

ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ АППАРАТА СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ И ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА

О. И. Христодуло¹, В. Е. Гвоздев², Э. Б. Фахретдинова³

¹o-hristodulo@mail.ru, ²wega55@mail.ru, ³fbelvina1395@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Необходимость решения проблемы переработки отходов стала особенно актуальной в последние годы в связи с ухудшением качества природного сырья, уменьшением его количества и увеличением объемов и разнообразности отходов. Одной из серьезных проблем при управлении отходами является проблема выбора местоположения промышленных предприятий по их переработке. Статья посвящена применению аппарата статистических индексов и геоинформационных технологий для оценки территории Республики Башкортостан, с точки зрения управления отходами, для дальнейшего анализа выделенных территорий под строительство промышленных предприятий по переработке отходов. В результате были выделены группы районов с высокой, средней и низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Ключевые слова: промышленные предприятия по переработке отходов; аппарат статистических индексов; геоинформационный анализ; система управления отходами.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день переработка и утилизация отходов является одной из самых острых проблем экологии. С каждым годом человек потребляет все больше продуктов, увеличиваются темпы производства, и, соответственно, растет общее количество отходов [1, 2]. Так, согласно статистике последних лет, за год в стране накапливается 60 миллионов тонн отходов, из которых перерабатывается лишь малая часть – 4%. Схожая ситуация наблюдается и в нашей республике. Так, ежегодный объем образования отходов в Республике Башкортостан постоянно растет, и по данным Программы [3], в 2010 г. он составил 1,7 млн т. Несмотря на то, что сегодня в мире известно значительное количество различных методов обращения с отходами, основная их часть все же уничтожается методом захоронения на многочисленных полигонах и свалках (более 97%). Если не менять сложившуюся

систему управления отходами, то уже в ближайшем будущем площадь, которую займут свалки, будет вполне сопоставима с площадью двух Азовских морей.

Таким образом, чтобы устранить мусорную катастрофу, требуется постройка мусороперерабатывающих предприятий, выбор местоположения которых является одной из серьезных проблем при управлении отходами. В настоящее время большое внимание уделяется разработке различных стратегий и практик выбора оптимального местоположения на основе множества подходов. По этой причине встает вопрос поиска оптимальной стратегии выбора места под строительство промышленных предприятий по переработке отходов, в условиях, как различия, так и совпадения интересов субъектов, вовлеченных в урегулирование проблемной ситуации, связанной с управлением отходами на уровне муниципальных образований.

В целях устранения существующих проблем в сфере обращения с отходами была

разработана и утверждена Республиканская целевая программа «Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан на 2011–2020 годы» [3], которая представляет собой концепцию реформирования сферы обращения с отходами в республике. Одной из задач данной программы является строительство предприятий по переработке отходов по соответствующей схеме (рис. 1), которая предполагает прием отходов из населенных пунктов, с территорий, расположенных на расстоянии не более 35 км от месторасположения полигона. Увеличение указанного расстояния, в большинстве случаев, нецелесообразно в связи со значительным ростом тарифа на услуги по вывозу отходов с мест их накопления. При вывозе отходов из населенных пунктов, находящихся на расстоянии более 35 км от полигона, необходимо строительство мусороперегрузочных станций, при этом расстояние не должно превышать 55 км. В целях селективного (избирательного) сбора отходов предполагается организация сети мусоросортировочных станций (МСС). На данный момент на территории Республики Башкортостан уже построено и предполагается строительство 14 МСС различной производительности: в городах Уфе (3 МСС), Стерлитамаке, Салавате, Нефтекамске, Октябрьском, Белорецке, Ишимбае, Кумертау, Туймазы, Сибее, Мелеузе [3].

Таким образом, данная программа предоставляет не только схему сбора отходов с территорий муниципальных образований республики Башкортостан, но и подсказывает возможные решения при выборе предполагаемого местоположения предприятий по переработке отходов.

Однако необходимо иметь в виду, что в большинстве случаев места под строительство данных предприятий выбираются, не учитывая мнения всех заинтересованных лиц. В частности, такие предприятия могут оказаться по соседству с садовыми товариществами или населенными пунктами, чему население, проживающее на данной территории, оказывается не очень радо.

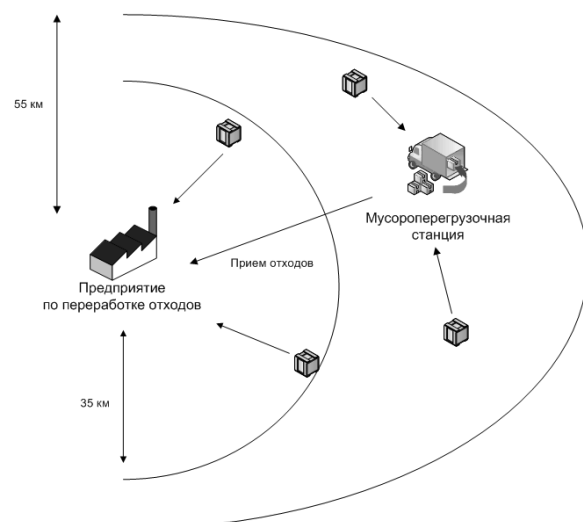


Рис. 1. Существующая схема строительства предприятий по переработке отходов в Республике Башкортостан

В связи с этим одной из существенных задач, на сегодняшний день, является необходимость определения того, насколько правильно выбрано место под строительство промышленных предприятий по переработке отходов на территории Республики Башкортостан. А в качестве одного из подходов к решению данной проблемы могут быть использованы аппарат статистических индексов и геоинформационные технологии.

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ

На данный момент существует множество стратегий и практик выбора оптимального местоположения объектов на основе математических, статистических, геоинформационных и др. подходов. Одним из таких подходов являются технологии математико-геоинформационного моделирования [4]. Использование технологий геоинформационного моделирования создает основу для представления в сопоставимом виде (в виде тематических слоев) данных, характеризующих состояние природных компонент геотехнических объектов; характеристик мест возникновения отходов на различных участках территориальной системы; мест хранения и переработки отходов; характеристик транспортной сети. Ис-

пользование математико-статистических методов создает основу анализа территориально-временной изменчивости показателей состояния компонентов территориальных систем в условиях неопределенности свойств взаимосвязанных процессов, обусловленных природными, социальными, техногенными факторами, в том числе процессами возникновения, хранения, транспортировки и переработки отходов.

Таким образом, с помощью технологии математико-геоинформационного моделирования можно аргументировано ответить, что происходит в системе управления отходами, улучшается ситуация или нет, а также оценить, насколько целесообразно и обоснованно выбираются места под строительство предприятий по переработке отходов. В связи с этим данные технологии могут быть использованы в качестве дополнительного вспомогательного инструмента для информационной поддержки выработки согласованного решения в сфере управления отходами.

Для того чтобы оценить целесообразность выбора мест под строительство предприятий по переработке отходов, необходимо оценить систему управления отходами с помощью различных характеризующих ее параметров. Образующиеся отходы характеризуются различным компонентным составом и, соответственно, различной степенью негативного воздействия, что требует применения различных методов агрегирования (свертки) экологической информации.

В качестве одного из вспомогательных инструментов, позволяющих районировать территорию Республики Башкортостан в зависимости от степени негативного воздействия, может быть использован аппарат статистических индексов, основанный на обобщении априорной статистической информации и расчете единого обобщенного показателя из нескольких частных.

Учет ежегодных статистических данных позволяет учесть состояние системы управления отходами в различные периоды времени [3, 5, 6]. Но для того чтобы выяснить как изменяется ситуация в данной области, необходимо сравнить информацию за разные годы, а для этого полученные данные необходимо, в первую очередь, сопоставить

между собой, что как раз и позволяют сделать статистические индексы. Кроме того, что индексы – это инструмент для обеспечения сопоставимости данных, полученных в разных условиях, это еще и основа для построения интегральных показателей состояния сложных объектов, а также инструмент для анализа изменения состояния объекта изучения во времени.

Идея метода обобщенного параметра [7, 8, 9] заключается в том, что процесс, характеризующийся многими компонентами, описывается одномерной функцией, численные значения которой зависят от контролируемых компонентов процесса. Такая функция рассматривается как обобщенный параметр процесса.

При обобщении параметров, характеризующих систему управления отходами, необходимо для начала определить относительные значения первичных параметров, основанные на статистических индексах, а уже затем построить математическое выражение для обобщенного параметра.

Определение относительных значений частных параметров считают необходимым, поскольку состояние объекта может характеризоваться параметрами, имеющими различную размерность, поэтому все контролируемые параметры приводят к единой системе измерения, в которой они могут быть сравнимыми.

Для того чтобы обеспечить сопоставимость разнородных данных, необходимо рассчитать статистические индексы для каждого муниципального образования, взяв за базовый период 2015 г. Для расчета данных индексов необходимо перевести имеющиеся значения частных показателей в относительные (безразмерные) путем нормирования на минимальное значение данного показателя по области, чтобы каждому муниципальному образованию был присвоен свой соответствующий индекс:

$$y_{i,j}(t) = \frac{P_i(t)}{P_{i\min}}, \quad (1)$$

где P_i – признак муниципального образования; $y_{i,j}$ – признак муниципального образования (частный показатель) в относительных единицах.

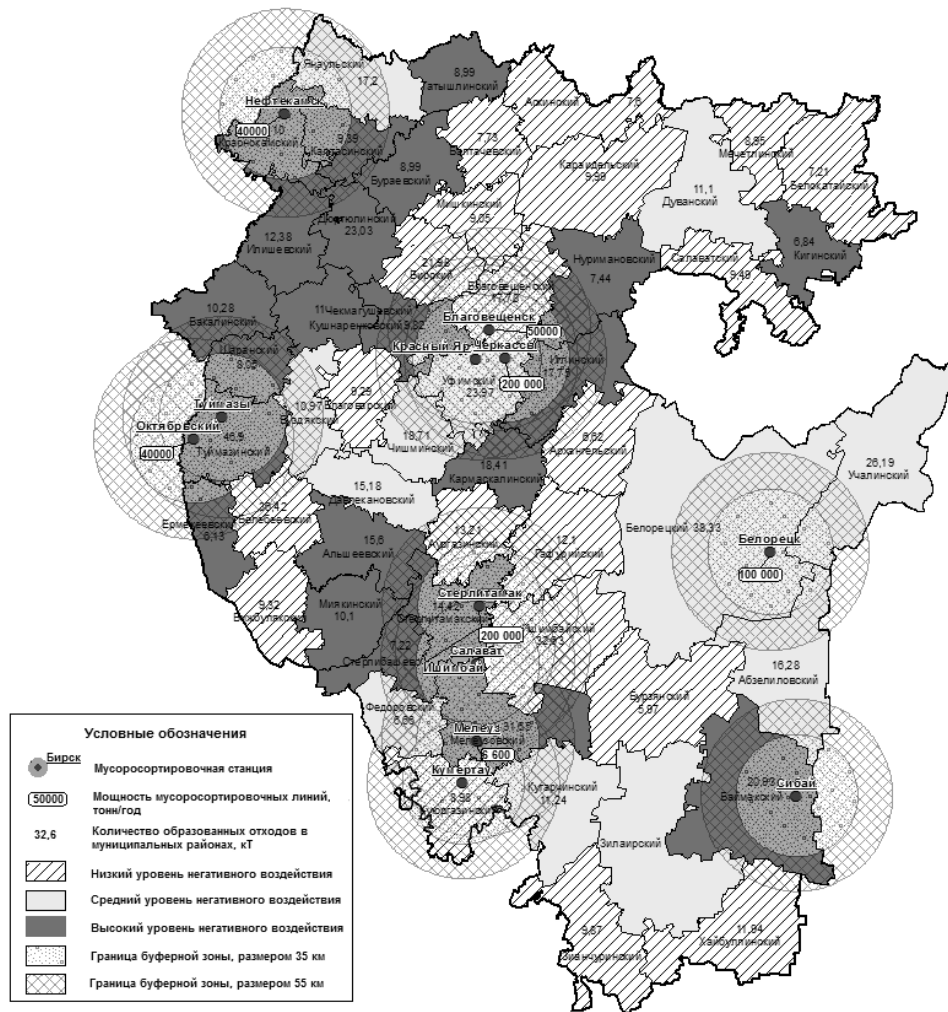


Рис. 2. Районирование территории Республики Башкортостан по обобщенному показателю за 2015 г.

В результате каждому муниципальному образованию поставлена в соответствие относительная характеристика каждого из частных признаков.

Оценку состояния процесса по множеству контролируемых параметров можно оценить с помощью следующего обобщающего выражения, которое представляет собой среднее арифметическое, обусловленное тем, что разные показатели, с точки зрения эксперта, т.е. населения, имеют одинаковую значимость:

$$I_j(t) = \frac{\sum y_{i,j}(t)}{N_j}, \quad (2)$$

где $I_j(t)$ – обобщенный параметр процесса; $\sum y_{i,j}(t)$ – сумма относительных показателей; N_j – количество частных показателей.

Как видно из выражения (2), чем больше $\sum y_{i,j}(t)$ – значение частного параметра, тем больший вклад оно вносит в обобщенный параметр $I_j(t)$. Чем больше степень негативного воздействия каждого из параметров, тем больше значение обобщенного параметра.

Таким образом, с помощью данной формулы для каждого муниципального района был вычислен обобщенный параметр, отражающий степень негативного воздействия отходов на состояние окружающей среды и здоровья населения. Районирование территории по данному показателю позволило разделить районы на 3 группы: районы с высоким, средним и низким уровнем негативного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье населения (рис. 2).

Сопоставив результаты районирования с существующей схемой обращения с отходами Республики Башкортостан, достаточно трудно, на первый взгляд, сделать вывод о том, насколько правильно выбрано место под строительство промышленных предприятий по переработке отходов. Для того чтобы перейти к более качественному оцениванию обоснованности выбора мест расположения предприятий по переработке отходов, можно воспользоваться различными подходами. Одним из таких подходов являются геоинформационные технологии, в основе которых лежит анализ:

1) степени негативного воздействия отходов на состояние окружающей среды и здоровье населения;

2) возможности транспортировки отходов без промежуточного хранения.

На рис. 3 представлены карта Республики Башкортостан с выделенными районами по степени негативного воздействия и диаграммы, отражающие количественный анализ: как соотносится размещение предприятий по переработке отходов со степенью негативного воздействия, какие территории вообще не попадают в зону ответственности данных предприятий, с каких территорий осуществляется транспортировка без промежуточного хранения.

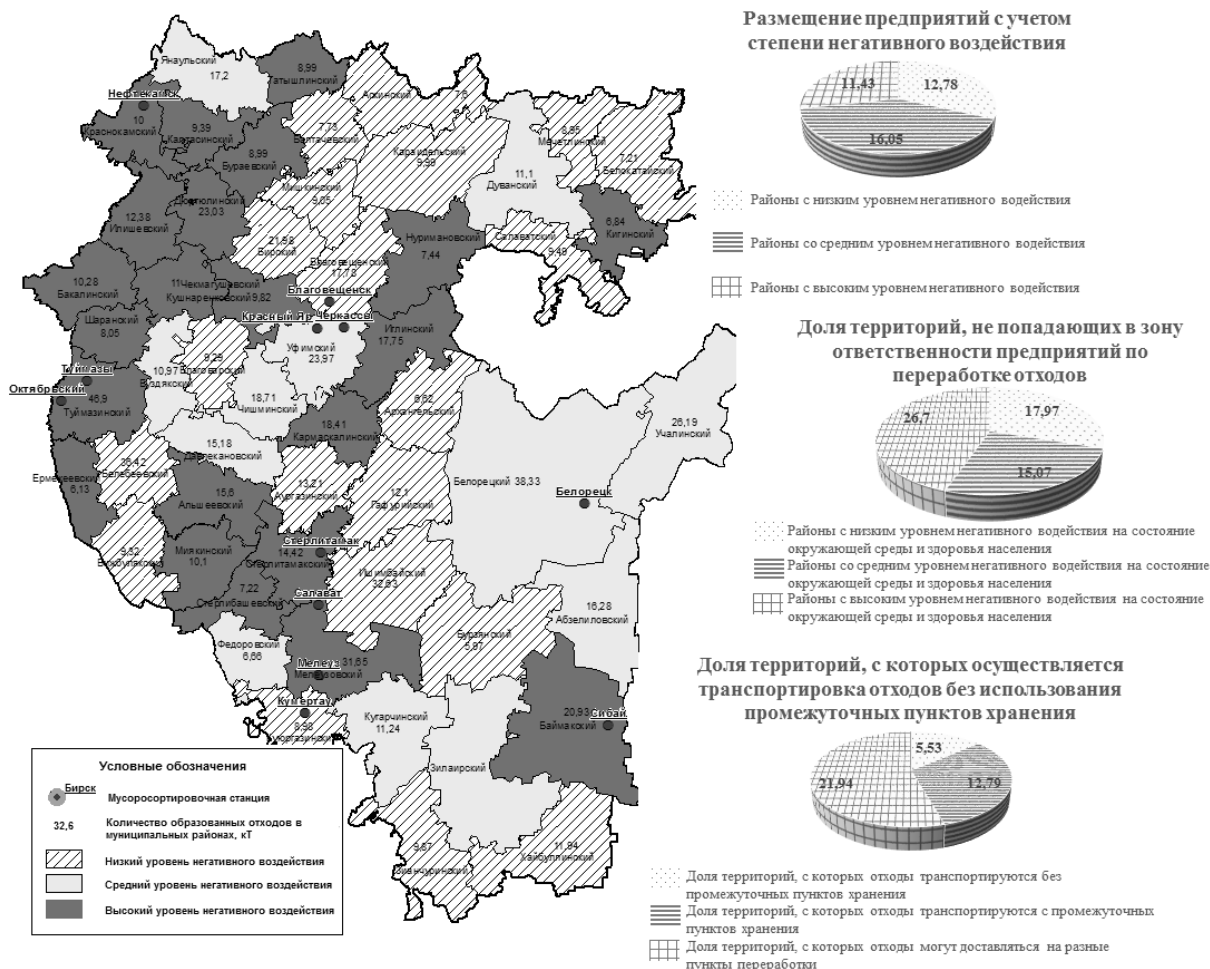


Рис. 3. Оценка обоснованности выбора мест расположения предприятий по переработке отходов

Согласно полученным диаграммам видно, что не всегда размещение предприятий по переработке отходов осуществляется в районах с высоким уровнем негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Так, большинство предприятий размещается в районах со средним уровнем негативного воздействия. Но самым главным результатом является то, что на основе проведенного геоинформационного анализа территории Республики Башкортостан видно, что еще достаточно много территорий не попадает в зону ответственности предприятий по переработке отходов, многие из которых характеризуются высоким уровнем негативного воздействия. А некоторые из построенных предприятий расположены так, что их зоны покрытия территорий, подвергающиеся сбору и транспортировке отходов, перекрываются. Хотя в последние годы в Республике Башкортостан регулярно проводится работа по модернизации системы управления отходами, полученные результаты говорят о том, что существующая схема сбора и транспортировки отходов еще далека от «идеала», и впереди еще много работы для того, чтобы ее усовершенствовать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для урегулирования проблемной ситуации, связанной с многокритериальным управлением процесса выбора местоположения промышленных предприятий по переработке отходов, могут быть использованы различные известные методы, среди которых можно выделить аппарат статистических индексов и геоинформационные технологии. Использование данных методов позволило провести оценку территории Республики Башкортостан с точки зрения управления отходами, за счет районирования территории республики на группы районов по степени негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Полученные результаты можно в дальнейшем использовать в качестве инструмента для информационной поддержки выработки согласованного решения по выбору местоположения промышленных предприятий по переработке отходов.

Результаты исследований, представленные в статье, частично поддержаны грантом 18-08-00885 – А «Методологические основы многокритериального управления процессом выбора местоположения промышленных предприятий по переработке отходов на основе положений эвергетики».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Христовуло О. И. Разработка информационной системы размещения объектов техногенной опасности с использованием нечеткой логики / О. И. Христовуло, И. Ф. Салимзянов, Н. Р. Гареева // Научный журнал «Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление». – Санкт-Петербург, Россия, 2015. - Т. 5 (229). - С. 47 – 58.
2. Khristodulo O., Davletbakova Z., Gvozdev V. Spatial Information Processing for Decision-making Support of Siting Sources of Technogenic Hazards Using Computer Technologies // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – Челябинск, 2017. - pp. 1-5.
3. Республиканская целевая программа «Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан на 2011-2020 годы», утвержденная постановлением Правительства Республики Башкортостан от 18.11.2011 №412. – Уфа, 2011. – 153 с.
4. Статистическое исследование территориальных систем: монография / М. Б. Гузаиров и др. М.: Машиностроение, 2008. – 187 с.
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. URL: <http://bashstat.gks.ru/> (дата обращения: 01.08.2018).
6. Об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2014 году: гос. Докл. / М-во природопользования и экологии Республики Башкортостан. – Уфа, 2015. – 172 с.
7. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / Пер. с англ. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2005. – 512 с.
8. Палий И. А. Прикладная статистика: учебные пособия для вуза. – М.: высшая школа, 2004. – 176.
9. Кюн Ю. Описательная и индуктивная статистика: Пособие-памятка /перевод с немецкого. В. С. Дуженко. Финансы и статистика, 1981. – 126с.
10. Бочаров М. К. Методы математической статистики в географии. – М.: Мысль, 1971. – 371 с.

ОБ АВТОРАХ

ХРИСТОДУЛО Ольга Игоревна, д-р техн. наук, профессор, каф. ГИС.

ГВОЗДЕВ Владимир Ефимович, д-р техн. наук, профессор каф. ТК.

ФАХРЕТДИНОВА Эльвина Булатовна, магистрант каф. ГИС, степень бакалавра по направлению «Информационные системы и технологии» (УГАТУ, 2017).

METADATA

Title: The choice of the location of enterprises for waste processing based on the apparatus statistical indexes and geoinformation analysis.

Authors: O. I. Khristodulo¹, V. E. Gvozdev²,
E. B. Fakhretdinova³

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹o-hristodulo@mail.ru, ²wega55@mail.ru,
³fbelvina1395@mail.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (20), pp. 187-193, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The need to solve the problem of waste processing has become particularly relevant in recent years due to the deterioration of the quality of natural raw materials and the reduction of its quantity and increase in the volume and variety of waste. One of the major problems in waste management is the problem of choosing the location of industrial enterprises for their processing. This article is devoted to the use of the apparatus of statistical indices and geoinformation technologies for the assessment of the Republic of Bashkortostan in terms of waste management for further analysis of the allocated territories for the construction of industrial waste processing enterprises. As a result, groups of regions with high, medium and low negative impact on the environment and public health were identified.

Key words: industrial waste processing enterprises; the apparatus of statistical indices; geoinformation analysis; waste management system.

About authors:

KHRISTODULO, Olga Igorevna, Dr. Tech. Sci., Professor, Department. GIS.

GVOZDEV, Vladimir Efimovich, Dr. of Tech. Sciences, Professor. Department. TC.

FAKHRETDINOVA, Elvina Bulatovna, graduate student of the department. GIS, bachelor's degree in the area of Information Systems and Technologies (UGATU, 2017).