

**Облачность.** Обычно максимум облачности наблюдается в зимнее время (рис. 9), однако имеется также и второй менее интенсивный максимум, приходящийся на первые два месяца лета. В [3] показано, что предшествующий летнему максимуму облачности ее минимум обусловлен регулярно повторяющимся в конце весны минимумом относительной влажности, в связи с приходом воздушных масс морского происхождения, содержащих меньше влаги [4]. Рисунок 10 иллюстрирует сказанное на примере г. Витебска.

Интересной особенностью является также существенное снижение облачности в конце лета – начале осени к 2015 году в Минске и особенно в Бресте.

**Заключение.** Полученные результаты согласуются с полученными ранее данными [4], однако детализируют региональные особенности и их изменения в течение тридцатилетнего периода. Отдельный интерес представляют особенности поведения метеопараметров в течение рассматриваемого периода и прогноз их изменения в ближайшем будущем. В частности, следует отметить прохождение климатической нормы зимних температур через максимум при смене столетий, а также продолжающийся рост норм летних и осенних температур. Подтверждается также продолжение снижения нормы скорости ветра, пожалуй, за исключением Бреста. Анализ причин такого поведения климата страны весьма сложен и, скорее всего, связан с изменениями глобального климата планеты.

Результаты статистической обработки тридцатилетних рядов наблюдений за абсолютной влажностью в регионах Республики указывают на то, что зимой влажность в настоящее время повсеместно снижается после максимума, произошедшего на рубеже столетий. Летом влажность продолжает расти всюду, кроме Бреста и Гомеля.

Исследованы особенности сезонного и суточного поведения облачности в регионах за рассматриваемый период. Облачность оказывает определяющее влияние на фотохимическую активность солнечного излучения в приземном слое атмосферы, управляющего совокупностью взаимопревращений естественных и антропогенных загрязнителей атмосферы.

Заметное снижение облачности произошло в Бресте. Показано, что наблюдаемый повсеместно в конце весны минимум облачности обусловлен соответствующим минимумом относительной влажности в этот период.

#### Список использованных источников

1. Людчик, А.М. Динамичные климатические нормы и многолетние тренды метеопараметров для г. Минска / А.М. Людчик, В.И. Покаташкин, Е.В. Комаровская // Природные ресурсы. – 2016. – № 1. С. 64–71.
2. Людчик, А.М. Региональные особенности климата Беларуси и их изменение в последние десятилетия. I: температура и скорость ветра / А. М. Людчик, В. И. Покаташкин, В. Я. Венчиков // Природные ресурсы. – 2017. – №1. – С. 75-82.
3. Людчик, А.М. Региональные особенности климата Беларуси и их изменение в последние десятилетия. II: Влажность воздуха и облачность / А. М. Людчик, С. Д. Умрейко // Природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 83–89.
4. Климат Беларуси / под ред. В.Ф. Логинова, Мн., 1996. 234 с.

УДК 504.75

В.М. Конькова, И.П. Наркевич  
РУП «Бел НИЦ «Экология»

#### ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

**Введение.** Начиная с 2006 года, в Республике Беларусь ежегодно проводится инвентаризация выбросов парниковых газов в рамках подготовки Государственного кадастра ан-

тропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Кадастр выбросов парниковых газов (далее – ПГ) ведется в целях исполнения обязательств Республики Беларусь по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (далее – РКИК ООН) и последующего представления его в Секретариат Конвенции. Теоретическая и практическая значимость исследований состоит в том, что методология и практика инвентаризации парниковых газов, разработка научно-обоснованного подхода к методам оценки объемов выбросов парниковых газов будут способствовать повышению качества их инвентаризации, совершенствованию и дальнейшему развитию методов оценки парниковых газов и повышению качества кадастра выбросов ПГ.

Инвентаризация выбросов ПГ представляет собой сбор, структурирование, анализ, обобщение и архивирование всех данных, необходимых для оценки или измерения фактических антропогенных выбросов ПГ от источников, включая подготовку методологического процесса проведения инвентаризации, находящихся в собственности у юридического лица [1].

В соответствии со своими полномочиями РУП «Бел НИЦ «Экология», на основании Приказа Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 29 декабря 2005 г. № 417 «О центре инвентаризации парниковых газов», готовит запросы о предоставлении необходимой информации по установленной форме, которые, в свою очередь, Минприроды направляет в соответствующие органы государственного управления и иные организации. На основании полученных данных РУП «Бел НИЦ «Экология» разрабатывает ежегодный кадастр ПГ и другие документы, необходимые для предоставления в Секретариат РКИК ООН [2].

Государственный кадастр ПГ состоит из Национального доклада о государственном кадастре ПГ Республики Беларусь (далее – НДК) и таблиц общего формата данных для последующего представления в Секретариат РКИК ООН [2].

НДК Республики Беларусь перед отправкой в Секретариат РКИК ООН проверяется независимыми национальными экспертами, а также проходит контроль и одобрение различными органами Минприроды [2].

Инвентаризация ПГ Республики Беларусь осуществляется в соответствии с обновленными требованиями, изложенными в Руководящих принципах национальных инвентаризаций ПГ Межправительственной группы экспертов по изменению климата ООН (далее – МГЭИК) 2006 года и при использовании обновленной версии программного обеспечения CRF Reporter [2].

**Объекты и методы исследования.** *Категории землепользования.* В целях обеспечения прозрачности, сопоставимости и полноты охвата известных источников и поглотителей, Руководящие принципы национальных инвентаризаций ПГ МГЭИК выделяют следующие категории землепользования, также согласно национальному законодательству проведено сопоставление земельных категорий МГЭИК и видов земель Республики Беларусь:

- Лесные площади: включают в себя как лесные земли, так и земли под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями);
- Возделываемые земли: включают пахотные земли и земли под постоянными культурами;
- Пастбищные угодья: залежные и луговые земли;
- Водно-болотные угодья: земли под болотами и земли под водными объектами;
- Поселения: земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями, земли общего пользования и земли под застройкой;
- Прочие земли: нарушенные земли, неиспользуемые земли и иные земли.

Каждая категория землепользования подразделяется на земли, остающиеся в той же категории и земли, переустроенные из одной категории в другую. Страны могут выбрать дальнейшую стратификацию земель в каждой категории по климатическим и иным экологическим регионам в зависимости от выбранного метода и своих требований.

Категории земель, установленные в пределах Республики Беларусь, не имеют полного соответствия с категориями МГЭИК. Каждая категория земель Республики Беларусь в значительной степени отражает ведомственную принадлежность земель и включает в себя все виды земель.

Для проведения инвентаризации ПГ представление земельных площадей выполняется по подходу 2 с использованием классификации земель согласно Руководящих принципов [2].

Составной частью НДК является матрица преобразования земель, которая отражает изменения площадей лесных земель в результате естественного зарастания лесом и облесения сельскохозяйственных угодий, а также в результате обезлесения при строительстве объектов инфраструктуры [3].

В изменении структуры земельного фонда Республики Беларусь по видам земель за последние двадцать лет прослеживаются определенные тенденции. Наблюдается устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель и увеличения площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью. Начиная с 2014 г. общая площадь лесных земель превышает площадь сельскохозяйственных земель. В 2017 г. площадь лесных земель в республике составляет 42,2% и превышает площадь сельскохозяйственных земель на 1,1% [4].

*Методы инвентаризации ПГ в секторе ЗИЗЛХ.* В Руководящих принципах МГЭИК излагаются методологии для оценки изменений накопления углерода в двух основных пулах углерода: биомассе и органическом углероде почвы. В них упоминается мертвое органическое вещество как фактор, который следует учитывать в будущей работе по методам составления кадастров [5].

По отношению к методам используется трехуровневый подход. В общем, переход к более высоким уровням повышает точность кадастра и снижает неопределенность, однако, для более высоких уровней повышается также сложность и требуются большие ресурсы для составления кадастров [6].

Уровень 1. Методы этого уровня являются самыми простыми в использовании; соответствующие уравнения и значения параметров по умолчанию представлены в Руководящих принципах. Необходимы данные о деятельности на национальном уровне, однако для уровня 1 часто имеются источники оценочных данных о деятельности глобального уровня, хотя эти данные обычно отличаются грубым пространственным разрешением [6].

Уровень 2. В рамках этого уровня может использоваться тот же самый методологический подход, что и для уровня 1, но применяются коэффициенты выбросов и изменений запасов, основанные на данных для конкретной страны или конкретного района, для наиболее важных категорий землепользования [6].

Уровень 3. В рамках этого уровня используются методы более высокого порядка, включая модели и системы измерений для кадастров, адаптированные к конкретным национальным условиям, повторяющимся в ходе времени, а также применяются данные о деятельности высокого разрешения и разукрупнение до масштабов суб-национального уровня. Эти методы более высокого порядка позволяют получить оценочные значения с более высокой степенью достоверности, чем более низкие уровни [6].

Согласно Руководящим указаниям МГЭИК оценку стоков углерода и углеродного бюджета для сектора ЗИЗЛХ проводят для «управляемых лесов». Методология МГЭИК выделяет «управляемые леса» как территорию, где осуществляются систематическая антропогенная деятельность или вмешательство с целью выполнения соответствующих социальных, экономических и экологических задач [7].

В состав «управляемых лесов» Республики Беларусь, согласно НДК (2017) [2], входят все лесные земли.

**Результаты и их обсуждения.** Важным фактором, влияющим на расчетную величину накопления углерода лесами Беларуси, является выбор базового уравнения в расчетах: по разности запасов (как сейчас) или по среднему приросту запаса. Наставления МГЭИК допускают применение любого из расчетных методов, содержащихся в Руководящих указаниях, в зависимости от особенностей данных, имеющих в распоряжении [7].

Оценку депонирования углерода в Беларуси проводили разные авторы. Их данные различаются, что связано как с особенностями методического подхода, так и с изменениями запаса древесины в лесном фонде с течением времени. Депонирование углерода в мертвой древесине, подстилке, почвах и болотами в литературе освещено недостаточно [2].

Оценка запасов углерода может быть проведена разными методами: по пробным площадям или по данным о запасах и приростах древесины и фитомассы по учетам лесного фонда. Использование данных учета лесного фонда позволяет получить результаты быстрее и с наименьшими затратами, а точность этого метода часто бывает даже выше, чем экстраполяция материалов пробных площадей за пределы исследованных пород, классов бонитета, возраста и полноты. Поэтому для расчетов запаса углерода в древесине и фитомассе насаждений применяется методика, неоднократно апробированная другими авторами, т.е. использование материалов учета лесного фонда [2].

Все расчеты по балансу углерода и кадастру ПГ в лесах Республики Беларусь осуществляются с большой относительной неопределенностью (более 50 %) и требуют дальнейших исследований [7].

В 2017 году общая эмиссия парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> без учета сектора ЗИЗЛХ составила 94118,86 Гг, что на 32,5 % ниже по сравнению с 1990 г. (139408,26) и на 2,6 % выше по сравнению с 2016 г..

За период 1990-2017 гг. выбросы диоксида углерода уменьшились на 40 %, закиси азота на 12,5 %, выбросы метана – на 10 % [2].

В секторе «ЗИЗЛХ» наблюдается снижение нетто-стоков по сравнению с 1990 г. на 37 %, что связано, главным образом, с уменьшением живой биомассы в лесном фонде, а также с уменьшением запасов углерода в почвах и резким изменением запасов углерода в мертвой биомассе лесов (таблица 1).

**Таблица 1 – Выбросы и стоки ПГ в CO<sub>2</sub> экв. в секторе ЗИЗЛХ, гг.**

Год	Выбросы и стоки ПГ в CO <sub>2</sub> эквиваленте			
	Баланс	4 А Лесные земли	4 В Возделываемые земли	4 D Водно-болотные угодья
1990	-21104.96	-24271.45	3117.00	49.50
1995	-28909.51	-32452.13	3509.55	33.07
2000	-33242.76	-37399.40	4137.28	19.36
2005	-29144.17	-33031.46	3873.43	13.86
2010	-40126.39	-43844.03	3707.70	9.94
2015	-27409.57	-32656.28	5239.59	7.11
2017	-13300.71	-17637.38	4327.11	9.57
Тренд 1990–2017, %	-36.98	-27.33	38.82	-80.67

Сектор ЗИЗЛХ является нетто-стоком ПГ в Республике Беларусь. Наибольший вклад в поглощение ПГ вносит категория 4.А «Лесные земли», в частности подкатегория 4.А.1 «Лесные земли, остающиеся лесными землями». Уменьшение поглощения на 27,33 % по сравнению с 1990 г. Связано со значительным увеличением рубок в лесном секторе, а также с увеличением контролируемого сжигания биомассы. По сравнению с 2016 г. произошло уменьшение живой биомассы в лесном фонде Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на 11,83 %, что в свою очередь привело к резкому снижению поглощения ПГ.

В данной категории оценивалось изменение запаса углерода в древесной биомассе, в валежной древесине, в подстилке и в минеральных почвах на покрытых лесом землях лесного фонда, выбросы ПГ от контролируемого сжигания и лесных пожаров. В настоящее время нет достаточных данных относительно биомассы земель, ежегодно переходящих в категорию покрытых лесом земель, все изменения запасов углерода в биомассе покрытых лесом земель оценивались в категории «Лесные земли, остающиеся лесными землями».

Оценка изменения запаса углерода в данной категории выполнялась в соответствии с Руководящими указаниями по эффективной практике для ЗИЗЛХ в рамках метода 1 (метод по умолчанию) с использованием национальных коэффициентов и с коэффициентами по умолчанию.

Данные о площади лесов, породно-возрастном составе были получены на основе данных об инвентаризации лесов, проводимых в 1988, 1994, 2001 гг. Данные о покрытой лесом площади за промежуточные годы получены методом интерполяции. Начиная с 2002 года,

берутся из ежегодного государственного лесного кадастра. За период инвентаризации площадь покрытых лесом земель в республике увеличилась, при этом сохраняется тенденция увеличения количества приспевающих, спелых и перестойных лесов при снижении удельного веса молодняков.

Запас углерода в  $\text{CO}_2$  эквиваленте в древесной биомассе на покрытых лесом землях в 2017 г. уменьшился по отношению к базовому году на 77.19 %, что в первую очередь связано с рекордным увеличением объемов рубок, а также гибели древостоя в 2017 г. от пожаров.

В категории 4.В «Возделываемые земли» рассматриваются земли под многолетними насаждениями и органические возделываемые почвы. В 2017 г. выбросы от Возделываемых почв увеличились на 38.82 % к уровню 1990 г., что связано с увеличением рубок многолетних насаждений, а также с увеличением площади органических почв в данной категории.

Исходные данные о площадях многолетних культур получены на основании данных предоставленных Государственным комитетом по имуществу за период 1990-2017 гг. При этом определяли суммарные площади многолетних культур и изменение этих площадей по сравнению с предыдущим годом. В случае сокращения площадей под многолетними насаждениями оценивали потери углерода в биомассе на этих площадях. На возделываемых площадях рассчитывали накопление углерода. Расчет изменения запаса углерода в надземной биомассе многолетних культур выполняли в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК, 2006. Коэффициенты накопления углерода в растущей биомассе ( $2,1 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ ) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений ( $63 \text{ т С/га}^{-1}$ ) взяты из таблицы 5.1 для умеренного климата [6].

Оценка изменения содержания углерода в минеральных почвах основана на изменениях в использовании земель и деятельности по управлению за 20-летний период.

В соответствии с Руководящими принципами запас углерода почв в год инвентаризации сравнивается с запасом углерода почв 20 лет до инвентаризации. Так как национальная статистика не располагает данными об изменениях в интенсивности использования сельскохозяйственных земель по типам почв, поэтому величины коэффициентов приняты постоянными и нетто изменение равно нулю.

В категории 4.Д «Водно-болотные угодья» рассматриваются земли, используемые для торфоразработок. В 2017 г. выбросы ПГ от разрабатываемых торфяных месторождений уменьшились на 80.67 % по отношению к 1990 г., что связано с сокращением разработки новых торфяных месторождений, а также с переводом выработанных месторождений в другие категории землепользования.

Выбросы  $\text{CO}_2$  рассчитаны в соответствии с уровнем 1 Руководящих принципов МГЭИК [6]. Расчетные данные о площадях осушенных земель, используемых в сельском хозяйстве, предоставлены Государственным комитетом по имуществу.

Для территории Беларуси характерно наличие значительных площадей переувлажненных земель, которые до начала их мелиоративного освоения занимали 39 % территории республики. По состоянию на 1 января 2017 года общая площадь осушенных сельскохозяйственных земель республики составляет 2871,7 тыс. га, из них возделываемых – 1423,4 тыс. га [5].

В соответствии с утвержденными методологиями для источников/поглотителей ПГ с высокой степенью неопределенности (в частности, биогенные потоки ПГ) предусматривается консервативный подход, который заключается в занижении оценок для стоков и завышении для выбросов ПГ при высоких диапазонах разбросов исходных данных и/или пересчетных коэффициентов [3].

Для совершенствования инвентаризации в секторе ЗИЗЛХ необходимо выполнение следующих работ:

- Разработка новых и совершенствование имеющихся методологий по расчету национальных коэффициентов выбросов;
- Сбор более точных и детальных сведений о категориях землепользования, и конверсии земель;
- Представление категорий землепользования в полном объеме;

- Сбор необходимых данных и выполнение оценки изменений содержания углерода в почвах для категорий Пастбища и Возделываемые земли;
- Совершенствование процедуры проверки и контроля качества, включая независимое рецензирование оценок выбросов ПГ;
- Более широкое привлечение специалистов лесного хозяйства для проведения исследований и разработок в этом секторе с учетом особенностей Республики Беларусь;
- Проведение оценки выбросов/стоков ПГ для категорий земель, переустраиваемых в иные категории;
- Расчет значений потоков ПГ в категории Водно-болотные угодья с использованием национальных коэффициентов [2];
- Проведение экспериментальных исследований по выбросам ПГ.

**Заключение.** Инвентаризацию ПГ необходимо регулярно проводить для того, чтобы иметь необходимые данные для осуществления полной оценки влияния на атмосферный воздух выбросов ПГ и озоноразрушающих веществ.

Сектор ЗИЗЛХ является нетто-стоком ПГ в Республике Беларусь. Наибольший вклад в поглощение ПГ вносит категория 4.А «Лесные земли», в частности подкатегория 4.А.1 «Лесные земли, остающиеся лесными землями».

В Секторе «ЗИЗЛХ» наблюдается снижение нетто-стоков по сравнению с 1990 г. на 37%, что связано, главным образом, с уменьшением живой биомассы в лесном фонде, а также с уменьшением запасов углерода в почвах и резким изменением запасов углерода в мертвой биомассе лесов.

Поглощение CO<sub>2</sub> связано с накоплением углерода в биомассе, детрите и органическом веществе почв на лесных землях, а выбросы ПГ – с лесозаготовками, обезлесением, лесными пожарами и осушением лесных земель.

В дальнейшем в кадастре ПГ необходимо представление данных о выбросах/поглощениях ПГ в полном объеме, а также разработка национальных методик по оценке выбросов/поглощений ПГ и национальных коэффициентов выбросов.

Все методики численной оценки углеродного бюджета лесов строго следуют рекомендациям, изложенным в Руководящих указаниях МГЭИК. Рекомендации носят рамочный характер и оставляют достаточно большой простор странам в выборе конкретных способов расчета с учетом национальных условий и особенностей устоявшихся толкований определений и терминов. Кроме того, в Рекомендации регулярно вносят изменения [4].

Следует отметить, что данные инвентаризации ПГ являются основой для подготовки национальных сообщений и других отчетных документов Республики Беларусь для Секретариата РКИК ООН и Парижского соглашения, выполнения прогнозов выбросов ПГ разработки национальных программных и стратегических документов в области изменения климата [2].

#### Список использованных источников

1. Хамзина Ш.Ш., Кадырова М.С., Шереметьев Д.В. Подходы к оценке и инвентаризации выбросов парниковых газов. Вестник КазНУ. Серия экологическая. №2/2 (38), 2013. С. 384–387.
2. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2017 гг. РУП "Бел НИЦ «Экология», Минск, 2018. 220 с.
3. Коротков В.Н., Романовская А.А. Особенности учета выбросов и стоков парниковых газов при облесении, обезлесении и лесопользовании в рамках отчетности по киотскому протоколу // Труды Санкт-петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства № 2. Санкт-Петербург, 2013. С. 12–15.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год / [Электронный ресурс]. Электрон.текстовые, граф. дан. (21 Мб), – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивно-го загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2017. С. 265–297.

5. Рожков Л.Н. Методические подходы расчета углеродных пулов в лесах Беларуси // Экология, лесоводство и охотничье хозяйство. ISSN 1683-0377. Труды БГТУ, 2011. № 1. Лесное хозяйство. С. 62-70.

6. МГЭИК 2006, Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК, 2006. Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов, Иглестон Х.С., Буэндиа Л., Мива К., Нгара Т. и Танабе К. (редакторы). Том 4: Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. Часть 1. ИГЕС, Япония.

7. Филипчук А.Н. Новые аспекты оценки поглощения парниковых газов лесами России в контексте Парижского соглашения об изменении климата [Электронный ресурс] / А.Н. Филипчук, Б.Н. Моисеев, Н.В. Малышева // Лесохоз. информ. : электрон.сетевой журн. – 2017. – № 1. – С. 88–98. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

УДК 504.064

В.М. Бурак, О.Н. Вавилонская, Е.А. Мойсейчик, А.Е. Мойсейчик  
РУП «Бел НИЦ «Экология»

## СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ТЕПЛООБРАЗОВАНИЯ В МАССИВЕ ОТХОДОВ

**Введение.** В рамках ГП Союзного государства Беларуси и России «Мониторинг–СГ» РУП «Бел НИЦ «Экология» совместно с Институтом физики НАН Беларуси выполнил задание по созданию экспериментальной комплексной системы координированных спутниковых и наземных дистанционных наблюдений опасных выбросов в атмосферу и контроля крупномасштабного переноса загрязнений. При этом было установлено, что космический мониторинг позволяет выявлять экологически неблагоприятные территории и динамику их изменения, но в силу технических особенностей не решает ряда практически значимых локальных и др. задач в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Новейшим направлением исследовательских работ в области охраны окружающей среды и рационального природопользования является комбинирование возможностей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных миниатюрными приборами дистанционного исследования источников загрязнения окружающей среды, с соответствующими традиционными технологиями. В течение последних десятилетий в области БПЛА произошел технологический прорыв. Миниатюризация вычислительных систем и развитие спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС) позволили создавать БПЛА, у которых габариты, масса, стоимость на порядки меньше прежних. Благодаря прогрессу в развитии гражданских беспилотных систем, миниатюризации приборов дистанционного контроля и систем обработки данных, сформировалась новая технология решения задач геоэкологического контроля природно-технических систем [1,2]. В зависимости от решаемых задач БПЛА могут оснащаться сменными бортовыми приборами: цифровой, тепловизионной, многоспектральной аппаратурой, радиометром-дозиметром гамма-излучения, детектором метана, газоанализатором (для различных газов), пылемером и др. В области охраны окружающей среды и рационального природопользования БПЛА широко применяются в зарубежных странах, в т. ч. в России и других странах СНГ.

Использование этой технологии в Беларуси находится в начальной стадии из-за отсутствия необходимого материального обеспечения.

Цель настоящей работы – обосновать структуру системы дистанционного контроля окружающей среды на основе теплообразования в массиве отходов с использованием малогабаритных беспилотных летающих аппаратов (БПЛА).