Секция по направлению «Экология»

«Оценка геометрических параметров объектов размещения отходов на примере полигона ТБО Торбеево Люберецкого района Московского региона

в программе Google Earth»

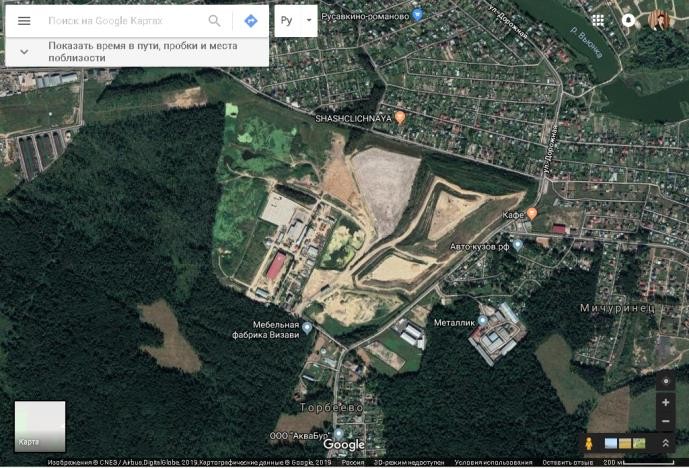
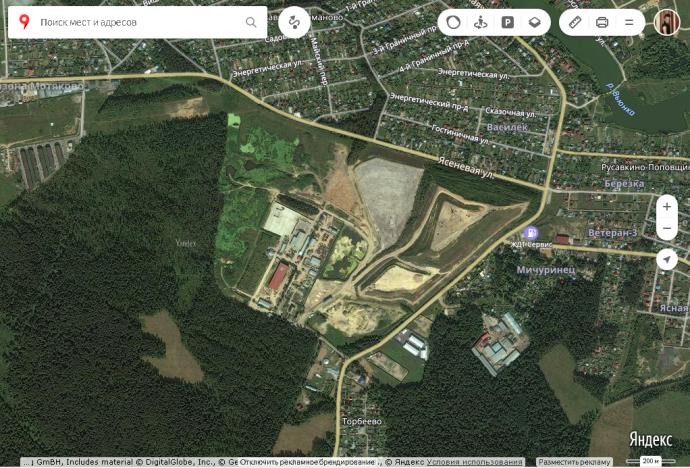
Чернышов С., Броян Т., Мирискаева М. (5 класс) Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города

Москвы "Школа № 97" Руководитель: Рихтер А.А.

# Введение

Полигон ТКО Торбеево – расположен в 1 км от дер. Торбеево, Люберецкий район (ООО «ЭНИТ»; 140052, Люберецкий район, пос. Коренево, ул. Некрасова, 1). Заместитель генерального директора – Федяшин Михаил Александрович. Площадь всей территории предприятия к настоящему времени расширена и составляет около 80 га. Площадь участка захоронения – 12.8 га (по официальным данным на 2009 г.). На 2017 г. Площадь участка расширена до 30 га (оценка в программе Google Earth). К полигону прилегают «исторические» 144 населённые пункты – дер. Торбеево (около 100 лет), дер. Русавкино-Романово (с 17 века). Расстояние до ближайших домов – 40 м. Полигон был сформирован в 90-х гг. 20 века как несанкционированная свалка на месте сельскохозяйственных территорий, которая в дальнейшем была узаконена как полигон ТКО. Впоследствии местные чиновники раздавали землю под садово-дачные участки. По словам жителей, данная территория не приспособлена для полигона, т.к. свалка не изолирована от грунта, жидкие отходы и сливы с полигона проникают в грунтовые воды; вода отравлена и содержит метан, предельно-допустимые нормы выбросов превышены в разы. Экологическая экспертиза подтвердила превышение ПДК по ацетону и толуолу в 6.5 раз. Местные жители страдают от онкологических и других заболеваний, обусловленных качеством воздуха и воды. Во время встречи с жителями глава городского округа Люберцы Владимир Ружицкий рассказал о том, что в 2020 г. Полигон будет закрыт, а других полигонов в округе не появится. Об этом сообщает пресс-служба администрации городского округа Люберцы. По словам Ружицкого, к этому времени проектная мощность полигона закончится. Глава Люберец также напомнил, что на днях в правительстве Московской области прошло совещание, на котором рассматривался вопрос строительства мусороперерабатывающих заводов. «Всего на территории региона будет построено 4 мусоросжигающих завода в 2018-2019 годы, все они расположатся в районе бетонного кольца. Туда будут возить и отходы из Люберец». Ружицкий добавил, что ни одного транспортного средства с рекультивируемого полигона ТКО Кучино не перераспределено в Люберцы. В настоящее время на полигон ТКО Торбеево привозится бытовой мусор третьего, четвертого, пятого классов опасности. [1]

**Цель работы**: оценка и анализ площади объекта размещения отходов, (ОРО) на примере одного из полигонов твёрдых коммунальных отходов, (ТКО) (твёрдых бытовых отходов, ТБО) Московского региона с

использованием возможностей визуального дешифрирования в программе Google Earth.

# Съёмка ОРО в Google Earth

На рис. 1 – пример космического изображения ОРО (а), данное изображение в программе Google Earth Pro с элементами интерфейса (б).

Географическое положение ОРО: широта – 55o 41' 46.56''С, долгота – 38o 02' 44.98''В. Дата съёмки – 19.08.18.

На рис. 2 – изображения свалки (космические, панорамные) на интерактивных картах: Яндекс-карты (а, б) и Google-карты (в, г). [2-4]



|  |  |
| --- | --- |
| (а) | (б) |
| Рис. 1. Полигон ТКО Торбеево: а) космическое изображение; б) интерфейс  программы Google Earth | |

|  |  |
| --- | --- |
| (а) | (б) |

|  |  |
| --- | --- |
| (в) | (г) |
| Рис. 2. Съёмка ОРО в интерактивных картах: а, в) Яндекс-; б, г) Google-; а, б)  космические, в, г) панорамные изображения | |

На рис. 3 – историческая съёмка ОРО, в табл. 1 – соответствующие виртуальные даты съёмки (в программе), отличающиеся от реальных дат съёмки.



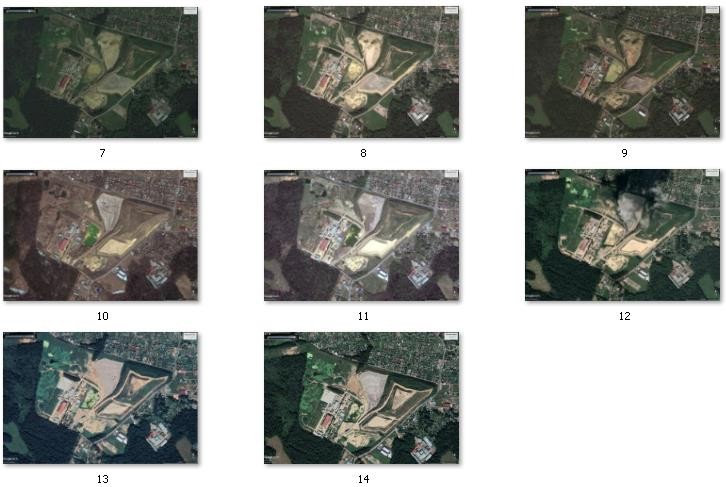


Рис. 3. Исторические снимки ОРО в Google Earth

# Оценка геометрических параметров ОРО

В программе Google Earth (Pro-версия) возможна оценка множества геометрических параметров, в частности: длина прямой линии, длина пути; периметр и площадь многоугольника; длина дуги, периметр и площадь окружности; длина 3D-линии и -пути; площадь поверхности и объём многогранника и др. (рис. 4).

Оценим методом визуального дешифрирования в Google Earth изменения следующих геометрических параметров: площадь, периметр, высота. Измерения приближённые, т.к.: имеются ошибки измерений; числовые значения округлены; использован визуальный метод.

Проведены виртуальные измерения геометрических параметров ОРО (площадь и периметр) в Google Earth. На рис. 5 – проведение операции

(оценка площади выделенной области) в программе: а) пример операции для даты 14; б) операции для разных моментов времени, которым соответствуют разные значения параметров (для дат 1, 2, 4, 14).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Табл. 1. Исторические данные съёмки | | | | |
| **N** | **Дата** | **Площадь (га)** | **Периметр (м)** | **Высота (м)** |
| 1 | 11.06.03 | 16 | 1590 | 10 |
| 2 | 14.04.09 | 23 | 2110 | 35 |
| 3 | 16.08.11 | 23 | 2110 | 57 |
| 4 | 05.11.11 | 24 | 2250 | 57 |
| 5 | 27.03.14 | 24 | 2250 | 63 |
| 6 | 08.02.16 | 24 | 2250 | 63 |
| 7 | 26.05.16 | 24 | 2250 | 63 |
| 8 | 31.05.16 | 24 | 2250 | 63 |
| 9 | 26.09.16 | 24 | 2250 | 63 |
| 10 | 06.04.17 | 32 | 2530 | 63 |
| 11 | 03.05.17 | 32 | 2530 | 63 |
| 12 | 26.07.17 | 32 | 2530 | 63 |
| 13 | 01.08.18 | 32 | 2530 | 63 |
| 14 | 19.08.18 | 32 | 2530 | 63 |

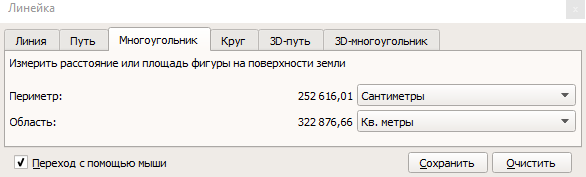
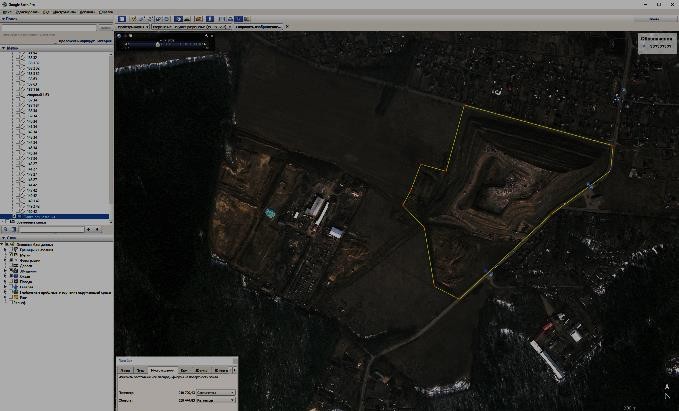
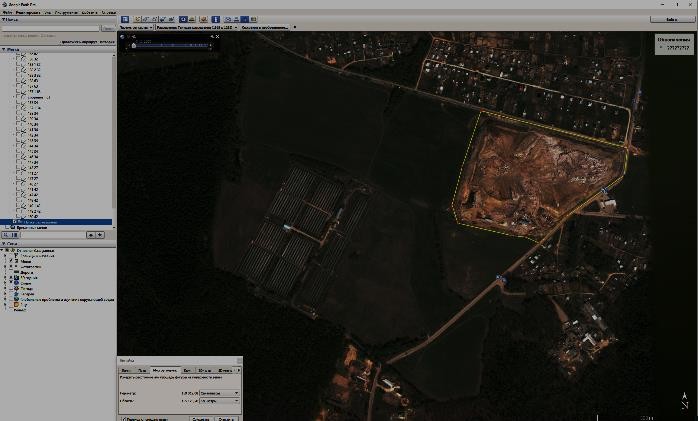
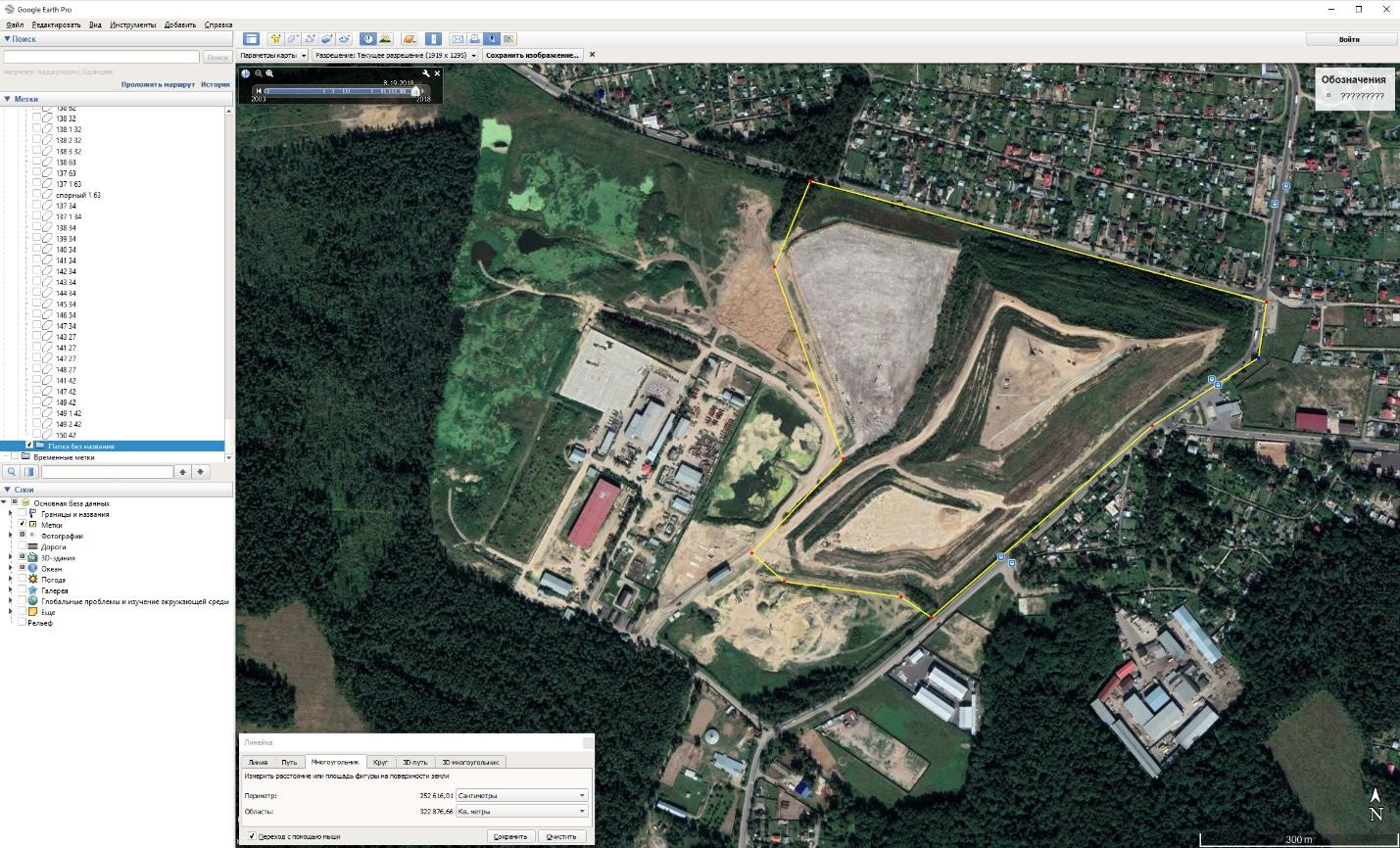
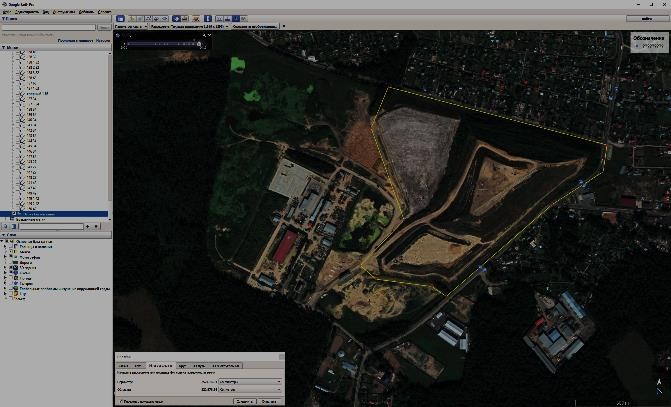
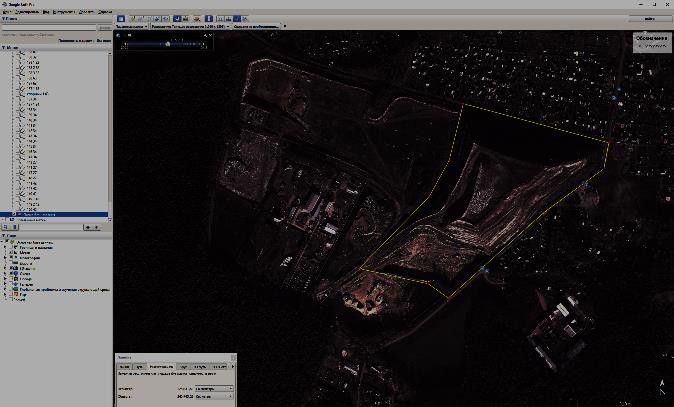


Рис. 4. Элемент интерфейса Google Earth (линейка)

В табл. 1 – результаты измерений. Площади пересчитаны из квадратных метров в гектары – 1 м2 = 1000 га. Периметры пересчитаны из сантиметров в метры: 1 см = 0.01 м (см. рис. 4).



|  |  |
| --- | --- |
| (а) | |
| 1 | 2 |
| 4 | 14 |
| (б) | |
| Рис. 5. Измерение площади и периметра ОРО: а) пример операции; б)  операции для разных моментов времени | |

На рис. 6 – блоки размещения отходов (1-3), формируемые в разные моменты времени (t – виртуальные даты появления блоков, N – номер даты). Блоки постоянны по площади S и периметру P, но переменны в высоту H во

времени. В табл. 2 – измерения S и P блоков. Блок 3 появился в дату 10 (на рис. 5 измерения выполнены для даты 14).



Рис. 6. Блоки размещения отходов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Табл. 2. Геометрические параметры блоков (площадь, периметр) | | | | | |
| **№** | **Блок** | **t** | **N** | **S, га** | **P, м** |
| 1 | Блок 1 | 11.06.03 | 1 | 16 | 1590 |
| 2 | Блок 2 | 14.04.09 | 2 | 7 | 1120 |
| 3 | Блок 3 | 06.04.17 | 10 | 9 | 1210 |

Как видно из табл. 1-2:

1. Площадь и периметр свалки растут во времени;
2. Рост площади покрытия замусоривания со временем уменьшается (свалка стабилизируется по занимаемой ею площади);
3. Изменения площади и периметра происходит скачками;
4. Скачки обусловлены формированием наличием блоков размещения отходов.

Проведём виртуальные измерения высоты ОРО (для блока 1,

«живущего» дольше всего и имеющего максимальный размер) в Google Earth. Измерения горизонтального размера L в основании пересчитывается в размер высоты H по формуле (рис. 7):

H=L tg α,

где α – угол наклона полигона к основанию (принимает α постоянным, α~60o). В табл. 1 – результаты измерений. Как видно из изменений значений H(t), свалка растёт в высоту, но этот рост также стабилизируется во времени.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (а) | (б) |
| Рис. 7. Оценка высоты ОРО по визуальным признакам в Google Earth: а)  размер L; б) пересчёт в размер H | |

# Оценка геометрических параметров малого ОРО

Оценим площадь несанкционированной свалки (рис. 8, объект (1)) в окрестности основного ОРО (полигон ТКО Торбеево).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (а) | (б) |
| Рис. 8. Выделение участка в окрестности основного ОРО (а, дата 14) и  разметка ОРО (объекты 1-5) на данном участке (б, дата 9) | |

Пример измерения площади ОРО – рис. 8б.

На рис. 9 – объект 1 в разные моменты времени ti, а в табл. 3 – результаты измерений его площади. Как видно, площадь свалки –

«флуктуирующая» величина: нет какой-либо тенденции изменения данного геометрического параметра во времени. Среднее значение площади S0 оценивается как среднее арифметическое значений площадей Si в разные моменты времени (даты i):

 1 *n*2 ,

*S*

*S*

0

*i*

2  *n*1 *i**n*

1

*n*

где n1 – номер даты появления свалки, n2 – исчезновения свалки. В нашем случае: n1=2, n2=15. Из табл. 3 по данной формуле находим: S0~970 м2.

Момент начала появления свалки – дата 2, к конечному моменту времени (дата 14) свалки 2-4 исчезли, а свалка 1 – осталась.

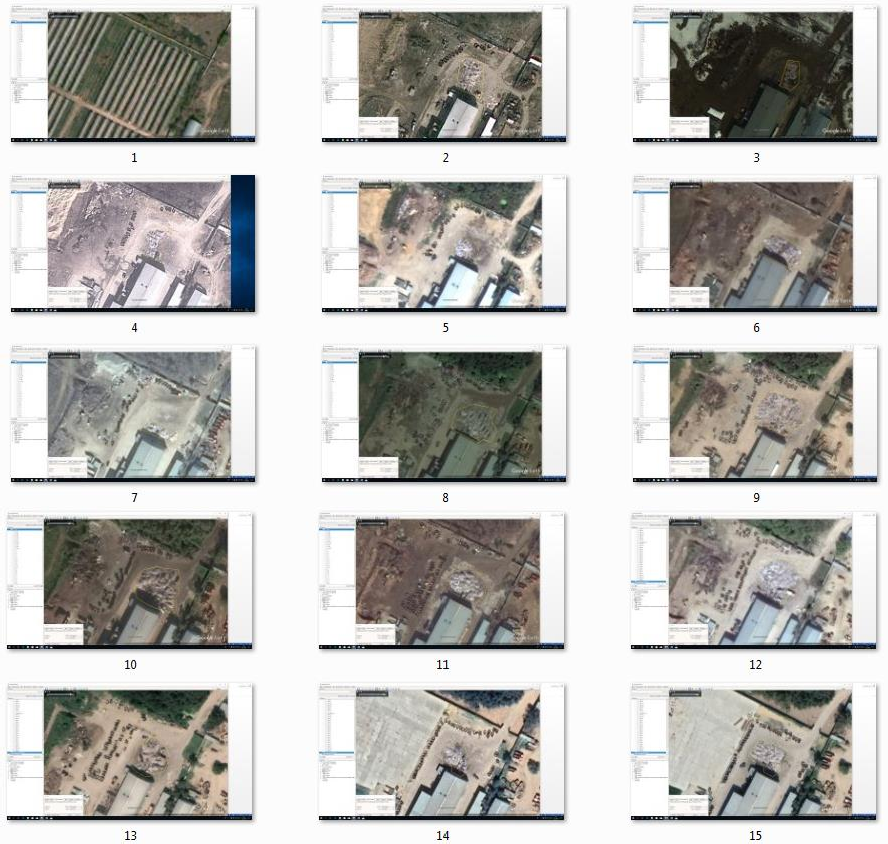


Рис. 8. Изменение формы ОРО (объект 1) во времени

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Табл. 3. Изменение площади несанкционированной свалки во времени  (объект 1) | | |
| **i** | **ti** | **Si, м2** |
| 1 | 11.06.03 | 0 |
| 2 | 14.04.09 | 870 |
| 3 | 27.03.10 | 420 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15 | 25.04.11  16.08.11  27.03.14  11.04.15  26.05.16  31.05.16  26.09.16  06.04.17  03.05.17  26.07.17  01.08.18  11.01.19 | 650  520  1000  480  1280  1500  1600  1020  1480  1080  730  890 |

# Заключение

Одним из актуальных экологических направлений сегодня является космический мониторинг мусорных свалок, который можно проводить с помощью программы Google Планета Земля (Google Earth). Проектная работа, выполненная учащимися средних классов общеобразовательной школы, показала возможность с успехом решать многие проблемы экологического мониторинга объектов размещения отходов, выявлять в частности, выявлять неизвестные свалки, находить их геометрические параметры во времени.

# Список используемых источников

1. Esosedi: [Электронный ресурс], 2018. URL: [http://ru.esosedi.org/RU/MOS.](http://ru.esosedi.org/RU/MOS)
2. Казарян М.Л., Шахраманьян М.А., Мурынин А.Б., Рихтер А.А., Давыдов А., Дементьев И., Игнатьев Д. Методика построения 3d-моделей ригидных объектов по одному изображению и ее применение в проектной деятельности школьников / Информатика в школе. 2018. № 4 (137). С. 28- 34.
3. Яндекс-карты: [Электронный ресурс]. US, 2017. URL: https://yandex.ru/maps/.
4. Google Earth: [Электронный ресурс]. US, 2005-2017. URL: https://[www.google.com/intl/ru/earth/.](http://www.google.com/intl/ru/earth/)