

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ САМОРЕГУЛИРУЮЩИХСЯ СИСТЕМ**

### **THE USING OF ECONOMIC INDICATORS IN EVALUATING THE QUALITY OF INTELLECTUAL FIBER SELF-REGULATING SYSTEMS**

Е.В. Мезенцева  
E. V. Mezentseva

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)  
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)  
E-mail: yelena\_ev@mail.ru

**Представлено исследование влияния экономической составляющей при оценке теплоизоляционных показателей нетканых материалов с эффектом само- и терморегуляции в составе комплектов одежды на термоманекене в режиме движения, а также при движении и перспирации. Проанализировано изменение полезного эффекта объекта исследования с учетом экономических показателей.**

**Ключевые слова:** нетканые материалы, результирующая общая теплоизоляция, потеющий термоманекен, «Newton», интегральный показатель, комплект одежды, утеплитель, умная одежда, экономический показатель, интеллектуальная волокнистая система, IFS, полиакрилатные волокна.

**A study is presented on the influence of the economic component in evaluating the performance of thermal insulation of nonwovens with the effect of self- and thermoregulation as part of clothing sets on a sweating thermal manikin in the movement mode, as well as in the mode of movement and sweating. The change in the beneficial effect of the object of study, taking into account economic indicators.**

**Keywords:** nonwoven materials, resulting general thermal insulation, sweating thermal manikin, “Newton”, integral indicator, clothing set, insulation, smart textiles, smart clothing, economic indicator, intelligent fiber system, IFS, polyacrylate fibers.

Целью настоящего исследования является оценка качества теплоизоляционных нетканых материалов различного волокнистого состава с учетом интегрального показателя.

Объектом исследования являются нетканые объемные теплоизоляционные материалы, полученные методом термоскрепления.

Предметом исследования является применение экономических показателей при оценке качества теплоизоляционных показателей нетканых материалов Холлофайбер® (производства ООО «Термопол») в составе комплектов одежды с применением 20 зонного термоманекена «Ньютон», США [1] в режиме движения, а также при движении и перспирации.

С целью изучения теплоизоляционных показателей качества нетканых материалов, применялась методика ГОСТ ISO 15831 [2], но с учетом расширенных возможностей испытательного оборудования.

Оценка качества объектов исследования заключалась в сравнении различных по волокнистому составу (рис. 1), но идентичных по геометрическим свойствам нетканых материалов в составе комплектов одежды [3, 4, 5, 6]. Все комплекты одежды имели одинаковые ткани. Поверхностная плотность нетканых теплоизоляционных материалов составляла 150 г/м<sup>2</sup> (2 слоя), что позволило реализовать принцип многослойности для теплоизоляционного слоя и увеличить количество инертного слоя воздуха, заключенного между слоями [7, с. 7].



Рис. 1 – Волокнистый состав теплоизоляционных нетканых материалов в исследуемых комплектах одежды

В комплектах одежды № 1, № 2, № 3 использовался «универсальный» принцип распределения теплоизоляционных нетканых материалов. В комплекте одежды № 4 применялся принцип «зонированного» распределения теплоизоляционных нетканых материалов [8, 9, 10, 11, 12].

«Зонированный» принцип распределения теплоизоляционных нетканых материалов в комплекте одежды позволяет учесть физиологические особенности терморегуляции человеческого организма.

В неблагоприятной внешней среде, организм человека сосредотачивает свои усилия на сохранении неизменного уровня температуры ядра тела (рис. 2) для обеспечения температурного гомеостаза внутренних органов [13]. Таким образом «зонированный» принцип распределения различных по своим свойствам и составу нетканых теплоизоляционных материалов позволяет обеспечивать максимальную защиту там, где это более необходимо.

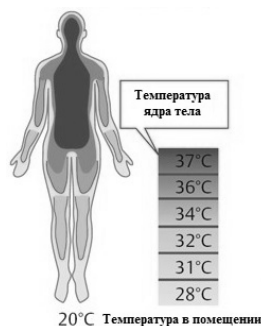


Рис. 2 – Температура тела человека [14, р. 227]

В комплекте одежды № 1 в качестве теплоизоляционного слоя применялся нетканый материал из полиэфирных волокон. В комплектах одежды № 2, 3, 4 в качестве теплоизоляционного слоя применялись нетканые материалы с эффектом саморегуляции и терморегуляции. Терморегуляционный эффект обеспечивается структурой нетканых теплоизоляционных материалов, саморегуляционный эффект обеспечивается за счет наличия в материалах особых инновационных полиакрилатных волокон в различном процентном соотношении, которые обладают свойством выделения тепла при увлажнении, а также быстрым отведением избыточной влаги из пододежного пространства.

В таб. 1. представлены заданные режимы стендовых испытаний.

Таблица 1

Режимы проведения испытаний на термоманекене в климатической камере

Показатель	Значение
Температура окружающей среды ( $T_a$ ), °C	10,00
Относительная влажность воздуха ( $RH$ ), %	60,00
Скорость ветра ( $v_a$ ), м/с	0,40
Общая площадь поверхности корпуса манекена ( $A$ ), м <sup>2</sup>	1,81

Стоимость полиакрилатных волокон превышает стоимость полиэфирных волокон (рис. 3) [14, 15].

В таб. 2. представлена условная стоимость нетканых материалов в комплектах одежды.

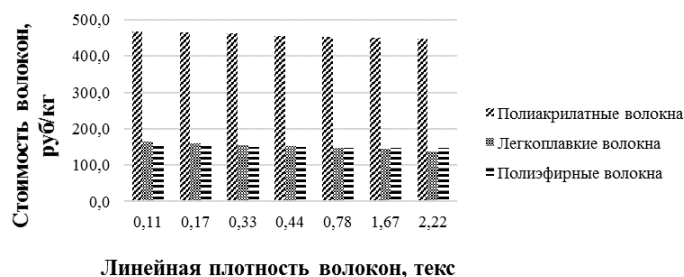


Рис. 3 – Условная стоимость волокон, руб/кг

Таблица 2

Условная стоимость теплоизоляционных нетканых материалов в комплектах одежды

Комплект одежды	Условная стоимость, руб/(5 пог.м)
№ 1	168,45
№ 2	290,85
№ 3	414,55
№ 4	229,65

В результате проведения испытаний на термоманекене в режиме движения, а также при движении и перспирации были определены значения результирующей общей теплоизоляции для каждого комплекта одежды ( $I_{tr}$ ), °С·м<sup>2</sup>/Вт (рис. 4а, 5а), как среднего арифметического результатов 2-х испытаний: серийного и параллельного (формула 1):

$$I_{tr} = \sum_i f_i \left[ \frac{(T_{si} - T_a) \cdot a_i}{H_{ci}} \right] \quad (1)$$

где:  $f_i$  – доля общей площади поверхности корпуса термоманекена, представленная площадью поверхности сегмента  $i$  (формула 2).

$$f_i = \frac{a_i}{A} \quad (2)$$

$T_{si}$  - значения показателей температуры поверхности сегментов корпуса термоманекена, °С;

$a_i$  - площади поверхностей отдельных сегментов термоманекена, м<sup>2</sup>;

$H_{ci}$  – подача теплового потока на сегменты термоманекена, Вт.

Качество продукции - это в том числе и экономическая категория [16, с. 242], представим данные результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды, с учетом условной стоимости теплоизоляционных нетканых материалов, (рис. 4б, 5б), для этого вычислим интегральный показателя качества И (формула 3), который с определенной долей условности, позволяет связать качество и стоимость [16, с. 243].

$$И = \frac{\mathcal{E}}{(3_c + 3_3)} \quad (3)$$

где:  $\mathcal{E}$  – суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления материала, или продукции [16, с. 243] (в данном случае результирующая общая теплоизоляция);

$3_c$  и  $3_3$  – суммарные затраты на создание и эксплуатацию (потребление) материалов или продукции [16, с. 243] (в данном случае условная стоимость теплоизоляционных нетканых материалов, таб. 1).

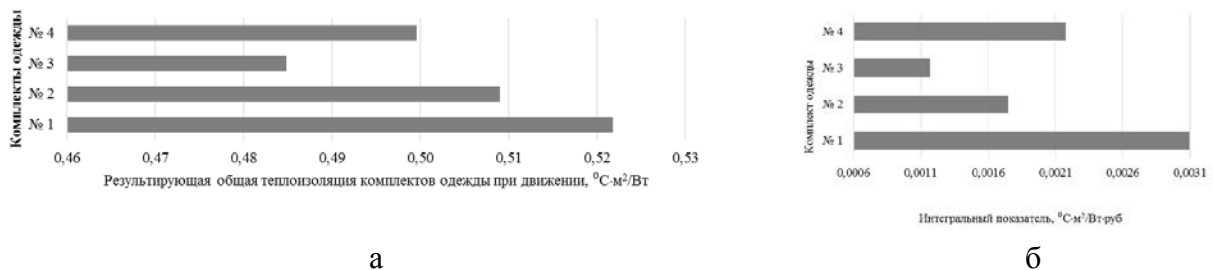


Рис. 4: а – Результирующая общая теплоизоляция комплектов одежды при движении, °С·м²/Вт; б – Интегральный показатель качества, °С·м² /Вт·руб

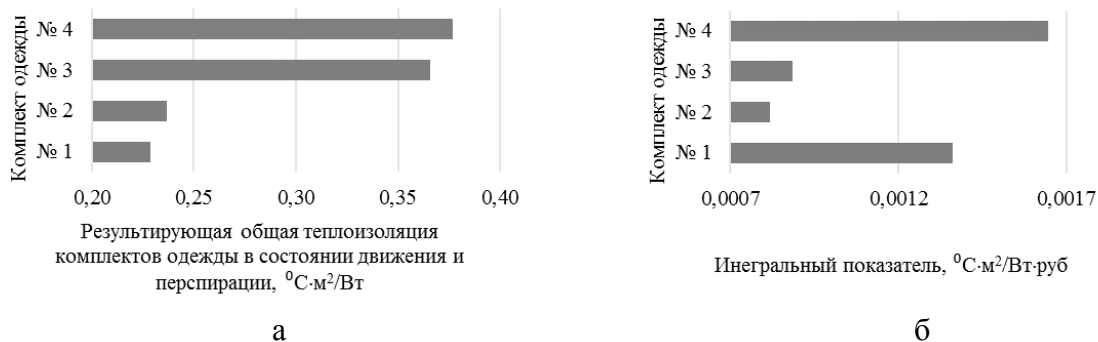


Рис. 5: а – Результирующая общая теплоизоляция комплектов одежды при движении и перспирации, °С·м²/Вт; б – Интегральный показатель качества, °С·м² /Вт·руб

Сравним соотношения показателей результирующей общей теплоизоляции и интегрального показателя комплектов одежды (рис. 6, 7).

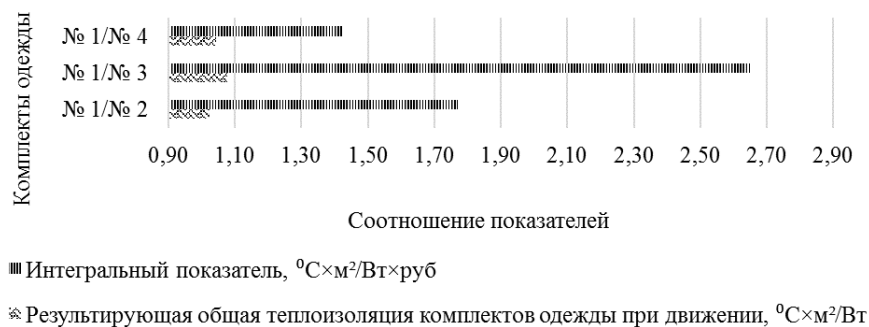


Рис. 6 - Соотношения показателей результирующей общей теплоизоляции при движении и интегрального показателя комплекта одежды № 1 с комплектами одежды № 2, № 3, № 4.

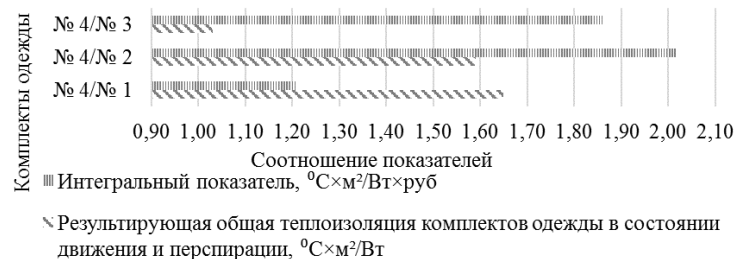


Рис. 7 - Соотношения показателей результирующей общей теплоизоляции в состоянии движения и перспирации и интегрального показателя комплекта одежды № 4 с комплектами одежды № 1, № 2, № 3.

Согласно полученным данным, можно сделать следующие выводы.

Из рис. 4 видно, что при оценке теплоизоляции в режиме движения комплект одежды № 1 показывает наилучший результат, в том числе и с учетом интегрального показателя (0,522 °С·м²/Вт). Таким образом нетканые теплоизоляционные материалы, состоящие только

из полиэфирных волокон, обеспечивают наилучшие теплоизоляционные свойства при движении, в сухом состоянии. При этом разница показателя результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды без учета интегрального показателя не велика и составляет не более чем в 1,08 раза (отношение результирующей общей теплоизоляции комплектов № 1 и № 3). С учетом интегрального показателя эта разница увеличивается до 2,65 раза. Это обусловлено более высокой стоимостью полиакрилатных волокон, по сравнению с полиэфирными волокнами.

В режиме измерения результирующей общей теплоизоляции при движении и перспирации, показатели исследуемых комплектов одежды изменяются (рис. 5). Лучший результат наблюдается у комплекта одежды № 4 (0,377 °С·м<sup>2</sup>/Вт), худший у комплекта одежды № 1 (0,229 °С·м<sup>2</sup>/Вт), данные комплекта одежды № 4 больше № 1 в 1,65 раза. При расчете интегрального показателя эта разница снижается до 1,21 раза. Более высокие показатели результирующей общей теплоизоляции в комплектах одежды № 2, 3, 4 обеспечиваются наличием само- и терморегуляционных слоев.

Обратная ситуация наблюдается при оценке соотношения показателей комплектов одежды № 4 и № 2. Разница результирующей общей теплоизоляции между этими комплектами составляет 1,59 раза, при расчете интегрального показателя разница увеличивается до 2,02 раза, в следствие «универсального» принципа распределения нетканых теплоизоляционных материалов в комплекте одежды № 2 и более экономичного, «зонированного» принципа в комплекте одежды № 4.

Результирующая общая теплоизоляция комплекта одежды № 4 больше результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 в 1,03 раза, при этом интегральный показатель больше в 1,86 раза (повышается). То есть без учета экономической составляющей теплоизоляционные свойства комплектов одежды № 3 и № 4 схожи, однако более высокая стоимость нетканого материала для комплекта одежды № 3 делает его использование нецелесообразным.

Использование интегрального показателя в оценке теплоизоляционных свойств нетканых материалов в составе комплектов одежды при стендовых испытаниях на терманекене при движении, а также при движении и перспирации позволило, оценить эффективность нетканых теплоизоляционных материалов, в том числе обладающих свойствами само- и терморегуляции с учетом экономической составляющей.

Согласно полученным результатам испытаний и анализа данных, выявлено, что с точки зрения эффективности теплоизоляционных свойств с учетом условной стоимости нетканых материалов, наиболее предпочтителен «зонированный» принцип использования теплоизоляционного слоя. Так, в зоне ядра тела и его ближайшего окружения (область головы, груди, спины, бедер, плеч) целесообразно использование наиболее эффективных с точки зрения теплоизоляции нетканых материалов с целью обеспечения температурного гомеостаза внутренних органов. Во всех остальных зонах допустимо применение эффективных с точки зрения теплоизоляционных свойств, но более экономичных материалов. Такой принцип позволяет создавать максимально эффективную утепленную одежду с учетом не только теплоизоляционных свойств, но и экономической составляющей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gao Ch., Holmér I. (2006). Initial, Transient and Steady State Evaporative Resistance of Impermeable Protective Clothing. *Thermal Manikins and Modelling. Sixth international thermal manikin and modelling meeting (6I3M)*, pp.253-261.
2. ГОСТ ISO 15831-2013 Одежда. Физиологическое воздействие. Метод измерения теплоизоляции на терманекене. – Введ. 2014-07-01. – М.: ОАО «ВНИИС», 2013.
3. Мезенцева, Е.В. Выбор определяющих показателей качества теплоизоляционных нетканых материалов эвристическим методом / Е.В. Мезенцева, Ю.В. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, № 1. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – 2019.

4. Готовкина, М. С., Мезенцева Е. В. Маркетинговый анализ конъюнктуры рынка теплоизоляционной верхней зимней одежды (на примере Курской и Белгородской областей) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2018. Т. 4, № 4.
5. Иванов, В.В. Научные исследования как неотъемлемый фактор внедрения инноваций (на примере деятельности заводов нетканых материалов «Термопол», Холлофайбер™ / В.В.Иванов, Е.В. Мезенцева // XX международный научно-практический форум Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2017): матер.форума, 22-26 мая 2017 года. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С.25-31.
6. Мезенцева, Е.В. Утепленная верхняя одежда: социологический анализ предпочтений Россиян / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков, М.С. Готовкина // Дизайн и технологии, № 65(107). М.: РГУ им. А.Н. Косыгина. - 2018 – С. 122 – 130.
7. Афанасьева, Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. М.: Легкая индустрия, 1977. – 137 с.
8. Иванов, В.В. Одежда – это теплоизоляция [Электронный ресурс] / В.В. Иванов, Е.В. Мезенцева. – Электрон. текстовые дан. – Москва: Аргументы и Факты, 2019. – режим доступа к журн.: [https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda\\_jeto\\_teploizolyaciya/](https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda_jeto_teploizolyaciya/)
9. Мезенцева, Е.В. Вопросы термоизоляции одежды: что делать? Как делать? / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В.Ю. Мишаков // Легкая промышленность Курьер. – 2018. - № 7. – С.16-17.
10. Мезенцева, Е.В. Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: «следующие шаги», технологии, инновации / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В.Ю. Мишаков. // XXI международный научно-практический форум Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018): матер.форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч.2. – С.82-87.
11. Мезенцева, Е.В. Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В. Ю. Мишаков // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 160-164 с.
12. Kasturiya, N., Subbulakshmi, M., Gupta, S. and Raj, H. (1999). System Design of Cold Weather Protective Clothing. *Defence Science*, 49(5), pp.457-464.
13. Silbernagl, S. (2015). *Color Atlas of Physiology* (6th ed., p. 441). Stuttgart: Thieme.
14. Мезенцева, Е.В. Инновационные методы создания термоизоляционных саморегулирующихся волокнистых систем в «умной одежде» // XXI международный научно-практический форум Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018): матер.форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч.2. – С. 78-81.
15. Мезенцева, Е.В. Современные модификации сырья для текстильных полотен / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 113-116 с.
16. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение: учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. – М: Колосс, 2011. – 360 с.

**РАЗРАБОТКА «НЕТКАНЫХ ИНКУБАТОРОВ» ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ  
ЛЬНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**DEVELOPMENT OF NON-WOVEN "INCUBATORS" FOR GROWING SEEDLINGS OF  
CROPS USING WASTE FLAX PROCESSING INDUSTRIES**

Ю.М. Трещалин<sup>1,3</sup>, М.Ю. Трещалин<sup>2</sup>  
Yu.M. Treschalin<sup>1</sup>, M.Yu. Treschalin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский технологический центр

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

<sup>3</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>R&D Scientific Center

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University

<sup>3</sup>Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: [center@souzlegprom.ru](mailto:center@souzlegprom.ru), [mtreschalin@mail.ru](mailto:mtreschalin@mail.ru)

**В статье рассматривается возможность использования нетканых синтетических материалов для выращивания рассады сельскохозяйственных культур с применением в качестве органического удобрения отходов переработки льна. Проводится сравнение различных вариантов «нетканых инкубаторов» и схем посева семян. Дается описание проекта теплицы, основными элементами которой являются композиционные материалы на нетканой основе.**

**Ключевые слова:** лен, костра, нетканый материал, волокна, схема посева, семена, теплица, композиционный материал.

**The article discusses the possibility of using non-woven synthetic materials for growing seedlings of agricultural crops using flax processing waste as an organic fertilizer. Comparison of various options for "non-woven incubators" and options for planting seeds. A description of the greenhouse project, the main elements of which are non-woven composite materials, is given.**

**Keywords:** flax, campfire, non-woven material, fibers, sowing scheme, seeds, greenhouse, composite material.

В Поручениях Президента РФ В.В. Путина Правительству Российской Федерации по итогам совещания «О мерах по развитию легкой промышленности в Российской Федерации», состоявшегося 24 августа 2017 года в г. Рязань, отмечается необходимость предусмотреть в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, формирование подпрограммы, направленной на обеспечение лёгкой промышленности качественным сельскохозяйственным сырьем. При этом в первую очередь должно получить свое развитие льноводство и переработка льна на основе передовых технологий.

Успех развития льноперерабатывающего комплекса во многом зависит от научно-технического обеспечения и дальнейшего расширения ассортимента текстильных изделий целевого назначения, что позволит организовать практически безотходные производства, использующие лен в качестве сырья. В частности, разработка проектов эффективной утилизации значительного количества костры, получаемой при первичной обработке льна, является задачей своевременной и актуальной.

Одним из вариантов использования отходов льнопереработки может быть создание «инкубаторов» для выращивания сельскохозяйственных культур на основе нетканых синтетических материалов. Такой подход позволит не только увеличить выпуск нетканых полотен целевого назначения, но и применяя костру как удобрение, производить плодоовощную продукцию в регионах, где нет в достаточном количестве плодородной почвы (горы, вечная мерзлота, пустыни).