

УДК 66.047

ОТХОДЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА КРЫМА КАК РЕСУРС ДЛЯ БИОЭНЕРГЕТИКИ**Т.И. Андреев, И.Л. Трофимова, Ю.Ю. Рафикова, С.В. Киселева***НИЛ ВИЭ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Современная биоэнергетика является ведущей отраслью мировой возобновляемой энергетики по объему производства энергии – как тепловой, так и электрической. Значительную долю ресурсов биоэнергетики составляют органические отходы – коммунальные, отходы промышленных производств и сельского хозяйства. Значительный опыт использования сельскохозяйственного сырья для производства энергии накоплен в странах, испытывающих дефицит ископаемого углеводородного топлива – Европейском Союзе, Китае, Бразилии, а также в США и других странах с большой долей нефти, угля и газа в энергобалансе.

Возможности использования биомассы для производства энергии определяется, в том числе, наличием ресурсов. Поэтому интерес к оценкам ресурсов и количество исследований в этой области является устойчивым в течение многих десятков лет. Методики оценок становятся все более детальными, комплексными; расширяется номенклатура видов биомассы (в первую очередь отходов). При этом оценка объемов образования и энергосодержания сельскохозяйственных отходов во многих случаях обеспечена исходными данными наиболее надежно, поскольку практически все страны ведут статистический учет основных отраслей растениеводства и животноводства. В Российской Федерации расчеты биоэнергетических ресурсов были проведены в начале 2000-х годов в связи с задачей оценки валового, технического и экономического потенциала возобновляемых источников энергии субъектов РФ в работе Безруких П.П. и др. [4]. В дальнейшем такого рода исследования развивались, в том числе, в работах научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии МГУ имени М.В. Ломоносова (географический факультет) в направлении расширения номенклатуры растениеводческих культур и пород скота, пространственной детализации оценок до уровня муниципальных образований, уточнения фактических объемов отходов, которые могут быть вовлечены в производство энергии, их удельного энергосодержания и т. д. В результате были проведены детальные исследования энергетического потенциала отходов сельского хозяйства ряда регионов, в первую очередь – областей и краев Юга России (Волгоградская, Ростовская области, Краснодарский и Ставропольский края, Республика Дагестан и др.) [8–10]. Большой интерес представляет анализ ресурсов биоэнергетики, образующихся в сельскохозяйственном производстве Республики Крым, – как с точки зрения потенциала местных источников тепла и электроэнергии, так и для решения не менее важной задачи – экологически сбалансированной утилизации больших объемов органических отходов.

На сельское хозяйство Крыма приходится 5,9 % валовой добавленной стоимости региона [5]. Доля растениеводства в производстве продукции Республики Крым составляет 65 %, основную массу отходов (75 %) дают зерновые культуры. В данной работе приведены результаты расчетов энергопотенциалов отходов растениеводства Республики Крым, показано их территориальное распределение, определены районы с максимальными значениями энергопотенциала, проведена оценка потенциала отходов для теплоснабжения в жилом секторе.

На основе методики, представленной коллективом авторов (Голубева Е.И., Киселёва С.В., Чернова Н.И., Рафикова Ю.Ю. и др.) в [1], был проведен расчет валового и технического энергетического потенциалов отходов растениеводства (солома зерновых и рапса, лузги и стеблей подсолнечника, стеблей кукурузы и сои) по муниципальным районам и городским округам республики Крым. Согласно [1], валовым и техническим потенциалом биоэнергетики является, соответственно, полное количество энергии, заключенное в ежегодно образующейся биомассе, доступной для переработки в энергию, и количество энергии, которое возможно произвести из доступной биомассы современными технологиями с учетом экологических и иных ограничений. Для целей исследования были использованы статистические данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат и Крымстат) за период 2014–2021 гг. Учитывалось также, что помимо энергетических, существуют другие направления использования отходов растениеводства. Так, солома используется в животноводстве (подстилка для скота), запахивается в почву для повышения плодородия пашни и т. п.

Предполагалось, что только 50 % валового энергетического потенциала соломы может быть преобразовано в технический тепло-или электропотенциал. Энергосодержание древесных отходов ежегодной обрезки плодовых деревьев и лозы винограда было рассчитано за 2021 год, поскольку площади многолетних насаждений остаются достаточно стабильными на протяжении нескольких лет.

Для территориального отображения энергетических потенциалов отходов растениеводства по Крыму были применены методы геоинформационного картографирования ресурсов возобновляемой энергетики, разработанные в научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова [2]. В качестве топографической основы использовались векторные данные OPENSTREETMAP (OSM) по Республике Крым и Севастополю, предоставленные компанией NextGIS [3] – в формате ShapeQGIS. Работа была выполнена в программной среде QGIS версия 3.16.13-Hannover. Основой для создания базы геоданных послужил векторный слой муниципальных районов и городских округов, включающий в себя 18 полигональных объектов.

Проведенные исследования показали, что наибольшим энергетическим потенциалом из отходов полевых культур в Крыму обладает солома зерновых культур. Валовый энергетический потенциал соломы составляет 437,8 тыс. т у.т./год. Также значительным энергосодержанием обладают отходы производства подсолнечника (лузга и стебли) – 165,1 тыс. т у.т./год. Отходы рапса, кукурузы и сои не оказывают значительного влияния на формирование общего валового энергетического потенциала. Суммарный валовый энергетический потенциал отходов полевых культур рассматриваемой территории по муниципальным районам и округам Крыма составляет 618,5 тыс. т у.т./год. Общий энергетический потенциал отходов многолетних насаждений (обрезки садов и виноградников) по Республике Крым (включая г. Севастополь) составил 69,8 тыс. т у.т./год.

Территориальное районирование энергопотенциалов иллюстрирует неравномерность распределения различных видов отходов по Республике Крым. Наибольшим техническим потенциалом для возможного производства тепловой энергии из отходов зерновых обладают северная, северо-восточная и центральная части полуострова Крым. Для отходов подсолнечника – это северная и центральная части территории Крыма. Красногвардейский район занимает лидирующие позиции и в первом (140,9 тыс. Гкал/год) и втором (137,8 тыс. Гкал/год) случаях. Под рапсовые поля отведены площади на севере и северо-западе Крыма. Плодовые сады произрастают почти по всей территории полуострова. Виноградники сконцентрированы в районе Крымских гор на юге полуострова. Наибольшим техническим потенциалом обладает Бахчисарайский район. На рис. 1 в качестве примера приведено территориальное распределение по Республике Крым энергопотенциалов отходов зерновых (соломы).

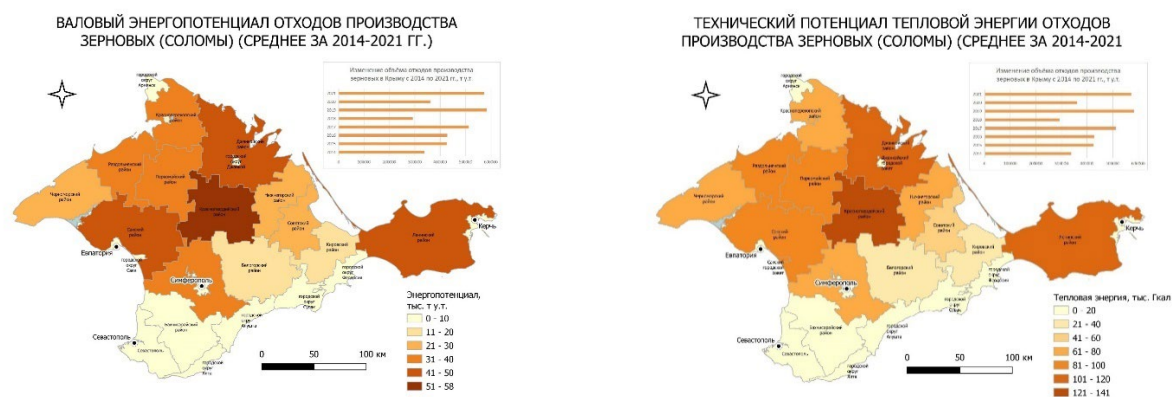


Рис. 1 Территориальное распределение энергопотенциалов отходов зерновых Республики Крым.

Суммарный технический потенциал тепловой энергии отходов полевых и плодовых культур, виноградных насаждений составил 2257,3 тыс. Гкал/год. Потенциал замещения (или комбинированного использования отходов с традиционными энергоносителями) топливных ресурсов отходами зерновых культур, как наиболее значимыми в общей доле энергопотенциала с/х отходов Крыма, был рассчитан на основе статистических данных 2021 г. [6,7]. Результаты расчётов показывают, что технический энергетический потенциал соломы (по тепловой энергии), получаемой ежегодно в Республике Крым, с учётом расходования её и на другие хозяйственные нужды, перекрывает потребляемое населением края тепловую энергию в жилых зданиях в среднем в полтора раза. В 10 из 14 муниципальных районов Крыма это отношение больше единицы, что обеспечивает возможность полного покрытия потребности в теплоснабжении населения этих районов.

Анализ динамики валового энергетического потенциала отходов зерновых культур показал значительные колебания его по годам с 2014 по 2021 г. При этом площадь посевов в этот период изменялась незначительно. В предположении зависимости урожайности зерновых культур от количества выпавших осадков в апреле и средней температуры мая, для трех районов Крыма с максимальными валовыми сборами на основе статистических данных Росстата и летописи погоды ресурса «Погода и климат», был проведен корреляционный анализ. Результат анализа показал тесную взаимосвязь урожайности (и, следовательно, валового потенциала отходов растениеводства) с выпавшими осадками на территории каждого района в апреле. Для более достоверных выводов необходимы более представительные статистические данные, однако можно предположить, что прогнозируя урожайность, можно определять величину отходов зерновых культур в текущем году.

Таким образом, в Республике Крым производство зерновых культур, подсолнечника, кукурузы, сои, рапса, плодовых культур, виноградных насаждений обеспечивает ежегодное образование отходов с валовым потенциалом 688,3 тыс. т у.т./год. Территориальное распределение энергетического потенциала отходов растениеводства по территории Республики Крым крайне неравномерно. Наибольшим техническим энергетическим потенциалом отходов зерновых обладают северная, северо-восточная и центральная части полуострова Крым. Технический энергетический потенциал соломы (по тепловой энергии), получаемой ежегодно в Республике Крым, с учётом расходования её и на другие хозяйственные нужды, в среднем в 1,5 раза превышает ежегодно потребляемую домохозяйствами региона тепловую энергию. В 10 из 14 муниципальных районов Крыма потенциальное замещение потребляемой тепловой энергии за счет использования отходов зерновых (соломы) достигает 100 %. Анализ зависимости урожайности зерновых культур от количества выпавших осадков в апреле и средней температуры мая показал, что погодные характеристики являются наиболее значимыми для прогноза валового потенциала отходов растениеводства в Крыму.

Литература

1. Голубева Е.И., Киселёва С.В., Чернова Н.И., Рафикова Ю.Ю. и др.; под общей ред. Е.И. Голубевой и С.В. Киселёвой. Возобновляемая энергетика в контексте регионального развития: учебное пособие – М.: Издательство «Наука», 2021. – 248 с.
2. Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю., Андреев Т.И., Новаковский Б.А., Прасолова А.И. Ресурсы возобновляемой энергетики: методы оценки и картографирование. Коллективная монография. / <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41811944>
3. Сервис NEXTGIS. / <https://data.nextgis.com/ru/?lvl=regions&country=RU>
4. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / Под редакцией Безруких П.П. – М.: «ИАЦ Энергия», 2007. – 272 с.
5. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. (Крымстат) / [https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/Валовой % 20 региональный % 20 продукт % 20 Республики % 20 Крым % 20 в % 20 цифрах % 20 за % 20 2020 % 20 год \(2\).pdf](https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/Валовой%20региональный%20продукт%20Республики%20Крым%20в%20цифрах%20за%202020%20год%20(2).pdf)
6. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. (Крымстат). / Оценка численности постоянного населения по городским округам и муниципальным районам Республики Крым по состоянию на 01.01.2021 года.
7. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. (Крымстат). / О работе отопительных котельных и тепловых сетей в Республике Крым. Основные показатели работы источников теплоснабжения. / [https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/%D0 % A2 % D0 % 95 % D0 % 9F % 202021.pdf](https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/%D0%A2%D0%95%D0%9F%202021.pdf)
8. Андреев Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю. Комплексный анализ распределения ресурсов биоэнергетики для территории Волгоградской области. / <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28862662>
9. Андреев Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю. Технический потенциал отходов растениеводства как энергетический ресурс для сельскохозяйственных районов Дагестана. / <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44389530>
10. Андреев Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю., Тулегенова А.А. Энергетический потенциал органических отходов / Вестник Московского энергетического института. – 2022. – № 4. – с. 59–67.