



МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ MELIORATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

УДК 631.72.338

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2019-3-1-98-108>

**Применение беспилотных летательных аппаратов для ведения
землеустройства, кадастра и градостроительства**

Н. Г. Овчинникова, Д. А. Медведков

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

The use of unmanned aerial vehicles for land management, cadastre and urban planning

N. G. Ovchinnikova, D. A. Medvedkov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов в целях проведения аэрофотосъемки. Исходя из анализа данной технологии авторами статьи сделан акцент на актуальности применения такого рода аппаратов по сравнению с традиционными геодезическими методами, уделено внимание проблемам, возникшим по ходу эксплуатации в повседневных условиях.

Ключевые слова: БПЛА, землеустройство, геодезия, кадастр, аэрофотосъемка, градостроительство, ортофотоплан.

Образец для цитирования: Овчинникова, Н. Г. Применение беспилотных летательных аппаратов для ведения землеустройства, кадастра и градостроительства / Н. Г. Овчинникова, Д. А. Медведков // Экономика и экология территориальных образований. — 2019. — Т. 3, № 1. — С. 98–108. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2019-3-1-98-108>

The article discusses the use of unmanned aerial vehicles for aerial photography. Based on the analysis of this technology, the author of the article focuses on the relevance of such devices use in comparison with traditional geodetic methods, paying attention to the problems encountered in the course of operation in everyday conditions.

Keywords: UAV, land management, geodesy, cadastre, aerial photography, urban planning, orthophoto.

For citation: Ovchinnikova, N.G. The use of unmanned aerial vehicles for land management, cadastre and urban planning. Economy and ecology of territorial formations, 2019, V.3, № 1, pp. 98–108. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2019-3-1-98-108>

Введение. Тенденция нашего времени — отказ от аналоговых технологий в пользу цифровых и лазерных. Так, традиционные методы аэрофотосъемки уходят в прошлое, уступая место беспилотным летательным аппаратам (БПЛА).

БПЛА в последнее время уделяется все больше внимания, они применяются в самых разных областях человеческой деятельности, что положительно сказывается на их технологическом развитии. Цель данной работы — проанализировать преимущества БПЛА для геодезической и кадастровой работы, отметив их характерные особенности.

Основная часть. Применение БПЛА в дистанционном картографировании становится все более актуальным способом получения геодезической основы при ведении геодезической и кадастровой деятельности (рис. 1) [1–2].

Если не так давно для целей землеустройства, кадастра и градостроительства применялись данные космической съемки, то на данный момент целесообразнее стало применять беспилотные летательные аппараты. Это обусловлено большой погрешностью (от одного до десяти метров) при использовании космической съемки, что ограничивает выполнение ряда задач. Также при использовании космической съемки приходится учитывать различные климатические, сезонные факторы местности, которые сказываются на процессе дешифровки [3–4].

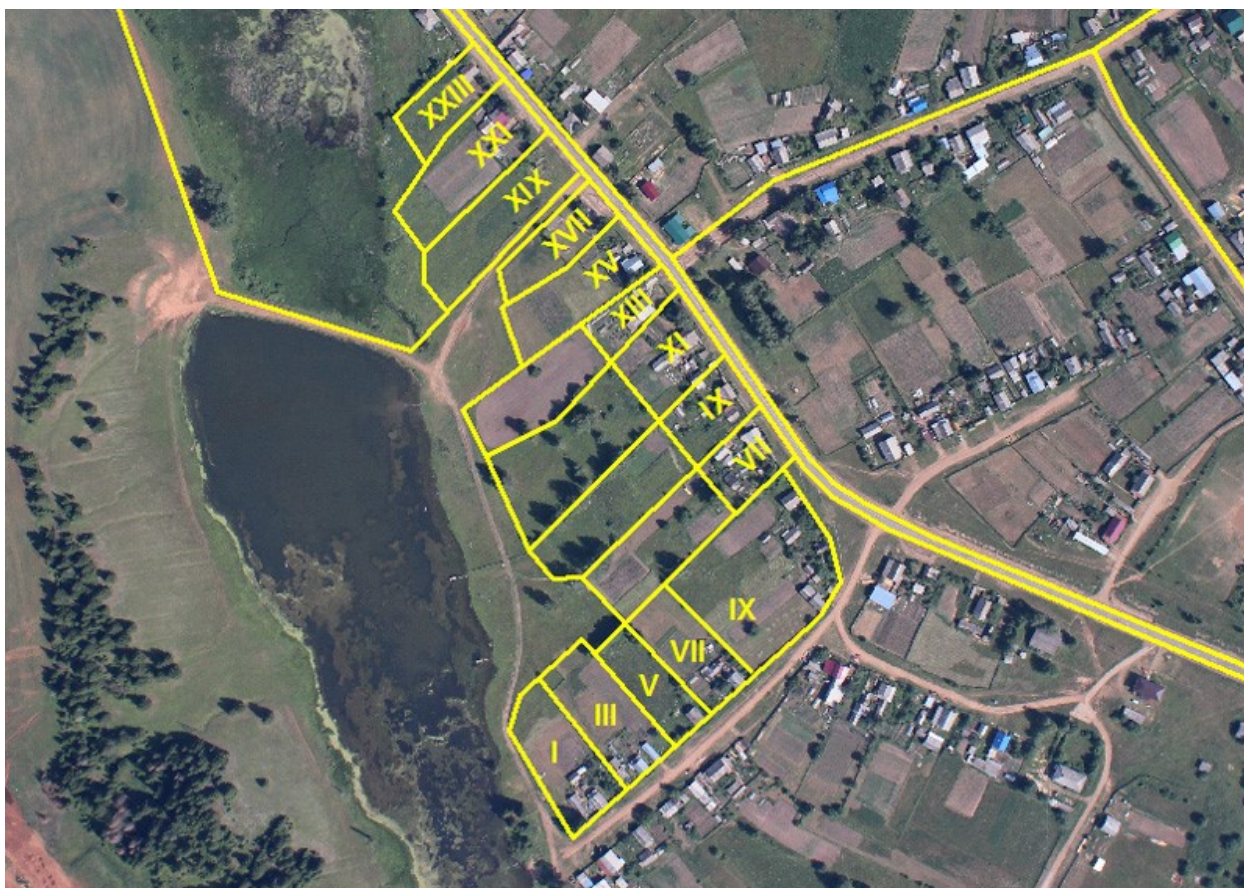


Рис. 1. Материал аэрофотосъёмки с БПЛА, обработанный для ведения кадастровой деятельности

Несмотря на относительно высокую цену оборудования и программного обеспечения, стоит отметить целый ряд преимуществ БПЛА по сравнению с другими средствами, предназначенными для проведения аэрофотосъемки. Одно из таких преимуществ — высокое разрешение съемки, получаемое за счет малой высоты полета и позволяющее детальнее отобразить особенности рельефа. Также немаловажным фактором является оперативность самого процесса, который от момента выезда на местность до получения данных обычно занимает всего несколько часов. Стоит отметить, что применение БПЛА соответствует концепции экологической безопасности — летательные аппараты оснащены преимущественно электрическими двигателями.

Необходимо оговориться, что на текущий момент в большинстве типовых ситуаций экономически целесообразно применять беспилотные летательные аппараты на участках работ свыше 60 гектаров, на меньших по площади территориях экономическая целесообразность требует уточнения, что все же не отменяет всех вышеперечисленных преимуществ БПЛА перед другими методами аэрофотосъемки.

Беспилотные летательные аппараты принято подразделять на типы, вертолетные и самолетные, каждый из которых сконструирован для выполнения своего ряда задач [5]. Самолетный тип (рис. 2) используется в основном для создания ортофотопланов, цифрового моделирования местности и мониторинга линейных объектов [6].



Рис. 2. БПЛА самолетного типа

БПЛА вертолетного типа (рис. 3) задействуют в перспективной съемке, мониторинге небольших территорий, при сложных конструкциях рельефа местности и при лазерном сканировании местности.



Рис. 3. БПЛА вертолетного типа

Так как беспилотные летательные аппараты появились совсем недавно, они еще не имеют единой общемировой классификации, на данный момент их принято подразделять по основным характеристикам: дальность полета, радиус действия, взлетная масса, грузоподъемность, назначение.

Для удобства обычно принимают во внимание только две из вышеназванных характеристик: взлетную массу и радиус действия [7]. Характеристики всех типов и классов беспилотных летательных аппаратов приведены в табл. 1.

Характеристики БПЛА

Тип БПЛА	Класс БПЛА		Взлетная масса, кг	Полезная нагрузка, кг	Дальность действия, км	Тип двигателя
Самолетный	Микро- и мини-БПЛА		до 5	до 1	25–40	электродвигатель
	Легкие БПЛА	малого радиуса действия	5–50	1–10	10–120	электродвигатель
		среднего радиуса действия	50–100	5–30	70–250	электродвигатель, ДВС
	Средние БПЛА		100–300	20–50	150–1000	ДВС
	Среднетяжелые БПЛА		300–500	45–150	70–300	ДВС
	Тяжелые БПЛА	среднего радиуса действия	500–1500	60–250	70–300	ДВС
		дальнего радиуса действия	более 1500	более 300	1500	ДВС
Вертолетный	Мини-БПЛА		до 5	до 1	5	электродвигатель
	Легкие БПЛА		5–50	1–30	5–100	электродвигатель
	Средние БПЛА	малого радиуса действия	50–300	20–50	50–100	ДВС
		среднего радиуса действия	30–500	50–150	100–400	ДВС
	Тяжелые БПЛА	среднего радиуса действия	500–1500	120–150	150–400	ДВС
		дальнего радиуса действия	более 1500	более 200	400–1500	ДВС

На данный момент в производстве используются две системы компоновки самолетных беспилотных летающих аппаратов: классическая (рис. 4), состоящая из фюзеляжа, крыльев и хвоста, и выполняемая по типу «летающего крыла» (рис. 5) [8].



Рис. 4. Самолетный БПЛА, собранный по классической схеме



Рис. 5. Самолетный БПЛА типа «летающее крыло»

Вертолетные БПЛА также могут собираться по двум системам компоновки: классической (рис. 6) — один ротор с винтом, и типа «мультикоптер» (рис. 7) — с несколькими роторами.



Рис. 6. Вертолетный БПЛА, собранный по классической схеме



Рис. 7. Мультикоптер

На сегодняшний день для геодезических, землеустроительных и кадастровых работ экономически целесообразнее (из-за сочетания массы и стоимости) применение легких беспилотных летательных аппаратов обоих типов со взлетной массой, не превышающей 30 килограммов.

Выбор БПЛА следует также проводить, исходя из технического задания и исследуемого объекта.

Запуск БПЛА невозможен без наземной станции управления и специального программного обеспечения.

Выполнение полетов происходит по следующей схеме:

1. Проектируется полетное задание.
2. Осуществляется подготовка к полету.
3. Выполняется сам полет, что может подразумевать запуск и отмену запуска, корректировку полетного задания во время полета, возврат борта, посадку, полет по требованию, дистанционное управление.
4. Выполнение действий после приземления: запись данных съемки и проведение анализа полета.

Для масштаба 1:500 БПЛА может произвести съемку 5 квадратных километров, для масштаба 1:2000 это значение колеблется в пределах 15 квадратных километров.

Стоимость полного комплекса работ, включающего проведение беспилотной съемки, создание ортофотоплана и цифрового моделирования местности, в среднем составляет 40 тысяч рублей за 100 гектаров. Для сравнения выполнение съемки традиционными методами составляет порядка 10 тысяч рублей за один гектар.

К сожалению, проведение беспилотной съемки не всегда возможно в силу особенностей рельефа, а иногда требуются дополнительные измерения традиционными геодезическими методами.

Беспилотная аэрофотосъемка не имеет принципиальных различий с пилотируемой съемкой, но при этом стоит учитывать некоторые особенности.

На полет беспилотного летательного объекта большое влияние оказывает ветер, для нивелирования его эффекта съемка должна производиться с продольным перекрытием более 80 % и поперечным — более 40 %, что позволит исключить разрывы [9].

Применение БПЛА помогает упростить подготовительные работы в силу того, что нет необходимости присутствия человека на борту, а значит, снижено влияние человеческого фактора на работу аппарата.

Спутниковое навигационное и съемочное оборудование на борту БПЛА обеспечивает получение цифровых снимков сверхвысокого пространственного разрешения.

Аэрофотосъемка с помощью БПЛА и космическая съемка имеют общую особенность — автоматизированность проводимых работ, но в случае применения беспилотников значительно возрастает оперативность съемки. Разнообразие существующего программного обеспечения для обработки результатов съемки позволяет получать готовые ортофотопланы и цифровые модели местности в автоматическом режиме уже через час после посадки [10].

При применении беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъемки не требуется наличия аэродрома. Запуск производится либо с руки, либо со специально сконструированного для запуска устройства — катапульты (рис. 8).

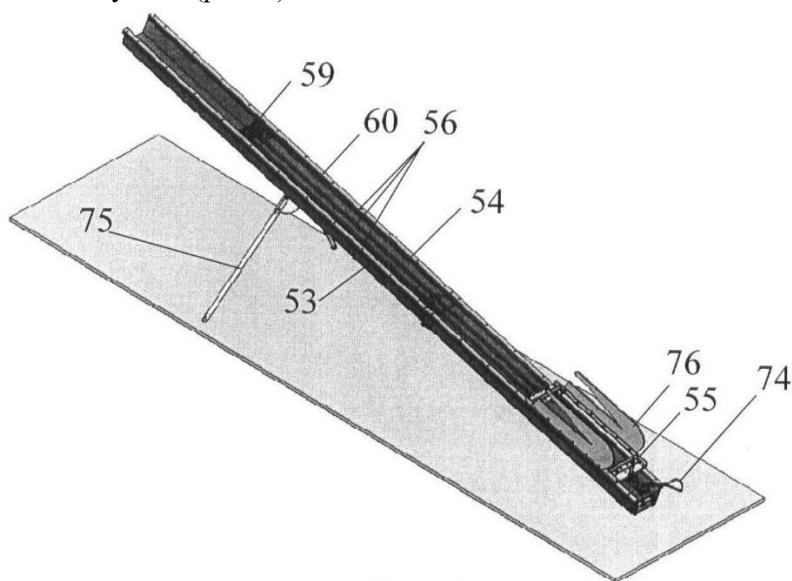


Рис. 8. Катапульта для запуска БПЛА

Эксплуатация БПЛА не требует высококвалифицированного технического обслуживания, а мероприятия по обеспечению безопасности на объекте проще, чем при традиционной аэрофотосъемке.

Обработка снимков с БПЛА производится в автоматизированных фотограмметрических системах. Как правило, процесс обработки автоматизирован, однако часть операций производится в ручном режиме. Исходными данными для программ фотограмметрической обработки аэрофотоснимков являются изображения, полученные с БПЛА в процессе аэрофотосъемки, координаты центров фотографирования и координаты опорных точек [11].

Результатами обработки являются:

- облака точек (рис. 9);
- трехмерные модели местности (рис. 10);
- ортофотопланы (рис. 11);
- цифровые модели местности (рис. 12).

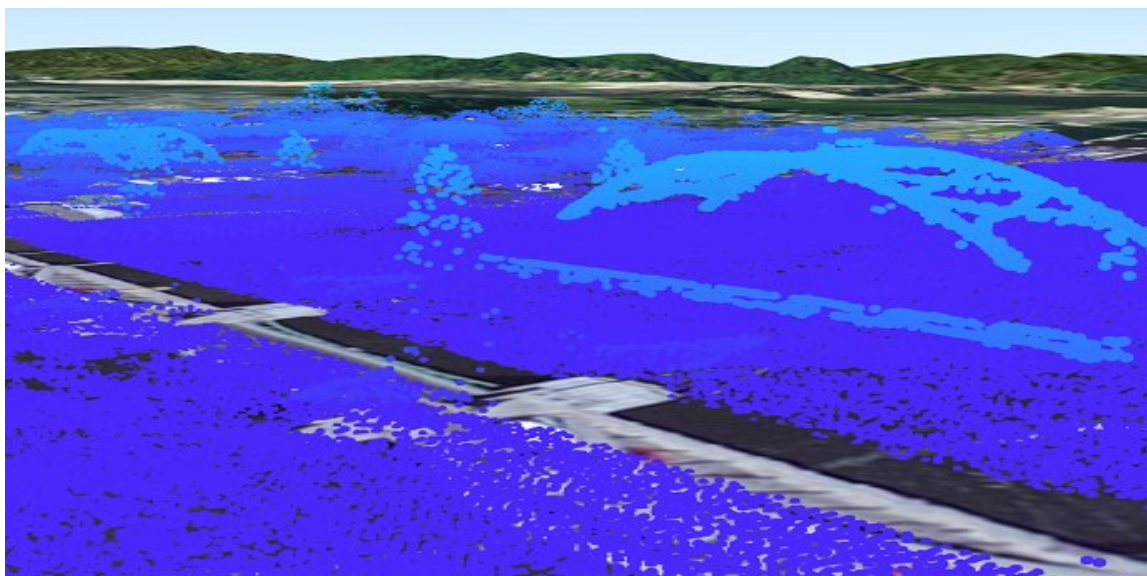


Рис. 9. Облако точек



Рис. 10. Трёхмерная модель местности



Рис. 11. Ортофотоплан, полученный в результате съемки с БПЛА



Рис. 12. Трехмерная модель, полученная в результате обработки данных с БПЛА

Заключение. Подводя итоги, можно сказать, что уже на сегодняшний день, несмотря на относительную новизну технологии и некоторые технические недоработки, беспилотные летательные аппараты смогли занять свою нишу. Если развитие данной технологии будет продолжаться в таком же темпе, то можно говорить о том, что уже в следующем десятилетии БПЛА окончательно займут доминирующее положение в качестве инструмента для проведения работ по аэрофотосъемке.

Библиографический список

1. Лысов, А. В. Геодезические работы при землеустройстве : учеб. пособие / А. В. Лысов, В. А. Калужский, А. С. Шиганов. — Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», 2007. — 147 с.

2. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / С. Ю. Желтов [и др.] ; под ред. М. Н. Красильщикова, Г. Г. Себрякова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 556 с.
3. Овчинникова, Н. Г. Глобальные навигационные спутниковые системы — важная составляющая при ведении земельно-кадастровых работ / Н. Г. Овчинникова, Д. А. Медведков // [Экономика и экология территориальных образований](#). — 2018. — Т. 2, № 1 (4). — С. 77–87. DOI <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2018-2-1-77-87>.
4. Овчинникова, Н. Г. Некоторые особенности разрешенного использования земельного участка с учетом градостроительного регулирования / Н. Г. Овчинникова, А. В. Русских // [Экономика и экология территориальных образований](#). — 2017. — № 1. — С. 31–36.
5. Лабутина, И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина. — Москва : Аспект Пресс, 2004. — 184 с.
6. Корнеев, В. М. Особенности конструкции и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов самолетного типа / В. М. Корнеев. — Москва : Издательские решения, 2018. — 38 с.
7. Догерти, М. Дж. Дроны. Первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА / М. Дж. Догерти. — Москва : Эксмо, 2017. — 224 с.
8. Овчинникова, Н. Г. Восстановление утраченных межевых знаков различными способами / Н. Г. Овчинникова, К. С. Музыка // [Экономика и экология территориальных образований](#). — 2017. — № 1. — С. 116–119.
9. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. — Москва : Академический проект, 2018. — 297 с.
10. Сечин, А. Ю. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования / А. Ю. Сечин, М. А. Дракин, А. С. Киселева. — Москва : Ракурс, 2011. — 98 с.
11. Браверман, Б. А. Программное обеспечение геодезии, фотограмметрии, кадастра, инженерных изысканий / Б. А. Браверман. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. — 244 с.

References

1. Lisov, A.V. Geodezicheskie raboti pri zemleustroistve. [Geodetic works at land management: studybook.] Saratov, FSSU Saratov SAU named after N.I. Vavilov, 2007, 147 pp. (in Russian).
2. Sovremennie informatsionnie tekhnologii v zadachakh navigatsii i navedeniya bespilotnikh manevrennikh letatelnykh apparatov. [Modern information technologies in problems of navigation and guidance maneuverable unmanned aerial vehicles.] Under Krasilschikov, M.N., Zhelto, S.Y. publishing, Moscow, FIZMATLIT, 2009, 556 pp. (in Russian).
3. Ovchinnikova, N.G. Globalnie navigatsionnie sputnikovie sistemi- vazhnaya sostovlayuschaya pri vedenii zemelno-kadastrovikh rabot. [Global navigation satellite systems - an important component in the management of land and cadastral work.] Economy and ecology of territorial formations, 2018, V.2, № 1 (4), 77-87 pp. DOI <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2018-2-1-77-87> (in Russian).
4. Ovchinnikova, N.G. Nekototie osobennosti razreshonnogo ispolzovaniya zemelnogo uchastka s uchetom gradostroitel'nogo regulirovaniya. [Some features of permitted use of land in view of urban management.] Economy and ecology of territorial formations, 2017, № 1, 31-36 pp. (in Russian).
5. Labutina, I.A. Deshifrirovaniye aerokosmicheskikh snimkov. [Deciphering space images.] Moscow, AspektPress, 2004, 184 pp. (in Russian).
6. Korneev, V.M. Osobennosti konstruktssii i ekspluatatsii bespilotnikh letatelnykh apparatov samoletnogo tipa. [Features of the design and operation of unmanned aerial vehicles such as aircraft.] Moscow, Publishing solutions, 2018, 39 pp. (in Russian).
7. Dogerti, M.Dg. Droni. Pervii illustrirovannie putevoditel po BPLA. [The first illustrated guide to the DFA.] Moscow, Eksmo, 2017, 224 pp. (in Russian).

8. Ovchinnokova, N.G. Vosstanovlenie utrachennikh mezhevikh znakov razlichnimi sposobami. [Recovery of lost landmarks in various ways.] *Economy and ecology of territorial formations*, 2017, № 1 (4), 116-119 pp. (in Russian).

9. Limonov, A.N. Fotogrammetriya I dastantsionnoe zondirovanie. [Photogrammetry and Remote Sensing.] Moscow, Academic project, 2018, 297 pp. (in Russian).

10. Sechin, A.Y. Беспилотный летательный аппарат: применение в тельях аэрофотосъемки для картографирования. [UAV: the application for the purpose of aerial photography for mapping.] Moscow, Rakurs, 2011, 98 pp. (in Russian).

11. Braverman, B.A. Программное обеспечение геодезии, фотографии, кадастра, инженерных. [Software Geodesy, Photogrammetry, Cadastre and engineering activities.] Vologda, InfraEngineering, 2018, 244 pp. (in Russian).

Поступила в редакцию 18.01.2019

Сдана в редакцию 18.01.2019

Запланирована в номер 08.02.2019

Received 18.01.2019

Submitted 18.01.2019

Scheduled in the issue 08.02.2019

Об авторах:

Овчинникова Наталья Геннадьевна,
доцент кафедры «Экономика природопользования и кадастра» Донского государственного технического университета (РФ, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат экономических наук, доцент
donong160875@yandex.ru

Медведков Дмитрий Андреевич,
студент кафедры «Экономика природопользования и кадастра» Донского государственного технического университета (РФ, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1)
1chinaski1@gmail.com

Authors:

Ovchinnikova, Natalya G.,
associate professor, the department of «Economics of Nature Management and Cadastre», Don State Technical University, (1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344000, RF), associate professor, Ph.D. in Economics,
donong160875@yandex.ru

Medvedkov, Dmitriy A.,
student, the Department of «Environmental Economics and cadaster» Don State Technical University, (1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344000, RF)
1chinaski1@gmail.com