

Экономико – математическая модель оптимизации управления зеленого строительства города Красноярска

А.Н. Баранов^a, Н.Д. Гайденок^b, В.Ф. Чумаков^c, Т.Е. Воронцова^d

Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31, Красноярск, Россия

^aaleksandr-baranov-55@mail.ru, ^bndgay@mail.ru, ^c89039200501@mail.ru, ^dtanyavorontsov@mail.ru

Статья поступила 27.04.2021, принята 12.06.2021

В статье рассматриваются возможности получения товарной продукции из растительного сырья, полученного в результате благоустройства и озеленения территорий г. Красноярска, санитарной обработки крупных лесных насаждений, продуктов обработки растений в питомниках и тепличных предприятиях. Целью данных исследований является создание эффективной системы обращения с зелеными органическими отходами, а, следовательно, снижение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности.

Ключевые слова: Товарная продукция, растительное сырье, фракционный состав, целевая функция, критерий оптимизации, ограничительные условия.

Econometric model of optimization of green construction management in the Krasnoyarsk city

A.N. Baranov^a, N.D. Gaidenok^b, V.F. Chumakov^c, T.E. Vorontsova^d

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology; 31, Krasnoyarsky Rabochy Ave., Krasnoyarsk, Russia

^aaleksandr-baranov-55@mail.ru, ^bndgay@mail.ru, ^c89039200501@mail.ru, ^dtanyavorontsov@mail.ru

Received 27.04.2021, accepted 12.06.2021

The article discusses the possibility of obtaining marketable products from plant materials received as a result of urban improvement and landscaping of the territories of the Krasnoyarsk city, sanitary treatment of large forest plantations, plant processing products in the territories of nurseries and greenhouse enterprises. The purpose of this scientific research is to create an effective system for handling green organic waste, and, therefore, to reduce the negative impact on the environment and ensure environmental safety.

Keywords: commodity products, vegetable raw materials, factional composition, target function, optimization criterion, restrictive conditions.

Введение. Человечество миллионы лет разбрасывало мусор вокруг себя, и это приносило ему пользу [1], так как образованные отходы были природного происхождения, и всегда в окружающем мире находился тот, кто потреблял этот ресурс. Мудрые люди научились эксплуатировать этих потребителей [2], например, собак, лошадей, коров и других. Численность населения росла, мы стали строить города, этих отходов стало накапливаться так много, что вопрос с их переработкой встает все более и более остро, а с потребителями (крысами, мышами, тараканами и др.) мы постоянно ведем непримиримую борьбу. Следовательно, свои отходы мы должны перерабатывать сами и желательно с максимальной выгодой и пользой для себя. В нашей статье мы рассматриваем воз-

можности производства товарной продукции из растительного сырья, полученного в результате благоустройства и озеленения территории города Красноярска и извлечения из него максимальной прибыли.

Целью данных исследований является создание экономико-математической модели получения товарной продукции управления зеленого строительства города Красноярска и эффективной системы обращения с зелеными органическими отходами, а, следовательно, снижение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности.

Основными задачами территориальной схемы обращения с отходами являются разработка мероприятий, направленных на создание необходи-

мых объектов по использованию, обезвреживанию и размещению отходов, внедрение новых технологий, обеспечение экономической эффективности данного вида деятельности, снижение негативного воздействия на окружающую среду и повышение экологической безопасности.

I. Некоторые общие положения. Создание эффективной системы обращения с отходами – это сложный и длительный процесс, направленный на отказ от захоронения отходов и их максимальную переработку. Степень утилизации отходов является одним из основных показателей, определяющих эффективность системы обращения с отходами.

Основными принципами экономического регулирования в области обращения с отходами являются:

- уменьшение количества отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот;

- платность размещения отходов;
- экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами [3].

Материалами исследования являются органические отходы, обрезки деревьев, кустарников и стрижек газонов, а также средства производства для их переработки. В данной работе используются методы линейного программирования.

По данным Управления зеленого строительства (УЗС) города Красноярска ежегодный объем растительного сырья, полученного в результате благоустройства и озеленении территорий, санитарной обрезки древесных насаждений и обработки газонов составляет порядка 240 тысяч кубометров [3]. Для извлечения максимальной прибыли из данного сырья необходимо решить оптимизационную задачу с учетом фракционного состава сырья и получаемой товарной продукции таблица 1.

Таблица 1. Номенклатура сырья и продукции

	Фракционный состав сырья					Затраты, тыс. руб.		
		Л	Л+Т	В	Ст	К	Пусковые	Произв-е
Номенклатура продукции	компост	+	+	+	+	+	136 000	23 998
	биогрунт	+	+	+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
	пилеты	0	0	+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
	дрова	0	0	0	+	0	C_{ij}	C_{ij}
	щепа декор-я	0	0	0+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
Перспективная продукция	целлюлоза	+	+	+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
	металлы	+	+	+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
	химические	+	+	+	+	+	C_{ij}	C_{ij}
	...							

где Л – листья, Т – трава, В – ветви, Ст – стволы деревьев, К – корни, + – пригодные для производства и промышленности, 0 – непригодны для производства и промышленности [3].

II. Построение математической модели. На основе таблицы 1 составим математические матрицы:

Затрат: С

$$\begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Прибыли: Р

$$\begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p \\ p_{21} & p_{22} & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & p_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Объем продукции: X

$$\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Тогда целевая функция по доходу будет иметь вид:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}(p_{ij} - c_{ij}) \rightarrow \max \quad (4)$$

По минимуму затрат, если есть такая необходимость:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}c_{ij} \rightarrow \min \quad (5)$$

По максимуму прибыли:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}p_{ij} \rightarrow \max \quad (6)$$

Для получения практического решения необходимо наложить ряд ограничений на систему:

Обозначим общий запас сырья j – го вида S_j . Тогда общий запас всех видов сырья определяется вектором S:

$$S = (S_1, S_2 \dots S_n) \quad (7)$$

Причем, в конкретных производственных условиях наличие j – го вида S_j сырья, как правило, находится в интервале:

$$S_i \in [S_{i0}, S_{i1}] \quad (8)$$

Что естественным образом определяет ограничение на выпуск всех возможных видов продукции из него:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \in [S_{i0}, S_{i1}] \quad (9)$$

Если же запас j – го вида S_j сырья известен точно: $S_j = S_j^*$, то выражение (9) переходит в общем случае в неравенство (10):

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq S_j^* \quad (10)$$

Аналогично ограничение на общий выпуск продукции i – го вида R_i запишется как (11):

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq R_j^* \quad (11)$$

Также на систему накладываются ограничения по техническому оснащению, штатному расписанию, логистические ограничения и т.д. [4].

Решая поставленную оптимизационную задачу в соответствии с выбранными критериями и установленными системами ограничений, мы получим либо максимальный доход, либо минимальные затраты, либо максимальную производительность. Постановку оптимизационной задачи реально осуществить с учетом сезонности. Кроме того, результаты данной работы можно использовать при санитарной обработке крупных лесных насаждений, продуктов обработки растений на территориях питомников и тепличных предприятий.

Полученная математическая модель позволяет повысить эффективность работы системы обращения с зелеными органическими отхода-

ми, а, следовательно, снижение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности. Зная фракционный состав зеленых органических отходов, с помощью разработанной нами математической модели можно определить оптимальный номенклатурный ряд товарной продукции с точки зрения получения максимальной экономической выгоды. Зарубежный опыт [5] рассматривает переработку данного вида сырья только на компост, но, как показывает практика, древесина очень долго разлагается и процесс компостирования растягивается на годы. Мы же предлагаем сортировать данные зеленые органические отходы по фракциям и из каждой фракции получать оптимальный товарный продукт по экономической эффективности.

Заключение. В заключении делаем ряд выводов: экономический эффект достигается за счет снижения затрат на размещение отходов на полигоне и получения прибыли от продажи товарной продукции, произведенной из зеленых органических отходов. Снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека обеспечивается сбалансированным развитием систем коммунальной инфраструктуры в соответствии с потребностями и повышением качества услуг по обработке, утилизации и обезвреживанию зеленых органических отходов.

Перспективность данных исследований заключается в уменьшении количества отходов за счет их максимальной переработки и вовлечения в хозяйственный оборот.

Улучшение экологической ситуации на территории городского округа с учетом достижения организациями систем коммунальной инфраструктуры нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Early Homo at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia. Brian Villmoare^{1,4,6}, William H. Kimbel², Chalachew Seyoum^{2,7}, Christopher J. Campisano², Erin N. DiMaggio³, John Rowan², David R. Braun⁴, J Ramón Arrowsmith⁵, Kaye E. Reed². - Science 20 Mar 2015: V. 347. Iss. 6228. P. 1352-1355.
2. David E. MacHugh, Greger Larson, Ludovic Orlando. Taming the Past: Ancient DNA and the Study of Animal Domestication // Annual Review of Animal Biosciences. 2017-02-08. V. 5. Iss. 1. P. 329-351.
3. Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры городского округа г. Красноярск на 2018-2030 гг.: решение Красноярского гор. Совета депутатов от 13.03.2015 № 7-107. 361 с.
4. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования. М.: Наука, 2007. 460 с.
5. Kohda C., Ando T., Nakai Y. Anaerobic microorganisms degrading 3 - methylindole (skittle) and indolent in composting processes // Anim. Sc. Technol. 1997. V. 8. № 11. P. 1045-1051.