Факторный анализ классификации городских местообитаний на примере Свердловского округа города Иркутска

Поступила 19.08.2019 г. / Принята к публикации 08.10.2019 г.

© Мартынова Анастасия Эдуардовна¹, Солодянкина Светлана Викторовна^{2,1}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Иркутский государственный университет», г. Иркутск, Россия

² Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Проведена типизация местообитаний с применением Европейской системы классификации местообитаний EUNIS (European Nature Information System) для Свердловского округа города Иркутска. Для этого проведены геоботанические описания тестовых площадок и в программе QGIS территория исследования разделена на 676 однородных выдела. Определены шесть параметров, определяющих выделение и функционирование типов местообитаний: 1) наличие городского озеленения (отношение площади с растительным покровом к общей площади выдела); 2) мощения (отношение площади искусственных покрытий к общей площади выдела); 3) обнажения почвогрунтов (отношение площади пустошей к общей площади выдела); 4) наличия поверхностных вод (отношение площади водных объектов к общей площади выдела); 5) высоты местоположения и 6) крутизны склона, полученные для каждого выдела по данным SRTM. Анализ данных методом главных компонент показал, что наибольшее влияние на определение типа местообитания EUNIS первого иерархического уровня оказывают параметры озелененности, мощения (первая главная компонента) и уклона (вторая компонента). Оценка результатов классификации методом дискриминантного анализа показала, что она на 51,5 % объясняется этими переменными, а остальная доля описывается другими факторами.

Ключевые слова. Местообитания, дистанционное зондирование, дискриминантный анализ, факторы окружающей среды, статистические методы, географические информационные системы, типизация местообитаний, параметры типизации, EUNIS, SRTM, данные дистанционного зондирования.

Factor analysis of the urban habitats classification on the example of the Sverdlovsk district of Irkutsk city

Received on August 19, 2019 / Accepted on October 08, 2019

© Martynova Anastasiya Eduardovna¹, Solodyankina Svetlana Viktorovna²

¹ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

² The V.B. Sochava Institute of Geography of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

Abstract. The habitats typification was made using the European Habitat Classification System EUNIS (European Nature Information System) for the Sverdlovsk District of the city of Irkutsk. The object of study is divided into 676 plots with QGIS software. Geobotanical descriptions were carried out for some of them. Six parameters were determined which influence to the configuration and the functioning of habitats: 1) the presence of urban greening (the ratio of the area with vegetation cover to the total area of the plot); 2) paving (the ratio of the area of artificial surfaces to the total area of the plot); 3) soil outcrops (the ratio of the area of barrens to the total area of the plot); 4) the presence of surface water (the ratio of the area of water bodies to the total area of the plot); 5) location heights and 6) slope steepness obtained for each section according to SRTM data. Analysis of the data by the principal component method showed that the greatest influence on the determination of the EUNIS habitat type of the first hierarchical level is exerted by the parameters of greenery, paving (the first main component) and slope (the second component). Evaluation of the results of classification by the method of the discriminant analysis showed that it is 51.5% attributable to these variables, and the rest is described by other factors.

Keywords. Habitats, remote sensing, discriminant analysis, environmental factors, statistical methods, geographical information systems, habitat typification, typification parameters, EUNIS, SRTM, remote sensing data.

Введение. Городские территории, среди прочего, способны выполнять и функции поддержания биоразнообразия

(что доказывает опыт многих европейских городов). Растительность и ее характеристики могут служить индикатором

некоторых протекающих на городских территориях процессов. Для апробации такого подхода анализируется система местообитаний на примере части города Иркутска.

Местообитания являются результатом взаимодействия нескольких факторов (природных и антропогенных), влияющих на нахождение на данной территории определенного вида или сообщества растений. Чаще всего это однородный участок, характеризующийся определенными условиями среды и закономерностями распространения видов [1]. Растительные сообщества являются маркерами природно-территориальных систем [2].

В странах Европы для проведения экологического мониторинга и информационной поддержки задач планирования городской среды, постоянного обновления информации о состоянии окружающей среды разработаны программы CORINE-biotopes (1991 год) и Natura-2000, в рамках которых формируются временные информационные ряды о почвенно-растительном покрове и землепользовании в Европе. На базе CORINE созданы классификация местообитаний Палеарктики (1996), Скандинавская классификация местообитаний (1994) и некоторые другие [3]. На их основе составлена универсальная Европейская система классификации типов местообитаний EUNIS (European Nature Information System). На веб-ресурсе Европейского агентства окружающей среды ЕЕА представлены типы местообитаний EUNIS в виде иерархического кодового обозначения с описаниями критериев выделения местообитаний [4].

Местообитание как территориальная система может трактоваться по-разному: как место, где обитает организм; как область происхождения вида, или как тип природной среды, где определенный вид может поселиться [5]. В EUNIS местообитание определяется как: «Место, где растения или животные обычно живут, характеризующее, в первую очередь, по его физическим особенностям, и, во вторую очередь, по видам растений или животных, которые там обитают» [6].

Цель исследования – адаптировать рассматриваемую в статье классификацию к Свердловскому округу г. Иркутска и определить вклад различных

переменных значений среды методами статистического анализа.

Материалы и методы исследования. Площадь участка исследования 34,5 км² (территория Свердловского округа г. Иркутска). В настоящее время лесная зона г. Иркутска представляет собой отдельные массивы сосновых лесов с примесью осины и березы. Основная часть растительности здесь сосредоточена вдоль улиц в виде посадок и внутриквартальной растительности. Также присутствуют участки фрагментарной растительности на территориях промышленной застройки. Участок с естественной растительностью представлен реликтовой сосновой Кайской рощей в северо-восточной части округа.

Для классификации местообитаний выбраны два наиболее распространенных типа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), находящихся в открытом доступе: ASTER (дата съемки 20.08.2016) с пространственным разрешением 15 м; Landsat 8 (дата съемки 19.08.2015) с пространственным разрешением 30 м. Городские местообитания могут быть различного масштаба, и детальность снимков ASTER и Landsat 8 не полностью соответствует для задач их выделения, но их преимущество – свободный доступ.

Для получения исходных изображений исследуемой территории для обоих наборов данных ДЗЗ открытого доступа использовалась комбинация каналов «естественных цветов». В качестве областей обучения (обучающих выборок) для используемых снимков определено четыре класса земной поверхности, при которых любой объект может быть однозначно отнесен только к одному классу:

- 1) искусственные покрытия (авто- и железные дороги, застройка, мощение);
- 2) естественные покрытия (лесные массивы, травянистый покров);
- 3) открытые земельные участки (пашни, огороды, территории с отсутствующим или слабовыраженным растительным покровом);
- 4) водные объекты (водотоки, водоемы).

После выделения на исходных изображениях обучающих выборок проведена классификация с обучением по методу максимального правдоподобия, результатом которой стали классифика-

ционные карты (рис. 1). Заключительный этап автоматической классификации (оценка достоверности результатов) – нахождение процентного отношения достоверно определенных объектов к общему количеству классифицируемых, выполненная в программном продукте QGIS. Для двух результатов классификации создана регулярная сетка точек с расстоянием 1000 м (общее число точек в границах г. Иркутска составило 289), после чего проводился визуальный анализ соответствия идентифицированных классов с картографическим сервером Google Maps. Общая точность классификаций составила 92 % и 88% для снимков ASTER и Landsat 8 соответственно. Достоверность классификации для отдельных классов колебалась от 85 до 94% (ASTER), и от 70 до 97 % (Landsat 8).

Рис. 1. Карта ландшафтного покрова территории г. Иркутска, полученная при автоматической классификации методом максимального правдоподобия снимка ASTER: 1 – естественные покрытия; 2 – открытые земельные участки; 3 – водные объекты; 4 – искусственные покрытия

Система классификации типов местообитаний EUNIS представляет собой иерархическую (трехуровневую) всеобъемлющую типологию местообитаний всей Европы. Система состоит из базы данных вместе с объяснительной документацией и вводит согласованные критерии для выделения каждой единицы местообитаний. Типы местообитаний первого уровня обозначаются латинскими буквами (А, В, С, D, Е, F, G, Н, I, J, X) второго и третьего – цифрами, начиная с единицы. Разделителем между вторым и третьим уровнями в обозначении типа

является точка. Сочетание буквы и цифр представляет собой код типа местообитания.

Большинство местообитаний классификации EUNIS являются биотопами, которые обладают условиями для поддержания характерного набора организмов. Основным критерием выделения местообитаний является фитоценоз (при рассмотрении города – урбанофлора). Однако многие местообитания могут быть совершенно не покрыты растительностью, поэтому всеобъемлющий перечень не может основываться только на фитоценозе. В связи с чем, в классификации EUNIS выделение местообитаний основаны на физиономических и физических признаках территории вместе с некоторыми флористическими критериями [6].

Для статистического анализа использовались программные продукты PAST (PAleontological STatistics) версии 3.15 [7] и Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. По иерархической структуре системы EUNIS на объекте исследования выделено 8 типов местообитаний первого уровня (С – материковые поверхностные воды; Е – травяные сообщества и местообитания с доминированием мхов или лишайников; F – пустоши и кустарники; G – леса, редколесья и другие облесенные территории; Н – материковые местообитания, лишенные растительности или с разреженной растительностью; I – регулярно возделываемые или недавно брошенные сельскохозяйственные, садовые или приусадебные местообитания; J – промышленные и другие искусственно созданные местообитания; X – комплексы местообитаний), 15 второго и 23 типа третьего иерархического уровня. Также, при классифицировании добавлен один тип третьего уровня, не входящий в систему EUNIS, но занимающий значительную площадь, – территории, занятые гаражными кооперативами. Ему был присвоен код J4.8. Данный тип не может быть включен ни в один другой тип местообитаний, указанный в классификации EUNIS (рис. 2).

Качественная характеристика типов местообитаний, описывающая некую совокупность количественных характеристик, определялась экспертно. Далее проводился анализ рельефа исследуемой территории на основе данных цифровой

модели рельефа SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) с пространственным разрешением 30 м, в результате которого определены средние значения высоты и крутизны уклона для каждого выдела слоя местообитаний. Из полученных классификационных карт (см. рис.1) извлекались параметры соотношений типов покрытия внутри каждого выдела. Для этого вычислялись площади каждого выдела, определенного на этапе классификации местообитаний, а также доля в выделе каждого из 4 классов, определенных на этапе автоматической классификации изображений, входящих в данный выдел (рис. 3).

Рис. 2 Типы местообитаний по системе EUNIS:

Код	Тип местообитания	Площадь (га)
C1.2	Постоянные мезотрофные озера, пруды и другие водоемы	32,7
C1.3	Постоянные евтрофные озера, пруды и другие водоемы	8,386
C2.3	Постоянные непривлинные медленно текущие потоки	0,673
C3.2	Околоводные заросли высоких гелофитов	39,016
C3.6	Не покрытые растительностью или слабо заросшие берега с мягкими или подвижными грунтами	13,72
E2.6	Сельскохозяйственно, с подсевом и сильно удобренные травяные сообщества, включая спортивные поля и газоны	9,78

E3.4	Влажные или сырые мезотрофные и евтрофные травяные сообщества	31,5
E5.1	Антропогенные травяные сообщества	187,1
E7.4	Материковые травяные сообщества с редкими деревьями	12,77
G1.1	Приречные и галерейные леса с доминированием <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Populus</i> , <i>Salix</i>	78,56
G1.9	Не приречные леса с <i>Betula</i> , <i>Populus tremula</i> или <i>Sorbus sibirica</i>	297,12
G3.4	Сосновые леса к югу от таежной зоны	136,52
G4.4	Смешанные леса из <i>Pinus sylvestris</i> - <i>Betula</i> к югу от таежной зоны	55,81
I1.2	Смешанные культуры товарных садов	611,82
I1.3	Городские пригородные общественные здания	38,86
I2.1	Территории рекреационных садов и парков	60,37
J1.1	Жилая застройка в городах и в центрах поселков	718,1
J1.3	Городские и пригородные общественные здания	396,49
J1.4	Активно используемые городские и пригородные промышленные и коммерческие территории	447,59
J1.6	Городские и пригородные территории, где ведется строительство или разрушение	25,98
J2.1	Разрозненные жилые здания	12,05
J4.2	Дорожная сеть	150,87
J4.3	Железнодорожная сеть	50,7
J4.8	Гаражные кооперативы	122,08

Рис. 3. Пересечение классов ландшафтного покрова и границ выделов местообитаний по EUNIS: 1 – границы выделов местообитаний (по EUNIS); 2 – естественные покрытия; 3 – открытые земельные участки; 4 – водные объекты; 5 – искусственные покрытия

Таким образом, получены шесть безразмерных параметров, определяющих выделение и функционирование типов местообитаний, которые можно считать дискретными значениями:

- параметры наличия растительности (отношение площади естественного покрытия к общей площади выдела), мощения (отношение площади искусственного покрытия к общей площади выдела), обнажения почвогрунтов (отношение площади открытых земельных участков (пустошей) к общей площади выдела), наличия поверхностных вод (отношение площади водных объектов к общей площади выдела);

- параметры высоты местоположения и крутизны склона, также полученные для каждого выдела по данным открытой цифровой модели рельефа SRTM (средние значения высоты местоположения и крутизны рельефа в границах выдела местообитания).

Это позволило нам определить положение каждой территориальной единицы с той или иной качественной характеристикой местообитания в пространстве физически измеримых величин. Полученные переменные

анализировались с помощью стандартных алгоритмов многомерной статистики с использованием программных продуктов PAST [7] и Microsoft Office Excel.

Метод главных компонент – это отображение векторов в системе независимых координат, которыми являются компоненты корреляционной матрицы. Применение метода позволяет исследовать значения параметров объектов путем изучения нагрузок на компоненты. Нагрузки вычисляются из исходной корреляционной матрицы и фактически являются коэффициентами корреляции между независимыми компонентами и переменными [8]. Для построения корреляционной матрицы использовались полученные параметры. Первая главная компонента описывает 87,1 % варьирования всей системы, вторая – 5,9 %, на остальные четыре компоненты приходится меньше 10 % варьирования (таблица 1).

Таблица 1

Нагрузки на компоненты переменных в пространстве главных компонент

Параметры (переменные)	Номера факторов (компоненты)				
	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4	ГК 5
Наличия растительности	0,681	-0,142	0,451	0,246	-0,054
Мощения	-0,729	-0,045	0,395	0,235	-0,072
Обнажения почвогрунтов	0,041	0,206	-0,755	0,369	-0,016
Наличия поверхностных вод	0,007	-0,019	-0,091	-0,849	0,143
Крутизны склона	0,059	0,964	0,238	-0,062	-0,087
Высоты местоположения	-0,011	0,080	0,076	0,155	0,982

Результаты полученной модели сводятся к следующему: первый фактор в существенной степени описывает параметры наличия растительности и мощения, второй – параметр крутизны рельефа. Остальные факторы не учитываются, т.к. занимают незначительный процент варьирования факторов в пространстве. Физический смысл факторов (координат) раскрывается при сопоставлении их с независимыми переменными. Параметры наличия растительности и мощения напрямую отражают площадь классов естественного и искусственного покрытий в одном выделе местообитаний, от которых зависит определенный тип. Вторая главная компонента отражает крутизну склона, которая неизменно учитывается при планировании городского пространства.

Дискриминантный анализ применяется, когда классы заданы априорно, и он помогает более четко выявить основные

факторы, организующие пространство исследуемого явления и прогнозировать на основе выборки принадлежности того или иного объекта, описанного в пространстве исходных переменных, к одному из классов. То есть задача состоит в определении тех признаков, которые лучше всего различают объекты, относящиеся к разным группам.

Качество классификации типов местообитаний первого уровня оценивается по общей таблице ошибок (таблица 2). Дискриминантная функция дает 51,5 % достоверности. Наивысший процент распознавания у класса J (70,8 %) и G (52,4 %). Наибольшие различия между присвоенными априори и рассчитанными по методу дискриминации классами наблюдается у типов местообитаний F (пустоши и кустарники), I (регулярно возделываемые или недавно брошенные сельскохозяйственные, садовые или

приусадебные местообитания) и X (комплексы местообитаний). Учитывая, что под типом X подразумеваются комплексы местообитаний больших площадей, в которые могут входить несколько типов местообитаний, отнесение к другим классам при классификации дискриминантным анализом легко объяснимо. К типу F при ручной классификации отнесено лишь 39 участков на территории исследования, большинство из которых представляли собой узкие полосы приречных кустарников в совокупности с

непокрытыми растительностью или слабозаросшими берегами. При дискриминации данный тип был в большинстве отнесен к классу C, E, G, которые имеют схожие с ним признаки. К классу I при ручной классификации относились, в основном, огородные участки частных домов или пашни, а также некоторые не покрытые травянистым покровом участки. Методом дискриминантного анализа некоторые из выделов отнесены к классу J, который не относится к естественным типам местообитаний.

Таблица 2

Оценка качества классификации по методу дискриминантного анализа

Наблюдаемый класс	Рассчитанный класс							
	C	E	F	G	H	I	J	X
C	10	4	28	4	4	0	1	3
E	0	18	10	12	5	3	15	10
F	2	0	15	3	2	0	1	0
G	6	5	17	44	3	2	1	6
H	0	7	6	7	6	2	8	3
I	0	6	5	6	11	14	16	3
J	2	14	23	20	8	21	240	11
X	1	1	0	0	0	0	0	1
Всего	21	55	104	96	39	42	282	37

Выводы

На данном этапе процедура классификации местообитаний по системе EUNIS остается задачей экспертного анализа. Для экстраполяции результатов на всю территорию г. Иркутска и автоматизации процесса выделения различных местообитаний необходимо, во-первых, использовать космические снимки высокого пространственного разрешения (выше, чем у снимков ASTER и Landsat 8, находящихся в открытом доступе), и во-вторых, определить и собрать пространственно распределенные данные по остальным факторам, которые, судя по результатам дискриминантного анализа, почти на 50 % обуславливают дифференциацию местообитаний по типам. К таким факторам, вероятно, относятся фильтрационная способность почв и подстилающих пород и их увлажнение, характеристики плодородия почвенного покрова, наличие ареалов загрязнения химическими элементами и соединениями и многие другие.

Библиографический список

1. Крышень А.М., Полевой А.В., Гнатюк Е.П., Кравченко А.В., Кузнецов

О.Л. База данных местообитаний (биотопов) Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Биogeография. 2009. № 4. Вып. 9. С. 3-10.

2. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. История и концептуальные установки классификации растительных сообществ с использованием подхода Браун-Бланке // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. 2014. Т. 9. С. 21-34.

3. Артемов И.И., Королук А.Ю., Лашинский Н.Н., Смелянский И.Э. Критерии выделения ключевых ботанических территорий в Алтае-Саянском экорегионе: Методическое пособие. Новосибирск: Сибирский экологический центр, 2007. 106 с.

4. EUNIS web application. EEA (2004). Habitat types search. [Электронный ресурс]. – URL: <http://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp> (Дата обращения 05.2017 г.).

5. Olenin S., Ducrotoy J.P. The concept of biotope in marine ecology and coastal management // *Marine Pollution Bulletin*. 2006. No. 53. P. 20-29.

6. Davies C., Moss D., Hill M.O. EUNIS habitat classification. Revised 2004 // Report to the European Topic

Center on Nature Protection and Biodiversity, European Environment Agency. 2004. 307 p.

7. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1). [Электронный ресурс]. – URL: <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (Дата обращения 05.2017 г.).

8. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 416 с.

References in roman script

1. Kryshen' A.M., Polevoj A.V., Gnatyuk E.P., Kravchenko A.V., Kuznecov O.L. Baza dannyh mestoobitaniy (bio-topov) Karelii // *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. Ser. Biogeografiya*. 2009. № 4. Вып. 9. С. 3-10.

2. Mirkin B.M., Naumova L.G. Istoriya i konceptual'nye ustanovki klassifikatsii rastitel'nyh soobshchestv s ispol'zovaniem podhoda Braun-Blanke // *Lethaea rossica. Rossijskij paleobotanicheskiy zhurnal*. 2014. T. 9. С. 21-34.

3. Artemov I.I., Korolyuk A.YU., Lashchinskij N.N., Smelyanskij I.E. Krite-

rii vydeleniya klyuchevykh botanicheskikh territorij v Altae-Sayanskom ekoregio-ne: Metodicheskoe posobie. Novosibirsk: Sibirskij ekologicheskij centr, 2007. 106 s.

4. EUNIS web application. EEA (2004). Habitat types search. [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp> (Дата obrashcheniya 05.2017 g.).

5. Olenin S., Ducrottoy J.P. The concept of biotope in marine ecology and coastal management // *Marine Pollution Bulletin*. 2006. No. 53. P. 20-29.

6. Davies C., Moss D., Hill M.O. EUNIS habitat classification. Revised 2004 // Report to the European Topic Center on Nature Protection and Biodiversity, European Environment Agency. 2004. 307 p.

7. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1). [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (Дата obrashcheniya 05.2017 g.).

8. Puzachenko YU.G. Matematicheskie metody v ekologicheskikh i geograficheskikh issledovaniyakh: ucheb. posobie dlya stud. vuzov. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2004. 416 s.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Мартынова Анастасия Эдуардовна, студент; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет»; 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126, 2; e-mail: nastyama95@mail.ru.

Солодянкина Светлана Викторовна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник; Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук; 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская 1; e-mail: solodyankinasv@mail.ru.

В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку произведений статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Мартынова А.Э., Солодянкина С.В. Факторный анализ классификации городских местообитаний на примере Сердловского округа города Иркутска // *Экология и строительство*. 2019. № 3. С. 12–19. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-002](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-002).

Благодарность: В.В. Чепиноге, доктору биологических наук, ведущему научному сотруднику Института географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук за ценные замечания и консультации при подготовке статьи.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 17-05-00588) и Русского географического общества (№ 17-05-41020 РГО-РФФИ).

Additional Information

Information about the authors:

Martynova Anastasiya Eduardovna, student; Irkutsk State University; 126, Lermontov street, Irkutsk, 664033, Russia; e-mail: nastyama95@mail.ru.

Solodyankina Svetlana Viktorovna, candidate of geographical sciences, senior researcher; The V.B. Sochava Institute of Geography of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences; 1, Ulan-Batorskaya street, Irkutsk, 664033, Russia; e-mail: solodyankinasv@mail.ru.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Martynova A.E., Solodyankina S.V. Factor analysis of the urban habitats classification on the example of the Sverdlovsk district of Irkutsk city // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2019. № 3. P. 12–19. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-002](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-002).

Acknowledgement: V.V. Chepinoga, doctor of biological sciences, leading researcher of The V.B. Sochava Institute of Geography of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences for valuable comments and recommendations in the preparation of the article.

The study was carried out with partial financial support by Russian Foundation for Basic Research (RFBR № 17-05-00588) and Russian Geographical Society (№ 17-05-41020 RGO-RFBR).