

**ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА / ELECTROTECHNOLOGY, ELECTRICAL EQUIPMENT AND  
POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.20>

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ГРУППОВОГО ОЗОНИРОВАНИЯ УЛЬЕВ**

Научная статья

**Оськин С.В.<sup>1,\*</sup>, Лоза А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-7274-5229;

<sup>1,2</sup> Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (kgauem[at]yandex.ru)

**Аннотация**

В настоящее время пчеловоды вынуждены применять электротехнологические методы лечения и профилактики пчел. Получает распространение озонирование ульев для стимулирования развития и лечения от основных болезней пчел. Эффективно проводить озонирование одной установкой одновременно группы ульев. Предложена технологическая схема озонирования группы ульев, включающая компрессор, озонатор, магистральные воздухопроводы, систему управления. Получена формула для определения потерь давления в воздухопроводах и оборудовании. Приведены методические этапы определения параметров системы озонирования ульев. В качестве примера определены параметры системы группового озонирования на пять ульев и установлены ее режимы работы. Имея в качестве исходных данных подачу компрессора 5 м<sup>3</sup>/ч с озонатором, подающим концентрацию озона 50 мг/м<sup>3</sup>, озонирование пяти ульев, получено следующее время обработки: 8 рамок – 0,4 ч; 12 рамок – 0,6 ч; 16 рамок – 0,8 ч; 20 рамок – 1 ч; 24 рамки – 1,2 ч.

**Ключевые слова:** пчеловодство, озонирование, профилактика, ульи, электрооборудование.

**SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE SYSTEM OF GROUP OZONIZATION OF HIVES**

Research article

**Oskin S.V.<sup>1,\*</sup>, Loza A.B.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-7274-5229;

<sup>1,2</sup> Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

\* Corresponding author (kgauem[at]yandex.ru)

**Abstract**

Nowadays, beekeepers are forced to use electro-technological methods of treatment and prevention of bees. Ozonation of hives to stimulate the development and treatment of major bee diseases is becoming widespread. It is effective to carry out ozonation of a group of hives simultaneously by one installation. The technological scheme of ozonation of a group of hives including compressor, ozonator, main air ducts, control system is proposed. The formula for determination of pressure losses in ducts and equipment is obtained. Methodical stages of determining the parameters of the hive ozonation system are given. As an example, the parameters of the group ozonation system for five hives are determined and its operating modes are established. Having as initial data the compressor supply of 5 m<sup>3</sup>/h with the ozonator supplying the ozone concentration of 50 mg/m<sup>3</sup>, ozonation of five hives, the following processing time is obtained: 8 frames – 0,4 h; 12 frames – 0,6 h; 16 frames – 0,8 h; 20 frames – 1 h; 24 frames – 1,2 h.

**Keywords:** beekeeping, ozonation, prevention, hives, electrical equipment.

**Введение**

Эффективность пчеловодства во многом зависит от здоровья самих пчел. Пчелиная семья старается сама побороть возникающие болезни, но не всегда ей это удается. В таких случаях пчеловоды должны применять различные лечебные и профилактические препараты. Основные усилия пчеловоды направляют на профилактику, так как известно, что болезнь легче победить на ранней стадии ее развития. Профилактические мероприятия направляются против возникновения грибковых, инфекционных и инвазионных заболеваний. Если вовремя не начать лечить пчелиную семью, то она не получит должного развития или вообще может погибнуть. При наличии здоровых пчелиных семей можно ориентироваться и на высокие медосборы. В пчеловодстве для борьбы с большинством болезней используют химические препараты с антибиотиками. Это приводит к большой вероятности попадания лекарств в мед, что снижает качество продукта и может нанести вред человеку при потреблении. Известно, что многие микроорганизмы привыкают к воздействию препаратов и пчеловоды вынуждены либо увеличивать дозу применения, либо менять лекарство. Все это приводит к поиску новых технологий профилактики и механизмов действия на вредителей и болезней. В Кубанском ГАУ давно проводятся исследования по применению в пчеловодстве электроактивированных растворов и озона. Хорошие результаты получены по использованию озонирующих установок для стимуляции развития пчелиных семей и профилактики заболеваний пчел [1], [2], [3], [4]. Овсянниковым Д.А. была предложена целая технология применения озонирования пчелиных семей на всем этапе их содержания [2]. Николаенко С.А. продолжил эти исследования с целью автоматизации работы озонирующего оборудования [5]. Однако ими в большинстве случаев проводились эксперименты на отдельных ульях. Использование озонирующей установки при обработке нескольких ульев показало необходимость проведения дополнительных исследований. Это связано с

тем, что ранней весной пчелы занимают мало рамок, к лету гораздо больше и дозы обработки нужно корректировать. Кроме того редко встречается одновременная обработка одной установкой одинаковых по силе ульев и как в этом случае регулировать подачу озона становится очередной проблемой. На пасеке рядом могут находиться ульи с разным количеством корпусов и количеством занимаемых улочек пчелами (Рис.1).



Рисунок 1 - Внешний вид пчелиной пасеки  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.20.1>

Таким образом, целью исследований является определение параметров озонирующей установки для обработки группы ульев для повышения стабильности эффекта профилактики.

### Материалы и методы исследования

Согласно проведенным Овсянниковым Д.А. исследованиям [2], [3] профилактику следует проводить ежемесячно в течении всего сезона работы с пчелами. При этом установлено, что для улья с 12 рамками, занимающих пчелами, необходимое время одной обработки составляет 0,5 часа при подаваемой концентрации озона  $50 \text{ мг/м}^3$  с производительностью  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Следовательно, можно определить необходимую массовую долю озона на одну занимаемую пчелами улочку:

$$m_{\text{ул}} = \frac{Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{O}_3} \cdot T_{\text{обр}}}{n} = \frac{1 \cdot 50 \cdot 0,5}{12} = 2,1 \text{ (мг)} \quad (1)$$

где  $Q_{\text{к}}$  – производительность подающего компрессора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$C_{\text{O}_3}$  – концентрация озона, подаваемого в улей,  $\text{мг/м}^3$ ;

$T_{\text{обр}}$  – время обработки, ч;

$n$  – количество улочек, обсиживаемых пчелами, шт.

Таким образом, для лечения и профилактики пчелосемьи за один раз необходимо подать в улей озона, в среднем, 2 мг на одну улочку. Такое количество озона может быть подано с разной производительностью и с разной концентрацией озона в подающей озono-воздушной смеси. Это будет зависеть от параметров оборудования, входящего в состав озонирующей установки. При обработке одного улья технологическая схема процесса будет иметь вид, показанный на рисунке 2. Процесс функционирования установки будет происходить следующим образом. С помощью компрессора 1 наружный воздух по магистрали 2 подается в озонатор 3. Полученная озono-воздушная смесь по магистрали 4 через нижний леток 5 поступает в улей 6. В улье идет поглощение озона всеми поверхностями и пчелами с личинками. Отработанная озono-воздушная смесь удаляется из улья чрез верхний леток 7 и вентиляционные отверстия в крышке улья. Пчелы, создавая воздухообмен, проводят перемешивание атмосферного воздуха с поступающей озono-воздушной смесью.

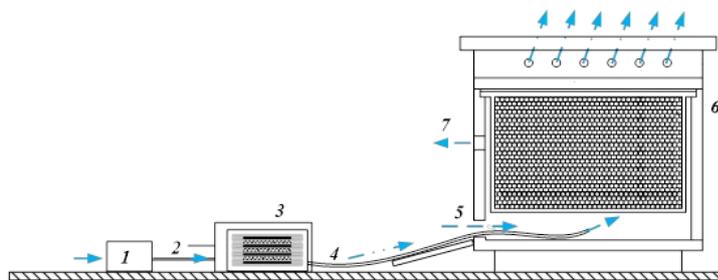


Рисунок 2 - Технологическая схема озонирования одного улья:

1 – компрессор; 2 – подающая магистраль воздуха; 3 – озонатор барьерного типа; 4 – магистраль озono-воздушной смеси; 5 – нижний леток; 6 – улей с рамками и пчелами; 7 – верхний леток

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.20.2>

На основе опыта эксплуатации озонирующих установок нами установлено, что наиболее удобно делать озонирование одновременно 4-6 ульев. В связи с этим предлагаемая установка групповой обработке 5 ульев представлена на рисунке 3. Работа происходит следующим образом. Компрессор 1 по магистрали 2 подает атмосферный воздух под давлением в озонатор 3. На выходе озонатора устанавливается распределитель озоно-воздушной смеси 4, который с помощью электромагнитных клапанов может отправлять полученную смесь или во все ульи или в каждый отдельно. По магистралям 5 озон транспортируется к ульям 6. Установка включает систему автоматического управления 7, которая в зависимости от силы улья отключает подачу озона при достижении необходимого количества. Также система управления производит пересчет времени обработки при отключении отдельных ульев, так как меняется производительность и подаваемый напор компрессора. Система управления может менять и подаваемую мощность на озонатор, используя ШИМ (широтно-импульсную модуляцию) подаваемого напряжения на электроды озонатора.

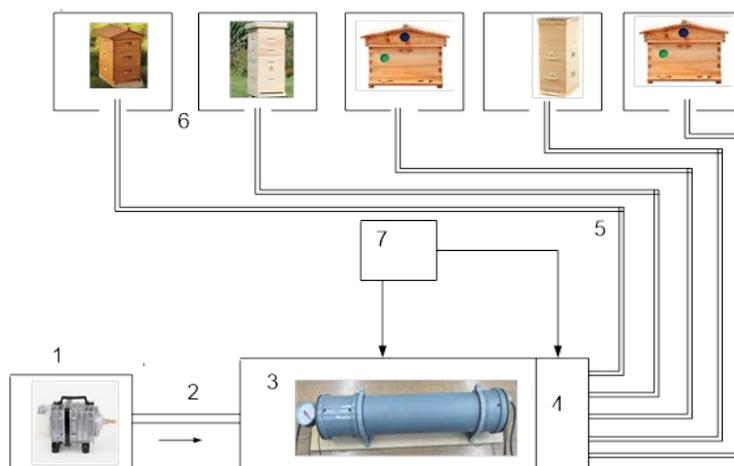


Рисунок 3 - Технологическая схема озонирования группы ульев:

1 – компрессор; 2 – подающая магистраль воздуха; 3 – озонатор барьерного типа; 4 – распределитель озоно-воздушной смеси, с электромагнитными клапанами; 5 – подающие магистрали озоно-воздушной смеси в ульи; 6 – ульи; 7 – система управления установкой

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.20.3>

### Результаты исследований и обсуждение

Для определения параметров озонирующей установки первоначально необходимо знать потери давления или напора во всех элементах данной системы. Это необходимо сделать для правильного выбора компрессора и конструктивных параметров воздухопроводов. Создаваемый компрессором напор должен преодолеть все потери в воздухопроводной сети. Общие потери напора в озонирующей установке можно определить, взяв за основу типовые формулы [6]. После адаптации типовых зависимостей к данной установке формула для определения потери напора будет иметь вид:

$$\Delta H_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (R \cdot L + Z)_i + \Delta H_{\text{об}} + \Delta H_{\text{изб}} \quad (2)$$

где  $R$  – удельные потери напора, Па/м;

$L$  – длина отдельного участка, м;

$Z$  – местные потери напора, Па;

$\Delta H_{\text{об}}$  – потери напора в оборудовании (озонаторе с распределителем озоно-воздушной смеси), Па;

$\Delta H_{\text{изб}}$  – избыточный напор для преодоления давления воздуха в улье, Па.

Общие потери напора складываются из потерь по длине воздухопроводов и местных сопротивлений, потерь в озонаторе с распределителем смеси, дополнительных потерь на преодоление избыточного давления в улье. Установлено, что пчелы во время взятка создают максимальный воздухообмен и при этом избыточное давление может достигать 10 Па. Для преодоления этого давления на выходе из воздухопровода должно быть давление превышающее это значение в 2-3 раза. Потери напора в озонаторе принимаем ориентировочно равное 500 Па (как местные сопротивления с расширением и сужением). Для расчета потерь напора в магистральном воздухопроводе воспользуемся программой, размещенной в Интернете [7]. В качестве исходных данных принимаем следующие: обработка ведется 5 ульев, длина магистрального воздухопровода (1) от компрессора до озонатора 1 м, диаметр всех воздухопроводов 8 мм, длина воздухопроводов к ульям одинаковая и равна 5 м (2), все воздухопроводы мягкие и не имеют резких поворотов, производительность компрессора 5 м<sup>3</sup>/ч, на выходе из распределителя стоят штуцеры. Результаты расчета потерь напора для входной магистрали и одной из 5 отводящих приведены в таблице на рисунке 4.

В соответствии с формулой (2) определим общие потери напора в установке при работе на 5 ульев:

$$\Delta H_{\text{общ}5.5} = 586 \cdot 5 + 2627 + 500 + 30 = 6087 \text{ (Па)} \quad (3)$$

Аналогично произведен расчет при отключении 4 ульев и продолжении работы на один оставшийся улей:

$$\Delta H_{\text{общ1.5}} = 11822 \cdot 1 + 2627 + 500 + 30 = 14979 \text{ (Па)} \quad (4)$$

Как видно из полученных результатов максимальные потери наблюдаются при работе на один улей.

Результат расчета

1. Исходные данные

Температура внутреннего воздуха (°C), "tвн": 25  
 Плотность внутреннего воздуха (кг/м3), "ρвн": 1.185  
 Коэффициент динамической вязкости воздуха (м2/с), "μ": 0.0000182352  
 Коэффициент кинематической вязкости воздуха (м2/с), "ν": 0.0000153940  
 Материал воздуховода: Винипласт  
 Абсолютная эквивалентная шероховатость (мм), "βш": 0.1

2. Расчет:

№ уч.	Расход (м3/ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов					Скорость расчетная (м/с), Vрас	Число Рейнольдса Re	Коэффициент сопротивления трению, λ	Потери давления на трение		Динамическое давление (Па), Rдин	Тип местного сопротивления	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	A/D (мм)	B (мм)	Площадь сечения заданная Fзад (м2)	Экв. диаметр (мм), Dэ				Удельные потери (Па/м), R	С учетом шероховатости (Па), Rтр				местные сопротивления Z	суммарно
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	5	1	Круглый	8	0	0.00	8.00	27.65	14369.23	0.04	2264.90	2264.90	452.98	Внезапное расширение ξ 0.8	0.80	362.38	2627.28
2	1	5	Круглый	8	0	0.00	8.00	5.53	2873.85	0.05	113.25	566.25	18.12	Внезапное сужение ξ 0.3 Внезапное расширение ξ 0.8	1.10	19.93	586.18
	Итого																3213.46

Рисунок 4 - Результаты расчета потерь давления  
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.20.4>

Произведем расчет потерь давления при увеличении отводящих магистралей до 10 м. В этом случае при работе на 5 ульях общие потери составят:

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{общ}5.10} &= 1152 \cdot 5 + 2627 + 500 + 30 = 8917 \text{ (Па)} \\ \Delta H_{\text{общ}1.10} &= 11822 \cdot 1 + 2627 + 500 + 30 = 26304 \text{ (Па)}\end{aligned}\quad (5)$$

После получения потерь напора необходимо проверить подачу компрессора в соответствии с его QH характеристикой. Так, например если в качестве компрессора принять модель BOYU ACO-906 с максимальной производительностью 7,5 м<sup>3</sup>/ч и максимальным напором 125 кПа, то при магистралях по 5 метров его производительность составляет 7 м<sup>3</sup>/ч. Тогда увеличиваются скорости воздуха в магистралях и соответственно потери становятся: при работе на 5 ульев – 11416 Па, на 1 улей – 28306 Па. Если отводящие магистрали будут по 10 метров, то при работе на один улей потери уже составят 51021 Па, что начнет приводить к снижению производительности компрессора. Таким образом, необходимо провести корректировку потерь напора и уточнить подачу озono-воздушной смеси на выходе из воздуховодов.

После уточнения потерь напора и подачи озono-воздушной смеси можно перейти к расчету времени обработки ульев. Установление времени работы на каждый улей позволит провести программирование системы управления. Произведем расчет времени работы установки при обработке 5 ульев со следующим количеством обсиживаемых пчелами рамок: 8, 12, 16, 20, 24.

В соответствии с формулой (1) время обработки можно определить:

$$T_{\text{обр}} = \frac{m_{\text{ул}} \cdot n}{Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{O}_3}} \quad (6)$$

В знаменателе стоит произведение производительности на концентрацию озона, что представляет собой производительность озонатора вместе с компрессором, выраженную в массовом отношении ко времени. При последовательных отключениях ульев данное произведение нужно сохранять постоянным, так как очередное перекрытие отводящего воздуховода приводит к увеличению производительности в остальных патрубках. Сохранение массовой производительности можно осуществлять путем регулирования ШИМ подаваемого напряжения на электроды озонатора. Тогда при отключениях изменение производительности с изменением концентрации озона будут сохранять постоянным массовую производительность озона. При производительности озонатора по озону 50 мг/ч и расходе озono-воздушной смеси 1 м<sup>3</sup>/ч по одному отводящему воздуховоду в первоначальный момент времени (подключены все 5 ульев) первым отключится улей с 8 рамками. После первого отключения произойдет изменение подводимой мощности к озонатору для сохранения массовой производительности, и так в последующем будет происходить коррекция работы озонирующей установки.

Таким образом, время обработки по ульям составит:

$$\begin{aligned}T_{\text{обр}8} &= \frac{m_{\text{ул}} \cdot 8}{50} = \frac{2,5 \cdot 8}{50} = 0,4 \text{ (ч)}; \\ T_{\text{обр}12} &= \frac{2,5 \cdot 12}{50} = 0,6 \text{ (ч)}; \\ T_{\text{обр}16} &= \frac{2,5 \cdot 16}{50} = 0,8 \text{ (ч)}; \\ T_{\text{обр}20} &= \frac{2,5 \cdot 20}{50} = 1 \text{ (ч)}; \\ T_{\text{обр}24} &= \frac{2,5 \cdot 24}{50} = 1,2 \text{ (ч)};\end{aligned}\quad (7)$$

Автоматическая работа озонирующей установки будет осуществляться системой управления представленной на рисунке 3.

### Заключение

Повышение эффективности профилактики и лечения пчел с помощью озонирования связано с необходимостью исследований аэродинамических процессов в соответствующих установках.

При обработке нескольких ульев с разной силой семей одной установкой возникает необходимость последовательного отключения отдельных воздуховодов, подающих озono-воздушную смесь. При этом происходит изменение потерь давления и скорости прохождения смеси по остальным воздуховодам. В таких случаях необходима установка автоматизированной системы управления работой озонирующего оборудования.

Разработана технологическая схема групповой обработки ульев, включающая компрессор, озонатор, магистральные воздуховоды, ульи, систему управления. Определены параметры системы групповой обработки пяти ульев и установлено время обработки пчелиных семей с разным количеством обсиживаемых пчелами рамок. Так при подаче компрессора 5 м<sup>3</sup>/ч с озонатором подающим концентрацию озона 50 мг/м<sup>3</sup> при обработке пяти ульев с разным количеством обсиживаемых рамок время обработки следующее: 8 рамок – 0,4 ч; 12 рамок – 0,6 ч; 16 рамок – 0,8 ч; 20 рамок – 1 ч; 24 рамки – 1,2 ч.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Овсянников Д.А. Применение озонаторов в пчеловодстве в период весеннего наращивания пчелиных семей / Д. А. Овсянников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 80. — С. 202-214.
2. Овсянников Д.А. Технология стимуляции электроозонированием весеннего развития пчелиных семей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Овсянников Дмитрий Алексеевич; ФГБОУ ВО КГАУ им. И.Т. Трубилина; науч. рук. Д.А. Нормов. — Краснодар, 2004. — 169 с.
3. Оськин С.В. Электротехнологические способы и оборудование для повышения производительности труда в медотоварном пчеловодстве Северного Кавказа / С.В. Оськин, Д.А. Овсянников. — Краснодар: Крон, 2015. — 198 с.
4. Оськин С.В. Необходимость применения экологически чистых способов обработки пчелиных семей от существующих болезней / С.В. Оськин, Д.А. Овсянников // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. — 2014. — № 2 (18). — С. 134-144.
5. Николаенко С.А. Параметры системы стабилизированного электроозонирования ульев при лечении бактериозов пчел: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Николаенко Сергей Анатольевич; ФГБОУ ВО КГАУ им. И.Т. Трубилина; науч. рук. Д.А. Овсянников. — Краснодар, 2010. — 175 с.
6. Аэродинамический расчет СВ-13.08.15. — URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/thermotechnics/858828.pdf> (дата обращения: 12.08.2023)
7. Аэродинамический расчет онлайн ЛКВент. — URL: <https://lkvent.ru/raschetnye-programmy/aerodinamicheskij-raschet/#down> (дата обращения: 12.08.2023)
8. Оськин С.В. Электротехнологии в сельском хозяйстве / С.В. Оськин. — Краснодар, 2016. — 501 с.
9. Оськин С.В. Необходимость модернизации основных технологических процессов в пчеловодстве / С.В. Оськин, А.А. Лоза, С.М. Федак [и др.] // Сельский механизатор. — 2022. — №12. — С. 6-7.
10. Оськин С.В. Повышение степени развития пчелиных семей использованием электротехнологий / С.В. Оськин, Д.А. Овсянников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — № 107. — С. 1260-1273.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Ovsjannikov D.A. Primenenie ozonatorov v pchelovodstve v period vesennego narashhivaniya pchelinyh semej [Application of Ozonators in Beekeeping during the Spring build-up of Bee Families] / D. A. Ovsjannikov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2012. — № 80. — P. 202-214. [in Russian]
2. Ovsjannikov D.A. Tehnologija stimuljacji jelektroozonirovaniem vesennego razvitija pchelinyh semej [Technology of Stimulation of Spring Development of Bee Families by Electro-zoning]: dis. ... of PhD in Technical Sciences: 05.20.02 / Ovsyannikov Dmitry Alekseevich; FSBEI HE KSAU named after I.T. Trubilin; scientific supervisor. D.A. Normov. — Krasnodar, 2004. — 169 p. [in Russian]
3. Os'kin S.V. Jelektrotehnologicheskie sposoby i oborudovanie dlja povyshenija proizvoditel'nosti truda v medotovarnom pchelovodstve Severnogo Kavkaza [Electro-technological Methods and Equipment to Increase Labor Productivity in Honey Beekeeping in the North Caucasus] / S.V. Os'kin, D.A. Ovsjannikov. — Krasnodar: Kron, 2015. — 198 p. [in Russian]
4. Os'kin S.V. Neobhodimost' primenenija jekologicheskij chistyh sposobov obrabotki pchelinyh semej ot sushhestvujushhijh boleznej [Necessity of Application of Ecologically Clean Methods of Treatment of Bee Families from Existing Diseases] / S.V. Os'kin, D.A. Ovsjannikov // Chrezvychajnye situacii: promyshlennaja i jekologicheskaja bezopasnost' [Emergency Situations: Industrial and Environmental Safety]. — 2014. — № 2 (18). — P. 134-144. [in Russian]
5. Nikolaenko S.A. Parametry sistemy stabilizirovannogo jelektroozonirovanija ul'ev pri lechenii bakteriozov pchel [Parameters of the System of Stabilized Electro-ozoning of Hives in the Treatment of Bee Bacteriosis]: dis. ... of PhD in Technical Sciences: 05.20.02 / Nikolaenko Sergey Anatolievich; FSBEI HE KSAU named after I.T. Tru-Bilin; scientific supervisor. D.A. Ovsyannikov. — Krasnodar, 2010. — 175 p. [in Russian]
6. Ajerodinamicheskij raschet SV-13.08.15 [Aerodynamic Calculation of SV-13.08.15]. — URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/thermotechnics/858828.pdf> (accessed: 12.08.2023) [in Russian]
7. Ajerodinamicheskij raschet onlajn LKVent [Aerodynamic calculation online LKVent]. — URL: <https://lkvent.ru/raschetnye-programmy/aerodinamicheskij-raschet/#down> (accessed: 12.08.2023) [in Russian]
8. Os'kin S.V. Jelektrotehnologii v sel'skom hozjajstve [Electrotechnologies in Agriculture] / S.V. Os'kin. — Krasnodar, 2016. — 501 p. [in Russian]
9. Os'kin S.V. Neobhodimost' modernizacii osnovnyh tehnologicheskijh processov v pchelovodstve [Necessity of Modernization of the Main Technological Processes in Beekeeping] / S.V. Os'kin, A.A. Loza, S.M. Fedak [et al.] // Sel'skij mehanizator [Rural Machine Operator]. — 2022. — №12. — P. 6-7. [in Russian]

10. Os'kin S.V. Povyshenie stepeni razvitija pchelinyh semej ispol'zovaniem jelectrotehnologij [Increasing the Degree of Development of Bee Families Using Electro-technologies] / S.V. Os'kin, D.A. Ovsjannikov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Poly-thematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2015. — № 107. — P. 1260-1273. [in Russian]