробной информации для проведения правильной оценки факторов, влияющих на выбор [8]. Наблюдаемый рост городов приводит к быстрым изменениям ландшафта и окружающей среды, увеличению требований к источникам, образованию и социальным услугам и т.д., что приводит как к положительным результатам, так и к значительным угрозам. В эпоху развития современных технологий, включая общность инструментов геоинформационных систем (ГИС), получение наборов геопространственных данных и их визуализация становятся проще [9].

Социальная инфраструктура помогает осознать общественные аспекты часто упускаемых из виду и недооцененных пространств. Это привлекает внимание к широте, глубине и фактурам социальной структуры, которые могут быть предоставлены различными городскими средами [10]. Городское развитие по-прежнему сталкивается с дилеммой пространственного неравенства общественных объектов, особенно образовательных и медицинских учреждений. Выявление неравенства в различных типах общественных учреждений и их движущих механизмах имеет решающее значение для сокращения социального неравенства [11]. Являясь весьма востребованным ресурсом для родителей, качественные школы оказывают сильное влияние на рынок жилья и другие аспекты социальной жизни во всем мире. Учитывая длительное значение образования в городском обществе, ученые тщательно исследова-

ли взаимосвязь между образованием и динамикой жилищного строительства и их социально-пространственными последствиями [12]. Ученые и политики все больше признают ценность социального капитала — связей, которые порождают и обеспечивают доверие между людьми, — в реагировании на потрясения и стихийные бедствия и восстановлении после них. Однако некоторые сообщества имеют больше социальной инфраструктуры, то есть объектов, которые производят и поддерживают социальный капитал, чем другие. Общественные центры, библиотеки, общественные бассейны и парки служат местами, где люди могут собираться, взаимодействовать и налаживать социальные связи [13]. В то время как неравенство в образовании привлекло широкое внимание ученых, пространственным структурам школ или, более конкретно, пространственному равенству средних школ уделялось мало внимания [14].

В последние годы внимание уделялось строительству и развитию новых образовательных центров, но не их пространственному распределению по городам [15]. Расстояние между домом и школой имеет решающее значение для мобильности детей и равенства в образовании. По сравнению с системами зачисления, основанными на выборе, в системах, основанных на близости, гораздо меньше внимания уделено расстоянию до школы, как будто институциональный механизм распределения детей в близлежащие школы может избежать проблемы больших расстояний до школы [16]. Образовательные учреждения являют собой оплот построения здорового населения, способного покрывать свои нужды за счет высокоинтеллектуальных граждан. Основной базис закладывается при обучении в стенах школ, что во временном периоде занимают наибольшую часть (от 9 до 11 лет, согласно стандартам Министерства образования Республики Казахстан). Дефицит мест в школах является проблемой, текущей наравне с необратимым ростом города, а в нашем случае и Алмалинского района. Алмалинский район в сфере образования представлен 42 организациями, 29 из которых государственные, а 13 — частные.

2020–2021 учебный год представлен контингентом учащихся в количестве 36258 школьников, из которых 33169 обучались в государственных школах, а 3089 — в частных. 2021 год ознаменовался строительством двух пристроек на 300 ученических мест к гимназии № 34 и школе-гимназии № 144, но за последние десятилетия не зафиксировано строительство ни одной государственной школы, что позволило бы повысить уровень оказания образовательных услуг согласно веяниям нового цифрового века. Данная конъюнктура основывается отчасти и по причине наименьшего естественного прироста населения в течение последних лет в разрезе районов (722 человек на 2021 год), в разы уступая лидеру в данном показателе за 2021 год — Алатаускому с показателем в 7148 человек [17]. Данный факт является одним из составляющих, но не стоит забыть и о других параметрах, а именно плотности населения и исторически сложившейся территории района, являющегося наименьшим из 8 районов города Алматы.

Целью данного исследования было изучение существующей ситуации по имеющимся школьным учреждениям и выявление проблемных участков с повышенным спросом на образовательные услуги.

Задачами исследования являлись:

- сбор открытых данных по образовательным учреждениям и микроучасткам Алмалинского района;
- создание сервисных зон с дистанцией в 500 м для определения границ, соответствующих концепции «объектов в шаговой доступности»;
- вычисление количественных показателей в каждой сервисной зоне с применением инструментария пространственного анализа;
- приведение теоретических рекомендаций по повышению качества предоставления образовательных услуг, определению потенциальных зон для размещения новых школ, а также по пересмотру границ существующих микроучастков.

Объекты и методы исследования

Объект исследования: образовательные учреждения Алмалинского района города Алматы.

Исходные данные: «Динамика основных социально-демографических показателей по городу Алматы» [18], «Итоги работы за 2021 год» [17], «Карта микроучастков» и «Рейтинг школ за 2020 год» [19] и открытые данные (количество населения за 2020 год; плотность населения за 2020 год; количество населения в возрасте 0–14 за 2020 год; общее количество домовладений за 2020 год) компании ESRI [20], интегрирование на основе платформы ArcGISPro.

Методы исследования: Сбор «сырых» данных с последующим прикреплением координат посредством интегрировании файла *csv*. (Comma-Separated Values) и последовавший за ним анализ сервисных зон согласно дистанции в 500 м с учетом фактора сопротивления, что позволило нанести на карту — актуализированную сервисную зону с внесением объектов, усложняющих построение маршрутов от объектов образования (рис. 1).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
№ школы	Школа	Вид школы	Язык обучения	Учлен обучения	Адрес	Год основания	Сайт школы	Количество учеников (2020)	Количество преподавателей	Широта [LAT]	Долгота [LON]
№8	ШГ-8	Школа-Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Кабанбай батыра 125/105а	1967	http://8.alschool.kz/	1170	86	43.248812	76.921979
№15	Г-15	Гимназия	Смешанный	Общеобразовательная	Гоголя 133	1937	http://15.alschool.kz/	2022	144	43.260129	76.930885
№16	ОШ-16	Школа	Смешанный	Общеобразовательная	Шарипова 23	1936	http://16.alschool.kz/	1080	93	43.259235	76.921184
№18	Г-18	Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Радоствова 38	1978	http://18.alschool.kz/	1067	79	43.246500	76.892060
№24	Л-24	Лицей	Казахский	Общеобразовательная	Тоголы 187	1937	http://24.alschool.kz/	489	38	43.252600	76.932662
№25	КТУ "Гимназия №25 им.И.Есенберлина"	Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Кабанбай батыра 128	1937	http://25.alschool.kz/	808	64	43.248839	76.937971
№34	Г-34	Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Брукслевского 15	1984	http://34.alschool.kz/	2026	94	43.253486	76.874788
№36	Г-36	Гимназия	Казахский	Общеобразовательная	Масани 70	1935	http://36.alschool.kz/	824	0	43.248128	76.930311
№39	Л-39(прием на конкурсной основе)	Лицей	Казахский	Специализированная	Толе би 74/1	1933	http://39.alschool.kz/	936	75	43.253889	76.938974
№46	Г-46	Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Карасай батыра 157	1989	http://46.alschool.kz/	1436	85	43.249517	76.909304
№54	КТУ КРСШ №54 им.И.В.Панфилова	Школа-Лицей	Русский	Специализированная	Панфилова 68/73	1938	http://54.alschool.kz/	797	66	43.262218	76.940116
№55	ОШ-55	Школа	Русский	Общеобразовательная	Аулова 36	1937	http://55.alschool.kz/	1011	57	43.249865	76.903067
№58	ОШ-58	Школа	Казахский	Общеобразовательная	Тургут Озала 30	1980	http://58.alschool.kz/	622	0	43.254841	76.881299
№62	Г-62	Гимназия	Казахский	Общеобразовательная	Туркенева 4	1991	http://62.alschool.kz/	1130	0	43.256135	76.878546
№67	ОШ-67	Школа	Казахский	Общеобразовательная	Розыбакиева 31в	1965	http://67.alschool.kz/	534	56	43.242593	76.883488
№75	ОШ-75	Школа	Русский	Общеобразовательная	Туркенева 176	1955	http://75.alschool.kz/	781	62	43.243089	76.880373
№79	Г-79	Гимназия	Русский	Общеобразовательная	ул. Карасай батыра 205	1981	http://79.alschool.kz/	1601	103	43.248687	76.898788
№90	Л-90(прием на конкурсной основе)	Лицей	Смешанный	Специализированная	чайковского 28	1938	http://90.alschool.kz/	514	74	43.267019	76.937286
№95	ОШ-95	Школа	Русский	Общеобразовательная	Шарипова 53	1984	http://95.alschool.kz/	1446	101	43.256976	76.920864
№96	ОШ-96	Школа	Смешанный	Общеобразовательная	Тлендиева 35	1964	http://96.alschool.kz/	1760	100	43.253588	76.870176
№120	Г-120	Гимназия	Смешанный	Специализированная	Курмангазы 74/143	1970	http://120.alschool.kz/	1332	84	43.248371	76.931613
№124	ОШ-124	Школа	Смешанный	Общеобразовательная	Богенбай батыра 260	1985	http://124.alschool.kz/	516	70	43.289351	76.904298
№128	ОШ-128	Школа	Казахский	Общеобразовательная	Жаронова 18	1987	http://128.alschool.kz/	790	70	43.245504	76.900527
№134	Л-134	Лицей	Русский	Общеобразовательная	Жаронова 24	1989	http://134.alschool.kz/	699	49	43.241932	76.900061
№135	ОШ-135	Школа	Русский	Общеобразовательная	Ключева 49	1989	http://135.alschool.kz/	819	0	43.241952	76.900711
№136	ОШ-136	Школа-Гимназия	Казахский	Общеобразовательная	Байзақова 130	1989	http://136.alschool.kz/	765	76	43.254878	76.912082
№144	ШГ-144	Школа-Гимназия	Русский	Общеобразовательная	Туркенева 93	отсутствует	http://144.alschool.kz/	1102	0	43.250726	76.878105
№147	КТУ "Гимназия №147"	Гимназия	Казахский	Общеобразовательная	Абылай хана 20	1936	http://147.alschool.kz/	1072	0	43.269525	76.940467
№167	ОШ-167	Школа	Казахский	Общеобразовательная	Тургут Озала 45	1992	http://167.alschool.kz/	1089	83	43.256174	76.879072

Рисунок 1. Сбор данных по образовательным учреждениям с добавлением координат в формате *csv* (Comma-Separated Values) [19]

Сбор данных предполагал обращение к открытым источникам с целью получения списка государственных образовательных учреждений, так как частные не имеют за собой необходимости в учете. Отсутствие необходимости в учете выражено, в первую очередь, по социально-экономической причине, так как не каждая семья может позволить себе обучение в частной школе за определенную плату. Повсеместный сбор данных привел к тому, что в основу анализа были взяты 29 государственных школ: школа-гимназия № 8, гимназия № 15, общеобразовательная школа № 16, гимназия № 18, лицей № 24, гимназия № 25, гимназия № 34, гимназия № 36, лицей № 39, гимназия № 46, школа-лицей № 54, общеобразовательная школа № 55, общеобразовательная школа № 58, гимназия № 62, общеобразовательная школа № 67, общеобразовательная школа № 75, гимназия № 79, лицей № 90, общеобразовательная школа № 95, общеобразовательная школа № 96, гимназия № 120, общеобразовательная школа № 124, общеобразовательная школа № 128, лицей № 134, общеобразовательная школа № 135, школа-гимназия № 136, школа-гимназия № 144, гимназия № 147 и общеобразовательная школа № 167.

Следом необходимо было обратиться к имеющейся структуре, согласно которой производится прием школьников в образовательные учреждения. Данный процесс основывается на созданных географических зонах, что именуются микроучастками. Каждый микроучасток покрывает определенную территорию с охватом близлежащих образовательных учреждений в зависимости от формы обучения (школы со смешанным обучением, а также с казахским и русским языками обучения). Список микроучастков Алмалинского района представился в следующем порядке в количестве 29 зон (в скобках были указаны школы, привязанные для поступления по определенному микроучастку): № 1 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 36 и общеобразовательная школа № 124; для обучающихся на русском языке: школа-гимназия № 8), № 2 (для обучающихся на казахском и русском языках: гимназия № 15), № 3 (для обучающихся на казахском и русском языках: общеобразовательная школа № 16), № 4 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 67; для обучающихся на русском языке: гимназия № 18), № 6 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 36; для обучающихся на русском языке: гимназия № 25), № 10 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 124; для обучающихся на русском языке: гимназия № 46), № 12 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 124; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 55), № 14 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 62; для обучающихся на русском языке: гимназия № 34), № 16 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 67; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 75 с наличием инклюзивного образования), № 17 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 128; для обучающихся на русском языке: гимназия № 79), № 19 (для

обучающихся на казахском языке: школа-гимназия № 136; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 95), № 20 (для обучающихся на казахском и русском языках: общеобразовательная школа № 96), № 21 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 36; для обучающихся на русском языке: специализированная гимназия № 120); № 25 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 124 и общеобразовательная школа № 128; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 135), № 27 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 58; для обучающихся на русском языке: школа-гимназия №144), №29 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 167; для обучающихся на русском языке: гимназия № 34), № 30 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 147; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 16), № 31 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 147; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 95), № 32 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 147; для обучающихся на русском языке: школа-лицей № 54), № 33 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 147; для обучающихся на русском языке: гимназия № 25), № 34 (для обучающихся на русском языке: гимназия № 25; для обучающихся на казахском: общеобразовательная школа № 16), № 35 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 62; для обучающихся на русском языке: гимназия № 34), № 36 (для обучающихся на казахском языке: гимназия № 62; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 96), № 37 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 167; для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 96), № 38 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 128; для обучающихся на русском языке: гимназия № 18), № 39 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 58; для обучающихся на русском языке: гимназия № 18), № 40 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 128, для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 55), № 41 (для обучающихся на казахском языке: общеобразовательная школа № 167, для обучающихся на русском языке: общеобразовательная школа № 75) и № 42 (для обучающихся на казахском/русском языках: общеобразовательная школа № 124).

На основании полученных открытых данных были произведены процессы по анализу расположения, близости учреждений по отношению к обозначенным микроучасткам, а также определения зон сервиса каждой школы на расстоянии в 500 метров с последующим наполнением открытыми данными от компании ESRI на платформе ArcGISPro с применением инструмента обогащения данных (EnrichTool) [20].

Результаты и их обсуждение

Рост городов, происходящий исключительно в ответ на эти фундаментальные факторы, нельзя считать социально нежелательным, но три сбой на рынке могут исказить их функционирование, нарушив распределение земель между сельскохозяйственными и городскими видами использования и оправдав критику разрастания городов. Это неспособность учесть преимущества открытого пространства, чрезмерные поездки на работу из-за неспособности учесть социальные издержки заторов и неспособность заставить новую застройку оплачивать расходы на инфраструктуру, которые она порождает. Точными средствами устранения этих рыночных сбоев являются два вида налогов на развитие и плата за проезд в пробках, взимаемая с пассажиров пригородных поездов. Каждое из этих средств приводит к уменьшению пространственных размеров города [21]. Части объектов общественного обслуживания, таких как школы, больницы или правительственные здания, которые обеспечивают основные городские функции, могут лучше удовлетворять общественные запросы, продвигая элементы «умных городов» [22]. Между социальным капиталом, дизайном и разнообразием существуют позитивные взаимосвязи, в то время как влияние плотности населения на социальный капитал отрицательное и неясное [23]. Участие в социальной деятельности и формирование социальных связей, сетей и капитала имеют решающее значение не только для формирования качества жизни и здоровья отдельного человека, но и для создания социально устойчивых сообществ [24]. Политика открытого зачисления предполагает, что учащиеся, живущие в неблагополучных районах, могут посещать лучшие школы за пределами своего района. Однако характеристики отдельных лиц, качество школьного образования и характеристики района взаимодействуют очень сложным образом, создавая разнородные модели выбора школы на местных образовательных рынках [25]. Территориальное равенство при предоставлении образовательных услуг является важнейшим элементом создания здоровых и радостных условий жизни в городах [26]. Неравенство в образовании является серьезной соци-

альной проблемой в развивающихся странах [27]. Полезность пространственных перспектив в исследованиях в области образования хорошо известна, особенно в таких областях, как выбор школы, которые реализуются в различных институциональных, демографических и местных географических регионах.

Но способы пространственного исследования, даже если они потенциально могут быть использованы в комплексных исследовательских стратегиях, как правило, фрагментированы и изолированы, не принимая во внимание многочисленные аспекты контекстуальных факторов [28]. Оптимальное распределение образовательных ресурсов было актуальной проблемой, и изучение доступности образовательных учреждений в бедных районах помогает разумно планировать расположение образовательных учреждений и способствовать сбалансированному развитию образования [29].

За последние годы накопился значительный объем исследований политики в области географического образования, поскольку исследователи из самых разных дисциплин признали ценность изучения явлений образования с пространственной точки зрения [30]. Хотя важность образования для детей раннего возраста хорошо задокументирована, доступу к учреждениям для обучения детей раннего возраста уделяется недостаточное внимание. Неравномерное распределение учреждений для дошкольного образования в изолированных городских районах может привести к неравенству образовательных возможностей [31]. Социальное неравенство демонстрирует тенденцию к усилению в результате распределения социально-экономических групп и пространственных удобств и недостатков. Учитывая их приверженность принципам пространственного равенства, важно понять, вписываются ли государственные услуги в эту модель или, наоборот, обеспечивают одинаковый уровень доступности для различных социально-экономических групп [32]. Образование является одним из важнейших аспектов жизни человека, способствующим экономическому и социальному благополучию. Отсутствие надлежащего доступа к образовательным услугам для детей может сказаться на их общем благополучии. Кроме того, недостаточное предложение образовательных возможностей может усилить социальное неравенство [33]. Политика выбора школы направлена на расширение доступа к образованию путем ослабления связи между местом жительства учащегося и выбранным им набором, но длительные поездки на работу и другие барьеры могут помешать семьям выбирать школы, которые в противном случае были бы желательны [34]. Пространственная визуализация и рендеринг социальных проблем — бесценная стратегия для осуществления изменений в политике. По мере того, как города все больше переходят к «депространственной» географии школьного образования, где зоны охвата в меньшей степени определяют, где учащийся посещает школу, важно учитывать, где находятся желательные школы, а где их нет. Более детальная визуализация расположения школ, чем демографические данные по районам, предлагает новую перспективу для изучения (не) предполагаемых последствий закрытия школ для учащихся, сообществ и развития [35].

Данное исследование позволило взглянуть на проблему под другим углом, а именно с применением геоинформационных технологий, основывающихся на визуализации объектов с внесением ряда атрибутивных данных. Данные, примененные в настоящем исследовании, являются исконно открытыми и представлены за 2020–2021 год. Ежегодный прирост школьников из года в год равняется в среднем около 10 %, что повышает уровень дефицита ученических мест и приводит к необходимости строительства новых государственных образовательных учреждений с ведением смешанного (на казахском и русском языках) образования. Для детального рассмотрения вопросов по количеству оказываемых услуг в образовательной сфере возникла необходимость в индивидуальном подходе при изучении каждого из микроучастков и образовательных учреждений. В общей пропорции от количества населения (~223,3 тысяч на 2021 г.) контингент школьников государственных образовательных учреждений составляет 14,85 %. В расчете на 2020 год, численность школьников в Алмалинском районе была равна 30738 ученикам, обучающихся в 29 государственных школах (~1059 учеников в среднем на одну школу). Следующий учебный год (2020–2021) зафиксировал рост количества обучающихся согласно среднему значению в 10 % и составил 33169 учеников (~1143 ученика в среднем на одну школу), что равно приросту на 100 человек в среднем на каждую школу, но компенсация дефицита ученических мест в Алмалинском районе производится лишь за счет строительства пристроек к имеющимся школам и без возведения новых объектов. В свою очередь, количество обучающихся в количестве 3089 расположились в 13 частных школах (~237 ученика в среднем на одну школу), что демонстрирует разницу в условиях для качественного предоставления образовательных услуг. Ниже следующий анализ был основан на 29 государственных школах и 29 микроучастках, распределяющих

учеников к наиболее близко расположенным учебным заведениям, в зависимости от имеющей загрузки (рис. 2).

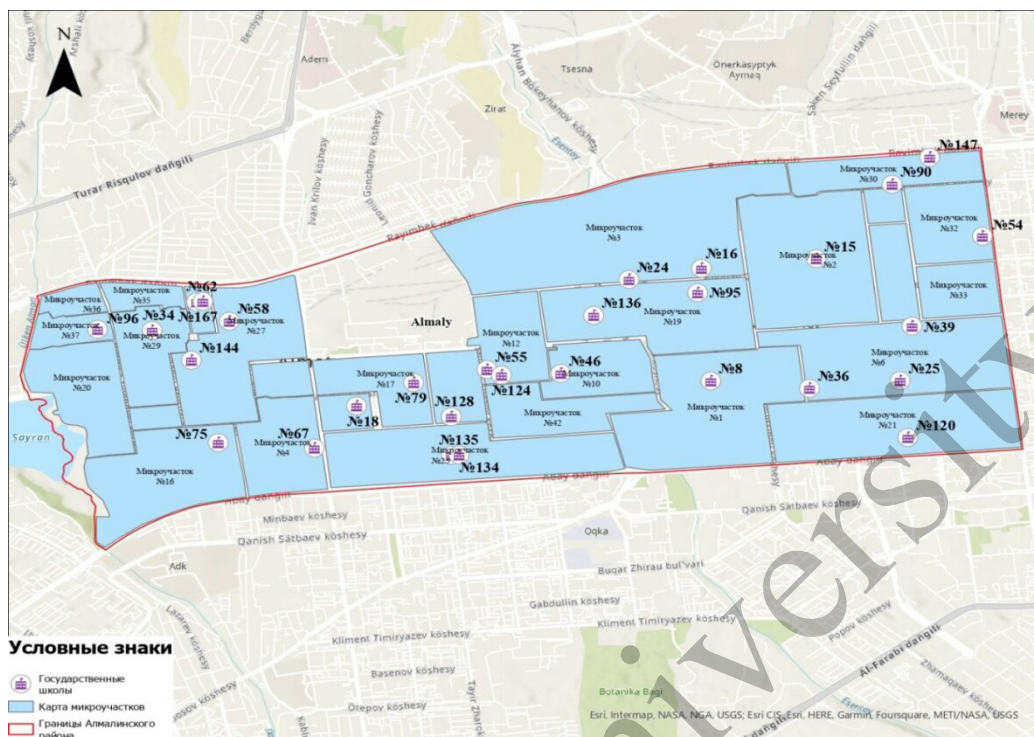


Рисунок 2. Карта школ и микроучастков Алмалинского района [19]

Первым в списке микроучастков идет участок № 1 площадью около 117 га с охватом улиц Абая, Байзакова, Жамбыла, Кожамкулова, Богенбай батыра и Байтурсынова, где для обучающихся предоставлены 3 учебных заведения — гимназия № 36 и общеобразовательная школа № 124 для обучающихся на казахском языке, а для обучающихся на русском языке — школа-гимназия № 8. Общеобразовательная школа № 124 является смешанной, то есть обучение предоставляется в двух формах — на русском и казахском языках. Гимназия № 36 расположена на территории микроучастка № 6 и средняя дистанция от домов (в пример взят дом № 138 по улице Шагабутдинова) по микрорайону № 1 составляет порядка 800 метров, а с учётом пешего маршрута в среднем около 1 километра. На 2020–2021 учебный год в гимназии № 36 числилось 824 школьника и с учетом ежегодного прироста в 10 % имеет более высокий показатель на 2022–2023 год. Сервисная зона в 500 метров до данной школы по отношению к микроучастку № 1 распространяется на север до улицы Богенбай батыра, а на запад до улицы Байтурсынова, что охватывает лишь восточную часть микроучастка № 1. Согласно открытым данным ESRI за 2020-й год, в сервисной зоне (500 м) гимназии № 36 проживали 438 детей (от 0 до 14 лет), что составляет 22,58 % от общего количества жителей в упомянутой выше сервисной зоне. Общеобразовательная школа № 124 со смешанной формой образования расположена на территории микроучастка № 12, и средняя дистанция от домов микроучастка № 1 составляет порядка 1,5 км, а с учетом построения маршрута — более 2 км.

На 2020–2021 учебный год в данной школе числилось 516 учеников. Сервисная зона в 500 м никак не соответствует микроучастку № 1, ограничиваясь пересечением улиц Исаева и Кабанбай батыра. Школа-гимназия № 8 является единственным образовательным учреждением из трех перечисленных, что располагается на территории микроучастка № 1. На 2020–2021 учебный год в данной школе числилось 1170 учеников. Исходя из центра микроучастка № 1, средняя дистанция до школы-гимназии составляет порядка 570 метров, что соответствует концепции «объектов в шаговой доступности». В обозначенный нами временной период на территории микроучастка № 1 в эксплуатацию были введены 4 комплекса: жилые комплексы «Lamiya», «Palladium», «Double Star» в 2021-ом году и «Qarasai Park» в 2022-ом году, что потенциально увеличит количество нуждающихся в образовательных услугах.

Микроучасток № 2 площадью порядка 115 гектаров имеет охват улиц Толе би, Байтурсынова, южнее Макатаева и Наурызбай батыра. Гимназия № 15 является образовательным учреждением, направленным на оказание услуг со смешанным типом обучения. На 2020–2021 учебный год в данной гимназии числилось 2022 ученика, а сама гимназия была образована в 1937-ом году. Данный показатель является наивысшим по району наряду с гимназией № 34, предоставляющей образовательные услуги на русском языке. Сервисная зона в 500 м покрывает центральную часть микроучастка № 2 и средняя дистанция от наиболее удаленно расположенных домов составляет порядка 750 м, но в рамках повышения безопасности передвижения есть необходимость в пересмотре границ микроучастка, так как треть зоны расположена за широким проспектом Сейфуллина, что увеличивает риск для обучающихся. На территории микроучастка за последнее время были введены жилые комплексы Dial Residence (2022-ой год) и Elif Towers (2019-ый год), а на 2024-ый год запланировано введение в эксплуатацию жилого комплекса «Meridian Apartments». Перспективными зонами для строительства новых образовательных учреждений могут послужить складские зоны за торгово-развлекательным центром «MegaPark», а также участок в квадрате улиц Байтурсынова–Гоголя–Масанчи–Айтеке би с кадастровым номером 20-311-004-019, обозначенный для строительства административного здания, но неуказанного типа.

Территория микроучастка № 3 состоит из трех секторов: складского (производственного), частного и многоквартирных домов в практически идентичной пропорции. В плане развития города производственный сектор, расположенный в Алмалинском районе, планируется перенести для дальнейшей переориентации используемой территории. Дополнительно к имеющемуся планам был бы перспективным поэтапный выкуп земель частного сектора для реорганизации под новые многоквартирные жилые массивы и государственные учреждения, так как частный сектор провоцирует расползание городской территории и, тем самым, как следствие, жители города имеют дополнительное расстояние для преодоления. Дополнительно к сказанному выше стоит отметить и то, что ряд улиц сужается и вынуждено обрывается на частном секторе, что нарушает сеточную дорожную инфраструктуру и на их месте для подъезда образовались узкие улицы, понижающие транспортную доступность и оказание услуг службами экстренной помощи.

Микроучасток № 3 представлен двумя образовательными учреждениями — лицеем № 24 и общеобразовательной школой № 16. Лицей № 24 предоставляет образование на казахском языке и прием осуществляется с 5-го класса, что представлено на карте микроучастков, так как для детей представлена лишь одна школа с «полным» образованием — общеобразовательная школа № 16. На 2020–2021 учебный год в данной школе обучалось 1060 школьников, что является показателем немногим ниже среднего уровня загруженности. Среднее расстояние по микроучастку составляет порядка 800 м, а от отдаленных участков может достигать 2 км. Под указанную ранее нами производственную зону уже производится выкуп земельных участков, что реализовывается частными строительными компаниями, под новые жилые комплексы. С 2019 по 2022 годы были введены в эксплуатацию следующие жилые комплексы: «MB 52», «Atlant», «ЖК на Ташкентской» в 2019-ом году, «12 месяцев», в 2021-ом году и «Auezov City» в 2022-ом году. К перечисленным выше жилым комплексам в 2023-м году добавятся «Raimbek Park», «Life town», «Almatym» и «Millenium Park», что в разы повысит нагрузку на имеющуюся социальную инфраструктуру. Согласно планам застройщиков лишь у застройщика «Auezov City» на территории предусмотрено школьное учреждение, но будет ли оно частным или государственным — неизвестно.

Микроучасток № 4 располагается полигоном по улицам Абая–Тургут Озала–Кулымбетова–Гайдара–Карасай батыра–Розыбакиева. Обучающиеся на казахском языке прикреплены к общеобразовательной школе № 67, а на русском языке к гимназии № 18, располагающейся на территории микрорайона № 38. Микроучасток № 4 является частью исторически сложившегося района «Тастак», что ярко выражается в массивной частной застройке и наличием ряда узких и «кривых» улочек, противоречащих сеточной структуре, формировавшейся еще с момента создания крепости Верный. Концепция шаговой доступности соблюдена отчасти, так как в сервисной зоне школы № 67 находятся в большей части частные массивы, а для посещения гимназии № 18 школьникам есть необходимость в пересечении улица Розыбакиева, являющейся одной из наиболее загруженных в городском пространстве. В 2022-ом году планируется сдача в эксплуатацию жилого комплекса «Oner», подающего определенные надежды на поэтапную реорганизацию городской среды с постепенным отказом от частных жилых массивов в центральной части в угоду многоквартирным жилым домам, последующей реорганизации и расширения улиц для создания выделенных полос под общественный транспорт, а

также выкупа частных земель под создание социальной инфраструктуры. Исторический район Тастака, за исключением Тастака–1, Тастака–2, Тастака–3 (но с учетом имеющейся частной застройки), на сегодняшний день во многом не отвечает стандартам городского пространства и нуждается в реорганизации всех компонентов с учетом исторически сложившейся застройки в районах Тастак–2 и Тастак–3 (рис. 3).

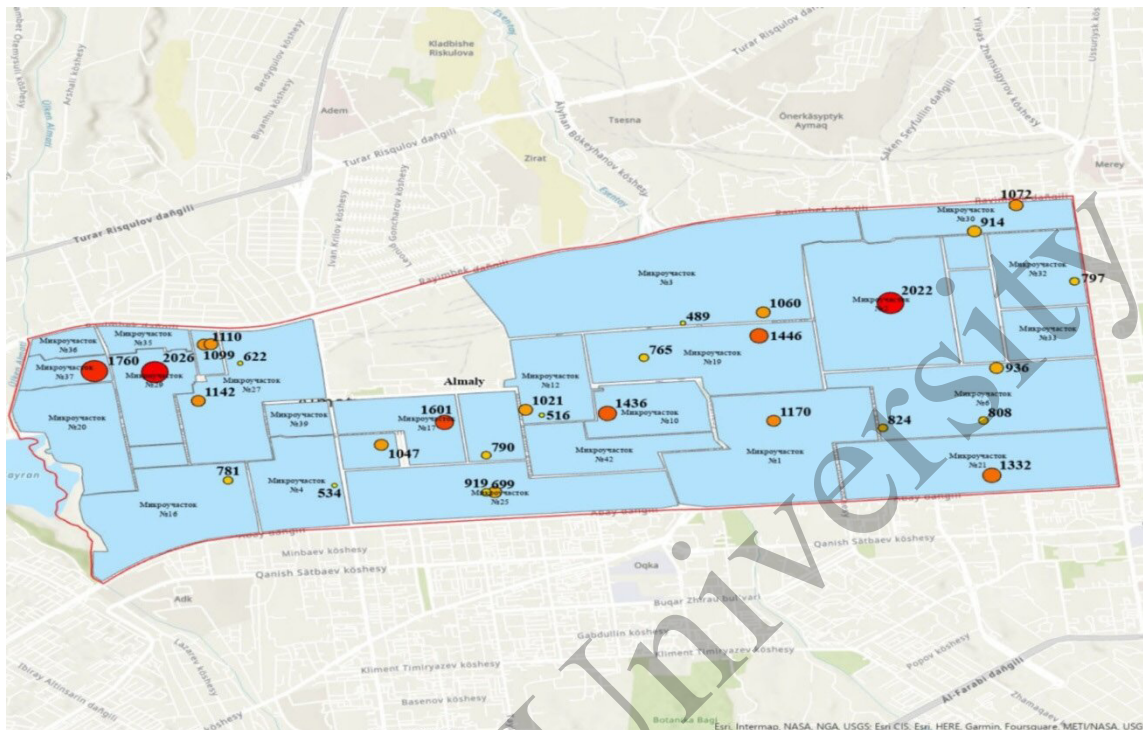


Рисунок 3. Количество учеников по образовательным учреждениям [19]

Микрорайон № 6 охватывает участок по улицам Назарбаева–Жамбыла–Масанчи–Богенбай батыра–Байтурсынова–Толе би и имеет на своей территории 3 образовательных учреждения — лицей № 39 и гимназия № 36 с казахским языком обучения и гимназия № 25 с русским языком обучения. Согласно стандартам микрорайона, обучающиеся на русском языке могут обучаться в гимназии № 25, а на казахском языке — в гимназии № 36. Среднее расстояние до образовательных учреждений варьируется от 250 до 700 м, а максимальное может достигать 1,5 км. На 2020–2021 учебный год в гимназии № 25 числилось 808 обучающихся, а в гимназии № 36 — 824, что является показателем ниже среднего уровня по Алмалинскому району. В плане транспортной доступности территория данного микрорайона является одной из наиболее удобных, так как есть доступ к улицам с односторонним движением и выделенными полосами для общественного транспорта в противоположную сторону (улицы Богенбай батыра и Кабанбай батыра), а также ряд улиц с односторонним движением (улицы Наурызбай батыра и Желтоксан). Дополнительным преимуществом является наличие линии метрополитена на относительно доступном расстоянии, что повышает, в целом, мобильность граждан данного микрорайона. На территории данного микрорайона № 6 замечено лишь одно потенциальное строительство — ЖК на пересечении улиц Толе би и Панфилова, но в данный момент ведутся проектные работы.

Микрорайон № 10 находится на участке по улицам Кабанбай батыра–Манаса–Карасай батыра–Исаева–Толе би–Кожамкулова. Для обучающихся на казахском языке здесь представлена общеобразовательная школа № 124 (находится на территории микрорайона № 12), а для обучающихся на русском языке — гимназия № 46. Средняя дистанция до образовательных учреждений составляет от 350 до 800 м, что соответствует в большей степени концепции «шаговой доступности» и также преимуществом является отсутствие крупных проспектов на территории микрорайона. На 2020–2021 учебный год в гимназии № 46 числилось 1436 учащихся, что в полтора раза превышает среднюю норму по Алмалинскому району, а в общеобразовательной школе № 124 числилось 516 учащихся. Здесь необходимо учитывать два факта для понимания загруженности гимназии № 46, помимо разницы в ко-

личестве обучающихся в сравнении со школой №124. Первый факт заключается в том, что общеобразовательная школа № 124 является смешанной, то есть, помимо обучающихся на казахском языке, есть и обучающиеся на русском языке. Второй факт заключается в том, что, несмотря на солидную разницу (в 3 раза) в количестве учеников, количество преподавателей является практически схожим — 70 в школе № 124 и 85 в гимназии № 46.

Микроучасток № 12 охватывает квадрат улиц Карасай батыра–Ауэзова–Гоголя–Исаева с наличием на территории упомянутой выше общеобразовательной школы № 124 и общеобразовательной школы № 55. Для обучающихся на казахском языке здесь обозначена школа № 124, а для обучающихся на русском языке — № 55. О школе № 124 говорилось немногим выше и есть смысл сфокусировать внимание на школе № 55 — на 2020–2021 учебный год в ней числилось 1021 обучающийся (при 57 преподавателях), что соответствует среднестатистическому уровню по Алмалинскому району. Из нововведенных жилых комплексов значится лишь жилой комплекс «Assem Plaza», сданный в эксплуатацию в 2020 году. Нахождение данного микроучастка с производственной базой, что планируется перенести в среднесрочной перспективе, может привести к новой вехе развития данного участка Алмалинского района, так как стартовало это все с пробивки улицы Ауэзова от улицы Гоголя до проспекта Райымбека с параллельным отводом земель для частных застройщиков.

Микроучасток № 14 имеет охват улиц Дуйсенова–Туркебаева–Райымбека–Тургут Озала с наличием на территории гимназии № 62 и общеобразовательной школы № 167 с казахским языком обучения. Обучающиеся, проживающие на территории микроучастка № 14, с казахским языком обучения идут в гимназию № 62, а с русским языком — в гимназию № 34, расположенную на территории микроучастка № 29. В гимназии № 62 на 2020–2021 учебный год числилось 1110 учащихся, что немногим выше среднего показателя, но имеет повышенную нагрузку с учетом ежегодного прироста в 10 %, а в гимназии № 34 — 2026 учеников (при 94 преподавателях), что является наивысшим показателем по Алмалинскому району. Строительство пристройки к гимназии № 34 на 300 человек имеет потенциал к покрытию нагрузки, но прирост учащихся является перманентным и в перспективе приведет к необходимости организации новых учебных мест. Необходимо еще учитывать тот факт, что строительство пристроек является временным решением, и у расширения территории учебного учреждения есть свои ограничения, а количество учеников, в 2020–2021 учебном году превышавшее среднее количество обучающихся по Алмалинскому району в два раза, будет расти, так как исторический район Тастака поэтапно осваивается частными застройщиками, а те жилые комплексы, что были построены в последние годы, не подпадали под требование организации образовательных учреждений при жилых комплексах.

Микроучасток № 16 находится на территории исторического района Тастак и в настоящее время является одним из наиболее застраиваемых в рамках точечной застройки. Границы данного микроучастка проходят по береговой территории озера Сайран и улиц Шакарима, Глендиева, Кулымбетова, Тургут Озала и Абая, имея территорию порядка 85 га. На территории микроучастка имеется общеобразовательная школа № 75 с инклюзивным образованием и обучением на русском языке, куда собственно и направлены ученики данного микроучастка. Для обучающихся на казахском языке представлена образовательная школа № 67, располагающаяся на территории микроучастка № 4, ранее описанного при ведении данного исследования. Школа № 75 на 2020–2021 учебный год исчислялась 781 учеником (при 62 преподавателях), что ниже среднего показателя по Алмалинскому району, но необходимо учитывать тот факт, что данная школа не предоставляет смешанный формат обучения. Расстояние до школы № 75 варьируется от 400 до 900 м, что, в целом, объясняется фактором наличия частного жилого массива. До школы № 67, описанной ранее при рассмотрении микроучастка № 4, расстояние для школьников микроучастка № 16 варьируется в значениях от 900 до 1300 м, что является неудовлетворительным показателем. На территории микроучастка имеется ряд жилых комплексов — «Манхэттен», «Жагалау» и «Алтын Булак», введенные в эксплуатацию в 2012-ом году, а также новый жилой комплекс «LakeTown», введенный в 2021-ом году. Поэтапное освоение исторического района Тастака необходимо производить с отведением земель для организации инфраструктуры, так как в настоящее время образовательные учреждения на территории микроучастка № 16 не соответствуют концепции «шаговой доступности», и в перспективе новые квадратные метра жилья могут усилить нагрузку на имеющуюся образовательную инфраструктуру.

Микроучасток № 17 имеет охват границ по улицам Жамбыла–Гагарина–Карасай батыра–Толеби–Жарокова. Для обучающихся на казахском языке здесь представлена общеобразовательная школа № 128 (расположена на территории микроучастка № 40), а для обучающихся на русском языке —

гимназия № 79. На 2020–2021 у 79 — 1601 (при 103 преподавателях), что является четвертым показателем по загруженности в Алмалинском районе. Микроучасток № 17 располагается по соседству с производственной зоной, что в перспективе будет перенесена, а освободившиеся территории в перспективе перейдут под всестороннее развитие, но на сегодняшний день имеются лишь участки под строительство жилых массивов (например, «Auezov City»). На территории микроучастка № 17 не имеется новых жилых комплексов, но выше на территории производственного сектора в 2021-ом году был сдан в эксплуатацию жилой комплекс «Nomad 2», к территории коей наиболее доступной в настоящее время являются те же образовательные учреждения.

Микроучасток № 19 располагается в квадрате улиц Исаева–Гоголя–Байтурсынова–Богенбай батыра–Кожамкулова—Толе би. Обучающиеся на казахском языке закреплены за школой-гимназией № 136, а обучающиеся на русском языке — за общеобразовательной школой № 95. В 2020–2021 учебном году в школе-гимназии № 136 числилось 765 учеников (при 76 преподавателях), а в школе № 95 — 1446 (при 81 преподавателе), что равно пятому показателю загруженности по Алмалинскому району. Из новых введенных квадратных метров жилья выделяются жилой комплекс «Кауга», введенный в 2018-ом году и клубный дом «Sorrento», введенный в 2021-ом году.

Микроучасток № 21 располагается в квадрате улиц Жамбыла–Назарбаева–Абая–Байтурсынова. Обучающиеся на казахском языке прикреплены к гимназии № 36, как и школьники с микроучастков № 1 и № 6, а обучающиеся на русском языке прикреплены к гимназии № 120. На 2020–2021 учебный год в гимназии № 120 числилось 1332 (при 84 преподавателях), что на четверть выше среднего показателя по Алмалинскому району. Среднее расстояние до образовательных учреждений варьируется от 300 до 700 м, а максимальное достигает 1300 м. На территории введены в эксплуатацию ряд жилых комплексов, среди которых: «Центральный» в 2018-ом, «Exclusive Life» и «Молодежный» в 2019-ом и «Nur-Ay Residence» в 2021-ом годах, что способствует повышению нагрузки на имеющуюся инфраструктуру.

Микроучасток № 25 располагает территорией в периметре улиц Абая–Розыбакиева–Жамбыла–Ауэзова–Шевченко–Байзакова. На территории микроучастка располагаются 2 образовательных учреждения — лицей № 134 и общеобразовательная школа № 135. Для обучающихся на русском языке предоставлены перечисленная выше школа № 135, а для обучающихся на русском языке — общеобразовательные школы № 124 и № 128. На 2020–2021 учебный год в школе № 135 числилось 919 учащихся, что немногим ниже среднего показателя по Алмалинскому району. Из новых квадратных метров жилья стоит выделить жилой комплекс «Легенда», что был сдан в 2019-ом году и является первым на территории данного микроучастка крупным проектом в процессе точечной застройки Алмалинского района и вдоль улицы Абая.

Микроучасток № 27 образует полигон с охватом улиц Райымбека, Розыбакиева, Толе би, Гайдара, Кулымбетова, Брусиловского, Артёма, Туркебаева, Дуйсенова и Тургут Озала. Для обучающихся на казахском языке здесь предоставлена общеобразовательная школа № 58, где на 2020–2021 учебный год числилось 622 ученика. Для обучающихся на русском языке здесь представлена школа-гимназия № 144, где на 2020–2021 учебный год числилось 1142 ученика. Среднее расстояние по микроучастку варьируется от 300 до 500 м, а максимальное от 700 до 1000 м. Для повышения безопасности учащихся микроучастка есть смысл сокращения участка в районе улицы Толе би для уменьшения вероятности пересечения данной улицы при составлении пути до образовательного учреждения.

Микроучасток № 29 имеет охват улиц Карасай батыра, Тлендиева, Брюллова, Туркебаева, Артём и Брусиловского. Для обучающихся на казахском языке здесь предоставлена общеобразовательная школа № 167, расположенная на микроучастке № 14. Для обучающихся на русском языке здесь предоставлена гимназия № 34, расположенная на территории микроучастка и описанная ранее при рассмотрении микроучастка № 14. Ситуация с данным микроучастком схожа с предыдущим (№ 27), так как в обоих случаях имеется пересечение улицы Толе би, что понижает качественный показатель безопасности (рис. 4).

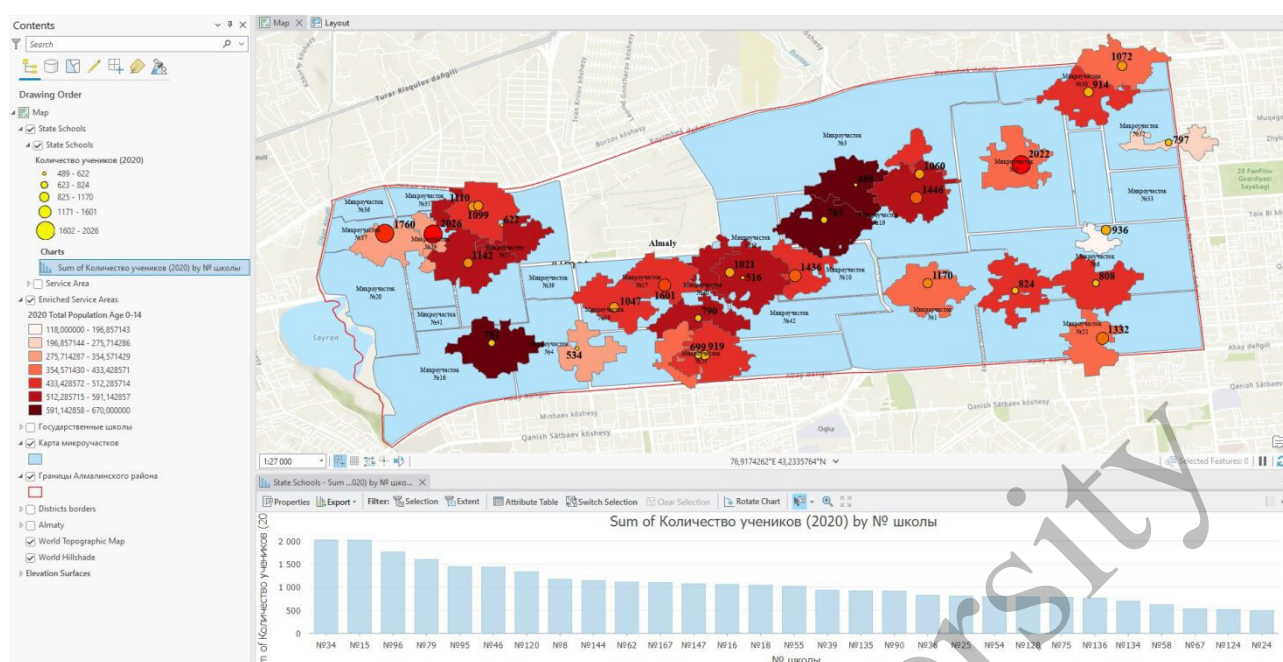


Рисунок 4. Сервисная зона для государственных образовательных учреждений Алмалинского района [19]

Микроучасток № 30 имеет охват улиц Райымбека, Назарбаева, Маметовой и Сейфуллина. Для обучающихся на казахском языке здесь предоставлена гимназия № 147, где на 2020–2021 учебный год числилось 1072 ученика и к ней также прикреплены ученики микроучастков № 31, 32 и 33. Для обучающихся на русском языке здесь представлена общеобразовательная школа № 16, расположенная на территории микроучастка № 3, среднее расстояние до которой варьируется от 1,5 до 2 км.

Микроучасток № 31 расположен по соседству с микроучастком № 30 с охватом улиц Маметовой, Желтоксан, Макатаева и Наурызбай батыра. Обучающиеся на казахском языке имеют доступ к гимназии №147, расположенной на соседнем микроучастке № 30, а обучающиеся на русском языке прикреплены к общеобразовательной школе № 95, расположенной на территории микроучастка № 19, среднее расстояние до коей варьируется от 1,5 до 2 км.

Микроучасток № 32 расположен в квадрате улиц Маметовой–Назарбаева–Гоголя–Желтоксан. Обучающиеся на казахском языке имеют доступ к гимназии № 147, расположенной на соседнем микроучастке № 30, а обучающиеся на русском языке прикреплены к КР СШЛ № 54 имени Панфилова (Казахстанско-Российская специализированная школа-лицей), где на 2020–2021 учебный год числилось 797 учащихся (при 66 преподавателях), и являющейся одной из наиболее безопасных, так как лицевая сторона выходит на пешую улицу и организует беспрепятственную среду.

Микроучасток № 37 имеет охват улиц Дуйсенова–Тлендиева–Бекетова–Грановского–Кавказской и реки Большая Алматинка. Обучающиеся на казахском языке направлены в общеобразовательную школу № 167, расположенную на микроучастке № 14, а обучающиеся на русском языке направлены в общеобразовательную школу № 96, наряду с обучающимися с соседних микроучастков № 36 и 20. На 2020–2021 учебный год в данном учебном учреждении числилось 1760 учеников (при 100 преподавателях), что являлось третьим показателем по загруженности в Алмалинском районе.

Микроучасток № 38 находится в квадрате улиц Карасай батыра–Гагарина–Жамбыла–Розыбакиева. Обучающиеся на казахском языке прикреплены к школе № 128, расположенной на территории микроучастка № 40, наряду с обучающимися с микроучастков № 40, 17 и 25. Для обучающихся на русском языке представлена гимназия № 18 (наряду с обучающимися с микроучастков № 4 и 39), где на 2020–2021 учебный год числилось 1047 учеников (при 79 преподавателях).

Микроучасток № 40 расположен в квадрате улиц Ауэзова–Жамбыла–Жарокова–Толе би. Для обучающихся на казахском языке здесь представлена общеобразовательная школа № 128, а для обучающихся на казахском языке представлена общеобразовательная школа № 55, расположенная на территории микроучастка № 12. Среднее расстояние до перечисленных выше учебных заведений от домов на территории микроучастка № 40 варьируется от 300 до 700 м, что соответствует концепции

«шаговой доступности», и загруженность данных школ равняется среднему значению или же немного ниже.

Отдельно стоит выделить микроучастки, не имеющие на территории образовательных учреждений, — № 20, 33, 34, 35, 36, 39, 41 и 42. Именно на таких микроучастках проявляется недостаточность карты микроучастков, ориентированная на то, чтобы обучающиеся каждого микроучастка имели доступ к образованию на доступном расстоянии.

Заключение

Подводя итоги проведенного анализа, резюмируем, что подтверждается и без того обозначенная проблема дефицита школьных мест, но описанная выше ситуация более детально способна представить картину с учетом географического положения. Наличие 29 государственных школ является недостаточным, что обосновывается и тем, что последнее школьное учреждение было образовано в далёком 1992-ом году. Алмалинский район является одним из лидирующих в вопросе точечной застройки и образования новых рабочих мест, что повышает притягательность данной территории. Подобная тенденция приводит к увеличению количества жителей, что напрямую влияет на спрос в образовательных услугах. Также немаловажным является фактор билингвизма и поэтапное перестроение имеющихся образовательных учреждений под предоставление образовательных услуг на двух языках, так как данный фактор является одной из причин возникновения дефицита мест в образовательных учреждениях.

Концепция комфортной городской среды, ориентируясь на повышение количества объектов по предоставлению услуг, порождает к тому же требования по организации оных в доступном радиусе без необходимости преодоления больших расстояний. Школьники являются частью современного общества, неспособной по своим гражданским правам передвигаться на личном автомобиле без совершеннолетнего, что ограничивает их в вариантах преодоления пути до школьных учреждений. Первоначальным требованием к школьным учреждениям является безопасность обучающихся и преодоление длительных расстояний, в том числе и с пересечением широких проспектов и улиц, снижает указанный показатель. Пересмотр имеющихся в базе микроучастков и увеличение количества школ с соблюдением концепции «объектов в шаговой доступности» позволяют повысить уровень образовательных услуг с уменьшением количества обучающихся в школах, а также снизить нагрузку на преподавательский состав, что, как результат, может привести к улучшению процесса получения знаний.

Список литературы

- 1 Акимат города Алматы (12 сентября 2022 г.). Программа развития города Алматы до 2025 года и среднесрочный план до 2030 года. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/almaty/documents/details/344101?lang=ru>
- 2 Li Y. GIS and urban data science / Y. Li, Q. Zhao, C. Zhong // *Annals of GIS*. — 2022. — Vol. 28 (2). — P. 89-92. <https://doi.org/10.1080/19475683.2022.2070969>
- 3 Torinos-Aguado B. Using Maps to Boost the Urban Proximity: Analysis of the Location of Public Facilities According to the Criteria of the Spanish Urban Agenda / B. Torinos-Aguado, I. Rabanaque, C. López-Escolano // *Sustainability*. — 2022. — Vol. 14 (2). — P. 1-22. <https://doi.org/10.3390/su14148534>
- 4 Logan T. The x-minute city: Measuring the 10, 15, 20-minute city and an evaluation of its use for sustainable urban design / T. Logan, M. Hobbs, L. Conrow, N. Reid, R. Young, M. Anderson // *Cities*. — 2022. — Vol. 131(7). — Article ID 103924. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103924>
- 5 Khaled Al Shawabkeh R. The role of social infrastructure services in developing the city centre planning: A framework for delivering sustainable cities in Jordan / R. Khaled Al Shawabkeh, E. Alobaidat, M. Ibraheem Alhaddad, A. Alzoubay // *Ain Shams Engineering Journal*. — 2022. — Vol. 13 (6). — P. 15. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101800>
- 6 Xu R. Density pattern of functional facilities and its responses to urban development, especially in polycentric cities / R. Xu, W. Yue, F. Wei, G. Yang, T. He, K. Pan // *Sustainable Cities and Society*. — 2021. — Vol. 76. — Article ID 103526. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103526>
- 7 Xu R. City components-area relationship and diversity pattern: towards a better understanding of urban structure / R. Xu, G. Yang, Z. Qu, Y. Chen, J. Liu, L. Shang, S. Liu, Y. Ge, J. Chang // *Sustainable Cities and Society*. — 2020. — Vol. 60(1-2). — Article ID 102272. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
- 8 Elsheikh R. GIS-based Services Analysis and Multi-Criteria for Optimal Planning of Location of a Police Station / R. Elsheikh // *Gazi University Journal of Science*. — 2022. — Vol. 35 (4). — P. 1248-1258. <https://doi.org/10.35378/gujs.828663>

- 9 Ogryzek M. Geospatial tools in the analyses of land use in the perspective of the accessibility of selected educational services in Poland / M. Ogryzek, K. Podawca, A. Cienciola // *Land Use Policy*. — 2022. — Vol. 122 (90). — P. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106373>
- 10 Latham A. Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces / A. Latham, J. Layton // *Geography Compass*. — 2019. — Vol. 13 (7). — Article ID e12444. <https://doi.org/10.1111/gec3.12444>
- 11 Xu R. Inequality of public facilities between urban and rural areas and its driving factors in ten cities of China / R. Xu, W. Yue, F. Wei, G. Yang, C. Yi, K. Pan // *Scientific Reports*. — 2022. — Vol. 12(1). — P. 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17569-2>
- 12 Cai R. Policy-driven education-led gentrification and its spatiotemporal dynamics: Evidence from Shanghai, China / R. Cai, L. Hu, S. He // *Geographical Journal*. — 2022. <https://doi.org/10.1111/geoj.12440>
- 13 Fraser T. Trust but verify: Validating new measures for mapping social infrastructure in cities / T. Fraser, N. Cherdchaiyapong, W. Tekle, E. Thomas, J. Zayas, C. Page-Tan, D.P. Aldrich // *Urban Climate*. — 2022. — Vol. 46. — P. 1-63. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4065162>
- 14 Ye C. Spatial equity in accessing secondary education: Evidence from a gravity-based model / C. Ye, Y. Zhu, J. Yang, Q. Fu // *Canadian Geographer*. — 2018. — Vol. 62 (1). — P. 452-469. <https://doi.org/10.1111/cag.12482>
- 15 Ghodousi M. Spatial-temporal analysis of point distribution pattern of schools using spatial autocorrelation indices in Bojnourd city / M. Ghodousi, A. Sadeghi-Niaraki, F. Rabiee, S.-M. Choi // *Sustainability*. — 2020. — Vol. 12 (18). — P. 1-26. <https://doi.org/10.3390/su12187755>
- 16 Liao C. Is “Attending Nearby School” Near? An Analysis of Travel-to-School Distances of Primary Students in Beijing Using Smart Card Data / C. Liao, T. Dai // *Sustainability*. — 2022. — Vol. 14(7). — P. 1-12. <https://doi.org/10.3390/su14074344>
- 17 Офис Аким Алмалинского района. Результаты работы за 2021. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/almaty-almaly/documents/details/288476?directionId=7404&lang=ru>
- 18 Агентство национальной статистики Агентства стратегического планирования и реформ Республики Казахстан. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://stat.gov.kz/region/268020/statistical_information/industry
- 19 Департамент образования города Алматы. Рейтинг школ за 2020 год. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bilimalmaty.kz/>
- 20 ESRI. — 2022. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.esri.com/en-us/home>
- 21 Brueckner J. Urban sprawl: Diagnosis and remedies / J. Brueckner // *International Regional Science Review*. — 2000. — Vol. 23(2). — P. 160-171. <https://doi.org/10.1177/016001700761012710>
- 22 Chen K. A framework towards the decision-making of public service facilities in smart cities / K. Chen, G. Reichard, J. Yuan, Q. Li // *Construction research congress*. — American Society of Civil Engineers, 2020. — P. 876-885. <https://doi.org/10.1061/9780784482865.093>
- 23 Mazumdar S. The built environment and social capital: A systematic review / S. Mazumdar, V. Learnihan, T. Cochrane, R. Davey // *Environment and Behavior*. — 2017. — Vol. 50 (2). — P. 119-158. <https://doi.org/10.1177/0013916516687343>
- 24 Delmelle E. Social satisfaction, commuting and neighborhoods / E. Delmelle, E. Haslauer, T. Prinz // *Journal of Transport Geography*. — 2013. — Vol. 30. — P. 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.03.006>
- 25 Scandurra R. Opting out of neighbourhood schools: The role of local education markets in student mobility / R. Scandurra, A. Zancajo, X. Bonal // *Population, Space and Place*. — 2022. — Vol. 28(5). — P. 1-15. <https://doi.org/10.1002/psp.2542>
- 26 Ramadan M. Spatial Equity Priority Modeling of Elementary and Middle Schools through GIS Techniques, El-Taif City, Saudi Arabia / M. Ramadan, N. Khairy, H. Alogayell, I. Alkadi, I. Ismail, R. Ramadan // *Sustainability*. — 2022. — Vol. 14(19). — P. 1-21. <https://doi.org/10.3390/su141912057>
- 27 Wu Y. Exploring the Equity and Spatial Evidence of Educational Facilities in Hangzhou, China / Y. Wu, X. Zheng, L. Sheng, H. You // *Social Indicators Research*. — 2020. — Vol. 151 (3). <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02417-5>
- 28 Lubienski C. Geo-spatial analyses in education research: the critical challenge and methodological possibilities / C. Lubienski, J. Lee // *Geographical Research*. — 2016. — Vol. 55(1). — P. 89-99. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12188>
- 29 Yao L. Exploring the Evolution of the Accessibility of Educational Facilities and Its Influencing Factors in Mountainous Areas: A Case Study of the Rocky Desertification Area in Yunnan, Guangxi, and Guizhou / L. Yao, M. Lv, T. Li, D. Wang, X. Cao // *International Journal of Geo-Information*. — 2022. — Vol. 11(5). — P. 296. <https://doi.org/10.3390/ijgi11020296>
- 30 Cobb C. Geospatial Analysis: A New Window Into Educational Equity, Access, and Opportunity / C. Cobb // *Review of Research in Education*. — 2020. — Vol. 44 (1). — P. 97-129. <https://doi.org/10.3102/0091732X20907362>
- 31 Lee J. Equal access to early childhood education in South Korea using the Geographic Information System / J. Lee, Y. Jang // *International Journal of Early Years Education*. — 2017. — Vol. 25(2). — P. 171-189. <https://doi.org/10.1080/09669760.2017.1287559>
- 32 Marques J. Accessibility to primary schools in Portugal: a case of spatial inequity? / J. Marques, J. Wolf, F. Feitosa // *Regional Science Policy and Practice*. — 2020. — Vol. 13(3). — P. 693-707. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12303>
- 33 Sharma G. Spatial and social inequities for educational services accessibility — A case study for schools in Greater Mumbai / G. Sharma, G. Patil // *Cities*. — 2022. — Vol. 122(7). <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103543>
- 34 Dustan A. Commuting to educational opportunity? School choice effects of mass transit expansion in Mexico City / A. Dustan, D. Ngo // *Economics of Education Review*. — 2018. — Vol. 63. — P. 116-133. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2018.01.006>

Қ.Ж. Көшербай, А.Н. Мусағалиева

ГАЗ базасында Алмалы ауданының мысалында Алматы қаласының білім беру объектілерімен қамтудың географиялық талдауы

Бүгінгі урбанизация қоғам алдында үлкен сынақ болды, өйткені инфрақұрылым тапшылығына байланысты қалалар көп халыққа қызмет көрсете алмайды. Білім беру қала ішінде ғана емес, одан тыс жерлерде де өмір сүру сапасын жақсарту үшін жас ұрпақты тәрбиелеуге мүмкіндік беретін қалалық ортаны қалыптастырудың негіздерінің бірі. Алматы қаласы көптеген миллионер қалалар сияқты қала тұрғындарының сұранысын қанағаттандыруға ықпал ететін белгілі бір жағдайлардың жетіспеушілігі проблемасына тап болды. Бұл ғылыми зерттеудің мақсаты — мектептердің жоғары жүктемесі байқалатын проблемалық аймақтарды анықтау, себебі цифрлық сервистік аймақ қолда бар сұранысты жаба алмайды. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы қызметтерге кеңінен қол жеткізуге және цифрландыруға негізделген заманауи әлемді ұйымдастыру жағдайларына бағытталған қалалық кеңістікті дамыту саласындағы тенденциялармен негізделген. Зерттеу әдістемесі Алмалы ауданының мысалында Алматы қаласының әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерін жинаудан, содан кейін геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) базасында білім беру секторының индикаторларын бейнелеу үшін сүзгілеу жасалды. Зерттеудің негізгі нәтижесі проблемалық орындарды картографиялық материал түрінде визуализациялау болды, оны сұраныстың артуына тікелей әсер ететін сыртқы орта параметрлерін енгізе отырып, білім беру мекемелерін кейінгі ұйымдастыру кезінде ескеру қажет. Бұл зерттеудің құндылығы қалалық ортаны ұйымдастырудың кешенді тәсілдерінің өзгеруінен, атап айтқанда білім алушыларға орын беру процестерін жақсарту үшін кезекті мониторингпен білім беру мекемелерін есепке алу жүйелерінің интеграциясынан көрінеді.

Кілт сөздер: білім беру, тапшылық, қалалық орта, урбанизация, геоақпараттық жүйе, картография, кеңістіктік деректер, сервистік аймақ, Алматы, Алмалы ауданы.

K.Zh. Kuserbay, A.N. Mussagaliyeva

Geographical analysis of the coverage of educational facilities in Almaty on the example of Almaly district based on GIS

The urbanization of today has presented a great challenge to society, because cities are unable to serve a larger number of people due to the lack of infrastructure. Education is one of the foundations of the formation of the urban environment, allowing the younger generation to be nurtured to improve the quality of life not only within the city, but also far beyond its borders. The city of Almaty, like many million-plus cities, faced the problem of a lack of certain conditions that contribute to meeting the demand of citizens. The purpose of this research is to identify problem areas where there is a high workload of schools, as a result of which the digital service area is not able to cover the existing demand. The scientific significance of the study was justified by trends in the development of urban space, focused on universal access to services and on the conditions of the organization of the modern world based on digitalization. The methodology of the study consisted in collecting socio-economic indicators of the city of Almaty on the example of Almaly district, followed by filtering for visualization of indicators of the education sector based on geoinformation systems (GIS). The main result of the study was the visualization of problem areas in the form of cartographic material, which must be taken into account in the subsequent organization of educational institutions with the introduction of environmental parameters that have a direct impact on the increase in demand. The value of this study is manifested in the change of integrated approaches to the organization of the urban environment, namely the integration of accounting systems of educational institutions with subsequent monitoring to improve the processes of providing places for school students.

Keywords: education, scarcity, urban environment, urbanization, geoinformation system, cartography, spatial data, service zone, Almaty, Almaly district.

References

- 1 (2022). Akimat goroda Almaty (12 sentiabria 2022 goda). Programma razvitiia goroda Almaty do 2025 goda i sredne-srochnyi plan do 2030 goda [Akimat of Almaty (12 September 2022). Almaty City Development Program till 2025 and Medium-Term Plan till 2030]. Retrieved from <https://www.gov.kz/memleket/entities/almaty/documents/details/344101?lang=ru> [in Russian].

- 2 Li, Y., Zhao, Q., & Zhong, C. (2022). GIS and urban data science. *Annals of GIS*, 28(2), 89-92. <https://doi.org/10.1080/19475683.2022.2070969>
- 3 Torinos-Aguado, B., Rabanaque, I., & López-Escolano, C. (2022). Using Maps to Boost the Urban Proximity: Analysis of the Location of Public Facilities According to the Criteria of the Spanish Urban Agenda. *Sustainability*, 14(2), 1-22. <https://doi.org/10.3390/su14148534>
- 4 Logan, T., Hobbs, M., Conrow, L., Reid, N., Young, R., & Anderson, M. (2022). The x-minute city: Measuring the 10, 15, 20-minute city and an evaluation of its use for sustainable urban design. *Cities*, 131(7), 103924. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103924>
- 5 Khaled Al Shawabkeh, R., Alobaidat, E., Ibraheem Alhaddad, M., & Alzouby, A. (2022). The role of social infrastructure services in developing the city centre planning: A framework for delivering sustainable cities in Jordan. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(6), 15. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101800>
- 6 Xu, R., Yue, W., Wei, F., Yang, G., He, T., & Pan, K. (2021). Density pattern of functional facilities and its responses to urban development, especially in polycentric cities. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103526. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103526>
- 7 Xu, R., Yang, G., Qu, Z., Chen, Y., Liu, J., Shang, L., Liu, S., Ge, Y., & Chang, J. (2020). City components–area relationship and diversity pattern: towards a better understanding of urban structure. *Sustainable Cities and Society*, 60(1-2), 102272. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
- 8 Elsheikh, R. (2022). GIS-based Services Analysis and Multi-Criteria for Optimal Planning of Location of a Police Station. *Gazi University Journal of Science*, 35(4), 1248-1258. <https://doi.org/10.35378/gujs.828663>
- 9 Ogryzek, M., Podawca, K., & Cienciała, A. (2022). Geospatial tools in the analyses of land use in the perspective of the accessibility of selected educational services in Poland. *Land Use Policy*, 122(90), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106373>
- 10 Latham, A., & Layton, J. (2019). Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces. *Geography Compass*, 13(7), e12444. <https://doi.org/10.1111/gec3.12444>
- 11 Xu, R., Yue, W., Wei, F., Yang, G., Yi, C., & Pan, K. (2022). Inequality of public facilities between urban and rural areas and its driving factors in ten cities of China. *Scientific Reports*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17569-2>
- 12 Cai, R., Hu, S., & He, S. (2022). Policy-driven education-led gentrification and its spatiotemporal dynamics: Evidence from Shanghai, China. *Geographical Journal*. <https://doi.org/10.1111/geoj.12440>
- 13 Fraser, T., Cherdchaiyapong, N., Tekle, W., Thomas, E., Zayas, J., Page-Tan, C., & Aldrich, D.P. (2022). Trust but verify: Validating new measures for mapping social infrastructure in cities. *Urban Climate*, 46, 1-63. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4065162>
- 14 Ye, C., Zhu, Y., Yang, J., & Fu, Q. (2018). Spatial equity in accessing secondary education: Evidence from a gravity-based model. *Canadian Geographer*, 62(1), 452-469. <https://doi.org/10.1111/cag.12482>
- 15 Ghodousi, M., Sadeghi-Niaraki, A., Rabiee, F., & Choi, S.-M. (2020). Spatial-temporal analysis of point distribution pattern of schools using spatial autocorrelation indices in Bojnourd city. *Sustainability*, 12(18), 1-26. <https://doi.org/10.3390/su12187755>
- 16 Liao, C., & Dai, T. (2022). “Attending Nearby School” Near? An Analysis of Travel-to-School Distances of Primary Students in Beijing Using Smart Card Data. *Sustainability*, 14(7), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su14074344>
- 17 (2021). Ofis Akima Almalinskogo raiona. Rezultaty raboty za 2021 [Office of Akim of Almalay district. Results of work for 2021]. Retrieved from <https://www.gov.kz/memleket/entities/almaty-almaly/documents/details/288476?directionId=7404&lang=ru> [in Russian].
- 18 (2020). Agentstvo natsionalnoi statistiki Agentstva strategicheskogo planirovaniia i reform Respubliki Kazakhstan [Agency for National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. Retrieved from https://stat.gov.kz/region/268020/statistical_information/industry [in Russian].
- 19 (2020). Departament obrazovaniia goroda Almaty. Reiting shkol za 2020 god [Department of Education of the city of Almaty. 2020 school rankings]. Retrieved from <https://bilimalmaty.kz/> [in Russian].
- 20 ESRI. (2022). Retrieved from <https://www.esri.com/en-us/home> [in Russian].
- 21 Brueckner, J. (2000). Urban sprawl: Diagnosis and remedies. *International Regional Science Review*, 23(2), 160-171. <https://doi.org/10.1177/016001700761012710>
- 22 Chen, K.A., Reichard, G., Yuan, J., & Li, Q. (2020). A framework towards the decision-making of public service facilities in smart cities. *Construction research congress. — American Society of Civil Engineers*, 876-885. <https://doi.org/10.1061/9780784482865.093>
- 23 Mazumdar, S., Learnihan, V., Cochrane, T., & Davey, R. (2017). The built environment and social capital: A systematic review. *Environment and Behavior*, 50(2), 119-158. <https://doi.org/10.1177/0013916516687343>
- 24 Delmelle, E., Haslauer, E., & Prinz, T. (2013). Social satisfaction, commuting and neighborhoods. *Journal of Transport Geography*, 30, 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.03.006>
- 25 Scandurra, R., Zancajo, A., & Bonal, X. (2022). Opting out of neighbourhood schools: The role of local education markets in student mobility. *Population, Space and Place*, 28(5), 1-15. <https://doi.org/10.1002/psp.2542>
- 26 Ramadan, M., Khairy, N., Alogayell, H., Alkadi, I., Ismail, I., & Ramadan, R. (2022). Spatial Equity Priority Modeling of Elementary and Middle Schools through GIS Techniques, El-Taif City, Saudi Arabia. *Sustainability*, 14(19), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su141912057>

- 27 Wu, Y., Zheng, X., Sheng, L., & You, H. (2020). Exploring the Equity and Spatial Evidence of Educational Facilities in Hangzhou, China. *Social Indicators Research*, 151(3). <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02417-5>
- 28 Lubienski, C., & Lee, J. (2016). Geo-spatial analyses in education research: the critical challenge and methodological possibilities. *Geographical Research*, 55(1), 89-99. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12188>
- 29 Yao, L., Lv, M., Li, T., Wang, D., & Cao, X. (2022). Exploring the Evolution of the Accessibility of Educational Facilities and Its Influencing Factors in Mountainous Areas: A Case Study of the Rocky Desertification Area in Yunnan, Guangxi, and Guizhou. *International Journal of Geo-Information*, 11(5), 296. <https://doi.org/10.3390/ijgi11020296>
- 30 Cobb, C. (2020). Geospatial Analysis: A New Window Into Educational Equity, Access, and Opportunity. *Review of Research in Education*, 44(1), 97-129. <https://doi.org/10.3102/0091732X20907362>
- 31 Lee, J., & Jang, Y. (2017). Equal access to early childhood education in South Korea using the Geographic Information System. *International Journal of Early Years Education*, 25(2), 171-189. <https://doi.org/10.1080/09669760.2017.1287559>
- 32 Marques, J., Wolf, J., & Feitosa, F. (2020). Accessibility to primary schools in Portugal: a case of spatial inequity? *Regional Science Policy and Practice*, 13(3), 693-707. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12303>
- 33 Sharma, G., & Patil, G. (2022). Spatial and social inequities for educational services accessibility — A case study for schools in Greater Mumbai. *Cities*, 122(7). <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103543>
- 34 Dustan, A., & Ngo, D. (2018). Commuting to educational opportunity? School choice effects of mass transit expansion in Mexico City. *Economics of Education Review*, 63, 116-133. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2018.01.006>
- 35 Alexander, M., & Massaro, V. (2020). School deserts: Visualizing the death of the neighborhood school. *Policy Futures in Education*, 18(6), 787-805. <https://doi.org/10.1177/1478210320951063>