



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 4
август
2021

В номере:

Обоснование технологических и кинематических параметров очесывающего устройства машины для уборки топинамбура

Расчет технологических параметров машины для сбора колорадского жука

Методы диагностики асинхронных электродвигателей в рабочих режимах и перспективы их применения

Роль государственных программ развития аграрного бизнеса в обеспечении бюджетной поддержки сельского хозяйства Республики Беларусь



ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ АПК БГАТУ



Институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса Белорусского государственного аграрного технического университета – образовательный и научно-методический центр системы дополнительного образования взрослых. Ежегодно по образовательным программам переподготовки, повышения квалификации и стажировки в Институте проходят обучение около 3000 слушателей, в том числе из зарубежных государств.

Основная задача Института - систематическое обновление знаний руководящих работников и специалистов сельскохозяйственной отрасли с учетом развития широкого спектра инновационных направлений в агропромышленном комплексе, а также переподготовка кадров для получения новой квалификации.

Обучение в ИПК и ПК АПК осуществляется согласно плану-графику переподготовки и повышения квалификации руководящих работников, специалистов и рабочих (служащих) сельскохозяйственных организаций, утвержденному Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Институт располагает современной учебно-технической базой, а также использует базы специализированных кафедр университета. Больше половины учебного времени отводится обучению в сельскохозяйственных организациях и на предприятиях перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, заводах по производству техники для агропромышленного комплекса, в научных учреждениях республики.

Образовательный процесс в ИПК и ПК АПК обеспечивает высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав Института, БГАТУ, а также приглашаются руководители и ведущие научные сотрудники Научно-практических центров НАН Беларуси, руководители и специалисты министерств, ведомств, лучших сельскохозяйственных организаций и предприятий машиностроения республики, совместных предприятий.

Слушатели ИПК и ПК АПК проживают в благоустроенном общежитии, пользуются читальными залами, библиотечным фондом, средствами информатизации, пунктами общественного питания и медицины, спортивными площадками, расположенными в университетском комплексе БГАТУ.

Мы приглашаем Вас к нам учиться, обмениваться опытом, налаживать деловые связи.

Наш адрес: Республика Беларусь, 220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99, корп. 5/3

Контактные телефоны: +375 17 350 46 36 – приемная;

+375 17 385 91 01 – методисты переподготовки;

+ 375 17 385 91 19 – методисты повышения квалификации;

+ 375 17 272 34 90 – факс

E-mail: ipk@bsatu.by, сайт: www.bsatu.by.

АГРОПАНОРАМА 4 (146) август 2021

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован в Министерстве
информации Республики Беларусь
21 апреля 2010 года.
Регистрационный номер 1324

Учредитель
Белорусский государственный
аграрный технический университет

Главный редактор
Николай Николаевич Романюк

Заместитель главного редактора
Игорь Степанович Крук

Редакционная коллегия:

Г.И. Гануш	М.А. Прищепов
Л.С. Герасимович	А.С. Сайганов
Е.П. Забелло	В.Н. Тимошенко
П.П. Казакевич	Н.К. Толочко
А.Н. Карташевич	В.П. Чеботарёв
И.П. Козловская	Н.С. Яковчик

Е.В. Сенчуров – ответственный секретарь
Н.И. Цындрин – редактор

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, 99/1, к. 220
Тел. (017) 272-47-71 Факс (017) 258-41-16

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 355-22-14
Факс (017) 272-25-71
E-mail: AgroP@bsatu.by

БГАТУ, 2021.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 24.08.2021 г. Зак. № 576 от 23.08.2021 г.

Дата выхода в свет 30.08.2021 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т Независимости, 99/2

ЛП № 02330/316 от 30.01.2015 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Стоимость подписки на журнал на 2-е п/г 2021 г.:

для индивидуальных подписчиков - 34,32 руб.;

ведомственная - 36,03 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 10,06 руб.

При перепечатке или использовании публикаций согласование с редакцией и ссылка на журнал обязательны.
Ответственность за достоверность рекламных материалов несет рекламодатель.

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка

- Н.Н. Романюк, К.В. Сашко, П.Н. Логвинович, В.А. Агейчик, А.В. Горный, Д.Н. Грищенко**
Обоснование технологических и кинематических параметров очесывающего устройства машины для уборки топинамбура.....2
- В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис**
Расчет технологических параметров машины для сбора колорадского жука.....7
- Д.И. Комлач, А.С. Воробей, И.А. Барановский, Н.Л. Ракова, Ж.И. Пантелеева, М.Н. Трибуналов**
Обоснование кинематических параметров автоматической установки для удаления некондиционных клубней картофеля струей сжатого воздуха.....12

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

- А.В. Крутов, И.А. Шихарев**
К вопросу промышленного выращивания шампиньонов в Республике Беларусь.....17

Энергетика. Транспорт

- В.А. Дайнеко, Ж.Г. Юрковец**
Методы диагностики асинхронных электродвигателей в рабочих режимах и перспективы их применения.....22

Ресурсосбережение. Экология

- О.А. Любчик**
Использование древесной биомассы в качестве топлива как направление укрепления энергетической безопасности Республики Беларусь: оценка и прогноз потенциала.....26

Технический сервис в АПК. Экономика

- Г.И. Гануш, В.С. Пыл**
Методологические подходы к выбору направлений специализации предпринимательской деятельности в отрасли пчеловодства.....31
- И.А. Контровская**
Стимулирование развития предпринимательства в сельской местности Республики Беларусь.....34
- И.А. Войтко**
Роль государственных программ развития аграрного бизнеса в обеспечении бюджетной поддержки сельского хозяйства Республики Беларусь.....38
- С.Д. Юдицкая**
Концептуальные подходы к оценке устойчивости развития сельских территорий.....44

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ТОПИНАМБУРА

Н.Н. Романюк,

ректор БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

К.В. Сашко,

доцент каф. механики материалов и деталей машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

П.Н. Логвинович,

доцент каф. физики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.А. Агейчик,

доцент каф. механики материалов и деталей машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.В. Горный,

доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

Д.Н. Грищенко,

ст. преподаватель каф. инженерной графики БГАТУ

В статье предложена оригинальная конструкция машины для уборки клубней топинамбура, позволяющая интенсифицировать процесс разрушения почвенного пласта и корневой части топинамбура и снизить потери клубней при уборке. Рассмотрена кинематика движения стебля топинамбура между прижимными ремнями и определены величины возможных расстояний между валами очесывающего устройства и угловые скорости вращения пальцев очесывающего устройства.

Ключевые слова: топинамбур, клубень, стolon, механизация уборки, оригинальная конструкция, конструктивные параметры, очесывающее устройство, прижимные ремни.

The article proposes the original design of artichoke harvesting machine, which makes it possible to intensify the process of soil layer and artichoke roots destruction and reduce the loss of tubers. The kinematics of the movement of artichoke stems between the pressure belts is considered and the values of possible distances between ripple shafts are determined. The angular velocity of stripper fingers rotation have been measured.

Key words: artichoke, tuber, stolon, harvesting mechanization, original design, design factors, ripple shafts, pressure belts.

Введение

Топинамбур или, как его еще называют, земляная груша, долго рассматривался как культура для скормливания животным, однако результаты последних исследований показывают, что данная культура может использоваться как биологическая добавка в продуктах питания, а также сырье для производства биоэтанола.

Употребление клубней земляной груши животными увеличивает надои коров, повышая жирность молока, и продуктивность свиноматок, а использование топинамбура как корма для кур повышает яйценоскость. В качестве корма топинамбур особенно ценится ранней весной [1].

В последнее время весьма актуальным вопросом является разработка технологий возделывания земляной груши на грядах и в гребнях, а также средств механизации для ее осуществления. Наиболее трудоем-

кой является операция уборки клубней топинамбура, когда необходимо разрушить почвенный пласт и корневую часть, отсепарировать почву, отделить клубни от столонов и удалить стебли.

Целью данных исследований является разработка машины для уборки клубней топинамбура с обоснованием ее конструктивных параметров, позволяющей интенсифицировать процесс разрушения почвенного пласта и корневой части топинамбура, снизить потери клубней при уборке.

Основная часть

Технология по возделыванию топинамбура включает раздельную его уборку. Вначале убирается надземная масса, а затем клубни [2, 3].

На уборку топинамбура приходится 60...70 % всех трудозатрат при возделывании этой культуры [4].

Во время уборки топинамбура серийно выпускаемыми копателями потери клубней составляют до 40 % [5]. Использование копателей при ручной уборке клубней допускается при крайне неблагоприятных погодных условиях или на полях, где невозможно применить комбайновую уборку, на склонах, когда из-за малых размеров или расположения полей применение техники неэффективно, или когда из-за неблагоприятных почвенных и погодных условий, средства механизации работать в поле не могут.

Комбайновая уборка земляной груши в России осуществляется в основном импортной картофелеуборочной техникой, конструкция которой позволяет проводить качественную уборку клубней на различных по механическому составу почвах.

В зависимости от модификации комбайна ширина захвата подкапывающего устройства имеет разные размеры, что позволяет проводить машинную уборку топинамбура при разной ширине междурядий и на различных схемах посадки на гребнях и грядах.

Анализ технологий и средств механизации уборки топинамбура показывает, что основными требованиями, предъявляемыми к конструктивным и технологическим параметрам комбайна, являются:

- автоматизация технологической операции подкапа клубненосного слоя;
- автоматизация колебаний сепарирующих элеваторов;
- автоматическое регулирование параметров рабочих органов по глубине хода, наклону к горизонту;
- улучшение проходимости ходовых систем комбайна с учетом различных почвенных и климатических условий;
- синхронизация процесса уборки и транспортировки собранного урожая [6].

Однако для хозяйств с небольшими площадями топинамбура закупка такой техники является экономически нецелесообразной. В вопросе технического обеспечения уборочных работ при использовании грядковых технологий, необходимо отметить, что картофелеуборочные комбайны, предназначенные для уборки картофеля на гребневых посадках, могут применяться и на уборке клубней топинамбура на грядковых посадках, при условии внесения некоторых изменений в конструкцию, обеспечивающих надежность отрыва клубней от столонов и удаления остатков стеблей топинамбура из комбайна.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана специальная опция для уборки клубней топинамбура, в которой применен активный метод отделения клубней от столонов [7] (рис. 1).

Машина для уборки клубней топинамбура содержит копирующий механизм 1, состоящий из двух катков, закрепленных на одной оси, подкапывающий лемех 2, комкоразрушающее устройство, установленное над передней частью первого сепарирующего элеватора 3, состоящее из зажимных ремней 4, приводных 5, натяжных 6 и прижимных 7 роликов, очесывающего устрой-

ства, выполненного в виде вращающихся валов 8, с закрепленными на них пальцами 9, поперечный транспортер 10, бункер 11 для сбора клубней топинамбура и второй сепарирующий элеватор 12.

При уборке клубней топинамбура копирующий механизм 1 копирует профиль грядки. Подкапывающий лемех 2 подкапывает почвенный пласт, включающий гнезда топинамбура, который подается на первый элеватор 3, где почвенный пласт крошится, а гнезда топинамбура, состоящие из стеблей 13 растения и соединенных с ними столонами клубней топинамбура, направляются к комкоразрушающему устройству. Стебли 13 захватываются зажимными ремнями 4, у которых скорость движения одного ремня на 10 % больше, а второго – на 10 % меньше скорости движения первого сепарирующего элеватора, удерживаются ими с помощью приводных 5, натяжных 6 и прижимных 7 роликов, приподнимаются над первым элеватором 3 за счет угла β , равного 25-30° и очесывающим устройством, выполненным в виде вращающихся валов 8 с закрепленными на них пальцами 9, происходит отрыв клубней топинамбура от столонов. За счет разной скорости движения зажимных ремней 4 гнезда топинамбура во время движения поворачиваются, обеспечивая обрыв клубней со всех сторон стеблей 13.

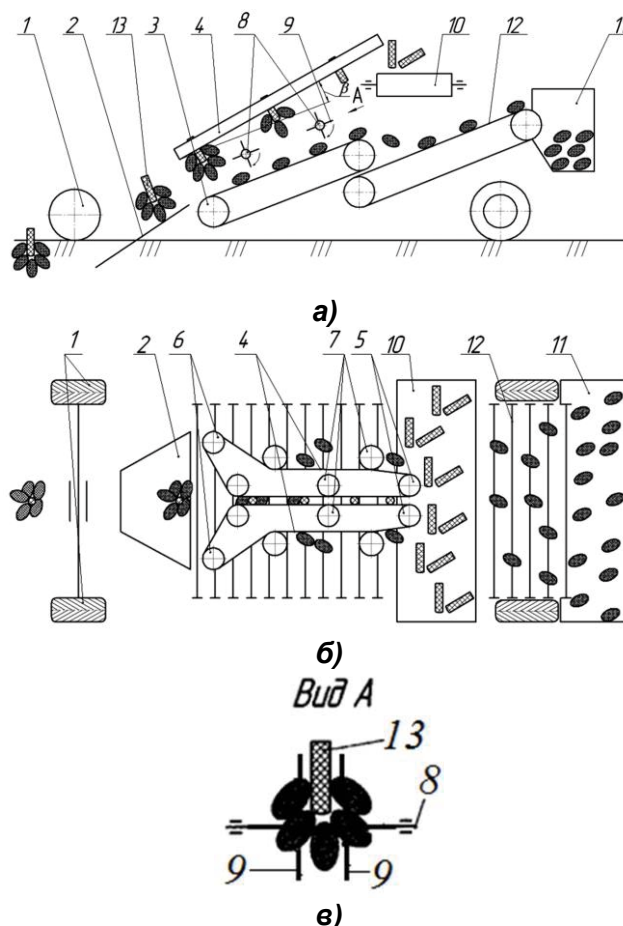


Рисунок 1. Машина для уборки клубней топинамбура: а – вид сбоку; б – вид сверху; в – вид по стрелке А.

Далее стебли 13 топинамбура поступают на поперечный транспортер 10 и выносятся им за пределы машины.

На втором элеваторе 12 происходит дальнейшее разрушение комков и сепарация почвы, а клубни топинамбура направляются в бункер для сбора клубней 11.

За счет захватывания стеблей растения зажимными ремнями и приподнимания их над первым элеватором происходит разрушение почвенного пласта, что облегчает работу очесывающего устройства и интенсифицирует процесс сепарации почвы и отделения клубней топинамбура от столонов.

Для повышения эффективности работы машины необходимо определить величину расстояния между валами очесывающего устройства, скорость вращения валов, а также количество пальцев на валу.

На рисунке 2 представлена расчетная схема для определения величин возможных расстояний между валами очесывающего устройства.

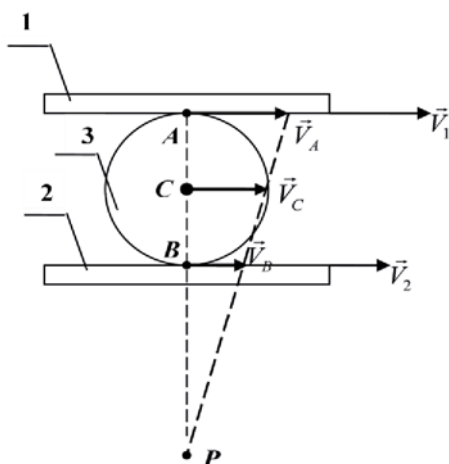


Рисунок 2. Расчетная схема для определения величин возможных расстояний между валами очесывающего устройства

Рассмотрим кинематику движения стебля топинамбура 3 между зажимными ремнями 1 и 2, движущимися со скоростями, соответственно, $\vec{V}_1$ (м/с) и $\vec{V}_2$ (м/с). Если $\vec{V}_1 > \vec{V}_2$, то стебель под действием сил трения со стороны зажимных ремней совершает плоское движение плоскости, параллельной ребрам зажимных ремней. Скорость поступательного движения стебля равна $\vec{V}_C$ (м/с), угловая скорость вращательного движения – Ω (с⁻¹).

Для определения $\vec{V}_C$ и Ω построим мгновенный центр скоростей стебля – точку P. Используя формулу Эйлера, получим:

$$\begin{aligned} V_A = V_1 = \Omega \cdot PA; \quad V_B = V_2 = \Omega \cdot PB; \quad V_C = \Omega \cdot PC; \\ V_1 - V_2 = \Omega(PA - PB) = 2\Omega R; \\ V_1 - V_C = \Omega(PA - PC) = \Omega R, \end{aligned} \quad (1)$$

где PA, PB, PC – расстояния от мгновенного центра скоростей до точек A, B, C, соответственно, м; R – радиус стебля, м.

Из формулы 1 выразим скорость поступательного движения стебля $\vec{V}_C$ и угловую скорость вращательного движения стебля Ω

$$\Omega = \frac{V_1 - V_2}{2R}; \quad V_C = \frac{V_1 + V_2}{2}. \quad (2)$$

Для более эффективного действия очесывающего устройства необходимо, чтобы стебель топинамбура вместе с гнездами при своем движении от первого вала очесывающего устройства до его второго вала повернулся на угол $\varphi = (2n + 1)\frac{\pi}{2}$, где $n = 0, 1, 2, \dots$

Поэтому расстояние между валами 8 (рис. 1) очесывающего устройства l_b (м) должно быть равным

$$l_b = V \frac{\varphi}{\Omega}, \quad (3)$$

где V – скорость движения стебля, равная скорости движения первого сепарирующего элеватора 3, м/с (рис. 1)

Для устранения сгуживания подкапываемого пласта, скорость элеватора должна быть в 1,3 ÷ 1,6 раза больше скорости комбайна.

Оценим величины возможных расстояний между валами очесывающего устройства. Примем скорость движения комбайна равной 1 м/с, скорость движения элеватора $V = V_C = 1,5$ м/с, радиус стебля топинамбура $R = 0,02$ м.

Тогда, исходя из конструкции (рис. 1, позиция 4) и из формулы (2), скорости движения прижимных ремней 1 и 2 (рис. 2) равны

$$V_1 = 1,65 \text{ м/с}, \quad V_2 = 1,35 \text{ м/с},$$

угловая скорость вращательного движения стебля Ω

$$\Omega = \frac{V_1 - V_2}{2R} = \frac{1,65 - 1,35}{2 \cdot 0,02} = 7,5 \text{ с}^{-1}.$$

Расстояние между валами 8 (рис. 1) очесывающего устройства найдем, используя формулу (3):

$$l_b = (2n + 1) \frac{\pi V_C}{2\Omega}. \quad (4)$$

Из формулы (4) получаем ряд возможных значений l_b при $n = 0, 1, 2$: $l_b = 0,31; 0,94; 1,57$ м.

Исходя из конструкции машины, наиболее приемлемым следует считать расстояние между валами 8 (рис. 1) очесывающего устройства равным $l_b = 0,31$ м, а длину пальцев $l = 0,15$ м.

При расстоянии между клубненосными гнездами в почве 0,2 м и скорости движения первого элеватора 1,5 м/с соседние клубненосные комки при движении стебля между прижимными ремнями будут находиться приблизительно на таком же расстоянии.

Для определения угловой скорости вращения пальцев очесывающего устройства рассмотрим сна-

чала центральный удар двух упругих тел: пальца, скорость центра масс которого равна $\vec{v}_n$ (м/с) и клубненосного комка топинамбура, скорость центра масс которого равна $\vec{v}_{кл}$ (м/с) (рис. 3).

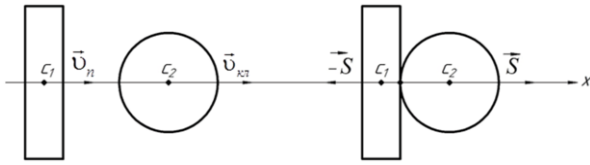


Рисунок 3. Расчетная схема для определения скоростей пальца и клубненосного комка

На первой стадии удара под действием ударных сил $\vec{F}(H)$ деформация ударяющихся тел увеличивается до тех пор, пока их скорости не уравниваются и станут равными $\vec{u}$ (м/с). Согласно основному закону динамики поступательного движения, изменение импульса $\vec{S}$ (Н/с) этих тел равно импульсу ударной силы $\vec{S} = \vec{F}t$, где t – время действия ударной силы, с.

На основании закона динамики поступательного движения для этой стадии удара имеем два уравнения

$$\left. \begin{aligned} m(u - v_n) &= -S_1 \\ M(u - v_{кл}) &= S_1 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где m – масса пальца, приведенная к точке удара, кг;

M – масса клубненосного комка, кг;

S_1 – величина импульса S взаимных реакций тел для первой стадии удара, Н/с.

На второй стадии удара за счет упругости материала клубненосного комка начнется восстановление формы тел, их скорости будут изменяться до тех пор, пока тела не отделятся друг от друга. На этой стадии имеем два уравнения

$$\left. \begin{aligned} m(u_1 - u) &= -S_2 \\ M(u_2 - u) &= S_2 \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где S_2 – величина импульса S взаимных реакций тел для второй стадии удара, Н/с;

u_1 – скорость пальца после удара, м/с,

u_2 – скорость клубненосного комка после удара, м/с.

Решая уравнение (5), получим

$$u = \frac{mv_n + Mv_{кл}}{m + M}; \quad S_1 = \frac{mM}{m + M}(v_n - v_{кл}). \quad (7)$$

В уравнениях (6) три неизвестных величины – u_1 , u_2 , S_2 . Поэтому для их решения необходимо третье уравнение, характеризующее физические свойства этих тел. Предположим, что отношение импульсов сил на второй и первой стадиях удара равны $S_2/S_1 = k$.

Решая уравнения (5) и (6), получим скорости пальца и клубненосного комка после удара

$$u_1 = u + k(u - v_n); \quad u_2 = u + k(u - v_{кл}). \quad (8)$$

Как видно из выражения (8), коэффициент k является коэффициентом восстановления скорости и зависит от упругих свойств ударяющихся тел.

Кинетическая энергия тел до удара

$$T_1 = \frac{mv_n^2}{2} + \frac{Mv_{кл}^2}{2}, \quad (9)$$

после удара

$$T_2 = \frac{mu_1^2}{2} + \frac{Mu_2^2}{2}. \quad (10)$$

Потеря кинетической энергии при ударе

$$\begin{aligned} T_1 - T_2 &= \frac{1}{2}m(v_n^2 - u_1^2) + \frac{1}{2}M(v_{кл}^2 - u_2^2) = \\ &= \frac{1}{2}m(v_n - u_1)(v_n + u_1) + \frac{1}{2}M(v_{кл} - u_2) \times \\ &\times (v_{кл} + u_2). \end{aligned} \quad (11)$$

Учитывая выражения (5) и (7), получим:

$$T_1 - T_2 = \frac{1}{2}S_1(v_n + u_1) - \frac{1}{2}S_1(v_{кл} + u_2). \quad (12)$$

С учетом выражений (8) уравнение (12) примет вид:

$$T_1 - T_2 = \frac{1}{2}S_1(v_n - v_{кл})(1 - k^2). \quad (13)$$

Подставив в уравнение (13) значение импульса S_1 из выражения (7), получим:

$$T_1 - T_2 = \frac{1}{2} \frac{mM}{m + M} (v_n - v_{кл})^2 (1 - k^2). \quad (14)$$

При абсолютно неупругом ударе ($k = 0$) кинетическая энергия расходуется на работу отрыва клубней. Эту работу можно считать равной работе по деформации почвенного комка A (Дж) с соответствующим пределом прочности σ (Па) и модулем упругости E (Па), которая согласно источнику [8], равна

$$A = \frac{\pi \sigma^2 D^3 \ln \xi}{12E}, \quad (15)$$

где $\xi = \frac{D}{d}$ – степень дробления первоначального

почвенного комка диаметром D (м) до конечного размера d (м) в результате удара пальцем.

Приравняв выражения (14) и (15), получаем скорость удара пальца о клубненосный комок

$$v_{уд} = v_n - v_{кл} = \sqrt{\frac{\left(\frac{m}{M} + 1\right) \pi \sigma^2 D^3 \ln \xi}{mE(1 - k^2)}}. \quad (16)$$

Однако палец совершает вращательное движение с угловой скоростью ω (с⁻¹). Поэтому рассмотрим удар пальца, вращающегося вокруг оси вала, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости (рис. 4), о неподвижный комок ($v_{кл} = 0$).

Определим ударные импульсы сил S_x и S_y , возникающих в оси вала, и на основании этого определим, на каком расстоянии от оси вращения пальца $l_{уд}$ должен находиться центр удара.

По закону об изменении количества движения в проекциях на оси Ox и Oy получим два уравнения

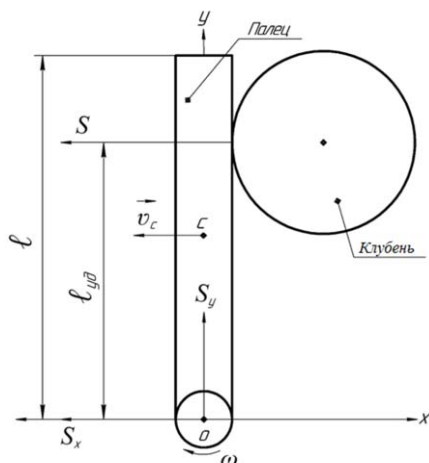


Рисунок 4. Расчетная схема для определения угловой скорости вращения пальца

$$\left. \begin{aligned} m(v_n - u_1) &= S + S_x \\ 0 &= S_y \end{aligned} \right\}, \quad (17)$$

где скорости центра масс пальца C в начале и в конце удара $v_n = \frac{l}{2} \omega_1$, $u_1 = \frac{l}{2} \omega_2$ (ω_1 и ω_2 – угловые скорости вращения пальца в начале и в конце удара соответственно, c^{-1}).

Поэтому первое уравнение в системе уравнений (17) примет вид:

$$m \frac{l}{2} (\omega_2 - \omega_1) = S + S_x. \quad (18)$$

Третье уравнение для системы уравнений (17) в соответствии с основным законом динамики вращательного движения получим в виде:

$$J_z (\omega_2 - \omega_1) = S l_{уд}, \quad (19)$$

где J_z – момент инерции стержня относительно оси вращения, $кг \cdot м^2$.

Из уравнения (19)

$$S = \frac{J_z}{l_{уд}} (\omega_2 - \omega_1). \quad (20)$$

Так как коэффициент восстановления

$$k = \frac{u}{v_n} = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \quad (21)$$

то из уравнения (17), используя выражения (18), (20) и (21), находим импульсы сил реакции оси

$$\left. \begin{aligned} S_x &= -m \frac{l}{2} (1-k) \omega_1 + \frac{J_z}{l_{уд}} (1-k) \omega_1 = \\ &= \left(\frac{J_z}{l_{уд}} - \frac{ml}{2} \right) (1-k) \omega_1 \\ S_y &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (22)$$

Как видно из выражения (22), ударные импульсы в оси вращения будут равны нулю при $\frac{J_z}{l_{уд}} - \frac{ml}{2} = 0$.

Так как $J_z = \frac{1}{3} ml^2$, то из последнего получаем

$$l_{уд} = \frac{2ml^2}{3ml} = \frac{2}{3} l.$$

Определим для среднестатистических параметров почвы [8, 9] угловую скорость вращения пальца. Примем $m = 1 кг$, $m/M = 0,4$; $D = 0,15 м$; $\zeta = 5$; $\sigma = 10^4 Н/м^2$; $E = 2 \cdot 10^6 Н/м^2$, получим $v_{уд} = 1,1 м/с$.

При скорости движения клубеносного комка $v_{кл} = 1,5 м/с$ скорость движения пальца в точке удара согласно выражению (16), будет равна $v_n = 2,6 м/с$. При длине пальца $l = 0,15 м$ угловая скорость враще-

ния пальца составит $\omega = \frac{3 v}{2 l} = 26 c^{-1}$.

Таким образом, оптимальным следует считать число пальцев на валу очесывающего устройства равным 4, т.к. клубеносный комок за время между ударами соседними пальцами пройдет расстояние 0,1 м и выйдет из зоны повторного удара.

Заключение

1. Особенности уборки клубней топинамбура вытекают из биологических отличий топинамбура от картофеля. При уборке клубней топинамбура можно использовать средства механизации, которые используются при уборке картофеля, при условии внесения некоторых изменений в их конструкцию, обеспечивающих надежность отрыва клубней от столонов и удаления остатков стеблей топинамбура из комбайна.

2. Предложенная конструкции машины для уборки клубней топинамбура позволяет интенсифицировать процесс разрушения почвенного пласта и корневой части топинамбура и снизить потери клубней при уборке.

3. Рассмотрена кинематика движения стебля топинамбура между прижимными ремнями. В результате проведенных теоретических исследований определены: расстояние между валами очесывающего устройства – $l_0 = 0,31 м$; длина пальцев очесывающего устройства – $l = 0,15 м$; количество пальцев – 4.

4. Определена угловая скорость вращения пальцев очесывающего устройства. Например, при скорости движения клубеносного комка $v_{кл} = 1,5 м/с$ скорость движения пальца в точке удара должна быть равна 2,6 м/с, что при длине пальца 0,15 м соответствует угловой скорости его вращения, равной 26 рад/с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Топинамбур [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> – Дата доступа: 25.01.2021.

2. Технология и комплекс машин для производства топинамбура / Э.С. Рейнгарт [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – № 11. – С. 30-31.

3. Манохина, А.А. Разработка и освоение научно обоснованной технологии механизированного возделывания топинамбура: автореф. дис. докт. с.-х. наук: 05.20.01 / А.А. Манохина; Российский государственный аграрный университет. – МСХА им. К.А. Тимирязева. – М., 2017. – 43 с.

4. Старовойтов, В.И. Технология и механизация возделывания топинамбура / В.И. Старовойтов // Материалы I междунар. науч.-практич. конф. «Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг)», 23-27 сентября 2002 г. – М., Сергиев-Пасад, 2002. – С. 435-439.

5. Старовойтов, В.И. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // Сельский механизатор. – 2015. – №11. – С. 4-5.

6. Яковчик, Н. Перспективный и многофункциональный топинамбур / Н. Яковчик, С. Яковчик // Белорусское сельское хозяйство. – 2018. – № 2 (190). – С.104-106.

7. Машина для уборки клубней топинамбура: патент 22746 С1 Респ. Беларусь, МПК А 01D 17/00, А 01D 33/00 / Н.Н. Романюк, К.В. Сашко, А.В. Горный, Д.Н. Грищенко, С.Ф. Лойко; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а 20180232; заявл. 05.06.2018; опубл. 30.10.2019 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2019. – № 5. – С. 43.

8. Синеоков, Г.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.М. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение. – 1976. – 328 с.

9. Кушнарв, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарв, В.И. Коцев. – Киев: Урожай, 1989. – 140 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.06.2021

УДК 631.3

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

В.А. Бурдейко,

ст. преподаватель каф. технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии БарГУ

В.Б. Ловкис,

декан агромеханического факультета БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Приведен расчет мощности привода машины для сбора колорадского жука. Предложена конструкция рабочего органа машины для сбора колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля.

Ключевые слова: картофель, колорадский жук, рабочие органы, машина, конструкция, расчет мощности.

The power calculation of the machine drive for collecting the Colorado potato beetle is given. The machine design for collecting the Colorado potato beetle when growing environmentally friendly potatoes is proposed.

Key words: potato, Colorado potato beetle, working bodies, machine, design, power calculation.

Введение

Зеленая экономика уже давно стала центральной темой в глобальной повестке дня производства сельскохозяйственных продуктов. Беларусь не отстает от мирового тренда. 9 ноября 2018 года Президент подписал Закон Республики Беларусь № 144-З «О производстве и обращении органической продукции». В главе 1 «Общие положения» (статья 4) говорится, что «объектами отношений в области производства и обращения органической продукции являются семена и процессы производства и обращения органической продукции» [1].

При выращивании экологически чистого картофеля для сбора колорадского жука применяются следующие технические средства и приемы: сельскохозяйственные машины, орудия, приспособления, приборы ультразвуковых колебаний, агротехнические

приемы, а также птицы, микроорганизмы, насекомые-энтомофаги, растения, водные растворы, настои.

Перспективными методами сбора и уничтожения колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля являются механический и комбинированный (комплексный) методы. Для этого используются специальные комбинированные машины, которые в будущем будут оснащены соответствующими рабочими органами для выполнения таких операций, как рыхление междурядий картофеля, механическое уничтожение сорных растений, окучивание растений картофеля, распределение водных растворов для борьбы с колорадским жуком, а также внесение минеральных удобрений при подкормке растений [2; 5-8].

Исследованием технологической операции сбора и утилизации колорадского жука занимались ученые П.П. Казакевич, В.К. Пестис, Э.В. Заяц, П.В. Заяц,

С.Н. Ладутко [9; 10; 11]. На кафедре механизации сельскохозяйственного производства Гродненского государственного аграрного университета разработана машина для сбора и утилизации колорадского жука. Однако вопросы энергетической эффективности и качества выполняемой операции до настоящего времени остаются нерешенными.

Цель настоящей работы – обоснование и определение мощности привода конструкции рабочего органа машины для сбора колорадского жука с перспективными рабочими органами.

Основная часть

При проектировании машины для сбора колорадского жука необходимо рационально выполнить компоновку ее составных частей. Правильная установка рабочих органов влияет одновременно на производительность и качество работы машины. Наиболее эффективными рабочими органами являются конические и прямолинейные щетки, гофрированные боковины и отбойник [3]. Коническая щетка имеет более сложную конструкцию по сравнению с другими рабочими органами.

Анализ известных конструкций машин для сбора колорадского жука и их рабочих органов позволяет сделать вывод о том, что данные машины малопроизводительны, имеют высокую металлоемкость и энергопотребление, а также низкое качество работы – 30...45 % особей колорадского жука остается на картофельном поле. Приблизительно половина вредителей остается на картофельной ботве, а остальная часть сыпается на поверхность гребня вокруг стеблей картофеля. Чтобы устранить вышеуказанные недостатки, разработана конструкция машины для сбора колорадского жука с рабочими органами нового типа.

Наиболее перспективными рабочими органами являются комбинированные счесывающе-вибрационные или счесывающе-ударные на основе применения эластичных материалов для снижения травмирования ботвы. Для повышения полноты сбора целесообразно применять горизонтальные, вертикальные и комбинированные щетки с регулировкой углов наклона в различных направлениях в зависимости от сорта картофеля и периода его роста [4].

Рабочими органами в данной машине для сбора колорадского жука (рис. 1) служат конические щетки, гофрированные боковины и рифленые пруты-ударники.

Каждая конусообразная щетка 2 выполнена в форме перевернутого усеченного конуса и закреплена на вертикальной оси с возможностью свободного вращения. Диаметр большего основания конуса – в пределах от 0,35 до 0,60 м, меньшего – 0,05...0,15 м. Непосредственное воздействие на листву картофеля оказывают эластичные прутки, изготовленные из капроновой нити диаметром 1...2 мм.

Материалом для изготовления боковин 3 служит гофрированный полимерный лист. Гофры-волны имеют синусоидальную форму в сечении и направлены под углом 45° к горизонтали таким образом, что в передней части машины они находятся выше, чем в

задней части, по ходу ее движения. Более высокий результат работы гофрированных боковин следует ожидать при резонансном ударном воздействии на ботву, за счет чего в щадящем режиме с ботвы стряхивается большое количество вредителей. Как показали наблюдения, больший эффект работы достигается при высокой шероховатости поверхности боковин.

Гофрированные боковины в задней части машины соединены прут-ударником 1, который изготовлен из стального прута и имеет возможность регулировки по высоте. Прут-ударник оказывает дополнительное воздействие на ботву картофеля, стряхивая вредителей в желоба-накопители 7 и 11.

К средним боковинам прикреплены продольные щетки длиной 0,8 м с закрепленными на них эластичными капроновыми прутками длиной 50...80 мм и диаметром 1...2 мм.

По бокам машины под боковинами продольно размещены желоба-накопители 7, а в средней части машины – центральный желоб-накопитель 11 для сбора колорадского жука и личинок. К бортам желобов-накопителей шарнирно прикреплены продольные эластичные копиры-ловители 6, которые под воздействием нажимных пружин прижимаются к стеблям ботвы 8 в ее нижней части, предотвращая тем самым просыпание вредителей на почву.

На машине установлены торпедные делители ботвы 4, изготовленные из стальных прутков диаметром 5...8 мм. Для снижения потерь вредителей верхняя цилиндрическая часть делителей прикрыта кожухом из полимерной трубы диаметром 0,4...0,5 м. Передняя часть машины опирается на опорно-копирующее колесо 5.

Гофрированные боковины в передней части машины соединены между собой дугами из стального прута диаметром 10 мм. Достаточная жесткость несущей части машины достигается также за счет боковых и центральных желобов-накопителей. Рабочие органы (за исключением роторов) являются несущей частью машины, благодаря чему металлоемкость и энергопотребление значительно снижаются по сравнению с другими известными конструкциями [4].

Работает двухрядная машина для сбора колорадского жука следующим образом. Машина присоединяется к мини-трактору или мотоблоку спереди. Возможно также передвижение машины за счет мускульной силы работника, для чего предусмотрена установка поручня. При движении машины со скоростью 4...9 км/ч опорно-копирующее колесо 5 перекачивается по борозде. Торпедные делители 4 разделяют ботву 8 рядка, при этом левый делитель прижимает часть ботвы к левой рифленой боковине, а правый делитель – соответственно к неподвижной щетке. В зоне задней части делителя за счет сил инерции вредители начинают сыпаться в желоба-накопители 7 и 11. Когда картофельная ботва оказывается между основными рабочими органами – коническими щетками 2 и боковинами 3, а также между коническими и неподвижными щетками 9, происходит наиболее интенсивное отделение жуков и личинок, которые по

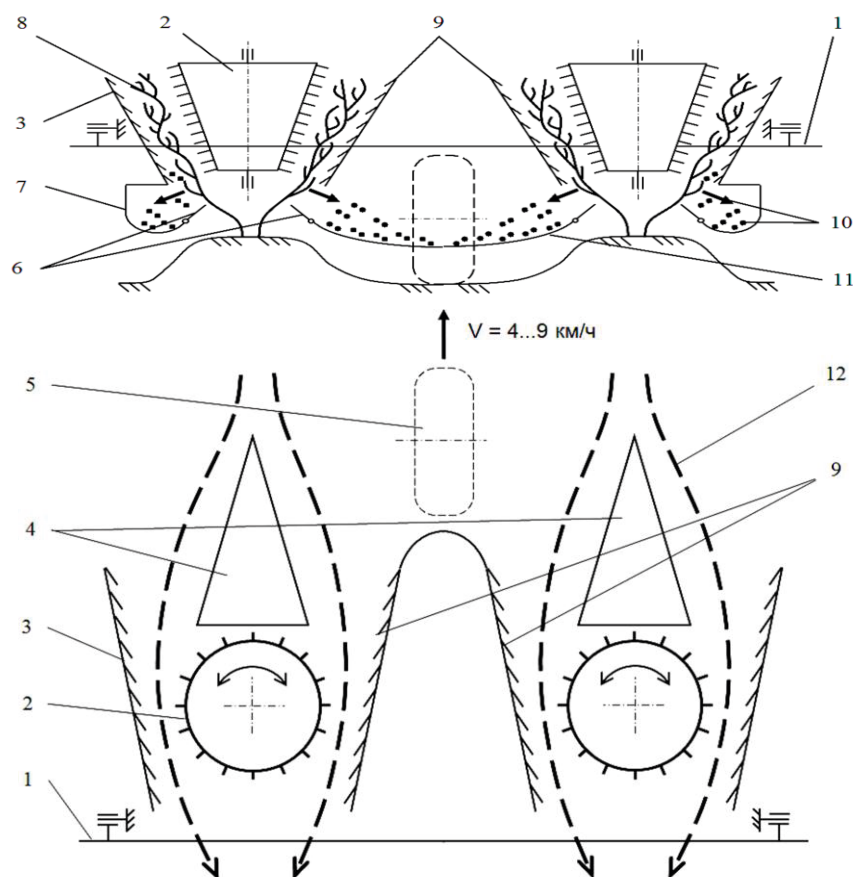


Рисунок 1. Схема установки предлагаемых рабочих органов на машине для сбора колорадского жука:
1 – прут-ударник; 2 – коническая щетка; 3 – рифленая боковина; 4 – делители; 5 – опорно-копирующее колесо; 6 – копиры-ловители; 7 – боковой желоб-накопитель; 8 – растения картофеля; 9 – неподвижные щетки; 10 – вредители; 11 – центральный желоб-накопитель; 12 – поток ботвы картофеля [4]

падают в боковой желоб-накопитель 7. С той части ботвы, которая обрабатывается коническими щетками 2 и неподвижными щетками 9, колорадские жуки ссыпаются в центральный желоб-накопитель 11. Одновременное прижатие обеих частей ботвы ряда происходит за счет схождения боковин по направлению к задней части машины. Окончательное удаление вредителей осуществляет рифленый прут-ударник 1, который воздействует на ботву в момент ее схода со щеток. Небольшое количество оставшихся вредителей удаляются с ботвы одновременно во все желоба-накопители [4].

Высокая эффективность работы машины достигается за счет того, что ботва ряда разделяется на две части, и рабочие органы имеют максимальное соприкосновение с обрабатываемой ботвой картофеля.

Удачная компоновка рабочих органов позволяет одновременно увеличить производительность и качество работы за счет увеличенной площади рабочих органов, которая во время работы воздействует на вредителей, находящихся на картофельной ботве [4].

При расчете мощности привода машины для сбора колорадского жука необходимо определить величины внешних действующих сопротивлений на машину и

мощность привода машины во время работы. Расчет производится при работе машины со щеткой и делителями.

Полное тяговое сопротивление машины R_m , кН определяется по формуле:

$$R_m = R_f \pm R_\alpha \pm R_j + R_{\text{щ}} + R_d, \quad (1)$$

$$R_f = G_m \cdot f_m - \text{сопротивление перекатыванию, кН,}$$

где G_m – вес машины, кН;

f_m – коэффициент сопротивления перекатыванию машины;

$R_\alpha = \pm G_m \sin \alpha$ – сопротивление подъему (+) или спуску (–), кН;

α – угол уклона, в град;

R_j – сопротивление сил инерции, кН;

$$R_j = \pm m j, \text{ кН;}$$

где m – масса машины, кг;

j – линейное ускорение м/с^2 .

(при прямолинейном движении машины с постоянной скоростью ускорение равно нулю. Поэтому и сопротивление сил инерции равно нулю).

$R_{\text{щ}} = G_{\text{щ}} f_1$ – сопротивление от трения щетки о поверхность листьев картофельной ботвы, кН;

где $G_{\text{щ}}$ – давление щетки на поверхность листьев ботвы картофеля, обычно равное весу щетки, кН;

f_1 – коэффициент трения ворса щетки о поверхность листьев ботвы картофеля, $f_1 = 0,2 \dots 0,4$ (зависит от урожайности ботвы картофеля и среднего количества особей вредителей, находящихся на листьях одного куста картофельной ботвы).

$R_d = G_d f_2$ – сопротивление, создаваемое ботвой при трении о поверхность делителей, кН;

где G_d – сопротивление ботвы движению делителей, принимаем равным весу делителей, кН;

f_2 – коэффициент трения делителей о поверхность листьев ботвы картофеля, $f_2 = 0,1 \dots 0,2$ (материал делителей – сталь).

Необходимая мощность для привода машины N_m , кВт, определяется по формуле:

$$N_m = N_f \pm N_\alpha \pm N_j + N_{\text{щ}} + N_d, \quad (2)$$

$N_f = R_f \cdot v_p$ – затраты мощности на перекачивание машины, кВт,

где $R_f = G_m \cdot f_m$ – сопротивление перекачиванию, кН;

v_p – рабочая скорость машины, м/с;

$N_\alpha = \pm R_\alpha \cdot v_p$ – затраты мощности на преодоление подъема (+), высвобождающаяся мощность при движении на спуске (–), кВт;

$R_\alpha = \pm G_m \sin \alpha$ – сопротивление подъему (+) или спуску (–), кН,

где N_j – мощность, затрачиваемая на преодоление сил инерции, кВт.

N_j принимаем равной нулю, так как машина передвигается во время работы с очень малыми ускорениями и замедлениями.

$N_{\text{щ}} = K_3 L P_{\text{ц}} v_{\text{л}} f$ – мощность на привод одной щетки, кВт [12];

где K_3 – коэффициент запаса по мощности, учитывающий потери на деформацию ворсин, сопротивления воздуха, потери в механизме привода, $K_3 = 1,8 \dots 2,2$;

L – высота щетки, м;

$P_{\text{ц}}$ – сила прижатия ворсин к поверхности ботвы, $P_{\text{ц}} = 200$ Н/м.

Сила прижатия ворсин к поверхности ботвы взята средней величины. Она зависит от массы щетки $m_{\text{щ}}$ и от скорости вращения щетки $w_{\text{щ}}$.

$v_{\text{л}} = 2\pi r n$ – линейная скорость ворсин, м/с;

где r – радиус щетки (0,15...0,25 м);

n – частота вращения щетки (2...3 с⁻¹);

f – коэффициент трения скольжения ворсин по поверхности ботвы (для капроновых ворсин $f = 0,2 \dots 0,4$).

В машине для сбора колорадского жука щетка установлена с такой компоновкой, что во время работы, ее ворсины, соприкасаясь с ботвой, снизу счесывают вредителей [13].

При расчете конструктивных параметров щетки необходимо учитывать фактические площади поверхностей ботвы, соприкасающихся с ворсинами щетки во время ее работы.

Коническая щетка приводится во вращение от опорно-приводного колеса или от электродвигателя через клиноременную передачу. Во время работы щетка передвигается в междурядьях, очищая ботву от колорадских жуков с половин двух смежных рядов картофеля. На рисунке 2 приведена схема взаимодействия ворса щетки с поверхностью листьев ботвы картофеля. Щетка совершает рабочее движение по траектории 1-4.



Рисунок 2. Схема взаимодействия ворса щетки с поверхностью листьев ботвы картофеля:

1 – ворс, соприкоснувшийся с поверхностью листьев ботвы картофеля; 2 – ворс, движущийся по очищаемой поверхности; 3 – ворс в момент выхода из контакта с поверхностью; 4 – ворс в момент завершения выпрямления; β – угол сектора барабана, в котором закрепленные ворсины одновременно касаются очищаемой поверхности; β_c – угол между продольными осями соседних по окружности пучков ворсин; $r_{\text{щ}}$ – радиус траектории концов недеформированных ворсин

Ворсины щетки при ее вращении занимают веерообразное положение, прижимаясь к поверхности ботвы за счет действия центробежных сил.

Заключение

Предложенная конструкция рабочего органа машины для сбора колорадского жука позволяет одновременно повысить производительность и качество выполняемого технологического процесса за счет увеличения площади контакта с ботвой картофеля во время работы с минимальной степенью повреждения. Вместе с тем, конструкция машины достаточно проста, имеет небольшую материалоемкость и высокую надежность в сравнении с другими машинами для сбора колорадского жука и личинок.

Приведены формулы для расчета технологических параметров машины с экспериментальными рабочими органами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О производстве и обращении органической продукции: Закон Респ. Беларусь, 9 ноября 2018 г.,

№ 144-3 / Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hravo.by>. – Дата доступа: 10.07.2021

2. Бурдейко, В.А. Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко // Техника и технологии: инновации и качество: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 18 декабря 2015 г., Барановичи, Респ. Беларусь. – Барановичи: БарГУ, 2015. – С. 7-8.

3. Бурдейко, В.А. Результаты предварительных испытаний новых рабочих органов машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, И.В. Дубень // Техника и технологии: инновации и качество: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 20 дек. 2018 г. Барановичи, Респ. Беларусь / редкол. В.В. Климух (гл. ред.), Ю.Е. Горбач (отв. ред.) (и др.). – Барановичи: БарГУ, 2018.

4. Бурдейко, В.А. Машина и рабочие органы для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, И.В. Дубень // Вестник БарГУ. Серия Технические науки. – 2018. – Вып. 6. – С. 87-91.

5. Заяц, П.В. Комбинированный агрегат для получения экологически чистого картофеля / П.В. Заяц, Э.В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 4 т. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь; Гродн. гос. аграр. ун-т / под ред. В.К. Пестиса. – Т. 1. Сельскохозяйственные науки (агрономия). – С. 185-191.

6. Тележка для сбора колорадского жука [Электронный ресурс]: пат. U20070400 Респ. Беларусь, МПК A01M5/00 / В.К. Пестис, Э.В. Заяц, С.Н. Ладутько, П.П. Казакевич, П.В. Заяц; заявитель Гродн. гос. аграр. ун-т // База патентов Беларуси. – Режим доступа: <http://bypatents.com/>. – Дата доступа: 10.06.2021.

7. Устройство для сбора колорадского жука [Электронный ресурс]: пат. РФ № 2202883, МПК 7 A01M 5/04 / Н.В. Бышов, И.Б. Тришкин, В.Д. Липин,

В.В. Важинский, В.П. Топилин, Т.В. Липина / заявитель и патентообладатель Рязан. гос. агротехн. ун-т им. П.А. Костычева // Информ. портал рос. изобретателей. – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2021.

8. Устройство механического сбора вредных насекомых, их личинок или семян: пат. РФ 2390127 МПК A01M5/04 / В.А. Парамошко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rucont.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2021.

9. Казакевич, П.П. Методы борьбы с колорадским жуком при возделывании экологически чистого картофеля / П.П. Казакевич, П.В. Заяц, Э.В. Заяц // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Т. 12. – С. 345-352.

10. Казакевич, П.П. Обоснование машины с упруго-лопастным ротором для механического сбора колорадского жука / П.П. Казакевич, П.В. Заяц // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 4. – С. 103-114.

11. Комбинированный агрегат для ухода за картофелем [Электронный ресурс]: пат. Респ. Беларусь U 3874, МПК A01M 5/00, A01B 13/00 / Э.В. Заяц, С.Н. Ладутько, В.К. Пестис, П.В. Заяц; заявитель: Гродненский гос. аграрный ун-т; опубл. 30.10.2007. – Режим доступа: <https://bypatents.com/patents/zayac-eduard-vladimirovich/page/2>. – Дата доступа: 13.07.2021.

12. Шестопапов, К.К. Взаимодействие ворса со сметом и расчет параметров цилиндрической щетки: методические указания / К.К. Шестопапов, С.В. Штефан. – М.: МАДИ, 2010. – 16 с.

13. Бурдейко, В.А. Расчет щеток машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис // Вестник БарГУ. Серия Технические науки. – 2021. – Вып. 9.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.07.2021

Микропроцессорная система кормления свиней

Предназначена для оперативного изменения доз кормления, контроля процесса кормления, учета расхода сухого и жидкого корма.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс кормления свиней, повысить эффективность и снизить издержки производства свинины.

Основные технические данные

1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54, КПС-108.
2. Нормированное кормление, оперативное изменение норм кормления.
3. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатков.
4. Сокращение времени кормления в 1,5...2 раза.
5. Значительно дешевле и лучше западных аналогов.



УДК 631.356:635.132(476)

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СТРУЕЙ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Д.И. Комлач,*ген. директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук***А.С. Воробей,***науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук***И.А. Барановский,***ст.науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук***Н.Л. Ракова,***доцент каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ, канд. техн. наук***Ж.И. Пантелеева,***аспирант Института математики НАН Беларуси***М.Н. Трибуналов,***ст. преподаватель каф. тракторов и автомобилей БГАТУ, канд. техн. наук*

В статье обоснованы кинематические параметры автоматической установки для удаления некондиционных клубней картофеля струей сжатого воздуха.

Ключевые слова: установка, кинематические параметры, клубни картофеля, струя сжатого воздуха.

The article justifies the kinematic parameters of an automatic installation for removing substandard potato tubers with a compressed air jet.

Key words: installation, kinematic parameters, potato tubers, compressed air jet.

Введение

Одним из важных этапов возделывания картофеля является сортировка и оценка его качества. Традиционно при сортировке качество картофеля оценивается вручную относительно простым методом выборок. Для отделения некондиционных клубней картофеля на стадии их предреализационной доработки, отечественной промышленностью выпускаются инспекционные столы, на которых распознавание клубней производится персоналом визуально, а отбор некондиции – вручную. Трудозатраты на ручной сортировке составляют порядка 0,4–0,6 чел.- ч/т. Время, необходимое человеку для осмотра одного клубня, составляет порядка 0,45 с. Как показывает практика, этого недостаточно для эффективной работы сортировочных линий картофеля с производительностью 10–15 т/ч. В результате общая производительность снижается с 12 до 4–5 т/ч, что соответствующим образом сказывается на ее экономической эффективности [1].

В настоящее время предъявляются все более высокие требования к методам оценки различных параметров качества и сортировки картофеля. Это подвигает к реализации все более сложных технологических детекторов качества продукта.

Использование систем технического (машинного) зрения (СТЗ) и автоматической инспекции (АИ) для идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля из общего вороха является одним из таких методов, направленных на выполнение технологического процесса отделения некондиционных клубней из общей массы с оптимальной производительностью и точностью.

Современные исследования в области использования систем технического зрения и акустических систем при сортировке картофеля представлены в работах [2–4]. Все имеющиеся в настоящее время в мире оптические сортировщики работают на мокром способе, как, например, финская компания WECTORSCAN. Известно, что после мокрого способа картофель недолго лежит на прилавках магазинов. После сухого способа картофель дольше хранится, принося наибольший доход предпринимателям. Маркетинговые исследования показали, что оптических сортировщиков, работающих на сухом способе сортировки и СТЗ, в Республике Беларусь нет.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» проводятся исследования, направленные на создание машины для оптической сортировки

картофеля сухим способом по внутренним дефектам при помощи инфракрасной спектроскопии [5].

Цель настоящей работы – определение основных параметров системы автоматической инспекции для идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля сухим способом с помощью струи сжатого воздуха и экспериментальное подтверждение полученных результатов.

Основная часть

В основу разрабатываемой системы автоматической инспекции положен принцип отделения некондиционных клубней струей сжатого воздуха. Предполагается, что клубни картофеля, идентифицированные системой технического зрения как некондиционные, будут перемещаться вальцовым транспортирующим устройством к пневмомодулю, снабженному пневмоклапаном. После распознавания нужного для сортировки компонента на блок пневмоклапанов подается управляющий сигнал. Через расчетное время, в момент прохождения клубня, возле соответствующего клапана он открывается, поток воздуха отстреливает клубень, выделяя его из общего потока. Неотстреленные клубни идут дальше по технологической цепочке. Для данных целей авторами предложена пневматическая система отделения некондиционных клубней картофеля, обоснованы ее конструктивные и режимные параметры.

Для определения внутреннего диаметра форсунки (рис. 1) необходимо определить теоретический диаметр воздушного потока d_x , который рассчитывается по формуле [6]:

$$d_x = d_0 \cdot 6,8 \cdot \left(\frac{a \cdot x}{d_0} + 0,145 \right), \quad (1)$$

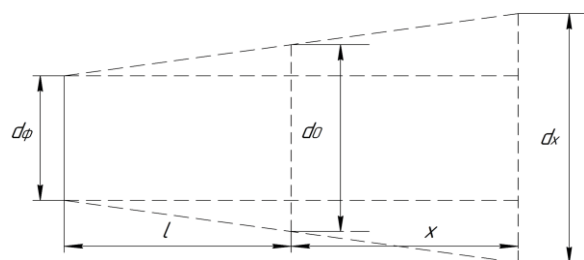


Рисунок 1. Схема воздушного потока:
 d_ϕ – внутренний диаметр форсунки; d_0 – внешний диаметр форсунки; d_x – диаметр воздушного потока

где a – коэффициент турбулентности структуры воздушного потока $a = 0,07$;

d_0 – внешний диаметр форсунки, $d_0 = 0,008$ м;

x – расстояние расчетного сечения струи до начального сечения, $x = 0,13$ м.

$$d_x = 0,008 \cdot 6,8 \cdot \left(\frac{0,07 \cdot 0,13}{0,008} + 0,145 \right) = 0,07 \text{ м.}$$

Согласно рис.1, рассчитаем внутренний диаметр форсунки по формуле:

$$d_\phi = d_0 - \frac{l(d_x - d_0)}{x}, \quad (2)$$

где d_x – теоретический диаметр воздушного потока, м;

l – длина форсунки, $l = 0,008$ м.

Используя уравнение (2), получим числовое значение, рассчитанное с учетом особенностей конструкции механической части установки и параметров вальцов:

$$d_\phi = 0,008 - \frac{0,008 \cdot (0,07 - 0,008)}{0,13} = 0,004 \text{ м.}$$

Скорость истечения воздуха из форсунки определим по выражению [7]:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \cdot \frac{T \cdot R}{M} \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}}, \quad (3)$$

где T – абсолютная температура воздуха на выходе, К;

R – универсальная постоянная воздуха, Дж/моль·К;

M – молярная масса воздуха, кг/моль;

P_1 – динамическое давление воздуха при выходе из форсунки, Па;

P_2 – стандартное давление окружающей среды, Па;

k – показатель адиабаты, $k = 1,4$.

Подставив в уравнение (3) значения, $k = 1,4$, $T = 293$ К, $P_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, $P_2 = 1 \cdot 10^5$ Па, $R = 8,31$ Дж/(моль·К), $M = 0,29$ кг/моль, получим:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,4}{1,4-1} \cdot \frac{293 \cdot 8,31}{0,29} \cdot \left(1 - \left(\frac{1 \cdot 10^5}{4 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right)} = 139 \text{ м/с.}$$

Вычислим необходимые параметры. Осевую скорость v_x движения воздушного потока определим следующим образом:

$$v_x = \frac{v_0 \cdot 0,48}{\frac{a \cdot x}{d_0} + 0,145} \quad (4)$$

Подставив в уравнение (4) имеющиеся значения $v_0 = 139$ м/с, $d_0 = 0,08$ м, $a = 0,07$, $x = 0,13$ м, получим:

$$v_x = \frac{139 \cdot 0,48}{\frac{0,07 \cdot 0,13}{0,008} + 0,145} = 29 \text{ м/с.}$$

Определим среднюю по расходу воздуха скорость v_{Gx} по формуле:

$$v_{Gx} = \frac{v_0 \cdot 0,226}{\frac{a \cdot x}{d_0} + 0,145} \quad (5)$$

Подставив в уравнение (5) ранее полученные значения, получим:

$$v_{Gx} = \frac{139 \cdot 0,226}{\frac{0,07 \cdot 0,13}{0,008} + 0,145} = 14 \text{ м / с}$$

Длину начального участка струи определим по формуле:

$$l_0 = \frac{0,335 \cdot d_0}{a} \quad (6)$$

После подстановки данных в уравнение (6), получим:

$$l_0 = \frac{0,335 \cdot 0,008}{0,07} = 0,038 \text{ м.}$$

Начальный расход воздуха на выходе из форсунки L_0 определим по формуле [8]:

$$L_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2 \cdot v_0}{4} \cdot 3600. \quad (7)$$

После подстановки в уравнение (7) числовых значений, получим:

$$L_0 = \frac{3,14 \cdot 0,008^2 \cdot 139}{4} \cdot 3600 = 25 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Расход воздуха компрессора L_x определим по формуле:

$$L_x = \frac{L_0 \cdot 4,36}{\frac{a \cdot x}{d_0} + 0,145} \quad (8)$$

Подставив в уравнение (8) полученные ранее значения, получим:

$$L_x = \frac{25 \cdot 4,36}{\frac{0,07 \cdot 0,13}{0,008} + 0,145} = 48 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Полученные выражения позволили рассчитать необходимые конструктивные и режимные параметры пневматической системы отделения некондиционных клубней картофеля: внутренний диаметр форсунки – $d_{\phi} = 4 \text{ мм}$; скорость воздушного потока – $v_0 = 139 \text{ м/с}$; расход воздуха – $L_x = 48 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для проверки и уточнения параметров воздушного потока, создаваемого форсункой, были проведены экспериментальные исследования. С этой целью

изготовлена установка, принципиальная схема которой представлена на рисунке 2.

Установка состоит из электродвигателя, ком-

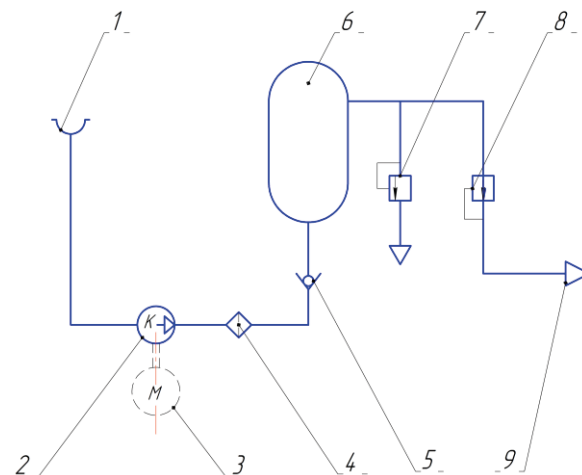


Рисунок 2. Принципиальная схема установки:
1 – воздушный фильтр; 2 – компрессор; 3 – электродвигатель; 4 – влагоотделитель; 5 – клапан обратный; 6 – ресивер; 7 – клапан предохранительный; 8 – клапан импульсный; 9 – форсунка

прессора, импульсного клапана, состоящего из клапана обратного, ресивера, клапана предохранительного; клапана электроуправляемого и форсунки, внутри которой находится жиклер. Перед форсункой располагается воздушный фильтр. После форсунки расположен влагоотделитель. Импульсный клапан осуществлял кратковременную подачу воздуха (рис. 3). Для управления режимом работы импульсного клапана специально изготовлен электронный управляющий блок. Блок управления позволяет установить необходимую длительность открытия клапана.

Технологический процесс работы установки заключается в следующем. Установка приводится в



Рисунок 3. Импульсный клапан

движение от электродвигателя 3. От компрессора 2 начинается подаваться воздушный поток определенного

давления, которое поддерживается ресивером 6. Воздушный поток очищается воздушным фильтром 1.

Клубни картофеля, поступающие на установку, движутся последовательно друг за другом. Система распознавания (СТЗ) определяет некондиционные клубни картофеля, и подает сигнал на импульсный клапан. Через импульсный клапан проходит струя воздуха, подаваемая через форсунку с жиклером 9 и

удаляет некондиционные клубни картофеля в контейнеры. Чтобы в районе форсунки не скапливалась влага, влагоотделитель 4 ее удаляет. Товарные клубни картофеля движутся по конвейерному потоку дальше, к машине весоупаковки и затариваются.

При помощи данных, полученных после эксперимента, построены графики зависимости радиуса воздушного потока от расстояния (рис. 4-7).

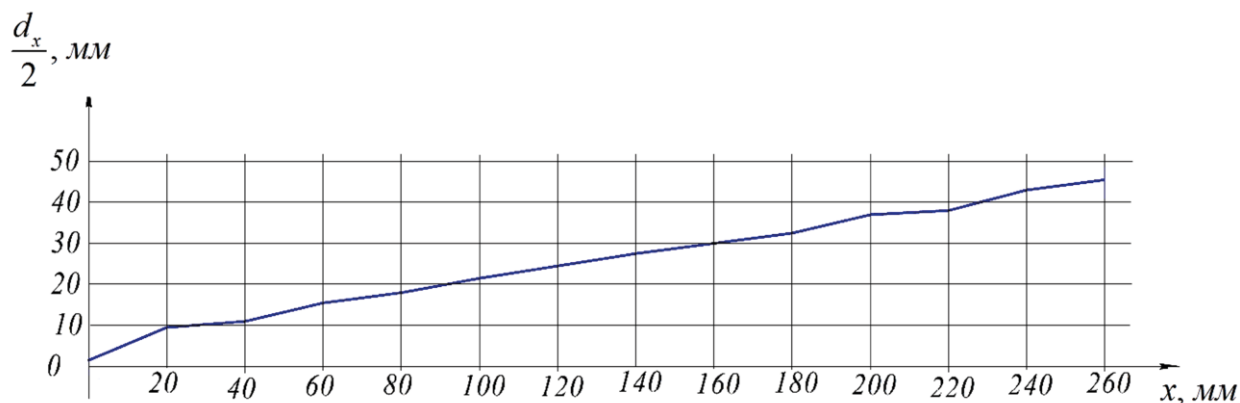


Рисунок 4. Воздушный факел форсунки: $d=3$ мм

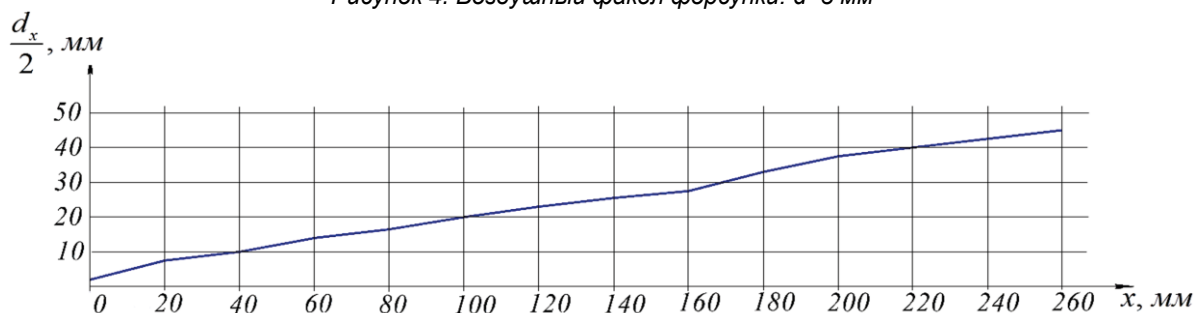


Рисунок 5. Воздушный факел форсунки: $d=4$ мм

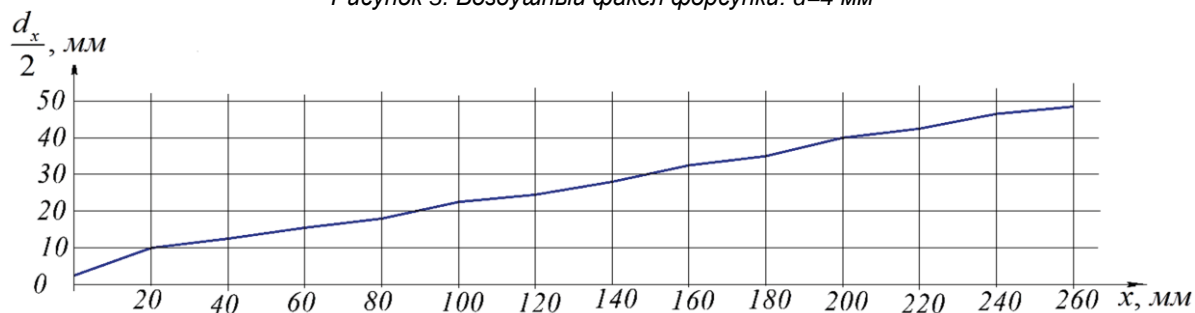


Рисунок 6. Воздушный факел форсунки: $d=5$ мм

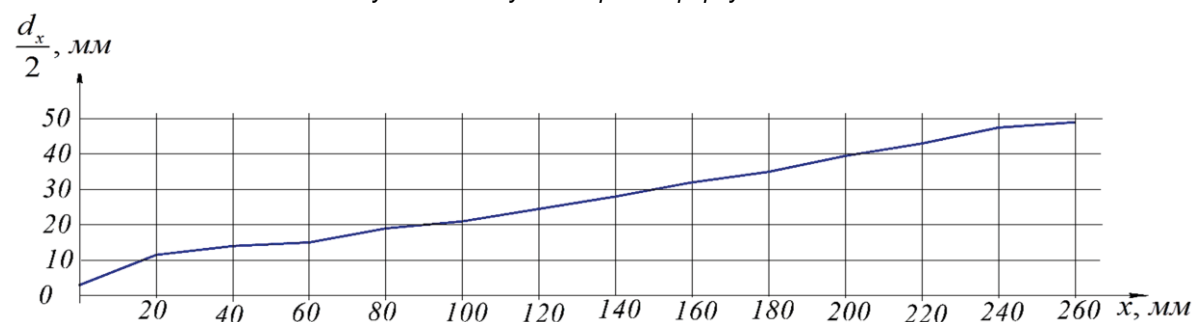


Рисунок 7. Воздушный факел форсунки: $d=6$ мм

Результаты измерений позволили скорректировать теоретические расчеты. Так, аналитически для $d_{\phi} = 4 \text{ мм}$ на расстоянии $x = 130 \text{ мм}$ диаметр сечения воздушного потока составил: $d_x = 70 \text{ мм}$, экспериментально этот показатель составил $d_{x\text{э}} = 50 \text{ мм}$. Аналогичное расхождение имеют форсунки с жиклерами другого диаметра, в связи с чем предложено в выражении (1) вводить поправочного коэффициента $\psi = 0,7$.

После чего выражение (1) примет окончательный вид:

$$d_x = d_0 \cdot 6,8 \cdot \left(\frac{a \cdot x}{d_0} + 0,145 \right) \cdot \psi. \quad (9)$$

Заключение

В результате проведенных исследований теоретически определены основные параметры пневматической системы отделения некондиционных клубней: внутренний диаметр форсунки – $d_{\phi} = 4 \text{ мм}$; скорость воздушного потока – $v_0 = 139 \text{ м/с}$ и расход воздуха компрессора – $L_x = 48 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Анализ результатов, полученных экспериментальным путем, указывает на необходимость введения поправочного коэффициента – $\psi = 0,7$.

Данные исследования лягут в основу создания машины для оптической сортировки картофеля, которая сможет работать как отдельная единица, встраиваться в технологические линии за сухим способом очистки и будет распознавать и идентифицировать клубни картофеля, поступающие на сортировку ворохом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зейрук, В.Н. Как снизить потери картофеля при уборке и хранении / В.Н. Зейрук, К.А. Пшеченков // Картофель и овощи. – 2001. – № 4. – С. 6-9.
2. Fang, T. Nondestructive and rapid detection of potato black heart based on machine vision technology / T. Fang, P. Yankun, W. Wensong // Sensing for Agriculture and Food Quality and Safety VIII. – China: Agricultural University. – V. 2. – China, 2016. – P. 83-94.
3. Takizawa, K. Development of nondestructive technique for detecting internal defects in Japanese radishes / K. Takizawa, K. Nakano, S. Ohashi, H. Yoshizawa, J. Wang, Y. Sasaki // Journal of Food Engineering. – Niigata University. – Japan, 2014. – P. 43-47.
4. Leiqing, P. Detection of cold injury in peaches by hyperspectral reflectance imaging and artificial neural network / P. Leiqing, Z. Qiang, Z. Wei, S. Ye, H. Pengcheng, T. Kang // Food chemistry. – Nanjing Agricultural University. – Shanghai, 2016. – P. 134-141.
5. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196.
6. Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика: учеб. руководство для вузов / Г.Н. Абрамович. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1991. – 600 с.
7. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Гидродинамика: учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1986. – Т. VI. – 736 с.
8. Балаева, Н.А. Теоретические основы создания микроклимата в помещении [Текст]: метод. указания / Н.А. Балаева, Л.В. Артеева. – Ухта: УГТУ, 2012. – 28 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 29.04.2021

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 2-е полугодие 2021 года: для индивидуальных подписчиков - 34,32 руб., ведомственная подписка - 36,03 руб.

УДК 635.82:53.087

К ВОПРОСУ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Крутов,

доцент каф. электротехники БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.А. Шихарев,

студент БГАТУ

В статье обобщен опыт культивирования шампиньонов и применяемого оборудования для поддержания параметров среды их выращивания. Предлагается переоборудовать под технологический процесс промышленного производства выращивания шампиньонов различные неиспользуемые здания (ангары, боксы, склады, шахты и др.), а для создания нужных параметров среды при вегетации грибов, вместо дорогостоящих микотронов, использовать более дешевые системы автоматизации.

Ключевые слова: шампиньоны, субстрат, покровный материал, оборудование, параметры среды, агротребования, выращивание, плодоношение, автоматизация культивирования.

The article presents the experience of cultivating a dietary product-champignons, the equipment used to maintain the parameters of the growing environment. For the industrial production of champignons, new construction of premises is not necessary. It is proposed to convert various unused buildings (docks, boxes, warehouses, mines, etc.) for the technological process of industrial production of growing mushrooms, and cheaper automation systems are used to create the necessary environment for growing mushrooms, instead of expensive mycotrons.

Key words: champignons, substrate, cover material, equipment, environment parameters, agricultural requirements, cultivation, fruiting, automation of cultivation.

Введение

В питании человека съедобные грибы занимают одно из важных мест при возмещении потребности в полезных минералах, витаминах и микроэлементах. В составе шампиньонов содержится белок, фосфор, калий, кальций, натрий, витамины B₂, B₅, B₆, B₉, B₁₂, C, D, E, PP, а также микроэлементы, такие, как цинк, железо, магний и др. Например, витаминов группы B, особенно рибофлавина и тиамина, в шампиньонах больше, чем в свежих овощах. В 100 г этого продукта содержится около 90 % воды, до 4% белков, 0,5 % жиров, около 0,3 % углеводов. Шампиньоны пользуются спросом у людей, ведущих здоровый образ жизни, так как они имеют небольшую калорийность (всего 25 ккал в 100 г).

В мировом производстве грибов на долю шампиньонов приходится примерно три четверти. Учитывая полезность этого гриба, вкусовые качества и относительно простую технологию производства, шампиньоны вызывают интерес у многих сельскохозяйственных организаций, фермеров и предпринимателей. Наиболее известные производители шампиньонов в Республике Беларусь: комплекс по выращиванию шампиньонов ООО «ЛОГАЛ-БИО» в Щучине, фермерское хозяйство «Грибная страна» в Барановичском районе, ООО «БОНШЕ» в Брестском районе, ООО «МАСТЕР-ГРИБ» в Витебском районе, грибная фабрика «Фишка Плюс» в Гродненском районе и другие [1].

Целью работы является – обобщение опыта промышленного производства шампиньонов и разработ-

ка рекомендаций по выбору оборудования для поддержания микроклимата при их выращивании.

Основная часть

Ключевыми параметрами микроклимата при выращивании грибов являются: температура, относительная влажность воздуха и концентрация углекислого газа (CO₂). Важную роль при устройстве вентиляции играют пути циркуляции воздуха и скорость его движения. Обеспечение требуемого микроклимата является одним из главных условий при выращивании грибов. Самая совершенная технология культивирования грибов не даст результата, если не поддерживаются параметры микроклимата на уровне, соответствующем требованиям технологического регламента. Отклонение температуры или уровня влажности воздуха от тех параметров, которые требуются согласно технологии на данной стадии выращивания, буквально за нескольких дней уничтожает достигнутый результат. Вместо ожидаемой прибыли, можно иметь убытки. Налаживая производство грибов, необходимо правильно выбрать систему обеспечения микроклимата в помещениях их выращивания и поддерживать соответствующие параметры среды [2-6]. Усредненные климатические показатели приведены в таблице 1.

Рост плодовых тел грибов длится 22 дня. За год получают до 7 волн урожая, с каждой волны снимают 12-17 кг грибов с одного квадратного метра грядок. Собранные грибы помещают в холодильные камеры

Таблица 1. Температурный режим и влажность при выращивании шампиньонов

Период	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Температура субстрата, °С	Влажность субстрата, %
Высев мицелия	22-24	95-98	24-27	70-80
Укрытие покровным материалом	22-24	90-95	20-23	До полива – 60 После полива 75-80
Формирование плодовых тел	15-17	85-90	17-19	75
Завершение плодоношения	15-17	85-90	17-19	70

и хранят не более трех дней до реализации при температуре 0...+2 °С.

В зависимости от финансовых возможностей, грибководы применяют однозональную или многозональную систему культивирования. При однозональной системе все стадии выращивания проходят в одном помещении, а параметры микроклимата меняются в зависимости от требований технологии для той или иной стадии. При многозональной системе каждая из стадий проходит в разных помещениях со стабильными параметрами микроклимата, которые соответствуют каждой из стадий и не меняются. Более эффективна, с технологической и экономической точек зрения, многозональная система.

Комплекс по выращиванию шампиньонов с полным технологическим циклом включает цех выращивания грибов, цех приготовления субстрата и цех приготовления покровного материала. Кроме этих производственных зданий или площадок, должны быть оборудованы такие сооружения, как навесы для хранения соломы, помета или навоза, отработанного субстрата, склады для доломитовой муки или других раскислителей компоста (гипса, извести, мела), минеральных удобрений, места для стоянки сельхозмашин и транспортных средств с помещением для их технического обслуживания. Комплекс также должен иметь надежное электроснабжение, как потребитель второй категории, располагать системами водоснабжения, канализации, теплоснабжения. С целью предотвращения бактериальной или вирусной передачи болезней, рекомендуется выдерживать расстояние между цехом выращивания грибов и другими цехами не менее 250 м [7].

Для производства грибов не требуется новое строительство зданий, для этого могут быть использованы площади бывших производств, мало загруженные или простаивающие участки, (ангары, боксы, склады, шахты и др.), переоборудованные под технологический процесс выращивания. Камеры пастеризации субстрата, проращивания мицелия, выращивания грибов не имеют естественного освещения и в них предусматривают общее равномерное искусственное освещение, которое включают при проведении работ в камерах.

В цехе выращивания шампиньонов предусматривают следующие помещения и размещают:

- камеру (тоннель) пастеризации субстрата;
- камеры выращивания грибов (их количество зависит от объемов производства);
- кондиционер, холодильное и вентиляционное оборудование, подающее воздух в камеры выращивания грибов;
- вентиляционное оборудование, подающее воздух в камеры пастеризации и проращивания мицелия;
- холодильник для хранения собранных грибов;
- тепловой пункт (бойлерная);
- приточные и вытяжные вентиляционные установки;
- холодильную камеру для хранения мицелия;
- дезинфекционную комнату для тары и ящиков под субстрат;
- кладовую для хранения тары для грибов;
- инвентарную комнату;
- аналитическую лабораторию;
- санузел, умывальник, раздевалку, душевую и другие комнаты для персонала.

Для того чтобы знать, какие параметры среды нужно поддерживать, остановимся на технологическом процессе культивирования шампиньонов. В качестве основы, на которой произрастает гриб, служит субстрат. Компост для субстрата готовят из соломы зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) и конского навоза в соотношении 1:3 или в равном соотношении по массе соломы и куриного помета. На 100 кг измельченной соломы вносят 2 кг мочевины, 2 кг суперфосфата, 7-9 кг доломитовой муки, 300 кг конского навоза. Куриный помет должен содержать 2,5-3,0 % общего азота и иметь влажность 35-38 % [7]. Перед компостированием в течение суток солому замачивают и укладывают слоями с навозом или пометом, добавляя удобрения и доломитовую муку. Образуют штабели размерами 1,5х1,2х1,2 м или бурты шириной и высотой соответственно 2 и 1,8 м. Зреет компост в течение трех недель. Через трое суток температура внутри штабеля достигает 65-70 °С. В готовом субстрате содержится 1,8-2,0 % общего азота, до 1 % фосфора, около 1,5 % калия, влажность составляет 71-74 %, температура – 30-35 °С, pH – 8-8,5.

Далее субстрат пастеризуют. Расход пара в период разогрева субстрата при пастеризации составляет в среднем 6 кг/ч на 1 тонну. Продолжительность пастеризации – 3 часа [7; 9]. После термообработки (пастеризации) субстрат остужают до температуры 24-25 °С. Слой субстрата на стеллажах – 0,25-0,30 м. Укладывают его на специальную подстилочную сетку в несколько ярусов (3-5). В каждом слое в шахматном порядке выкапывают лунки на глубину до 5 см и заполняют их мицелием. Расстояние между лунками составляет 0,2 м. Оптимальная температура внутри субстрата

– 20-27 °С. Через 8-12 дней грибница разрастается, поверхность субстрата засыпают покровным материалом слоем 4-5 см. Покровный материал готовят из девяти частей низинного торфа и одной части мела, или молотого известняка (мергель, доломит). Установлено [6], что добавление к низинному торфу до 25 % опилок деревьев лиственных пород и молотого перлита, до 8 % кейкинга (субстрат из предыдущей партии, заросший мицелием), улучшает свойства покровного материала, который больше отвечает агротехническим требованиям культивируемого шампиньона. Кроме того, укрытие субстрата покровным материалом в первый день после выгрузки субстрата в камеры выращивания и посевом мицелия ускоряет начало плодоношения на 5 дней, не снижая урожайности. Применение опилок и агроперлита улучшает структуру покровного материала, обогащение его кислородом, поддерживает воздушно-водяной баланс. Грунт в этой смеси длительное время остается рассыпчатым, не слеживается, опилки и перлит делают покровный материал рыхлым. В России, для повышения урожайности грибов и их качества, в субстрат добавляют пивную дробину в количестве 3 % от массы субстрата, а в поливочную воду – биопрепарат «Байкал ЭМ1», что обеспечивает добавку их урожайности на 19 % [8].

Для распределения воздуха в камерах устанавливают воздухопроводы из оцинкованной стали, алюминия или пластмассы, которые оснащают насадками для выпуска воздуха. Для предотвращения попадания из внешней среды носителей болезней и вредителей, на входе воздухопроводов устанавливают фильтры тонкой очистки с задержкой частиц крупнее 4 мкм (возможных спор). Требуемые объемы свежего и рециркулируемого воздуха выращиваемой площади составляют 1,75 и 3,5 м³/ч на 1 м², соответственно, при укладке субстрата и покровного материала в камеру выращивания; от 0,6 до 8,1 и от 3,5 до 8,7 при росте мицелия в покровном материале; от 1,75 до 9,3 и 8,1 в стадии плодоношения. При необходимости охлаждения камеры, подача свежего воздуха составляет 1,75 м³/ч на 1 м² выращиваемой площади. Разгрузка и уборка камеры выращивания проводится при подаче по 1,75 м³/ч свежего и рециркулируемого воздуха на 1 м² грядок. При пастеризации на 1 т субстрата требуемый объем свежего воздуха и рециркуляции составляет, соответственно, 10-20 и 180-200 м³/ч.

Скорость движения потока воздуха задается в зависимости от его влажности. Например, при влажности 70 % скорость – 0,15-0,30 м/с; 80-85% – 0,6 м/с; 90-95 % – 2,4 м/с. Распылители воды должны давать мелкую и слабую струю, образовывать среду, близкую к туману. Необходимо учитывать, что 1 кг плодовых тел грибов поглощает около двух л воды (1 л из субстрата, 1 л из покровной среды). Более одного л воды на один м² площади вносить не следует, т.к. она уходит в субстрат [10]. Воздух подается в подполье камеры равномерно по всей площади и забирается на рециркуляцию из верхней

зоны камеры. Создаваемое вентилятором статическое давление должно быть 120 кгс/м². Поддержание необходимой влажности и температуры воздуха осуществляется периодической подачей пара в воздухопроводы. Для этих целей могут использоваться автономные системы кондиционирования воздуха.

На всех этапах выращивания грибов применяется ряд специальных машин и оборудования. Климатическое оборудование для вегетации шампиньонов – это очень важный атрибут в данном производстве. Лучше всего обеспечивают требуемый микроклимат микотроны. Микотрон очищает воздух от различных примесей (аммиак, углекислый газ) в камере, обеспечивает подачу достаточного объема кислорода, следит за влажностью воздуха, выполняет другие функции (распределение воздушных потоков, их подогрев, охлаждение и т.п.).

Комплексное оборудование для обеспечения климата при выращивании шампиньонов предлагают зарубежные производители США, Канады, Нидерландов, Италии, Китая, России, Польши, Украины. Камеры для выращивания шампиньонов в Беларуси, а также оборудование вентиляции и микроклимата предлагают ООО «Еврофармсервис», ИП «Нестеренко А.Н.». Известны климатические камеры КУ-5000/16, КУ-5000/32 ООО «Техник» (г. Саратов, Россия), ЗАО «Центр экологических программ» (г. Москва), польская фирма «Promont» и другие. Однако стоимость данных предложений в условиях экономического кризиса высока. Предлагается вместо микотрона использовать кондиционеры и вентиляторы, котлы, парогенераторы и холодильное оборудование.

Комплект климатического оборудования для промышленного выращивания шампиньонов включает: систему вентиляции, теплообменник для подогрева воздуха до 22 °С, теплообменник для охлаждения воздуха до 15 °С, системы увлажнения подаваемого воздуха, его распределения по камере с минимальной скоростью, автоматику для контроля и регулирования требуемых параметров. Автоматизированная система управления технологическим процессом вегетации шампиньонов разработана [11,12], но в каждом конкретном случае она должна подбираться под соответствующий комплект климатического оборудования, и не каждый алгоритм управления годится для того или иного оборудования, кроме программируемого контроллера.

К контроллеру подключаются датчики температуры субстрата (до 6 шт.), температуры воздуха внутри камеры выращивания, температуры наружного воздуха, температуры воздуха, подаваемого в камеру выращивания, датчик относительной влажности воздуха, датчик концентрации углекислого газа, датчик избыточного давления в камере выращивания. С его помощью включаются приводы исполнительных механизмов: частотный преобразователь вентилятора подачи воздуха, жалюзи наружного воздуха, рециркуляции, кондиционера, задвижки теплого и холодного теплоносителей, задвижка подачи пара, до 7-8 различных

реле. При необходимости, подключается компьютер для дистанционного управления, а также GSM-модем для наблюдения за климатом дистанционно.

В систему увлажнения входит парогенератор. В Беларуси электрические парогенераторы производятся «Бустер Бел». Парогенератор компактный и выполняет ряд функций: пастеризует субстрат, увлажняет воздух в камере выращивания, дезинфицирует помещение и оборудование в нем после замены субстрата.

На формирование грибного тела значительно влияет концентрация углекислого газа. В период плодоношения она должна быть не выше 0,08 %, иначе шампиньоны вырастают уродливыми, с длинной ножкой и маленькой шляпкой. Мониторинг CO₂ можно осуществить с помощью датчика углекислого газа SC2IXP4-32P-LZ-S4 научно-производственной компании «ТЕКО» (г. Минск). Рабочий диапазон датчика составляет 0...5000 ppm (0...0,5 %). На выходе датчика формируется напряжение, прямо пропорциональное концентрации углекислого газа в масштабе 1 мВ/ppm. Это аналог известного сенсора DOL17, но значительно дешевле. Датчик подключается к климатическим контроллерам-регуляторам типа «Овен» и к компьютеру, входит в состав автоматической системы вентиляции. Следует учитывать, что плотность углекислого газа в 1,5 раза выше плотности воздуха. Выделяемый грибами углекислый газ концентрируется внизу грядки, у пола в проходах. Поэтому система вентиляции должна быть приточно-вытяжной с рециркуляцией воздуха. К рециркулируемому воздуху добавляют 5-7 % свежего. Система заслонок устанавливается с сервоприводами, которые могут регулировать соотношение «свежий воздух – рециркуляция».

Отвечающая агротребованиям относительная влажность воздуха в помещениях для выращивания грибов – один из определяющих факторов их качества и урожайности. При низкой влажности усугубляющую роль играет сильный обдув (обветривание) плодовых тел, а при высокой влажности – образование застойных зон воздуха. Все это влияет на товарное качество плодовых тел шампиньонов. Существует несколько систем увлажнения воздуха. Например, с помощью гидравлических форсунок высокого давления. Они дают отличное качество распыла (95-100 % капель имеют размер 5-20 мкм). Эти форсунки можно вмонтировать в воздухопровод без всяких камер и водопроводов. Один агрегат способен поддерживать работу десятков форсунок, в зависимости от мощности. Однако гидравлические форсунки требуют высокого давления в водопроводе (30-50 атм), которое создает специальный насос высокого давления. Нужны и шланги высокого давления. Эти форсунки для стабильной работы должны распылять подаваемую воду после умягчения. При отсутствии водоподготовки срок службы форсунки составляет несколько месяцев. Учитывая, что форсунка стоит 30-40 евро, а система водоподготовки почти в 2 раза дороже, чем вся система увлажнения воздуха, то этот вариант не из лучших. Система же увлажнения воздуха на базе гид-

ропневматических форсунок лишена всех недостатков, перечисленных выше, и сохраняет все их преимущества: высокую производительность, величину капли 5-50 мкм, возможность работы от одного агрегата во многих помещениях одновременно. Кроме того, гидропневматические форсунки не требуют водоподготовки, они многофункциональны, пригодны для распыла любых растворов, в т.ч. дезинфицирующих, могут применяться для санитарной обработки помещений и оборудования. Стоимость таких систем на 20-25 % ниже, чем стоимость центробежных и гидравлических систем (в расчете на одну и ту же площадь). Еще одно немаловажное преимущество центробежных и гидравлических систем заключается в том, что они производятся в основном для комплексов больших объемов выращивания. Системы на базе гидропневматических форсунок применяются для ферм с грядками от 20 м² и более. Существует также система увлажнения воздуха паром.

Заключение

1. Многозональная система промышленного культивирования шампиньонов в Беларуси предпочтительнее. Комплексное оборудование, типа микотронов, для обеспечения климата при выращивании шампиньонов предлагают многие производители, но стоимость данных предложений в условиях экономического кризиса не устраивает отечественного производителя уже на этапе составления бизнес-плана. При многозональной системе выращивания дешевле автоматизировать поддержание климата в имеющихся помещениях, чем использовать климатические камеры.

2. Кроме традиционных методов приготовления субстрата и покровного материала, для повышения урожайности грибов можно применять наполнители в виде пивной дробины, опилок лиственных пород дерева, молотого перлита и др.

3. Крупные птицефабрики в кооперации с торфопредприятиями могли бы организовать субстратное производство и поставлять производителям грибов компост и покровную почву.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гануш, Г.И. Обоснование развития экспортно-ориентированного промышленного грибоводства в Республике Беларусь / Г.И. Гануш, И.А. Грибоедова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. Аграрные науки. – 2015. – №4. – Т. 59. – С. 123-128.

2. Условия выращивания шампиньонов в промышленном масштабе [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственный каталог товаров и услуг. – Режим доступа: <http://agropk.by/itma/shampinoni-usloviya>. – Дата доступа: 31.03.2021.

3. Грибы СССР / М.В. Горленко [и др.]; под общ. ред. М.В. Горленко. – Москва: Мысль, 1980.

4. Столлер, Б. Шампиньоны [Текст] Теория и практика выращивания / Б. Столлер; под ред. канд.

биол. наук Е.С. Ключниковой. – Москва: Изд-во иностр. лит., 1956. – 88 с.

5. Девочкин, Л.А. Шампиньоны /Л.А. Девочкин. – М.: Колос, 1989.

6. Девочкина, Н.Л. Технология культивирования шампиньона на промышленной основе: рекомендации / Н.Л. Девочкина. – М.: Россельхозакадемия, 2004.

7. Нормы технологического проектирования комплексов для выращивания шампиньонов: НТП-АПК1.10.09.002.04. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znaytovar.ru/gost/2/ntp-apk>. – Дата доступа: 09.07.2021.

8. Александрова, Е.Г. Формирование урожайности и качества гриба шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) при промышленном культивировании на синтетическом субстрате с применением органических добавок и биопрепаратов: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Самарский ГАУ, 2020. – 22 с.

9. Шалашова, Н.Б. Шампиньоны / Н.Б. Шалашова, О.Н. Бубнова. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 32 с.

10. Сафрай, А.И. Влияние поливов на урожайность шампиньонов /А.И. Сафрай // Школа грибоводства. – 2001. – № 1. – С. 9-12.

11. Пешко, М.С. Автоматизация технологического процесса культивации съедобных грибов / М.С. Пешко // Гавриш. – 2012. – № 4. – С.18-21.

12. Пешко, М.С. Управление процессом вегетации грибов в тепличном комплексе / М.С. Пешко // Молодой ученый. – 2012. – № 8 (43). – С. 31-34.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.08.2021

Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»

Предназначена для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие движения колес опрыскивателя по неровности поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.



Основные технические данные

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остоу опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остоу опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм, не более	6045x2425x2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм, не более	6045x18250x2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение массы опрыскивателя, кг	на 120

УДК 631.242.1.0723:006.354

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РАБОЧИХ РЕЖИМАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

В.А. Дайнеко,

зав. каф. электрооборудования сельскохозяйственных предприятий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Ж.Г. Юрковец,

аспирант каф. электрооборудования сельскохозяйственных предприятий БГАТУ

В статье рассмотрена проблема повышения эксплуатационной надежности асинхронных двигателей путем их диагностики в рабочем режиме. Представлена классификация существующих методов по диагностическим признакам, регистрируемым параметрам, средствам контроля, и проведен их сравнительный анализ. Определены перспективные методы диагностики общепромышленных асинхронных двигателей малой и средней мощности.

Ключевые слова: асинхронные двигатели, тестовая и функциональная диагностика, методы и средства диагностики, дефект, первичные преобразователи, датчики, анализ спектра тока статора, тепловизионный контроль.

The article considers the problem of improving the operational reliability of asynchronous motors by diagnosing them in the operating mode. The classification of existing methods according to diagnostic signs, registered parameters, control means is presented, and their comparative analysis is carried out. The promising methods of diagnostics of general industrial asynchronous motors of low and medium power are determined.

Key words: asynchronous motors, test and functional diagnostics, diagnostic methods and tools, defect, primary converters, sensors, current spectrum analysis, thermal imaging control.

Введение

Основная задача энергетической службы хозяйства – выполнение требований технической эксплуатации энерго- и электрооборудования, в том числе электроприводов технологических машин.

Большинство приводных электродвигателей в сельском хозяйстве – асинхронные трехфазные с короткозамкнутым ротором. Распространенные технические средства управления асинхронными электроприводами, устройства контроля и защиты не обеспечивают надежную работу технологического оборудования и отключают привод, когда наступает аварийный режим, а изоляция обмоток электродвигателя перегрета, или уже повреждена. Чаще всего повреждаются обмотки статора. Основные виды повреждений – разрушение межвитковой изоляции, приводящее к замыканию между витками и обмотками, к замыканию обмоток на корпус. [1; 2].

Существующая система эксплуатации и ремонта электроприводов, основанная на профилактических мероприятиях и регламентных работах, не учитывает фактическое состояние оборудования. Проблему повышения эксплуатационной надежности электроприводов можно решить при условии непрерывной диагностики электродвигателя в рабочих режимах, что позволит предупредить развитие повреждений за счет своевременного фиксирования аварийных отклонений его параметров.

Анализ существующих и перспективных методов контроля параметров электродвигателей в рабочих режимах необходим для определения закономерностей развития повреждений и формулирования технических требований к разрабатываемым средствам контроля параметров изоляции и загрузки электродвигателя.

Основная часть

Электродвигатели в сельском хозяйстве работают в условиях агрессивной окружающей среды, при низком качестве питающего напряжения. Средний срок службы асинхронного электродвигателя (АД) в сельском хозяйстве не превышает 3 года [1], причем до 90 % отказов происходит из-за повреждения обмоток статора. На изоляцию обмоток действуют: химически активная среда, увлажнение, тепловые воздействия при перегрузке АД, вибрации. Процессам старения изоляции способствуют импульсные коммутационные и атмосферные перенапряжения [2]. Другими причинами отказов и повреждений АД являются неполнофазные режимы, износ подшипников, повреждения в короткозамкнутых обмотках ротора, неравномерный воздушный зазор между ротором и магнитопроводом статора.

Известны многочисленные методы диагностики АД, применяемых как в статических, так и в рабочих режимах, но проблема остается актуальной по ряду

причин [1; 2; 9; 13]. Необходим универсальный и простой в практическом применении метод непрерывного контроля технического состояния электродвигателей, позволяющий снизить ущерб от повреждений за счет раннего обнаружения и прогнозирования дефектов различного характера.

Известен ряд методов диагностики асинхронных электродвигателей, основанных на оценке различных параметров электродвигателей, цепей их питания и механической части электроприводов:

1. *Вибродиагностикой* [3] оценивают состояние подшипников, обнаруживают эксцентриситет ротора и дефекты его обмоток. Вибрационный метод позволяет регистрировать и анализировать акустические колебания рабочей машины и электродвигателя, преобразованные в электрический сигнал пьезоэлектрическими, оптическими или индукционными преобразователями. Преимущества метода – возможность изменения и анализа виброперемещений, виброскоростей и виброускорений в различных точках агрегата и электродвигателя. Необходимость установки многочисленных виброакустических датчиков, сложность интерпретации результатов измерений делают этот метод дорогим и трудоемким.

2. *Измерением и анализом внешнего магнитного поля электродвигателя (ЭД), магнитного потока в зазоре* [5] можно оценивать эксцентриситет ротора, состояние подшипников, обнаруживать межвитковые замыкания обмоток статора. Метод распространен при диагностике электрических машин с номинальным напряжением 3-6 кВ, обеспечивает высокую точность измерений при использовании датчиков Холла. Недостатки метода заключаются в малой чувствительности для низковольтных двигателей, особенно при регистрации внешних магнитных полей, и требуется установка датчиков магнитного поля, что возможно только при ремонте или изготовлении ЭД.

3. *Методом тепловизионного контроля* [6] определяют неисправности подшипников, состояние силовых вводов, обмоток статора. При помощи тепловизоров контролируется излучение в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра (0,9-14 мкм) в заданной области термограммы. Преимущества метода заключаются в том, что измерения проводятся на работающем ЭД дистанционно. Не требуется установка датчиков, обеспечивается мониторинг оборудования путем сравнения термограмм, полученных на различных режимах при исправном оборудовании. Однако данный метод непригоден для контроля внутренних повреждений изоляции машины и требуется специальное программное обеспечение для интерпретации результатов измерений, инерционность тепловых процессов в ЭД.

4. *Методом анализа электрического тока, напряжения и мощности диагностируют* [9] неисправности ЭД и приводного оборудования, такие как дисбаланс, несоосность, дефекты подшипников, а также повреждения изоляции. Для непрерывного контроля параметров питающего напряжения, загрузки электродвигателя используется интегрированная система контроля, которая отслеживает несимметрию

и гармонический состав токов и напряжений. Преимущества метода – одновременный контроль токов и напряжений в трех фазах ЭД и непрерывная регистрация параметров. Недостатки метода заключаются в том, что для получения информации о гармоническом составе токов и напряжений требуется применение устройств и программного обеспечения, способных проводить Фурье-анализ результатов измерений и их интерпретацию для определения видов повреждений.

Наиболее сложной технической задачей является диагностика состояния изоляции обмоток в рабочем режиме ЭД [8], особенно обнаружение дефектов межвитковой изоляции [4]. Для электродвигателей с номинальным напряжением 3-6 кВ применяется метод частичных разрядов [10-12], основанный на регистрации обратимых частичных разрядов, которые при рабочем или близком к нему напряжении наиболее достоверно характеризуют состояние обмотки как предпробойное. В качестве недостатков необходимо отметить, что воздействие в десятки киловольт может привести к повреждению межвитковой изоляции. Регистрация частичных разрядов в низковольтных ЭД возможна в увлажненной изоляции, поэтому при одновременном текущем контроле степени увлажненности изоляции по коэффициенту абсорбции можно обнаруживать частичные разряды и при амплитуде импульсов напряжения в изоляции на уровне 400-500 В. Например, такие импульсы возникают при работе ЭД от преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией.

Перспективным направлением представляется разработка технических средств контроля состояния и диагностики электрических машин, основанных на сигнатурном анализе электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя (ГОСТ ISO 20958-2015) [9]. Под анализируемым электрическим сигналом понимают электрическое напряжение на клеммах электродвигателя или ток в его проводах. Изменения в таких сигналах могут быть вызваны как неисправностями в АД, так и неисправностями в электроприводе, поэтому сигнатурный анализ электрических сигналов двигателя распространяется на оценку технического состояния приводного оборудования.

Если электродвигатель питается от сети через преобразователь напряжения и частоты, следует отделять неисправности преобразователя и электродвигателя. При анализе тока статора необходимо, чтобы напряжение и частота на выходе преобразователя не изменялись в момент измерений.

Контроль тока в трех фазных проводах статора, линейных напряжений питания и потребляемой из сети мощности в установившемся режиме, а также при пуске АД позволяет на ранней стадии выявлять повреждения в обмотках статора и ротора.

Анализ спектра тока статора позволяет обнаруживать обрывы и трещины стержней ротора, повышенный эксцентриситет воздушного зазора, повреждения подшипников, межвитковые замыкания в обмотке статора, неисправности привода. Сигнатурный анализ тока выполняется при номинальной нагрузке в

реальном масштабе времени. В качестве измерительных преобразователей тока могут использоваться трансформаторы тока и датчики тока на эффекте Холла, токоизмерительные шунты, подключаемые через изолированные усилители к контроллеру обработки информации [7].

Дефекты клетки ротора приводят к появлению характерных частотных составляющих в сигнале тока статора. Эти составляющие определяются анализатором спектра с высоким разрешением по частоте. При обрыве стержня ротора возникают колебания вращающего момента ротора на удвоенной частоте скольжения $2sf_1$ и соответствующие колебания частоты вращения ротора. Боковые частоты в токе статора определяются выражением:

$$f_{sb} = (1 - 2s)f_1 \quad (1)$$

Следует учитывать, что боковые частоты изменяются в пределах 0,3-3 Гц при частоте питания 50 Гц, причем амплитуда этих составляющих в 100-1000 раз меньше амплитуды тока на частоте питания. Регистрация таких сигналов возможна высокочувствительными детекторами, цифровой обработкой сигналов, применением и специализированного программного обеспечения.

Эксцентриситет воздушного зазора может быть обнаружен по характерным частотным составляющим в спектре тока по выражению:

$$f_{ec} = f_1 \left(R_s \frac{1-s}{p} \pm \eta_{ws} \right) \pm f_1 \left(\frac{1-s}{p} \right), \quad (2)$$

где f_1 – частота питающей сети, Гц;

R_s – число стержней ротора;

η_{ws} – нечетное целое число: 1, 3, ...;

s – скольжение АД;

p – число пар полюсов.

Межвитковые замыкания в обмотке статора приводят к появлению составляющих тока f_{st} на частотах, вычисляемых по формуле:

$$f_{st} = f_1 \left[\frac{n}{p} (1 - s) \pm k \right], \quad (3)$$

где f_1 – частота питающей сети, Гц;

n – нечетное целое число (1, 3, ...);

k – нечетное целое число (1, 3, ...);

p – число пар полюсов;

s – скольжение.

Анализ спектра тока статора позволяет также обнаружить дефекты подшипников и другие механические дефекты в электродвигателе и приводном оборудовании [14].

Анализ с использованием вектора Парка, который представляет собой используемый для упрощения анализа математический инструмент, позволяет описывать три фазные переменные в двух ортогональных плоскостях [9]. Его используют для выявления таких неисправностей трехфазных асинхронных двигателей, как эксцентриситет воздушного зазора, межвитковые дефекты в обмотке статора, несоосность механических соединений, обрыв в обмотке фазного ротора и дефекты стержней и колец короткозамкнутого ротора [15-18]. Применение расширенного метода вектора Парка повышает достоверность диагностирования, выполняемо-

го в реальном масштабе времени [9]. Его используют для двигателей с питанием непосредственно от сети или через инвертор для обнаружения как одиночных неисправностей, так и их сочетаний.

Для того чтобы разделить неисправности двигателя и неисправности приводного оборудования, создающего переменную нагрузку, применяют представление вектора Парка i_D , i_Q , который строится на основе токов i_A , i_B , i_C в трех фазах электродвигателя и вычисляется по формулам:

$$i_D = \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \right) i_A - (1 - \sqrt{6}) i_B - \left(\frac{1}{\sqrt{6}} \right) i_C, \quad (4)$$

$$i_Q = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) i_B - \left(\frac{1}{\sqrt{6}} \right) i_C. \quad (5)$$

При симметричных токах в фазах АД компоненты вектора Парка имеют вид и вычисляются по формулам:

$$i_D = \left(\frac{\sqrt{6}}{2} \right) i_M \sin \omega t, \quad (6)$$

$$i_Q = \left(\frac{\sqrt{6}}{2} \right) i_M \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right), \quad (7)$$

где i_M – максимальное значение тока в каждой фазе, А;

ω – угловая частота, рад/с;

t – время, с.

Конец вектора Парка для двигателя с симметричными фазами описывает окружность с центром в начале координат. В аномальных условиях работы двигателя, кривая, описываемая вектором Парка, отличается от идеальной окружности.

Анализ с применением вектора Парка заключается в выделении в описываемой концом вектора траектории (годографе) диагностических признаков, соответствующих различным неисправностям. Например, повреждение в обмотке статора приводят к эллиптической форме годографа, а степень эллиптичности пропорциональна степени развития повреждения.

В расширенном методе вектора Парка выполняют спектральный анализ переменной составляющей модуля вектора Парка M , определяемого по формуле:

$$M = \sqrt{i_D^2 + i_Q^2}. \quad (8)$$

Расширенный метод объединяет в себе простоту анализа с использованием вектора Парка и возможности более детальных исследований, предоставляемые спектральным анализом, т.к. в векторе Парка содержится информация о токах всех фаз двигателя. Расширенный метод вектора позволяет обнаруживать сразу нескольких неисправностей двигателя [9].

Вначале получают эталонный спектр, соответствующий нормальному техническому состоянию двигателя. При появлении новых составляющих в спектре судят о наличии той или иной неисправности.

Перспективным представляется импульсный метод диагностики обмоток электродвигателей, основанный на зондировании его обмоток прямоугольными импульсами [12]. На обмотку подается прямоугольный зондирующий импульс низкого уровня с одновременным осциллографированием. Сравнение осциллограмм для исправных обмоток с полученными

ми при последующих измерениях позволяет определять характер повреждений, прежде всего в межвитковой изоляции. Перспективный метод, основанный на использовании наносекундных зондирующих импульсов, предложен в работе [13].

Основываясь на проведенном литературном обзоре, можно сформулировать требования, которым должен соответствовать современный метод диагностирования электродвигателей. Это достоверность и точность выявления неисправностей и повреждений электродвигателя; возможность обнаружения всех или значительной части электрических и механических повреждений электродвигателя и связанных с ним механических устройств; проведение диагностических измерений дистанционно; низкая трудоемкость диагностических работ (измерений); возможность проведения аналитической обработки полученных результатов измерений за короткое время, с применением вычислительных и программных средств.

Заключение

1. Анализ существующих методов диагностики электродвигателей позволяет оценить перспективу их применения в производственных условиях.

2. Основные требования, предъявляемые к современным методам диагностирования электродвигателей, это возможность непрерывного контроля основных кинематических и электрических параметров в рабочем режиме; дистанционная передача данных и оперативная обработка результатов вычислительным устройством.

3. Основные контролируемые параметры – мгновенные и среднеквадратичные значения токов и напряжений электродвигателя, их спектральный состав.

4. При обосновании метода необходимы этапы моделирования и эксперимента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пахомов, А.И. Диагностика асинхронных двигателей в сельскохозяйственном производстве / А.И. Пахомов. – Краснодар, 2008. – 241 с.: ил.

2. Пахомов, А.И. Эксплуатационная надежность асинхронных двигателей / А.И. Пахомов, И.А. Переверзев, А.Ф. Кроневальд // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 3. – С. 24-25.

3. Афанасьев, Д.О. Методы и проблемы вибродиагностики асинхронных двигателей / Д.О. Афанасьев, Л.Г. Сидельников, А.М. Седунин. – Пермь: Пермский государственный технический университет; ООО «Тест Сервис», 2013. – 20 с.

4. Пахомов, А.И. Диагностика межвитковой изоляции электродвигателей / А.И. Пахомов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 6. – С. 21-23.

5. Диагностика и прогнозирование состояния асинхронных двигателей на основе использования параметров их внешнего магнитного поля / А.Ю. Алексеенко [и др.] // Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – 2006. – №2. – С. 9-13.

6. Горбунов, К.В. О тепловизионном контроле электрооборудования / К.В. Горбунов, Ю.С. Попрыкин, А.В. Соловьев // Энергетик. – 2012. – № 2. – С. 2.

7. Петухов В.С. Диагностика состояния потребляемого тока / В.С. Петухов, В.А. Соколов // Новости ЭлектроТехники. – 2005. – № 1(31). – С. 50-52.

8. Воробьев, Н.П. Методы и приборы диагностирования изоляции асинхронных двигателей / Н.П. Воробьев, С.Н. Воробьева, Г.В. Суханкин, Н.Т. Герцен // Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – 2011. – № 2/2. – С. 261-269.

9. Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя: ГОСТ ISO 20958-2015: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации 12.11.15; введ. 11.01.16. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 24 с.

10. Емельянов, А.И. Методы тестирования частичных разрядов при мониторинге электрооборудования среднего и высокого напряжения / А.И. Емельянов // Главный энергетик. – 2016. – № 11. – С. 14-22.

11. Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов: ГОСТ 20074-83: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам 15 апреля 1983 г., № 1961; введ. 01.07.84. – Москва: Ордена «Знак Почета» Изд-во стандартов, 1984. – 22 с.

12. Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов: МЭК 60270:2000: утвержден и введен в действие приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2012 г. № 1183-ст: введ. 01.01.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 26 с.

13. Thomson, W.T. A Review of On-Line Condition Monitoring Techniques for Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors – Past, Present and Future/ W.T. Thomson // Keynote address at IEEE Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives. – Gijon, Spain. – 1999. – P. 3-18.

14. ISO 13379 (all parts). Condition monitoring and diagnostics of machines – Data interpretation and diagnostics techniques. – 2012. – P. 33.

15. Cardoso, A.J.M. Inter-turn stator winding fault diagnosis in three-phase induction motors by Park's vector approach/ A.J.M. Cardoso, S.M.A. Cruz, D.S.B. Fonseca // IEEE Trans. Energ. Convers. – 1999. – Vol. 14. – P. 595-598.

16. Cardoso, A.J.M. Computer-aided detection of air-gap eccentricity in operating threephase induction motors by Paris's vector approach / A.J.M. Cardoso, E.S. Saraiva // IEEE Trans. Ind. A. – 1993. – Vol. 29. – P. 897-901.

17. Cruz, S.M.A. Rotor cage fault diagnosis in three-phase induction motors by extended Park's vector approach / S.M.A. Cruz, A.J.M. Cardoso // Electric Machines and Power Systems. – 2000. – Vol. 28. – P. 289-299.

18. Cruz, S.M.A. Stator winding fault diagnosis in three-phase synchronous and asynchronous motors by the extended Park's vector approach / S.M.A. Cruz, A.J.M. Cardoso // IEEE Trans. Ind. A. – 2001. – Vol. 37. – P. 1227-1233.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.07.2021

УДК 620.91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА КАК НАПРАВЛЕНИЕ УКРЕПЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ПОТЕНЦИАЛА

О.А. Любчик,

мл. науч. сотр. сектора «Экономика энергетики»

РНПУП «Институт энергетики НАН Беларуси», магистр техн. наук

В статье определены теоретический и технически возможный потенциалы использования древесной биомассы в качестве топлива с учетом принципов устойчивого развития. Дан прогноз теоретического и технически возможного потенциала на ближайшие 10 лет, определено влияние реализации потенциала древесной биомассы на потребление топливно-энергетических ресурсов и энергетическую безопасность страны.

Ключевые слова: древесная биомасса, теоретический потенциал, технически возможный потенциал, прогноз потенциала, энергетическая безопасность, возобновляемая энергетика.

The article defines the theoretical and technically possible potentials of using wood biomass as fuel, taking into account the principles of sustainable development. The forecast of the theoretical and technically possible potential for the next 10 years is given, the impact of the realization of the potential of wood biomass on the consumption of fuel and energy resources and the energy security of the country is determined.

Key words: wood biomass, theoretical potential, technically possible potential, forecast of the potential, energy safety, renewable energy.

Введение

Потребление энергии сектором сельского, лесного и рыбного хозяйства за последние пять лет возросло на 11 % и составило 1664 тыс. т у.т. по состоянию на 2019 год. Потребление электрической энергии выросло на 3 %, тепловой энергии – на 4 % и составило 1618 млн кВт·ч (199 тыс. т у.т.) и 1695 тыс. Гкал (242 тыс. т у.т.) соответственно.

Доля сельского, лесного и рыбного хозяйства в топливно-энергетическом балансе страны на 2019 год составила 6,3 %, тогда как в 2010 году она равнялась 5,9 % (рис. 1) [1], из чего можно сделать вывод о

необходимости принятия мер по повышению энергоэффективности сектора. Снижение затрат на топливно-энергетические ресурсы позволит снизить себестоимость продукции, что повысит рентабельность ее производства и конкурентоспособность на местном и международном рынках.

Одним из направлений повышения энергоэффективности аграрного производства может стать применение местных и возобновляемых источников энергии, например, древесной биомассы.

Согласно Стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь [2], потенциал топливной биомассы не превышает 10 млн м³ или 2,65 млн т у.т. В Национальной программе развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011-2015 годы [3] потенциал топливной древесины оценивается в 11,65 млн м³ или 3,1 млн т у.т. Рядом ученых технически возможный потенциал был оценен в размере 17,7-18,1 млн м³, что эквивалентно 4,7-4,8 млн т у.т., и был дан прогноз, согласно которому к 2015 году технически возможный потенциал должен был увеличиться до 19,35 млн м³ или 5,1 млн т у.т., а к 2020 году – до 21,2 млн м³ или 5,6 млн т у.т. [4, 5].

Учитывая динамику прироста древесной биомассы, потребностей

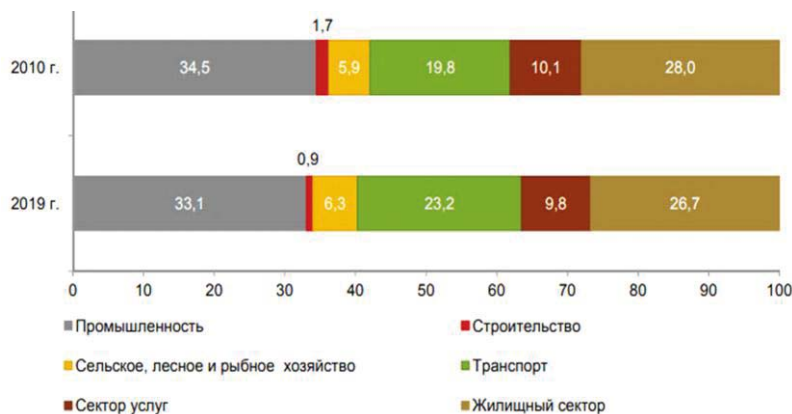


Рисунок 1. Структура топливно-энергетического баланса Республики Беларусь по состоянию на 2019 год [1]

промышленности в древесине как в сырье и экологической ситуации, необходимо проведение дополнительных исследований для актуализации выполненных более 10 лет назад оценок потенциала и представление прогноза потенциала древесной биомассы на ближайшее десятилетие.

Целью исследования является оценка и построение прогноза теоретического и технически возможного потенциала древесной биомассы, определение влияния реализации потенциала на потребление топливно-энергетических ресурсов и энергетическую безопасность Республики Беларусь.

Основная часть

Леса в Республике Беларусь являются одним из важнейших возобновляемых природных ресурсов. Лесистость по состоянию на 2020 год составляла 40,1 %, лесной фонд занимал 9696,8 тыс. га или 46,7 % территории страны. Концепцией Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года предусмотрено формирование экологичного и эффективного лесного хозяйства, что включает в себя сохранение биоразнообразия экосистем леса и повышение уровня интенсивности использования лесных ресурсов, в особенности древесины. К примеру, Государственной программой «Белорусский лес» на 2021-2025 годы запланировано увеличение производства щепы топливной с 1,9 млн м³ в 2021 г. до 2,1 млн м³ в 2025 г. [6].

Теоретический потенциал возобновляемой древесной биомассы ограничен лишь приростом древесины. Под приростом будем понимать всю древесную биомассу, которая образовалась в лесах страны за календарный год. За последние несколько десятилетий наблюдается увеличение лесистости и среднего запаса насаждений в связи с превышением прироста над объемом заготовки древесины (рис. 2) [7].

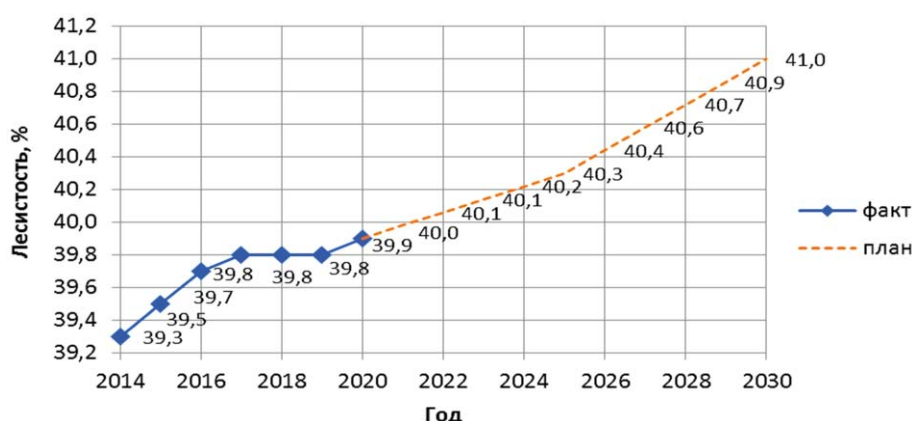


Рисунок 2. Фактическая и ожидаемая лесистость Республики Беларусь в период 2014-2030 гг.

По состоянию на 2021 г. теоретический потенциал составляет, согласно проведенным расчетам, 36,1-38,1 млн м³ или 9,6-10,1 млн т у.т., в дальнейшем к 2030 г. ожидается рост до 37,0-41,8 млн м³ или 9,8-11,1 млн т у.т. Прогноз теоретического потенциала

выполнен на основе целевых показателей и тенденции прироста древесины [3; 6, 7].

Древесная биомасса является важным и ценным сырьевым ресурсом для создания широкого перечня продукции. Нерациональное распределение потоков биомассы и направление ее преимущественно на энергетические цели может оказать негативное влияние на ряд отраслей промышленности. В соответствии с принципами устойчивого развития и циркулярной экономики, рациональным является использование биомассы, начиная с верхних уровней (рис. 3) [8]. Описанным выше образом изолируются компоненты с более высокой добавленной стоимостью, максимально глубоко используется потенциал биомассы. Таким образом, при расчете технически возможного потенциала древесной биомассы необходимо исключить древесину, которая преобразуется в продукцию, не относящуюся к топливной и находящуюся на более высоких уровнях ценности.



Рисунок 3. Пирамида устойчивого использования биомассы [8]

Часть территории Республики Беларусь загрязнена радионуклидами, и леса, находящиеся в зонах радиоактивного загрязнения с плотностью ¹³⁷Cs свыше 15 Ку/км², относятся к резервным ресурсам для заготовки древесины [7]. По состоянию на 2020 г. всего было загрязнено радионуклидами 1284 тыс. га, из них 180 тыс. га имели плотность загрязнения более 15 Ку/км². Прирост древесины на таких территориях не будет включаться в технически возможный потенциал. Прогноз площади лесного фонда, загрязненной цезием-137, представлен в таблице 1.

Некоторые площади страны относятся к особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Леса, произрастающие в таких местах, также должны быть исключены из технического потенциала, так как недоступны для заготовки древесины ввиду особого статуса территории.

Таблица 1. Прогноз площади лесного фонда, загрязненной цезием-137

Год	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Загрязнено цезием-137 лесного фонда, всего, тыс. га	1261	1234	1206	1178	1150	1122	1095	1067	1039	1011
более 15 Ки/км ² , тыс. га	174	167	161	154	147	141	134	128	121	115
Доля от лесного фонда, %	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3

Изменение доли ООПТ в период с 2009 по 2019 гг. [9], а также результаты прогнозирования на период 2020-2030 гг. представлены на рисунке 4.

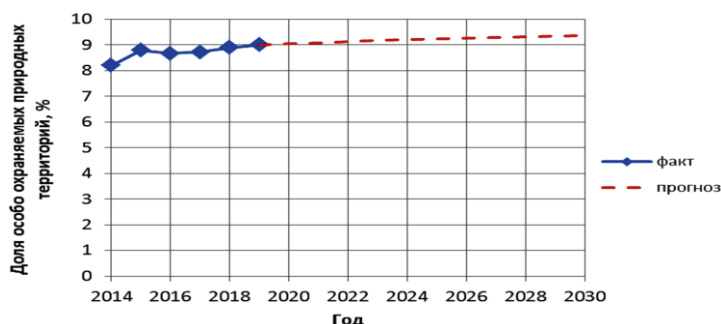


Рисунок 4. Доля ООПТ в лесном фонде, %

Наибольшее влияние на технически доступный потенциал будет оказывать объем древесины, направленный на производство продукции. На основе данных, приведенных в источнике [10], и технических характеристик выпускаемых товаров, был рассчитан суммарный объем древесины, преобразованной в продукцию (рис. 5), и построена модель тренда, на базе которой сделан прогноз на период 2021-2030 гг. Сред-

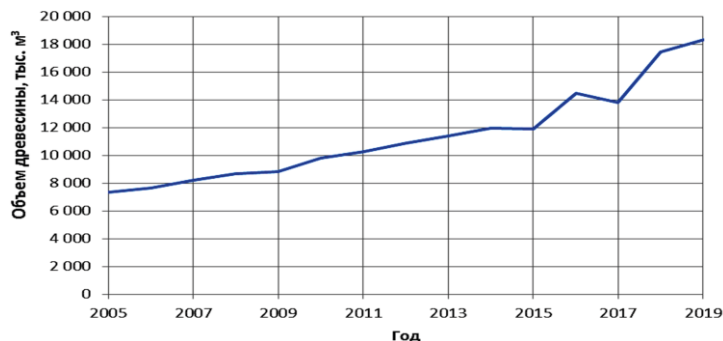


Рисунок 5. Динамика объема использования древесины для производства продукции (кроме топлива)

неквадратическая ошибка тренда составила $s_y = 1,01$.

По графику на рисунке 5 видно резкое увеличение производимой из древесины продукции, начиная с 2015 года, что снижает доступные для энергетических целей запасы древесины.

Доверительный интервал прогноза использования древесины для производства продукции на период $i+L$ лет определяется следующим выражением:

$$y_{i+L} \pm t_{\alpha} s_p \quad (1)$$

где y_{i+L} – расчетное значение y ;
 t_{α} – значение критерия Стьюдента;
 s_p – среднеквадратическая ошибка прогноза.

После проведения ряда преобразований уравнение принимает вид:

$$y_{i+L} \pm s_y K^* \quad (2)$$

где s_y – среднеквадратическая ошибка тренда;

K^* – коэффициент, определяемый выражением:

$$K^* = t_{\alpha} \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{3(n+2L-1)^2}{n(n^2-1)}}, \quad (3)$$

где n – длина ряда динамики (число наблюдений);

L – число лет прогноза.

Так как K^* зависит только от t_{α} , n и L , то его значения сведены в таблицы для удобства использования, например в приложениях [11]. Результаты расчета доверительного диапазона прогноза представлены в таблице 2.

Технически возможный потенциал можно определить следующим образом:

$$P_{\text{техн}} = P_{\text{теор}} (1 - \phi_{\text{оопт}} - \phi_{\text{РА}}) - Q_{\text{пром}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{теор}}$ – теоретический потенциал биомассы, млн м^3 ;

$\phi_{\text{оопт}}$ – доля ООПТ в лесном фонде;

$\phi_{\text{РА}}$ – доля территорий, загрязненных цезием-137 с плотностью более 15 Ки/км², в лесном фонде;

$Q_{\text{пром}}$ – объем древесины, расходуемый на производство продукции, кроме топлива.

Минимальный и максимальный технически возможный потенциал на 2021 год составит:

$$P_{\text{техн}}^{\text{мин}} = 37,1 \cdot (1 - 0,09 - 0,02) - 19,41 = 13,5 \text{ млн } \text{м}^3$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{макс}} = 37,1 \cdot (1 - 0,09 - 0,02) - 16,32 = 16,6 \text{ млн } \text{м}^3$$

Результаты расчета и прогноза технически возможного потенциала древесной биомассы для топливных нужд представлены в таблицах 3 и 4. Прогноз осуществлялся с помощью трендовой модели, в основе прогноза лежит гипотеза о сохранении текущей тенденции.

Сохранение существующего темпа роста выпуска продукции предприятиями деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности будет способствовать снижению технически возможного потенциала топливной древесной биомассы, что необ-

Таблица 2. Доверительный интервал прогноза объема древесины, преобразованной в продукцию (кроме топлива)

Год	Расчетное значение, млн м ³	K*	s _y K*	Минимальный объем древесины, млн м ³	Максимальный объем древесины, млн м ³
2021	17,9	1,536	1,55	16,32	19,41
2022	18,6	1,572	1,58	17,00	20,17
2023	19,3	1,611	1,62	17,68	20,92
2024	20,0	1,653	1,66	18,36	21,68
2025	20,7	1,697	1,71	19,03	22,45
2026	21,5	1,745	1,76	19,70	23,21
2027	22,2	1,794	1,80	20,37	23,98
2028	22,9	1,846	1,86	21,04	24,75
2029	23,6	1,900	1,91	21,70	25,53
2030	24,3	1,956	1,97	22,37	26,30

Таблица 3. Фактический технически возможный потенциал топливной древесной биомассы в Республике Беларусь

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Технически возможный потенциал, млн м ³	27,6	30,2	25,0	18,1	18,7	15,2	15,1
Технически возможный потенциал, млн т у.т.	7,3	8,0	6,7	4,8	5,0	4,0	4,0

Таблица 4. Прогнозируемый технически возможный потенциал топливной древесной биомассы в Республике Беларусь

Год	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Технически возможный потенциал, минимум, млн м ³	13,5	13,8	13,3	12,7	10,9	10,4	9,9	9,4	8,8	8,9
Технически возможный потенциал, максимум, млн м ³	16,6	16,9	16,5	16,0	14,3	13,9	13,5	13,1	12,7	12,8
Технически возможный потенциал, минимум, млн т у.т.	3,6	3,7	3,5	3,4	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4
Технически возможный потенциал, максимум, млн т у.т.	4,4	4,5	4,4	4,3	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4

ходимо учитывать при строительстве новых энергетических объектов или переводе существующих на древесное топливо. Тем не менее полное освоение даже минимального технически возможного потенциала древесной биомассы позволит полностью покрыть потребности в энергии сектора сельского, лесного и рыбного хозяйства или заместить 9-13 % потребляемых в настоящее время в Республике Беларусь топливно-энергетических ресурсов. Стоит отметить, что технически возможный потенциал иных возобновляемых источников энергии, таких как энергия солнца, ветра и биогаза, в Республике Беларусь в настоящее время реализован крайне незначительно, что позволяет также рассматривать их для компенсации постоянно возрастающих потребностей страны в топливно-энергетических ресурсах.

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Теоретический потенциал древесной биомассы на начало 2021 года составляет 36,1-38,1 млн м³/год; технически возможный потенциал оценивается в 13,5-16,6 млн м³/год.

2. В 2030 году теоретический потенциал древесной биомассы возрастет до 37,0-41,8 млн м³/год; технически возможный потенциал снизится до 8,9-12,8 млн м³/год.

3. Освоение технически возможного потенциала позволит повысить энергетическую безопасность страны, что численно может быть выражено в увеличении значений индикаторов № 1 «Отношение объема производства (добычи) первичной энергии к валовому потреблению ТЭР» и № 2 «Отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению ТЭР», каждого на 9-13 %, и в снижении значения индикатора № 4 «Доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР» к 2030 году также на 9-13 %.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при планировании развития энергосистемы, в особенности снабжения сельского и лесного хозяйства местными топливно-энергетическими ресурсами.

Произведен расчет теоретического и технически возможного потенциала топливной древесной биомассы с учетом актуальных данных, впервые дан прогноз потенциала на период 2011-2030 гг. и определено влияние реализации потенциала на энергетическую безопасность страны. В процессе прогнозирования учтен резкий рост использования древесины для производства продукции, произошедший в середине прошлого десятилетия. Произведенная оценка потенциала и его прогноз, в отличие от проводимых иными авторами ранее, выполнена с учетом принципов устойчивого развития и циркулярной экономики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Энергетический баланс Республики Беларусь, 2020 [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/statisticheskie-izdaniya/index_17875/. – Дата доступа: 27.03.2021.
2. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь [Электронный ресурс]: утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 9 августа 2010 г., № 1180. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/law/postanovleniya-soveta-ministrov-respubliki-belarus/>. – Дата доступа: 27.12.2020.
3. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011-2015 гг. [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 10 мая 2010 г., № 586. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/file663fb27db70962e8.pdf>. – Дата доступа: 30.12.2020.
4. Михалевич, А.А. Энергетическая безопасность и возобновляемая энергетика / А.А. Михалевич // Возобновляемые источники энергии: потенциал, достижения, перспективы: материалы Международного семинара экспертов, Минск, 3-4 декабря 2013 г. / Национальная академия наук Беларуси; под ред. академика Михалевича А.А. – Минск, 2013. – С. 7-24.
5. Ковалевич, А.И. Лесные ресурсы как возобновляемый энергетический потенциал Беларуси / А.И. Ковалевич // Возобновляемые источники энергии: потенциал, достижения, перспективы: материалы Международного семинара экспертов, Минск, 3-4 декабря 2013 г. / Национальная академия наук Бела-

руси; под ред. академика Михалевича А.А. – Минск, 2013. – С. 101-114.

6. Государственная программа «Белорусский лес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 28 января 2021 г., № 52. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100052_1612386000.pdf. – Дата доступа: 20/04/2021.

7. Национальный план действий увеличению адсорбции парниковых газов поглотителями на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. постановлением коллегии Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 5 декабря 2019 г. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/1-Minlesxoz-Nats.-plan-po-absorbtsii-1-2.pdf>. – Дата доступа: 15.12.2020.

8. The-value-pyramid. [Electronic resource] // Betaprocess bioenergy. – Mode of access: <http://www.betaprocess.eu/the-value-pyramid.php/>. – Date of access: 03.08.2020.

9. Особо охраняемые природные территории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makro-ekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informat-sii2/d-bioraznoobrazie/d-1-osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii/>. – Дата доступа: 10.04.2021.

10. Промышленность Республики Беларусь: статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/aeb/aeb02f77163a24af4b9cfe2dd576b29d.pdf>. – Дата доступа: 15.04.2021.

11. Четыркин, Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Статистика, 1997. – 200 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.06.2021

Навесной оборотный плуг ПНО-3-40/55



Плуг навесной оборотный ПНО-3-40/50 предназначен для гладкой вспашки старопахотных не засоренных камнями почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа. Плуг агрегируется с тракторами класса 2,0 («Беларус 1221»).

Преимущества разработки:

- регулируемая ширина захвата;
- цена на 30-40% ниже зарубежных аналогов.

Производство плугов освоено на ДП «Минойтовский ремонтный завод».
В 2010 году на сельскохозяйственной выставке в г. Москве плуг удостоен золотой медали.

Основные технические данные

Тип.....	навесной
Тип корпуса.....	полувинтовой
Производительность за 1 ч сменного времени, га.....	0,65...1,14
Конструкционная ширина захвата корпуса, мм.....	400/450/500/550
Рабочая скорость движения на основных операциях, км/ч.....	7...9
Масса плуга конструкционная, кг.....	не более 1150
Конструкционная ширина захвата плуга, м.....	1,20/1,35/1,50/1,65

УДК 334.012:638.1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ НАПРАВЛЕНИЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТРАСЛИ ПЧЕЛОВОДСТВА

Г.И. Гануш,

зав. каф. экономической теории и права БГАТУ, докт. экон. наук, профессор, чл.-корр. НАН Беларуси

В.С. Пыл,

зав. сектором малых форм хозяйствования и земельных отношений
РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»

В статье изложены методологические рекомендации для субъектов хозяйствования о выборе эффективного направления специализации предпринимательской деятельности в отрасли пчеловодства.

Ключевые слова: пчеловодство, предпринимательство, эффективность, специализация, диверсификация, маркетинг, факторы, рынок, спрос, предложение.

Abstract: *the article presents methodological recommendations for business entities on the choice of an effective direction of specialization of entrepreneurial activity in the beekeeping industry.*

Key words: *beekeeping, entrepreneurship, efficiency, specialization, diversification, marketing, factors, market, demand, supply.*

Введение

Одним из основных направлений качественного совершенствования продовольственного обеспечения населения страны, повышения эффективности функционирования и устойчивости развития агропромышленного комплекса в условиях интенсивной динамики инновационных и рыночных трансформаций экономики является, как это убедительно обосновано наукой и практикой, развитие диверсификации производства и рынка аграрной продукции. В данном контексте значимая роль отводится более полному использованию экономического, экологического и социального потенциала отрасли пчеловодства. Решение этой проблемы предполагает необходимость осуществления комплекса мер организационно-экономического, управленческого и институционального содержания [1]. Среди них приоритетом базового значения является научно обоснованный выбор наиболее рационального направления специализации предпринимательской деятельности в сферах производства пчеловодческой продукции и создания в качестве товарного продукта адекватных специфических услуг. В данной связи к числу актуальных задач агроэкономической науки относится разработка методологических рекомендаций, которые могут быть практически востребованы субъектами хозяйствования различных организационных форм при определении или совершенствовании производственной специализации в отрасли пчеловодства с учетом оценки потенциала сравнительной эффективности возможных вариантов агробизнеса, что является целью данной работы.

Научная новизна публикации заключается в методологическом обеспечении управленческих решений о выборе наиболее эффективного и конкурентоспособного вида предпринимательской деятельности в пчеловодстве на основе экономико-экологических преимуществ адаптивных систем ведения сельского хозяйства.

Основная часть

При определении специализации вновь создаваемого предприятия пчеловодства, или совершенствовании (углублении) специализации действующего предприятия, необходимо учитывать, что предпринимательская деятельность в данной отрасли может быть специализированной по следующим основным направлениям:

Первое направление представляет собой специализацию субъектов крупнотоварных или малых форм хозяйствования на производстве меда как основного продукта пчеловодства. Получение сопутствующей продукции (воск, прополис, перга и др.) имеет второстепенное значение. Преимущественно медовое направление специализации предопределяет специфику факторов производства, систему экономических отношений, структуру сбытовой деятельности, стратегию маркетинга, содержание информационного, инновационного и финансового менеджмента.

Второе направление специализации в пчеловодстве возможно представить как преимущественно опылительное, сущностное содержание которого заключается в использовании в качестве основного вида агробизнеса природной способности пчел к опылению энтомофильных растений, что в значительной мере способствует повышению урожайности полевых,

овощных, луговых и лесных культур [2]. В данном случае преимущественно доходной статьей агробизнеса является поступление средств от заказчиков за выполненные работы по опылению растений в целях получения более высокого и качественного урожая. Мед и другие виды пчелопродукции, хотя и являются товарами по существу, имеют второстепенное значение.

Третье направление специализации бизнеса в пчеловодстве возможно определять как преимущественно разведенческое, сущность которого заключается в производстве пчелосемей как товара, то есть в целях продажи их другим пчеловодческим организациям для производства меда или для пчелоопыления, в том числе для обеспечения технологических процессов в тепличном овощеводстве. Покупателями пчелосемей (пчелопакетов) также могут быть пчеловоды-любители, агроусадьбы, оздоровительные учреждения.

Четвертое направление специализированного предпринимательства в пчеловодстве будет достаточно обоснованно увязываться с использованием лечебных свойств пчелопродукции. Кроме меда, обладающего многими целебными свойствами, преимущественно товарными видами продуктов могут быть воск, прополис, перга, маточное молочко и др. При этом направлении специализации целесообразно устанавливать продуктивные связи с предприятиями фармацевтической промышленности и лечебно-оздоровительными учреждениями, открывать специфические виды торговли.

Пятое направление специализации агробизнеса в пчеловодстве возможно представить преимущественно таким видом деятельности, как апитуризм. В Республике Беларусь данное направление может получить развитие в агроэкологических усадьбах (фермерских хозяйствах), а также в других объектах агроэкотуризма. Основной статьей предпринимательского дохода здесь является прибыль от оказываемых туристических услуг. Что касается меда и другой сопутствующей продукции пчеловодства, то они имеют второстепенное сопутствующее значение.

При выборе того или иного направления необходимо исходить из научно обоснованных принципов адаптивного хозяйствования на земле. Адаптивные системы земледелия и животноводства ориентированы на максимальное использование естественных (природных) факторов производства продукции при существенном сокращении при этом дорогостоящих техногенных ресурсов (топливо, удобрения и др.). Формирование адаптивных систем в сельском хозяйстве может быть успешным при условии комплексного учета естественных (природных, производственных и рыночных факторов [3]. В данной связи субъектам хозяйствования, специализирующимся в сфере пчеловодства следует максимально приспособить (адаптировать) свою производственно-сбытовую деятельность к конкретным природным, а также сложившимся производственным и рыночным условиям с тем, чтобы выбранное направление специализации было менее затратным, обладало конкурентной устойчивостью и потенциалом высокой эффективно-

сти. Это обуславливает необходимость проведения квалифицированных маркетинговых исследований, в процессе которых изучаются, анализируются и оцениваются следующие основные составляющие адаптивной специализации:

1) соответствие естественных факторов (биоценоз, фитоценоз) требованиям обеспечения достаточного потенциала медосбора и других условий продуктивной жизнедеятельности пчелосемей;

2) адекватность климатических, в том числе погодных условий целям эффективного ведения пчеловодства;

3) обеспечение условий экологической безопасности технологий производства меда и других продуктов пчеловодства, включая согласование сроков химической обработки посевов в сельхозорганизациях;

4) состояние и соответствие имеющейся производственно-технической базы избранному виду деятельности (техника и спецоборудование, стоимость их приобретения, возможность изготовления на своем предприятии или на основе заказа (кооперации) в других организациях);

5) наличие работников (специалистов), способных качественно выполнять технологические процессы (операции) в пчеловодстве;

6) перспективы установления (при необходимости) договорных организационно-экономических связей с сельхозорганизациями, фермерскими хозяйствами по использованию пчелосемей для опыления посевов;

7) возможность организации стабильного и продуктивного организационно-технологического взаимодействия с перерабатывающими предприятиями, торгово-логистическими структурами, транспортными организациями.

Соответствие отрасли природным и производственным факторам не всегда может должным образом гармонизировать с рыночной конъюнктурой (спрос, предложение, цены, конкуренция и др.). Поэтому не менее важным направлением маркетингового анализа условий эффективного ведения пчеловодства должно быть изучение рынка меда и других пчелопродуктов, а также оказания туристических услуг. В данном контексте предстоит оценивать следующие характеристики рынка:

– емкость рыночного спроса, с учетом не только удовлетворения их покупательских потребностей, но и возможных объемов государственного заказа. В конечном итоге емкостью рынка лимитируются объемы производства товарного меда и другой продукции. Продукты, произведенные сверх емкости рынка, не будут достаточно востребованы, затраты на их получение не окупятся;

– сегменты рынка, т.е. устойчивость состава потребителей продуктов пчеловодства (услуг). При этом учитывается не только население, но и другие сегменты: медицина, фармацевтическая промышленность, перерабатывающие предприятия и др.;

– возможные объемы предложения пчелопродукции другими товаропроизводителями (конкурентами) с оценкой показателей их экономической деятельности (себестоимость, рентабельность и др.);

– инфраструктура рынка: изучаются аспекты торгово-сбытовой деятельности, логистики, каналы реализации продукции (магазины, общепит, детские учреждения, санатории, больницы, кондитерские и фармацевтические предприятия, госзаказ). Важно оценить возможности товарных бирж соответствующего профиля, аукционов, выставок, ярмарок и других современных форм торговли. Особое внимание необходимо уделять повышению роли рекламной деятельности и возможности организации торговли органической продукцией пчеловодства, т. е. изучаются перспективные объемы ее производств, емкость и сегменты рынка, цены, прибыль, рентабельность и др.

Адаптация деятельности пчеловодческого хозяйства к рыночным условиям имеет тесную связь с диверсификацией производственно-сбытовой деятельности [2]. Имеется в виду то, что диверсификация рассматривается как процесс создания видов деятельности, обеспечивающих более полное использование потенциала специализации основного производственного направления. Адекватными направлениями диверсификации в специализированных предприятиях отрасли пчеловодства, имеющих сельскохозяйственные земли, могут быть следующие дополнительные виды деятельности:

- производство растениеводческой продукции, выращенной в рамках севооборотной площади: зерно гречихи, производство семян пчелоопыляемых овощных культур (тыквенные, крестоцветные);
- производство плодово-ягодной продукции пчелоопыляемых садовых культур;
- выращивание цветов и семян цветочных культур, опыляемых пчелами;
- производство семян кормовых культур, характеризующихся высокой медоносной продуктивностью (фацелия, донник и др.).

Наряду с растениеводческой продукцией, пчеловодство может сочетаться и с некоторыми видами мелкого животноводства. В частности, при пчелопасеке, занимающейся выращиванием сопутствующих кормовых и овощных культур, в том числе для получения семян, может функционировать кролиководческая ферма соответствующих размеров или птицеферма.

В том случае, если пчеловодческое предприятие не имеет в своем распоряжении земельных угодий для ведения растениеводства, диверсификация экономической деятельности может осуществляться в направлении переработки пчелопродукции, ее расфасовки, упаковки, торговли.

При прогнозировании развития процессов диверсификации производственной деятельности пчеловодческих предприятий важно учитывать потенциалы экспорта и импортозамещение продуктов пчеловодства на рынках агропродовольствия.

При разработке маркетинговых стратегий необходимо уделить особое внимание повышению уровня научного обеспечения пчеловодства, укреплению связей с научными учреждениями по поводу освоения инноваций в технологиях, селекции, ветеринарной защите пчел. Не менее важно учитывать перспективы

совершенствования институционально-правовых условий ведения пчеловодства, включая принятие (уточнение) соответствующих законов, нормативно-правовых актов, осуществление мер государственного регулирования и поддержки [4].

Заключение

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Предпринимательская деятельность в отрасли пчеловодства может быть преимущественно специализированной по пяти основным направлениям (продукционное, опылительное, разведенческое, лечебно-оздоровительное, туристическое (апитуризм)).

2. Выбор рационального направления производственной специализации в пчеловодстве целесообразно осуществлять с учетом экономических и экологических преимуществ адаптивных систем хозяйствования. В данной связи следует провести квалифицированные маркетинговые исследования по трем группам факторов адаптивности (природные, экономические и рыночные).

3. Для оценки потенциала эффективности и устойчивости того или иного вида деятельности в отрасли пчеловодства целесообразно учитывать возможности диверсификации производства и рынка пчелопродукции, что будет способствовать более полному использованию природных, технико-технологических и трудовых ресурсов, как крупнотоварных, так и малых форм агробизнеса.

4. Потенциальный эффект научно обоснованного выбора производственной специализации в пчеловодстве может быть практически реализован в условиях адекватного развития материально-технической базы и рыночной инфраструктуры предприятия, целесообразного формирования кооперативно-интеграционных связей, повышения уровня научного, кадрового и нормативно-правового обеспечения предпринимательской деятельности.

Представленные методологические подходы рекомендуются субъектам хозяйствования для возможного использования при принятии управленческих решений о выборе наиболее эффективного направления специализации агробизнеса в отрасли пчеловодства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программа развития отрасли пчеловодства Республики Беларусь на 2011 – 2016 годы (проект) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.medosbor.by/index.php?option=com_content&view=article&id=72:programmarazvitiya-otrasli-pchelovodstva-respublici-belarus-na-2011-2016-goly&catid=308&Itemid=148.html. – Дата доступа: 17.02.2021.
2. Черевко, Ю.А. Использование пчел на опылении [Электронный ресурс] /Ю.А. Черевко, Г.А. Аветисян. – Режим доступа: <http://www.bestbees.ru/?g=node/1461>. – Дата доступа: 20.01.2021.

3. Гануш, Г.И. Экономика адаптивных систем хозяйствования в АПК Беларуси. Теория, методология. Практика / Г.И. Гануш. – Минск: Беларуская навука, 2018. – 186 с.

4. Нецадин, А. Опыт государственного регулирования и поддержки сельского хозяйства за рубежом

[Электронный ресурс] / А. Нецадин // Аграр. обозрение. – Режим доступа: <http://www.agroobzor.ru/ekon/a-125/html/>. – Дата доступа: 15.07.2019.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.06.2021

УДК 631.15:33

СТИМУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И.А. Контровская,

доцент каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

В статье представлен анализ государственной поддержки предпринимательской деятельности в сельской местности, в том числе агробизнеса в Республике Беларусь, в частности роли льгот и преференций, в целях развития предпринимательской инициативы сельских регионов. Предложен ряд мер по совершенствованию механизма стимулирования развития предпринимательства на селе.

Ключевые слова: сельская местность, агробизнес, предпринимательство, государственная поддержка, налогообложение, льгота, преференция, центр поддержки, бизнес-инкубатор.

The analysis of state support for entrepreneurship in rural areas, including agribusiness in the Republic of Belarus, in particular, the role of benefits and preferences in the development of entrepreneurial initiatives in rural regions is presented in the article. A number of measures are proposed to improve the mechanism for stimulating the development of entrepreneurship in rural areas.

Key words: rural areas, agribusiness, entrepreneurship, state support, taxation, benefits, preferences, support center, business incubator.

Введение

В условиях социально-ориентированной экономики предпринимательская деятельность является важнейшим ресурсом устойчивого роста. Развитие рыночной системы невозможно без существования предпринимательства и малого бизнеса, так как предприниматель является главной фигурой рыночных отношений. Стимулирование предпринимательской инициативы в Республике Беларусь является приоритетной задачей государства.

Особое внимание в настоящее время уделяется стимулированию предпринимательской активности регионов и сельской местности.

В Беларуси правовыми методами сформированы благоприятные условия для осуществления предпринимательской деятельности, раскрепощения деловой инициативы и творческого потенциала граждан в сельской местности [1].

Вместе с тем, современная социально-экономическая, демографическая ситуация на селе в Беларуси характеризуется комплексом накопившихся проблем. Это зачастую и непривлекательные условия жизни сельского населения, и депопуляция села, и отток молодежи из сельской местности.

Развитие сельского предпринимательства является важнейшей составляющей устойчивого и эффективного функционирования сельских регионов.

Вопрос необходимости совершенствования методов стимулирования развития бизнеса в сельской

местности с учетом особенностей функционирования и развития национальной экономической системы сегодня приобретает особую актуальность.

Целью работы является совершенствование механизма стимулирования развития предпринимательской деятельности в сельской местности Республики Беларусь.

Основная часть

На улучшение деловой среды, содействие развитию субъектов малого и среднего предпринимательства, совершенствование инфраструктуры, поддержки малого и среднего предпринимательства, формирование позитивного отношения к предпринимательской инициативе граждан направлены цели и задачи Государственных программ по развитию малого и среднего предпринимательства, аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [2; 3].

С целью обеспечения всестороннего развития экономики республики, на территории населенных пунктов с численностью населения до 50 тыс. человек и в сельской местности действует особый льготный режим [4].

Основные преференции для производственного предпринимательства на территории малых городов и сельской местности установлены Декретом № 6 [4] и заключаются в освобождении коммерческих организаций от налога на прибыль с прибыли, полученной от реализации продукции собственного производства (индивидуальных предпринимателей от подоходного

налога) в течение 7 лет, а также освобождение от налога на недвижимость, таможенных пошлин и НДС при ввозе технологического оборудования в качестве вклада в уставный фонд создаваемой коммерческой организации. Также в малых и средних городах и сельской местности инвестор может приобрести неиспользуемое государственное имущество на аукционе за одну базовую величину. Нормы Декрета № 6 не распространяются, если субъект предпринимательства платит единый налог или налог при УСН, осуществляет деятельность по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма.

Развитие торговли, общественного питания и бытового обслуживания на территории сельской местности и в малых городах регламентирует Указ Президента Республики Беларусь № 345 «О развитии торговли, общественного питания и бытового обслуживания» [5], который позволит создать дополнительные рабочие места для граждан, проживающих на этих территориях. В соответствии с данным документом, при осуществлении торговли, общественного питания и бытового обслуживания на территории сельской местности предпринимателям предоставляются следующие льготы:

- полное освобождение от НДС, налога на недвижимость, земельного налога (арендной платы за земельные участки, находящиеся в государственной собственности);
- налог на прибыль для юридических лиц и подоходный налог для индивидуальных предпринимателей установлены в размере 6 %, тогда как на остальных территориях налог на прибыль для организаций составляет 18 %, а подоходный налог с индивидуальных предпринимателей – 16 %;
- единый налог (для лиц его применяющих) усвоен в размере одной базовой величины;
- возможность приобретения без проведения аукциона по рыночной стоимости капитальных строений для осуществления розничной торговли, общепита, оказания бытовых услуг на территории сельской местности и малых городских поселений предоставлена.

Основными представителями малого бизнеса на селе являются индивидуальные предприниматели в сфере торговли и услуг, а также сфера аграрного бизнеса.

Развитие малого агробизнеса следует рассматривать как одно из потенциальных направлений реализации частной инициативы, привлечения инвестиций в отечественное сельское хозяйство.

Малое предпринимательство в сельском хозяйстве Республики Беларусь представлено крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и личными подсобными хозяйствами. Целевым ориентиром личных подсобных хозяйств должна быть трансформация в крестьянские фермерские хозяйства (КФХ). Сектор крестьянских подворий имеет важное значение, как резерв для расширения сектора высокотехнологичных, высокотоварных семейных фермерских хозяйств. Фермерский сектор является одним из дина-

мично развивающихся секторов аграрной экономики, имеющим положительную динамику производства продукции сельского хозяйства. В настоящее время в стране насчитывается более трех тысяч КФХ, что на 53 % превышает показатели 2015 года. Вместе с тем удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств в общем объеме производства сельскохозяйственной продукции хозяйств всех категорий остается незначительным и составляет всего 2,7 % [2].

Стимулирование развития фермерства в Республике Беларусь сегодня осуществляется следующими методами [6]:

- предоставление льгот при регистрации и начислении налогов. Так, в течение трех лет с момента регистрации фермерское хозяйство освобождается от уплаты налогов в части деятельности по производству и реализации сельскохозяйственной продукции;
- получение государственной поддержки (отвод земельного участка, предоставленного для ведения фермерского хозяйства, установление границ земельных участков, обеспечение первичного обустройства, приобретение техники фермерскими хозяйствами на условиях льготного лизинга и за счет льготного кредита ОАО «Белагропромбанк», выдаваемого на 7 лет под 2 % годовых);
- ведение бухучета в упрощенной форме небольшими крестьянскими (фермерскими) хозяйствами – плательщиками единого налога для производителей сельхозпродукции.

Несмотря на наличие льгот и преференций по развитию предпринимательства на селе, в Республике Беларусь наблюдается низкая активность и результативность существующего механизма стимулирования развития бизнеса сельских территорий. На долю сельской местности приходится незначительное количество субъектов предпринимательства. Практически во всех областях малый бизнес примерно на 50 % сосредоточен в областных центрах.

Как видно, меры поддержки касаются в основном налогового стимулирования и льготной финансовой поддержки и не учитывают некоторых особенностей ведения бизнеса в сельских регионах. Уровень регионального развития малого и среднего бизнеса зависит от многих факторов: выгодного географического положения, наличия сырьевых и трудовых ресурсов, уровня доходов населения, наличия развитой инфраструктуры, отношения и поддержка со стороны местных властей.

Таким образом, при запуске предпринимательской инициативы в сельской местности следует учитывать ряд особенностей [7]:

1. Малый объем регионального рынка. В большинстве районов Беларуси средние доходы жителей меньше, чем в областных центрах в 1,5-2 раза, что является ограничителем роста и доходности для бизнеса, ориентированного на местный рынок;

2. Ограниченность человеческих ресурсов для привлечения в качестве сотрудников. В силу ограниченности рынка труда по уровню профессиональной подготовки кадров начинающий бизнес может

испытывать проблемы с развитием структуры. Около половины местных частных инициатив на этапе реализации столкнулись с кадровой проблемой;

3. Готовность со стороны местных органов власти поддерживать начинающих предпринимателей, в том числе в вопросах использования недвижимости. Предприниматели зачастую сталкиваются со сложностями по оформлению недвижимости и земельных участков.

4. Наличие в регионе услуг по поддержке предпринимательства. Большинство сельских частных инициатив зачастую ничего не слышали не только о деятельности своих региональных структур поддержки предпринимательства, но и вообще о том, что в Беларуси существует инфраструктура поддержки предпринимателей.

5. Ограниченность финансовой поддержки. В настоящее время субъектам малого и среднего предпринимательства предоставляется помощь со стороны государства в виде субсидий и грантов на открытие бизнеса, льготных кредитов только на конкурсной основе, при условии создания рабочих мест.

Несмотря на большое количество возможностей финансовой поддержки, в настоящий момент условия по обеспечению, требования к получателю и процентные ставки зачастую не позволяют начинающим предпринимателям получить доступ к этим финансам.

Таким образом, вопрос совершенствования механизма стимулирования развития бизнеса в сельской местности с учетом особенностей функционирования и развития национальной экономической системы сегодня приобретает особую актуальность.

В настоящее время в критически важные моменты для бизнеса практическая помощь от местных органов власти, местных структур поддержки предпринимательства является недостаточной. Начинающие предприниматели в силу отсутствия профильного образования и опыта просто «не знают, чего они не знают». Активная помощь со стороны местной структуры поддержки предпринимательства в такой ситуации критически важна.

С целью стимулирования развития малого предпринимательства сельских территорий, необходимо придерживаться следующих мер:

- дальнейшее уменьшение любых форм государственного вмешательства в сферу предпринимательства на селе;
- создание правовой основы сельского предпринимательства;
- совершенствование деятельности существующих и создание новых субъектов сети инфраструктуры субъектов поддержки предпринимательства на селе.

Региональные центры поддержки предпринимательства (ЦПП) и/или бизнес-инкубаторы могут в значительной степени снизить для начинающих предпринимателей риски развития их бизнес идеи и повысить устойчивость предпринимательской деятельности за счет принятия следующих мер:

1. Повышение уровня компетенций начинающих предпринимателей, осуществляя обучение, организо-

вывая обучающие поездки по обмену опытом, делая акцент на практические знания.

2. Осуществление помощи в поиске и привлечении инвестиций, субсидий и/или технологической помощи, предоставляя оборудование и/или технологии.

3. Консультирование предпринимателей по вопросам развития бизнеса (прежде всего в области организации продаж, поиска деловых партнеров, производства товаров или услуг и т.д.). Поддержка по поиску рынков сбыта, потребителей за пределами района, а также помощь в подборе персонала должна быть одним из базовых направлений услуг ЦПП и бизнес-инкубаторов в регионах. Форматы реализации – от обучающих семинаров до сопровождения сделок по дистрибуции.

4. Распространение рекламной информации, содействие в подготовке и бесплатном размещении в местных СМИ публикаций (статьи-интервью) о таких предпринимателях, что помогло бы им быстрее познакомить местных жителей со своими товарами и услугами и послужило популяризации предпринимательства в регионе.

5. Предоставление услуг по выполнению некоторых функций (секретарские, бухгалтерские услуги, юридическая поддержка и т.д.) на льготных условиях, снижая операционные издержки начинающих предпринимателей и т.д.

6. Совершенствование деятельности местных органов власти по поддержке начинающих предпринимателей. Целесообразно было бы стимулировать заинтересованность специалистов местных органов власти в поддержке предпринимателей через привязку части дохода специалистов от фактических результатов по развитию предпринимательства в регионе (количество созданных рабочих мест, зарегистрированных предпринимателей и т.д.);

7. Обеспечение доступа начинающих предпринимателей к льготным кредитам. Местный ЦПП и бизнес-инкубатор может помочь разработать начинающему предпринимателю бизнес-план, который будет успешен с наибольшей вероятностью. Кредит под закупку оборудования для реализации этого бизнес-плана может выделяться местной структуре поддержки предпринимательства, и приобретенное оборудование будет передано в работу начинающему предпринимателю с возмещением затрат ЦПП и бизнес-инкубатора на обслуживание кредита. При этом оборудование может быть собственностью ЦПП и бизнес-инкубатора и после определенного периода передаваться или продаваться уже действующему предпринимателю, инициировавшему данную бизнес-инициативу.

8. Популяризация полезной для предпринимателей информации через средства массовой информации (СМИ), рекламно-информационные носители, организация тематических справочных материалов, собранных по видам предпринимательской деятельности.

9. Поддержка и стимулирование целевого развития районной структуры поддержки предпринимательства. Пустующие или неэффективно используемые помещения можно было передавать субъектам

поддержки предпринимательства на льготных условиях под целевые обязательства и с ответственностью за содействие и создание/регистрацию новых предпринимательских структур или создание новых рабочих мест и т.д. В настоящее время помещения зачастую предлагается выкупать на аукционах.

Таким образом, развитие предпринимательства в сельской местности Республики Беларусь во многом может быть усилено более активной работой субъектов поддержки предпринимательства и местных органов власти.

Положительным примером такой активной работы на местном уровне может служить первый и единственный бизнес-инкубатор в сельской местности Беларуси, зарегистрированный в 2019 году и ставший продолжением центра развития сельского предпринимательства – ОДО «Центр развития сельского предпринимательства «Комарово».

Касательно развития аграрного бизнеса сельских территорий можно выделить следующие пути стимулирования:

- привлечение молодежи в фермерство и оказание поддержки путем реализации республиканской программы «Молодой фермер»;
- урегулирование нормативно-правового механизма земельных отношений и передачи неиспользуемого имущества на баланс крестьянского (фермерского) хозяйства;
- поддержка производства органической продукции фермерским сектором;
- стимулирование производства товарной продукции в личных подсобных хозяйствах граждан путем создания семейных ферм. Семейные фермы будут трансформироваться в крестьянские (фермерские) хозяйства. В этой связи представляет интерес Закон Республики Узбекистан от 26 апреля 2012 г. «О семейном предпринимательстве» [8];
- внедрение собственной переработки продукции для расширения зоны поставок;
- сельскохозяйственная кооперация, с целью снижения издержек производства участников кооперации;
- создание оптово-распределительных центров продукции;
- развитие интеграции крестьянских хозяйств с крупнейшими перерабатывающими сельскохозяйственными предприятиями.

Развитие малого аграрного бизнеса позволит повысить эффективность использования земельных ресурсов, увеличить объемы производства продовольственных товаров, сократить импорт продовольствия, создать новые рабочие места в сельской местности.

Заключение

Развитие предпринимательства в сельской местности является приоритетной задачей государства.

Действующие в Республике Беларусь меры стимулирования развития малых форм хозяйствования в сельских территориях играют существенную роль в экономическом и социальном развитии села. Однако существующий механизм поддержки касается в ос-

новном льгот в области налогообложения и не учитывает ряд особенностей осуществления предпринимательской инициативы в сельской местности.

Таким образом, механизм стимулирования развития предпринимательства на селе требует совершенствования с учетом особенностей функционирования и развития национальной экономической системы. Кроме того, причиной этому является низкая активность и результативность развития бизнеса на селе. На долю сельской местности приходится незначительное количество субъектов предпринимательства.

Важной составляющей мер поддержки развития предпринимательства в сельской местности Республики Беларусь является активная работа субъектов поддержки предпринимательства и местных органов власти.

С целью стимулирования развития малого предпринимательства сельских территорий, данным органам рекомендуется разработать правовую базу сельского предпринимательства; активизировать работу по поиску рынков сбыта продукции, подбору персонала; содействовать популяризации деловой информации для предпринимателей, обеспечить доступ начинающих предпринимателей к льготным кредитам и многое другое. Кроме того, необходимо стимулировать заинтересованность специалистов местных органов власти в поддержке предпринимателей.

Большое значение в развитии сельских регионов имеет принятие мер по поддержке агробизнеса, направленных на стимулирование деятельности крестьянских фермерских хозяйств. С учетом специфики развития агробизнеса представляется целесообразным: разработать правовую базу семейного предпринимательства; поддерживать процессы интеграции и кооперации малых форм хозяйствования на селе с сельскохозяйственными организациями; развивать молодежное фермерство; урегулировать нормативно-правовой механизм использования государственного имущества.

Развитие аграрного бизнеса позволит достичь устойчивого и эффективного функционирования сельских регионов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная поддержка предпринимательской деятельности как важный фактор становления национальной инновационной системы: материалы X междунар. науч.-практ. конф. «Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК», Минск, 24-25 мая 2018 года. – БГАТУ, 2018.
2. Государственная программа развития аграрного бизнеса на 2021-2025 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. – Дата доступа: 02.06.2021.
3. О Государственной программе «Малое и среднее предпринимательство» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респуб-

лики Беларусь, 29 января, 2021 г., № 56 // Консультант Плюс: Беларусь; ООО «ЮрСпектр»; Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

4. О стимулировании предпринимательской деятельности на территории средних, малых городских поселений, сельской местности [Электронный ресурс]: Декрет Президента Республики Беларусь, 7 мая 2012 г., № 6 (в ред. от 27 июня 2016 г. № 2) // Консультант Плюс: Беларусь; ООО «ЮрСпектр» / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

5. О развитии торговли, общественного питания и бытового обслуживания: Указ Президента Республики Беларусь от 22.09.2017 № 345 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] // ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

6. О государственной поддержке фермеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://info.farmer1.by/o-gosudarstvennoj-podderzhke-fermerov>. – Дата доступа: 02.06.2021.

7. Развитие предпринимательства в сельской местности в Республике Беларусь: научно-практическое издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecopartnerstvo.by/ru/publications/drugoe/belaya-kniga-razvitiye-predprinimatelstva-v-selskoy-mestnosti-v-respublike>. – Дата доступа: 02.06.2021.

8. Герасименко, А. Семейное предпринимательство / А. Герасименко // Экономическая газета. – 2012. – 3 апреля. – С. 5-6.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 07.06.2021.

УДК 339.187:63-021.66

РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО БИЗНЕСА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЮДЖЕТНОЙ ПОДДЕРЖКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И.А. Войтко,

доцент каф. инновационного развития АПК Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

В статье проведен анализ основных законодательных актов в сфере государственной поддержки сельского хозяйства Республики Беларусь, динамики объемов и структуры прямого бюджетного финансирования в рамках реализации пятилетних государственных программ развития аграрного бизнеса. Выявлено, что недостижение некоторых целевых показателей Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы свидетельствует о недостаточной эффективности использования бюджетных средств. Предложена авторская классификация мер поддержки сельского хозяйства в зависимости от специфических особенностей отрасли, позволяющая повысить их ориентацию на эффективность использования, как степень достижения поставленных целей.

Ключевые слова: сельское хозяйство, аграрная политика, государственная поддержка, сельскохозяйственная продукция, государственная программа, эффективность.

The article analyzes the main legislative acts in the field of state support of agriculture in the Republic of Belarus, the dynamics of the volume and structure of direct budget financing within the framework of the implementation of five-year state programs for the development of agricultural business. It is revealed that the failure to achieve some of the targets of the State Program for the development of Agrarian Business in the Republic of Belarus for 2016-2020 indicates insufficient efficiency in the use of budget funds. The author's classification of agricultural support measures, depending on the specific features of the industry, is proposed, which makes it possible to increase their focus on the efficiency of use as the degree of achievement of the set goals.

Key words: agriculture, agrarian policy, state support, agricultural products, governmental program, efficiency.

Введение

Аграрная отрасль для подавляющего большинства стран мира сохраняет свою значимость как отрасль, призванная обеспечить национальную продовольственную безопасность, а также как сфера человеческой жизнедеятельности, способная в наибольшей степени сохранить уникальную национальную

культуру и традиции. В то же время сельское хозяйство по сравнению с промышленностью остается менее привлекательным местом приложения труда. Основные причины этого заключаются в том, что доходность аграрного производства подвержена большему воздействию природно-климатических рисков; социальная и производственная инфраструктура на

селе менее развита, условия труда предусматривают ненормированный рабочий день и многое другое.

Для поддержки агропромышленного комплекса могут быть использованы различные инструменты государственного регулирования, направленные на стимулирование деловой активности и поддержание доходности – от льгот в области налогообложения, до субсидирования надбавок к ценам на реализуемую сельскохозяйственную продукцию.

Целью исследования является разработка приоритетных направлений прямого бюджетного субсидирования сельского хозяйства в зависимости от специфических особенностей аграрного производства на основе изучения механизма финансирования государственных программ развития аграрного бизнеса Республики Беларусь.

В ходе исследования изучены международные и национальные нормативно-правовые акты в сфере развития государственной поддержки в сельском хозяйстве, использованы методы системного и сравнительного анализа, а также монографический и расчетно-конструктивный методы.

Основная часть

В настоящее время механизм предоставления поддержки сельскохозяйственному сектору зафиксирован в Указе Президента Республики Беларусь № 347 «О государственной аграрной политике» [1], Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [2], Договоре о Евразийском экономическом союзе (Договор) [3].

При этом следует отметить, что Договор является рамочным документом, предусматривающим единые правила для государств – членов Союза в части государственной поддержки. Эти правила касаются классификации мер поддержки на группы по степени искажающего воздействия на производство и торговлю, принятие обязательств по отказу от применения мер, оказывающих в наибольшей степени искажающее воздействие на производство и торговлю, превышение размера особой группы мер предоставляемой поддержки. Положения Договора принимаются во внимание государствами с членами Союза при разработке национальных законодательных актов в части государственной поддержки.

Согласно Указу № 347, государственная поддержка включает прямые и косвенные меры. Прямые меры поддержки реализуются посредством финансирования за счет средств республиканского и (или) местных бюджетов общегосударственных мероприятий, непосредственно субъектов, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства, а также компенсации потерь банков и открытого акционерного общества «Банк развития Республики Беларусь» при выдаче льготных кредитов субъектам, осуществляющим деятельность в области агропромышленного производства.

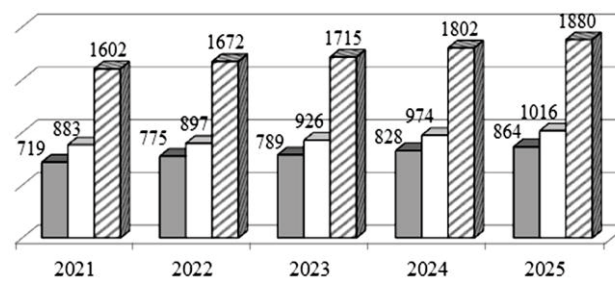
Наряду с прямыми мерами государственной поддержки, в Беларуси широко используются и косвенные меры: регулирование ценообразования, льготное

налогообложение, предоставление правительственных гарантий, отсрочка (рассрочка) исполнения долговых обязательств и пр.

Выделение большей части прямой поддержки сельскому хозяйству в настоящее время осуществляется в рамках реализации подпрограмм Государственной программы «Аграрный бизнес» (Программа). Динамика и структура источников прямой бюджетной поддержки АПК на период 2021–2025 гг. представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, планы по финансированию отрасли относительно стабильны, прирост соответствует прогнозируемому уровню инфляции, доля республиканского бюджета также по годам стабильная и составляет около 45 %.

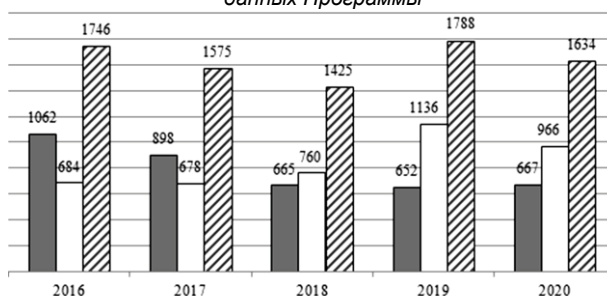
В то же время, изучение объемов финансирования, отраженных в Государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы, в ее редакции от 31.12.2020 г. [4], т.е. на момент завершения ее реализации, показало, что объем поддержки и структура источников финансирования по годам существенно варьировали (рис. 2).



■ Республиканский бюджет □ Местные бюджеты ▨ ИТОГО

Рисунок 1. Финансирование по Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, млн руб.

Примечание – Рисунок выполнен автором на основе данных Программы



■ Республиканский бюджет □ Местные бюджеты ▨ ИТОГО

Рисунок 2. Финансирование по Государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы (в редакции от 31.12.2020), млн руб.

Примечание – Рисунок выполнен автором на основе данных Программы

Важно отметить, что Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы предусмотрена возможность уточнения и корректировки объемов бюджетных средств, направляемых на реализацию ее мероприятий. Данные по финансированию мероприятий выше-

указанной государственной программы на момент ее утверждения [5] и реализации [4] показывают, что такие корректировки проводились в течение всего срока реализации программы (рис. 3) и корректировке в большей степени подвергались объемы финансирования из республиканского бюджета.

Основные направления прямой государственной поддержки отражены в пятилетних программах в рамках реализации подпрограмм. Новая Государственная программа включает в себя 9 подпрограмм (предыдущая – 12). Наибольшее финансирование предусмотрено на мероприятия подпрограммы 9 «Обеспечение общих условий функционирования агропромышленного комплекса» (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, на финансирование мероприятий подпрограммы 9 предусмотрено выделение свыше 75 % средств республиканского и местных бюджетов. На реализацию остальных подпрограмм планируется направить менее 25 %. Такая структура

финансирования сохранилась исходя из практики реализации предыдущей государственной программы на 2016-2020 годы.

Изучение мероприятий подпрограммы 9 «Обеспечение общих условий функционирования агропромышленного комплекса» показало, что наибольший удельный вес в структуре финансирования занимают иные мероприятия в соответствии с решениями Президента Республики Беларусь – около 45 % общего финансирования по подпрограмме. Существенный удельный вес занимает финансирование, направляемое на содержание областных и межрайонных ветеринарных лабораторий, областных, районных, городских, районных в городах ветеринарных станций (около 22-23 %), содержание бюджетных организаций, осуществляющих деятельность в сфере агропромышленного комплекса, находящихся в подчинении Минсельхозпрода (около 12 %), а также уплата страховых взносов по обязательному страхованию с госу-

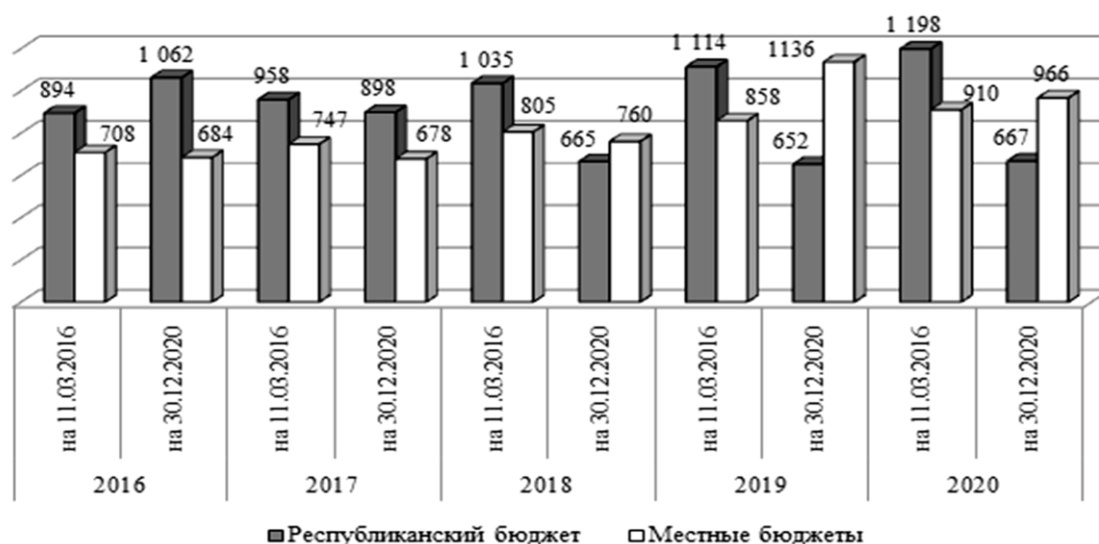


Рисунок 3. Объемы финансирования по Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг., трлн руб.*

Примечание – Рисунок выполнен автором на основе данных государственной программы

* В расходы республиканского бюджета также включены: субвенции, передаваемые в бюджеты областей; средства инвестиционного фонда концерна «Белгоспищепром»; внебюджетный централизованный инвестиционный фонд Министерства энергетики Республики Беларусь.

Таблица 1. Структура финансирования мероприятий Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы в рамках подпрограмм, %

Годы	2021	2022	2023	2024	2025
Подпрограмма 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства»	5,92	5,94	6,06	6,03	6,03
Подпрограмма 2 «Развитие семеноводства сельскохозяйственных растений»	0,89	0,89	0,91	0,91	1,13
Подпрограмма 3 «Развитие животноводства, переработки и реализация продукции животноводства»	2,61	0,92	0,22	0,22	0,00
Подпрограмма 4 «Развитие племенного дела в животноводстве»	1,40	1,41	1,44	1,43	1,43
Подпрограмма 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности»	0,62	0,63	0,64	0,63	0,63
Подпрограмма 6 «Инженерные противопожарные мероприятия»	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Подпрограмма 7 «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения»	13,21	13,32	13,65	13,89	14,03
Подпрограмма 8 «Развитие и поддержка малых форм хозяйствования»	1,03	1,04	1,06	1,05	1,05
Подпрограмма 9 «Обеспечение общих условий функционирования агропромышленного комплекса»	74,24	75,79	75,96	75,78	75,62

дарственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы и противозпизоотические мероприятия в области ветеринарной деятельности, ветеринарные мероприятия по предупреждению возникновения и ликвидации очагов заразных болезней животных, предусмотренных перечнем заразных болезней животных, при которых устанавливается карантин (порядка 5 % на каждое направление). Менее 1 % затрат приходится на мероприятия по государственному испытанию сортов растений на патентоспособность; проведение республиканских соревнований, смотров-конкурсов в агропромышленном комплексе; агрохимическое обслуживание и другие.

Такой большой удельный вес в планах финансирования, предусмотренного на проведение иных мероприятий в соответствии с решениями Президента Республики Беларусь, позволяет более гибко и оперативно реагировать на возникающие вызовы и угрозы, проводить субсидирование непредвиденных затрат и потерь. Кроме того, резервирование части бюджетных средств на развитие АПК может быть оправдано в условиях кризиса и макроэкономической неопределенности. В то же время, такой подход, когда выделение существенной части бюджетных средств проводится в зависимости от текущей потребности и носит разовый характер, может отрицательно сказываться на эффективности использования бюджетных средств, так как больший размер поддержки получают неэффективные предприятия, не способные организовать своевременное финансирование текущей деятельности своими силами.

Учитывая это, критерием оценки эффективности использования бюджетных средств может быть сопоставление сформулированных целей реализации программы (подпрограмм) с фактически достигнутыми результатами. Так, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, не все сводные целевые показатели Государственной программы развития аграрного бизнеса на 2016 – 2020 гг. были выполнены:

рост производительности труда в сельском хозяйстве – **выполнен**;
темпы роста экспорта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания – **не выполнен**;
отношение кредиторской задолженности и задолженности по кредитам и займам к выручке от реализации продукции, товаров, работ, услуг в сельском хозяйстве – **не выполнен**.

Изучение степени достижения целевых показателей по подпрограммам показывает, что большинство целевых показателей достигнуты (табл. 2).
Учитывая тенденции последних лет (междуна-

Таблица 2. Достижение целевых показателей по подпрограммам Государственной программы развития аграрного бизнеса на 2016-2020 гг.

Подпрограмма	Целевой показатель	Степень достижения
Подпрограмма 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства»	Индекс производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий в 2020 году к 2015 году	выполнен
Подпрограмма 2 «Развитие селекции и семеноводства»	Темп роста объемов реализации научными и элит-производящими организациями республики оригинальных и элитных семян современных высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений	выполнен
Подпрограмма 3 «Развитие животноводства, переработки и реализации продукции животноводства»	Индекс производства продукции животноводства в хозяйствах всех категорий	не выполнен
Подпрограмма 4 «Развитие племенного дела в животноводстве»	Темп роста численности коров молочных и специализированных мясных пород селекционных стад, чистопородных свиноматок и овцематок в племенных хозяйствах	выполнен
Подпрограмма 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности»	Объем производства рыбных ресурсов в водных объектах республики	выполнен на 98,4 %
Подпрограмма 6 «Техническое перевооружение и информатизация агропромышленного комплекса»	Рост энерговооруженности труда в организациях, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства	выполнен
Подпрограмма 7 «Инженерные противопожарные мероприятия»	Площадь защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных земель от паводков в наиболее паводкоопасных районах Полесья	выполнен
Подпрограмма 8 «Сохранение и использование мелиорированных земель»	Ввод в сельскохозяйственный оборот реконструированных мелиоративных систем и вновь мелиорированных сельскохозяйственных земель	выполнен
Подпрограмма 9 «Структурные преобразования в агропромышленном комплексе» (бюджетное финансирование не предусмотрено)	Рентабельность продаж в сельском хозяйстве	не выполнен
Подпрограмма 10 «Развитие и поддержка малых форм хозяйствования»	Индекс производства продукции сельского хозяйства в крестьянских (фермерских) хозяйствах	выполнен

Продолжение таблицы 2

Подпрограмма	Целевой показатель	Степень достижения
Подпрограмма 11 «Создание и развитие производств по переработке местных видов сырья и вторичных продуктов пищевой промышленности»	Выручка от реализации продукции, товаров (работ, услуг) на одного среднесписочного работника в организациях, входящих в состав концерна «Белгоспищепром»	подпрограмма завершила действие в 2018 году
Подпрограмма 12 «Обеспечение общих условий функционирования агропромышленного комплекса»	Индекс валовой добавленной стоимости в сельском хозяйстве в сопоставимых ценах	выполнен

родная интеграция, экономический кризис, снижение возможностей бюджетов различного уровня в субсидировании аграрного производства и т.п.), а также принимая во внимание возрастающую необходимость повышения эффективности использования бюджетной поддержки, была выработана авторская классификация мер по группам приоритетности в зависимости от степени проявления специфических особенностей сельскохозяйственного производства.

Важно отметить, что данная классификация касается мер, целью оказания которых является выравнивание условий для производства и торговли субъектов хозяйствования в различных сферах деятельности. В этом случае происходит перераспределение национального дохода между различными видами экономической деятельности в пользу наиболее уязвимых. Государства широко используют традицион-

ные меры поддержки, предоставление которых обусловлено специфическими особенностями сельскохозяйственного производства. В таблице 3 приведена классификация наиболее приемлемых с практической точки зрения мер поддержки, призванных выравнивать условия для производства в сельском хозяйстве и других видов экономической деятельности, а также сформировать более привлекательные условия в сельской местности для проживания и приложения труда.

В этой связи, в условиях сокращения возможностей бюджета Республики Беларусь по финансированию аграрной отрасли целесообразно при сохранении существующей практики предусмотреть большую ориентацию мер поддержки (как по размерам, так и по направлениям) на эффективность их использования, что должно проявляться в достижении установленных целей предоставления поддержки.

Таблица 3. Меры государственной поддержки сельского хозяйства в зависимости от специфических особенностей аграрного производства

Особенности/цель	Мера поддержки	Механизм воздействия
Исключительная ориентация отрасли на достижение и поддержание продовольственной безопасности	Прямые выплаты в виде надбавок к цене; ценовая поддержка; компенсация части затрат на ресурсы (основные, оборотные средства, трудовые ресурсы, кредиты); предоставление налоговых льгот	Стимулирование деловой активности и роста эффективности посредством: поддержки доходности; стимулирование привлечения внешних и внутренних инвестиций
Высокая зависимость от природно-климатических условий	Реализация программ агрострахования с государственной поддержкой; компенсация затрат по проведению противозооотических мероприятий; централизованное финансирование затрат на селекцию и семеноводство	Снижение потерь, возникающих вследствие ухудшения природно-климатических условий для производства, распространения болезней растений и животных; снижение рисков внедрения инноваций, приобретения новых сортов культур и пород животных
Сезонность производства требует от работников, занятых в сельском хозяйстве, более широкой квалификации, позволяющей им работать на различных производственных участках	Бюджетное финансирование образования и науки; предоставление налоговых льгот, в том числе по подоходному налогу, отчислениям в социальные фонды; полное или частичное финансирование затрат на развитие инфраструктуры; прямые выплаты производителям, использующим инновации.	Обеспечение более широкой доступности для работников сельского хозяйства высшего и среднего специального образования, повышения квалификации и переподготовки; снижение рисков внедрения инноваций; повышение привлекательности сельской местности для проживания и приложения труда
Длительный период оборачиваемости оборотных средств и более высокая, по сравнению с промышленностью потребность в заемных средствах	Компенсация потерь банков от выдачи льготных кредитов	Предотвращение необоснованного роста себестоимости производства продукции вследствие привлечения кредитов (из-за длительного оборота средств)

Продолжение таблицы 3

Особенность/цель	Мера поддержки	Механизм воздействия
Сельское хозяйство – уникальный хранитель этнической национальной культуры и традиций	Выплата надбавок к цене; ценовая поддержка; компенсация части затрат на ресурсы (основные, оборотные средства, трудовые ресурсы, кредиты); предоставление налоговых льгот, в том числе по подоходному налогу, отчислениям в социальные фонды, а также для других видов деятельности (не связанных в сельском хозяйством) в сельской местности; прямые погектарные выплаты; прямое бюджетное субсидирование строительства и функционирования объектов инфраструктуры в сельской местности	Стимулирование деловой активности посредством: поддержания доходности; стимулирование привлечения внешних и внутренних инвестиций; повышение привлекательности сельской местности для проживания и приложения труда
Примечание – Таблица составлена автором по результатам собственных исследований на основе источников [6-11].		

Заключение

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Изучение планируемых показателей по финансированию аграрной сферы в рамках реализации Государственной программы развития аграрного бизнеса на 2016-2020 гг. показало, что объемы и направления финансирования подвергались корректировке в течение всего срока реализации программы. Кроме того, большая часть бюджетных средств предназначалась на прочие мероприятия. С одной стороны, резервирование существенных объемов бюджетного финансирования позволяет более оперативно реагировать на возникающие сложности в сельском хозяйстве и покрывать недостающие потребности. С другой стороны, такой подход снижает эффективность использования бюджетных средств, так как недостающие потребности могут возникать не только из-за неблагоприятных природно-климатических и макроэкономических факторов, но и вследствие нерациональной организации и низкой эффективности производства, что приводит к перебоям в финансировании.

2. На основе авторского методического подхода разработана классификация мер поддержки и механизмов их воздействия (административный, экономический) в зависимости от специфических особенностей организации ведения сельскохозяйственного производства. Установлено, что исключительная ориентация сельскохозяйственного производства на достижение и поддержание продовольственной безопасности требует применения мер, направленных на стимулирование доходности и деловой активности (выплаты надбавок к цене; ценовая поддержка; компенсация части затрат на ресурсы (основные, оборотные средства, трудовые ресурсы, кредиты); предоставление налоговых льгот). В то же время, высокая зависимость аграрной отрасли от природно-климатических условий требует применения мер, направленных на снижение потерь, возникающих вследствие ухудшения природно-климатических условий для производства (реализация программ агрострахования с государственной поддержкой; ком-

пенсация затрат по проведению противозооотических мероприятий и пр.). Сельское хозяйство как уникальный хранитель этнической национальной культуры и традиций требует стимулирования развития инфраструктуры на селе и повышения привлекательности сельской местности для проживания и приложения труда предоставление налоговых льгот, в том числе по подоходному налогу, отчислениям в социальные фонды, а также для других видов деятельности не связанных с сельским хозяйством.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О государственной аграрной политике [Электронный ресурс]: Указ Президента Республики Беларусь, 17 июля 2014 г., № 347// Консультант Плюс. Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр»; Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 01 февр. 2021 г., № 59 // Консультант Плюс. Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр»; Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
3. О ратификации Договора о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 9 октября 2014 года // Консультант Плюс. Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр»; Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
4. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.03.2016 № 196 (ред. от 31 декабря 2020 г.).
5. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585: постановление Совета Министров Республики

Беларусь от 11 марта 2016 г. № 196.

6. Ромашкин, Р.А. Обзор правил предоставления сельскохозяйственных субсидий, перспективы их совершенствования и обязательства России в ВТО в области сельского хозяйства / Р.А. Ромашкин // Торговая политика. – 2015. – № 2/2. – С. 116-124.

7. Киреенко, Н.В. Диверсификация государственной поддержки сельского хозяйства в Беларуси с учетом международных требований и обязательств / Н.В. Киреенко, И.А. Казакевич // Белорусский экономический журнал. – 2018. – № 4. – С. 65-76.

8. Войтко, И.А. Изучение основных методических подходов к формированию системы прямого бюджетного субсидирования АПК в условиях международной интеграции / И.А. Войтко, Л.В. Шабуня // Механизмы эффективного регулирования развития АПК в современных условиях: вопросы теории и методологии. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2019. – С. 85-95.

9. Бельский, В.И. Экономический механизм государственного регулирования сельскохозяйственно-

го производства: теория, методология, практика / В.И. Бельский. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. – 265 с.

10. Изучение основных методических подходов к формированию системы прямого бюджетного субсидирования АПК в условиях международной интеграции / Механизмы эффективного регулирования развития АПК в современных условиях: вопросы теории и методологии / И.А. Войтко [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – С. 85-95.

11. Войтко, И.А. Государственная поддержка сельского хозяйства в условиях международной экономической интеграции / И.А. Войтко, А.Л. Ломакина // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь; редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. / Нац. акад. наук Беларуси; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 107-111.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.07.2021

УДК 332.1

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

С.Д. Юдицкая,
аспирант БГЭУ

В статье рассмотрены подходы к определению устойчивого развития сельских территорий, проанализированы основные методологические подходы к составлению методики оценки устойчивости развития сельских территорий зарубежными исследователями. Предложена составленная автором концептуальная схема устойчивого развития сельских территорий различных уровней, а также определены этапы комплексной оценки устойчивости развития сельских территорий Республики Беларусь.

Ключевые слова: устойчивое развитие, сельские территории, методика оценки устойчивости, зеленая экономика, диверсификация.

The article considers the approaches to the definition of sustainable development of rural areas, analyzes the main methodological approaches to the compilation of methods for assessing the sustainability of rural development by foreign researchers. A conceptual scheme of sustainable development of rural areas at various levels is proposed, and the stages of a comprehensive assessment of the sustainability of rural areas of the Republic of Belarus are determined.

Key words: sustainable development, rural areas, sustainability assessment methodology, green economy, diversification.

Введение

Большинство стран в современном мире идут по пути «зеленой экономики», ориентируясь на цели устойчивого развития. Для Республики Беларусь данная тенденция не менее актуальна. В сентябре 2015 года государства-члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Составной частью Повестки являются 17 целей устойчивого развития и 169 подчиненных им задач, которых необходимо достичь к 2030 году. Следуя глобальным целям устойчивого развития и применяя зарубежный опыт, Беларусь сможет решить вопросы экономического, социального, а также экологического характера,

обеспечить комплексное развитие сельских территорий, сохранить и приумножить национальные традиции, уникальные природные объекты, памятники архитектуры и наследие белорусской деревни в целом.

Целью статьи является обоснование концептуальных подходов к оценке устойчивости развития сельских территорий, включающих цели, принципы, задачи и факторы.

Работа над исследованием устойчивого развития сельских территорий носит междисциплинарный характер. Многие исследователи делают акцент на непрерывном и сбалансированном развитии сельских территорий посредством эффективного взаимодей-

ствия всех хозяйствующих субъектов экономики друг с другом и с органами государственной власти.

Устойчивое развитие сельских территорий некоторыми учеными рассматривается как процесс. Например, определение Шумакова О.В. и Рыбканова М.А. формулируется как динамический процесс позитивных изменений, который контролируется государством и ориентирован «на расширенное воспроизводство у сельскохозяйственных товаропроизводителей, диверсификацию их агропроизводства, привлечение инвестиций, использование инноваций», при этом учитываются ресурсный потенциал и историко-культурные особенности каждой конкретной сельской территории [1]. Полушкин Н.А. в своем определении делает акцент на том, что это «целенаправленный процесс долговременного развития с сохранением этой способности в будущем, с качественным и справедливым градиентом развития в экономической, экологической и социальной сферах жизнедеятельности». В основу процесса положено гармоничное сочетание «экологобезопасного хозяйствования на селе» с целью обеспечения органическими продуктами питания, повышения качества жизни сельского населения, сохранения для будущих поколений «природы, культуры, традиций, среды обитания» при оптимальном государственном вмешательстве и вовлечении органов местного управления [2]. В сформулированном белорусскими исследователями Пакуш Л.В. и Ефименко А.Г. определении под устойчивым развитием сельских территорий понимается процесс использования потенциала каждой отдельной территории «для обеспечения высокого уровня жизни населения и доходов хозяйствующих субъектов», наряду с эффективным использованием социо-эколого-экономического потенциала данной территории «при производстве товаров и оказании различных работ и услуг» [3].

Другие исследователи определяют данную концепцию как систему. Так, Молчаненко С.А. формулирует устойчивое развитие сельских территорий как систему «постоянного эволюционного изменения отдельных территориально и функционально взаимосвязанных системных элементов». В своем определении ученый также уточняет, что устойчивое развитие сельских территорий, во-первых, повышает эффективность деятельности субъектов экономики; во-вторых, «предполагает общественно-приемлемую и экономически обусловленную стабильность достигнутого социо-эколого-экономического уровня развития» района; в-третьих, делает возможным минимизацию потерь от прогнозируемых рисков; в-четвертых, не нарушает принципов устойчивого развития в целом; в-пятых, «соответствует конструктивным требованиям аграрной политики, не нарушая баланса развития производственных и трудовых процессов на селе» [4]. Определение белорусских ученых Ильиной З.М. и Миренковой Г.В. формулируется как «многоуровневая система интегрированных компонентов, их отношений и связей», которые, в свою очередь, отражают «содержание процессов сбалансированного социального, экономического и экологического развития». Главное предназначение сельской территории как эколого-социально-экономической системы

исследователи видят в «обеспечении продовольственной безопасности и сохранении природной среды как важнейшего потенциала, обеспечивающего уровень и качество жизни с учетом емкости биосферы и потребности, как настоящего, так и будущих поколений» [5].

Ряд ученых при определении исследуемой дефиниции уточняют вектор развития. В сформулированном Москалевой О.А. и Телегиной О.В. определении акцентируется внимание на стабильном социально-экономическом развитии сельских территорий, а также на увеличении объема производимой сельскохозяйственной продукции, рациональном использовании земельных ресурсов, повышении эффективности сельского хозяйства в целом, а также на достижении полной занятости населения, проживающего в сельской местности и повышении уровня его жизни [6].

Проведенный сравнительный анализ научных подходов к определению исследуемой концепции показал, что авторы стремятся гармонично охватить не только социо-эколого-экономические факторы, но также институциональные и политические.

Изучение существующих концептуальных подходов к оценке устойчивого развития сельских территорий показало также, что учеными ведется активная работа по этому направлению. Результаты проведенных исследований демонстрируют, что в основном методики состоят из четырех этапов. На первом этапе ученые обосновывают перечень показателей, рассчитывают их частные и интегральные значения. Второй этап методики заключается в проведении оценки полученных значений. Следующий этап состоит в оценке состояния развития и выделении типов сельских территорий. Завершающим этапом исследований является обоснование приоритетных направлений [7], определение качества и вектора развития сельской территории [8].

Разработка методики оценки устойчивости развития сельских территорий имеет теоретический характер, но в большей мере, безусловно, и практический, поскольку управленцы заинтересованы в эффективном принятии решений и ждут конкретных предложений по комплексному управлению устойчивым развитием.

Рассмотрим, какие аспекты лежат в основе актуальных методик оценки устойчивости развития сельских территорий (табл. 1).

В ходе изучения методик оценки устойчивости развития сельских территорий, разработанных зарубежными учеными, были выявлены общие черты: авторы комплексно рассматривают процессы, происходящие на сельских территориях. Большинство методик объединяют экономические, социальные и экологические аспекты развития сельских территорий, некоторые исследователи также включают в методику институциональные, политические и другие составляющие.

Основная часть

Оценку устойчивости сельских территорий в условиях диверсификации сельской экономики можно рассматривать применяя методологию системного анализа, декомпозицию как способ системного анали-

**Таблица 1. Подходы к выделению аспектов устойчивого развития
сельских территорий**

Аспекты развития сельских территорий	Автор, источник					
	А.И. Богачев и др. [9]	А.В. Агибалов [8]	И.Н. Меренкова [10]	Н.А. Павельев [7]	М.С. Арзуманян [11]	А.В. Цветцых [12]
экономический	+	+	+	+	+	
экологический	+	+	+	+	+	
социальный	+	+	+	+	+	
институциональный			+		+	
политический				+	+	
природно-ресурсный						+
социальный и соци- ально-экономический						+
производственный						+
социально-бытовой						+
социально- культурный						+
финансово- бюджетный						+

за при структуризации целей и решений, понимая сельскую территорию как сложную систему. В основу данных исследований положены четыре аспекта развития сельских территорий: социальный, экономический, экологический и институциональный.

Для того чтобы учесть специфику развития сельских территорий в Республике Беларусь, в основу авторской методики положены следующие принципы: разделение уровней (национальный и местный). Местному уровню соответствуют сельские территории областей, районов и сельских советов, а также принцип, состоящий в том, что, чем выше анализируемый уровень системы, тем крупнее являются составляющие его исследования. Отметим, что в каждом из четырех аспектов развития сельских территорий автором выделяется перечень показателей, которые должны отвечать требованиям системности, измеряемости, адекватности, прозрачности, достоверности, сопоставимости.

На рисунке 1 представлена концептуальная схема устойчивого развития сельских территорий на национальном и местном уровнях с учетом вышеизложенных положений.

Утверждая национальные концепции и доктрины, государство устанавливает ориентиры развития экономики страны в целом. Формирование методологической базы, в свою очередь, представляется важной научной задачей.

Одним из основных документов, регулирующих деятельность по достижению целей устойчивого развития, является Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (далее – НСУР-2030). Так, в НСУР-2030 закреплена цель устойчивого развития, состоящая в «обеспечении высоких жизненных стандартов населения и условий для гармоничного развития личности на основе перехода к высокоэффективной экономике, основанной на знаниях и инновациях, при сохранении благоприятной окружающей среды для будущих поколений». Главной целью второго этапа реализации НСУР-2030 (2021-2030 гг.) является «поддержание стабильной устойчивости

развития, в основу которой положены рост духовно-нравственных ценностей и достижение высокого качества человеческого развития, ускоренное развитие наукоемких производств и услуг, дальнейшее становление «зеленой экономики» при сохранении природного капитала» [13].

В процессе исследований были выявлены некоторые характерные проблемы сельских территорий на национальном уровне: слаборазвитая инфраструктура, низкая доступность образовательных и обучающих программ, разрушение и деградация природных экосистем, моральное и физическое устаревание материально-технической базы, недостаточный уровень инвестиционной активности и привлекательности, низкий уровень инновационного развития, а также наличие ценовых диспропорций на рынках сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Решению обозначенных проблем может способствовать реализация программ устойчивого развития сельских территорий, где особое внимание уделяется: исследованию проблем сельских территорий; постановке целей с учетом потребностей всех заинтересованных субъектов; формированию правовых, институциональных, организационно-экономических и финансовых моделей внутреннего и внешнего взаимодействия субъектов экономики сельских территорий; перераспределению ресурсов сельской территории; разработке согласованных программ и мероприятий с использованием кластерного подхода.

В связи с тем, что сельские территории обладают спецификой и уникальностью, в общем документе учесть все аспекты текущего состояния и перспектив развития невозможно, поэтому на местном уровне должны приниматься соответствующие стратегии устойчивого развития сельских территорий, а также разрабатываться специальные программы развития и финансирования каждого отдельного района Республики Беларусь.

В процессе исследований были выявлены следующие закономерности, возникающие при взаимодействии субъектов экономики сельских территорий:



Рисунок 1. Концептуальная схема устойчивого развития сельских территорий различных уровней
Примечание – Авторская разработка

1) большой временной лаг между моментом доведения управляющего воздействия и началом его исполнения;

2) резкие ценовые диспропорции товаров и услуг субъектов экономики сельских территорий, занятых разными видами деятельности;

3) опережающая реакция общественного мнения на изменения в социальных, экономических, экологических и институциональных процессах, а также наличие асоциальных явлений.

Формализация отмеченных закономерностей призвана детерминировать их происхождение, а также определить круг субъектов, которые связаны с возникновением данных событий. Отметим необходимость определения критических показателей, несоблюдение которых может спровоцировать нарушение устойчивости, как самого субъекта, так и всей системы в целом.

Проведенные исследования позволили установить, что развитие нескольких видов деятельности обуславливает повышение эффективности района в целом. В этой связи районы с диверсифицированной экономикой являются более устойчивыми и конкурентоспособными. Здесь также необходимо принимать во внимание уникальность территории: каждый район имеет свой собственный предел диверсификации, превышение которого приводит к резкому увеличению издержек и, как следствие, к снижению эффективности производства [14].

На пути к устойчивому развитию каждой сельской территории приходится решать большое количество задач. К основным задачам относятся:

- определение приоритетного направления развития с учетом ресурсного потенциала территории;
- создание новых рабочих мест;
- привлечение молодых специалистов, а также квалифицированных кадров;
- создание условий для самозанятости;
- формирование имиджа территории;
- формирование портфеля инвестиций;
- адаптация и применение инновационных технологий;
- создание интеграционных и кластерных структур;
- обеспечение саморазвития территории.

Для формирования комплексной оценки устойчивости развития сельских территорий необходимо провести анализ условий и оценку местного ресурсного потенциала, позволяющего решать обозначенные задачи. Фактическая значимость методики будет заключаться в формировании комплекса современных компетенций по управлению устойчивым развитием. С появлением методического обеспечения станет возможным оптимальное достижение целей устойчивого развития на каждой сельской территории посредством реализации следующих этапов:

- определение тех ресурсов, которые являются приоритетными для сельской территории конкретно-го района;
- составление альтернативных вариантов развития сельской территории;
- сценарное проектирование разработанных вариантов;
- выбор наилучшего варианта;
- оценка возможных отклонений;
- создание системы компенсирующих механизмов для нивелирования рисков.

Необходимо отметить, что случаи отклонения фактических показателей от запланированных указывают на наличие слабых мест в социальном, экономическом, экологическом и/или институциональном развитии, а также на отсутствие сильных взаимосвязей между отдельными направлениями диверсификации на пути к достижению комплексного устойчивого развития сельских территорий.

Заключение

Важнейшим инструментом оценки устойчивости развития сельских территорий служит методика ее определения. В процессе исследований были определены:

- 1) четыре аспекта развития сельских территорий: социальный, экономический, экологический и институциональный;
- 2) принцип разделения уровней на национальный и местный, а также принцип, состоящий в том, что чем выше анализируемый уровень системы, тем крупнее являются составляющие его исследования;
- 3) задачи развития, состоящие в определении приоритетного направления развития, формировании имиджа территории, создании интеграционных и кластерных структур, а также в обеспечении саморазвития территории;
- 4) этапы оценки устойчивости развития сельских территорий.

Исследования выполнены в рамках научно-исследовательской работы «Разработка методологических основ и обоснование механизмов устойчивого развития сельских территорий» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», 2021-2025 годы (подпрограмма «Экономика АПК»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шумакова, О.В. Устойчивое развитие сельских территорий: понятие и сущность / О.В. Шумакова, М.А. Рыбканов // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8. – С. 1643-1646.
2. Полушкин, Н.А. Проблемы и перспективы развития сельских территорий России / Н.А. Полушкин // *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*. – 2017. – № 1 (49). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eeeregion.ru/article/4918>. – Дата доступа: 01.07.2021.

3. Пакуш, Л.В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л.В. Пакуш, А.Г. Ефименко // *Сельские территории в пространственном развитии страны: потенциал, проблемы, перспективы. Никоновские чтения*. – 2019. – № 24. – С. 391-392.

4. Молчаненко, С.А. Устойчивое развитие сельских территорий и рекреационной сферы / С.А. Молчаненко // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. – 2014. – № 12. – С. 176-179.

5. Ильина, З.М. Стратегия устойчивого развития локальных сельских территорий: методологические аспекты / З.М. Ильина, Г.В. Миренкова // *Весті Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі*. – № 1. – 2014. – С. 21-30.

6. Москалева, О.А. Управление устойчивым развитием сельских территорий / О.А. Москалева, О.В. Телегина // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 8. – С. 39-43.

7. Павельев, Н.А. Методика расчета коэффициента устойчивости развития региона / Н.А. Павельев // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2011. – № 29. – С. 32-40.

8. Агибалов, А.В. Формирование методики оценки качества устойчивости развития сельских территорий / А.В. Агибалов, Л.А. Запорожцева, Ю.В. Ткачева // *International agricultural journal*. – 2020. – № 1. – С. 54-66.

9. Комплексная оценка социо-эколого-экономического развития сельских территорий: монография / А.И. Богачев [и др.]. – Орел: Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, 2016. – 296 с.

10. Меренкова, И.Н. Инновационный подход к исследованию устойчивого развития сельских территорий / И.Н. Меренкова, И.И. Новикова // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 1 (44). – С. 79-84.

11. Арзуманян, М.С. Методика оценки устойчивости федеральных округов России / М.С. Арзуманян // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. – 2020. – Т. 9. – № 1 (30). – С. 45-48.

12. Цветных, А.В. Методика оценки устойчивого развития сельских территорий / А.В. Цветных, Н.В. Шевцова // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. – 2020. – Т. 9. – № 3(32). – С. 394-397.

13. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 01.07.2021.

14. Парахина, В.Н. Методические положения и показатели социально-экономической эффективности диверсификации региона / В.Н. Парахина, Т.М. Федоренко, Н.П. Харченко // *Социально-экономические явления и процессы*. – 2012. – № 9. – С. 117-124.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.07.2021

Правила для авторов

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обоснованные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер. Статьи публикуются на русском языке.

Приказом ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 (в редакции приказа ВАК от 2.02.2011 г. № 26) журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным (зоотехния) наукам.

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, представляемая в редакцию, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, используются при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии и рисунки должны быть представлены в электронном виде в отдельных файлах формата *.tif или *.jpg с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

индекс УДК;

название статьи;

фамилию и инициалы, должность, ученую степень и звание автора (авторов) статьи;

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заклучение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи может быть включен перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения образования, организации, предприятия, ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

8. Авторы несут ответственность за направление в редакцию статей, опубликованных ранее или принятых к печати другими изданиями.

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется лицам, осуществляющим послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство), в год завершения обучения.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:

*220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99,
корп. 5, к. 602; 608. БГАТУ*

Научно-исследовательская аналитическая лаборатория НИИМЭСХ БГАТУ

Сотрудниками научно-исследовательской аналитической лаборатории (НИАЛ) разработана оригинальная методика определения содержания в кормах структурных углеводов: нейтрально-детергентной и кислотно-детергентной клетчатки.

НИАЛ проводит испытания кормов для сельскохозяйственных животных в хозяйствах Минской области.

Также проводятся физико-химические исследования в различных областях сельского хозяйства:

- В области животноводства:
 - определение содержания питательных веществ в кормах;
 - определение содержания в кормах структурных углеводов (НДК и КДК).
- В тепличном овощеводстве и растениеводстве:
 - физико-химическое исследование почв (весь спектр анализов, кроме анализов на присутствие радионуклидов);
 - анализ химического состава сельхозпродукции (растений и плодов);
 - определение физико-химического состава удобрений и средств защиты растений.
- Анализ сточных вод:
 - животноводческих комплексов и ферм;
 - перерабатывающих предприятий;
 - в системах мойки сельскохозяйственной техники и оборудования в ремонтном производстве.

