

<https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-116>

Значение контрактного опыления в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивости агроэкосистем юга России

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Григорий Васильевич
Комлацкий
E-mail: gregwk@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
Комлацкий Г.В., Терещенко Г.А.,
Комлацкая М.Г. Значение кон-
трактного опыления в обе-
спечении продовольственной
безопасности и устойчивости
агроэкосистем юга России. *Аграр-
ный вестник Северного Кавказа*.
2026;16(3):24-40. [https://doi.
org/10.31279/ABNC-2026-16-3-116](https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-116)
EDN TZZNFK

ПОСТУПИЛА: 24.04.2026
ДОРАБОТАНА: 26.07.2026
ПРИНЯТА: 27.07.2026
ОПУБЛИКОВАНА ОНЛАЙН: 10.08.2026

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:
Исследование выполнено при
поддержке Российского научного
фонда, проект № 25-28-01726

COPYRIGHT: © 2026 Комлацкий Г.В.,
Терещенко Г.А.,
Комлацкая М.Г.



Г.В. Комлацкий , Г.А. Терещенко , М.Г. Комлацкая 

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Опылительная деятельность пчел является важным фактором в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивости агроэкосистем. В последние тридцать лет в России фиксируется отрицательная динамика численности пчелосемей и их дефицит для опыления. Актуальной является необходимость разработки организационно-экономического механизма проведения эффективного пчелоопыления.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Научное обоснование и разработка организационно-технологических решений по развитию контрактного пчелоопыления энтомофильных сельскохозяйственных культур в зоне индустриального агроценоза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С помощью монографического и статистического методов проанализирован массив публикаций, а также динамика посевных площадей и численности пчелиных семей. Посредством сравнительно-географического метода обобщены региональные особенности размещения пасек и практика контрактного опыления в субъектах Южного федерального округа и Северо-Кавказского федерального округа. Экономико-статистический метод использован для оценки экономической эффективности контрактного опыления. Системный анализ применен для выявления факторов, влияющих на полноту опыления, и определения путей повышения эффективности контрактного опыления.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Дано комплексное обоснование перехода от сложившейся практики спонтанного опыления к институционализированной модели контрактного сервиса. Выявлены системные барьеры развития контрактного опыления и предложены механизмы их устранения. Разработаны принципы интеграции мобильных павильонных комплексов и цифровых платформ в систему управления опылительным процессом; определены параметры масштабирования контрактной модели на макрорегиональном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Предложенная модель контрактного опыления апробирована в шести регионах юга России. Разработанные подходы позволяют восполнить дефицит опылителей, обеспечить дополнительный сбор продукции и повысить устойчивость агроэкосистем макрорегиона. В рамках развития контрактного опыления необходимо создать региональные цифровые платформы, наладить производство мобильных пчелокомплексов для сокращения трудозатрат и включить пчелоопыление в систему государственной поддержки АПК.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: продовольственная безопасность, пчеловодство, контрактное опыление, медоносные пчелы, энтомофильные культуры, подсолнечник, мобильные пчелокомплексы, цифровые технологии

<https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-116>

The importance of contract pollination in ensuring food security and sustainability of agroecosystems in southern Russia

CORRESPONDENCE:

Grigory V. Komlatsky

E-mail: gregwk@mail.ru

FOR CITATION:

Komlatsky G.V., Tereshchenko G.A., Komlatskaya M.G. The importance of contract pollination in ensuring food security and sustainability of agroecosystems in southern Russia. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2026;16(3):24-40. <https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-116>

RECEIVED: 24.04.2026

REVISED: 26.07.2026

ACCEPTED: 27.07.2026

PUBLISHED ONLINE: 10.08.2026

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:

none declared.

FUNDING

The research was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 25-28-01726.

COPYRIGHT: © 2026 Komlatsky G.V., Tereshchenko G.A., Komlatskaya M.G.



G.V. Komlatsky , G.A. Tereshchenko , M.G. Komlatskaya 

I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Pollination activity by honey bees is a critical factor in ensuring food security and the resilience of agroecosystems. Over the past thirty years, Russia has experienced a negative trend in honey-bee colony numbers, resulting in a pollination deficit. There is therefore an urgent need to develop an organizational and economic framework for the effective management of bee pollination services.

AIM. To provide a scientific justification and to develop organizational and technological solutions for the expansion of contract-based bee pollination of entomophilous crops in areas of intensive agricultural production.

MATERIALS AND METHODS. Using monographic and statistical methods, we analyzed scientific sources and temporal trends in crop areas and honey-bee colony numbers. A comparative geographical approach was employed to synthesize regional patterns in apiary placement and contract pollination practices across the constituent territories of the Southern and North Caucasian Federal Districts. Economic and statistical techniques were applied to assess the cost-effectiveness of contract pollination. A system analysis was carried out to identify the factors affecting pollination efficiency and to determine avenues for improving the performance of contracted pollination services.

RESULTS. The study offers a comprehensive rationale for the transition from the current practice of spontaneous, non-contractual pollination towards an institutionalized service-based model. Systemic barriers to the development of contract pollination are identified, and mechanisms for overcoming them are proposed. In addition, principles are elaborated for the integration of mobile pavilion-type bee colonies and digital platforms into the pollination management system, and the scaling parameters for the contract model at the macro-regional level are defined.

CONCLUSION. The proposed contract pollination model was validated in six regions of southern Russia. The approaches developed allow the pollination deficit to be alleviated, contribute to additional crop yields, and enhance the sustainability of agroecosystems across the macro region. To further advance contract pollination, it is recommended to establish regional digital platforms, scale up the production of mobile bee units to reduce labor inputs, and incorporate bee pollination services into the state support system for the agricultural sector.

KEYWORDS: food security, beekeeping, contract pollination, honey bees, entomophilous crops, sunflower, mobile bee complexes, digital technologies

ВВЕДЕНИЕ

В структуре мирового агропромышленного комплекса опылительная деятельность пчел является критически важным фактором, определяющим продовольственную безопасность и устойчивость агроэкосистем [1–5]. Пчеловодство является системообразующей отраслью сельскохозяйственного производства, поскольку у 90 % энтомофильных сельскохозяйственных культур опыление происходит с помощью медоносных пчел. От его развития во многом зависит повышение уровня развития практически всех отраслей сельского хозяйства [6]. Экономическая ценность опылительных услуг пчел в глобальном измерении ежегодно оценивается в сотни миллиардов долларов, причем в структуре этой стоимости доля собственно продуктов пчеловодства (мед, воск, прополис) составляет не более 10–15 %, тогда как основная часть приходится на доход от опылительной деятельности пчел. Ни один другой агротехнический прием не имеет такой высокой отдачи от его применения и низкой себестоимости. Значение пчелоопыления не ограничивается количественным увеличением урожая. Опыление способствует также улучшению качества продукции: увеличиваются масса и выполненность семян, улучшаются вкусовые качества плодов, повышается их товарная ценность и лежкость плодов [7; 8].

За последние десятилетия власти многих стран, столкнувшись с низким ростом сельскохозяйственного производства и проанализировав причины замедления темпов роста, пришли к выводу о существенной роли пчелоопыления в обеспечении высокой продуктивности наряду с другими жизненно важными факторами (вода, минеральные удобрения, контроль вредителей и болезней и т. д.) [9; 10].

В зоне индустриального агроценоза, каким является юг России, опылительная функция пчел является незаменимым агротехнологическим приемом [11; 12]. Одной из главных энтомофильных культур в этой зоне, нуждающейся в пчелоопылении, является подсолнечник, который одновременно представляет собой и основу медоносного конвейера [13]. Без опыления пчелами процент развитых семян подсолнечника варьируется от 76 до 78 %, в то время как при опылении – от 87 до 93 %. На эффективность опыления оказывают негативное влияние резкие колебания относительной влажности воздуха, засуха, высокая влажность воздуха в сочетании с высокой температурой [14].

Большое влияние пчелы оказывают также на урожайность плодово-ягодных, таких как груша, яблоня, вишня, слива, и овощных культур. Использование пасеки в яблоневом саду способно обеспечить уровень рентабельности в 124,4 %.

В последние 30 лет роль пчел в опылении существенно возросла в связи с повсеместным исчезновением диких насекомых-опылителей из-за массового использования химических средств защиты растений, сокращения естественных медоносных угодий, распашки залежей и снижения биоразнообразия [15–17]. Вместе с тем наблюдается снижение численности пчел из-за распространения болезней и вредителей пчел, гибели пчелиных семей из-за обработок аграриями посевов пестицидами без оповещения пчеловодов и др.

Следует отметить, что в последние годы часть аграриев стала осознавать необходимость пчелоопыления, вследствие чего характер отношений между ними и пчеловодами изменился. Если раньше пчеловоды спрашивали разрешения на размещение пасеки у цветущих медоносов, то теперь сами аграрии приглашают пчеловодов для опыления. При этом чаще всего отношения между аграриями и пчеловодами строятся на неформальной основе, а многие сельхозпроизводители слабо информированы о выгодах организованного опыления. В этих условиях особую актуальность приобретает внедрение контрактного опыления как цивилизованной формы взаимодействия между сельхозпроизводителями и пчеловодами [18].

Целью настоящего исследования явилось научное обоснование и разработка организационно-технологических решений по развитию контрактного пчелоопыления энтомофильных сельскохозяйственных культур в зоне индустриального агроценоза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования выступало пчеловодство на юге России, включая Южный федеральный округ (Республика Адыгея, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области) и Северо-Кавказский федеральный округ (Республики Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Ставропольский край), в том числе пчелиные семьи (*Apis mellifera* L.), используемые

в качестве управляемых опылителей. Предметом исследований стала система организационно-экономических приемов организации опылительной деятельности энтомофильных сельскохозяйственных растений и плодово-ягодных насаждений.

Исследования были проведены в 2022–2025 гг. с использованием комплекса взаимодополняющих научных методов. Монографический метод использован для изучения и критического анализа научных трудов российских и зарубежных авторов в области биологии опыления, экологии медоносных пчел, контрактного пчеловодства, агроэкологии и устойчивости агроэкосистем.

Статистический метод применен для анализа динамики посевных площадей энтомофильных культур и численности пчелиных семей. В качестве исходных послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за 2010–2024 гг., отчетные данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, региональные статистические сборники органов управления АПК субъектов Южного федерального округа (ЮФО) и Северо-Кавказского федерального округа (СКФО), данные Всероссийских сельскохозяйственных переписей (2006, 2016, 2021 гг.). Обработка статистических данных проведена с использованием методов описательной статистики, анализа временных рядов и экстраполяции трендов.

Расчетно-конструктивный метод использован для определения нормативной потребности в пчелиных семьях для опыления на основе зональных нормативов размещения пчелиных семей, утвержденных Минсельхозом РФ, технологических карт возделывания энтомофильных культур, биологических особенностей опыляемых культур (нектаропроодуктивность, продолжительность цветения, кратность посещения цветков). Потребность в пчелиных семьях (П) для каждой культуры рассчитывалась по формуле $P = S \times H$, где S – площадь посева культуры, га; H – норма размещения пчелиных семей, семей/га.

Сравнительно-географический метод позволил выявить региональные особенности размещения пасек, организации медоносного конвейера и практики контрактного опыления в различных субъектах ЮФО и СКФО. Проведен анализ природно-климатических условий, структуры посевных площадей, плотности размещения пчелиных семей.

Экономико-статистический метод использован для оценки экономической эффективности контрактного опыления. Рассчитаны валовая добавленная стоимость от опыления по культурам, потери урожайности вследствие дефицита опылителей, экономический эффект от внедрения контрактного опыления. Экономический эффект от опыления (Э) рассчитан по формуле $\text{Э} = S \times \Delta Y \times Ц$, где S – площадь посева, га; ΔY – прибавка урожайности от опыления, т/га; $Ц$ – средняя цена реализации продукции, руб/т.

Системный анализ применен для выявления факторов, влияющих на полноту опыления, и определения путей повышения эффективности контрактного опыления. Рассмотрена система взаимосвязей между агротехническими, биологическими, организационными и экономическими факторами.

Представленные в статье данные имеют высокую степень достоверности, что подтверждается следующими обстоятельствами:

1. Официальные источники статистических данных. В работе использованы данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, региональных органов управления АПК. Эти данные являются официально опубликованными и прошли процедуру верификации. Данные за 2010–2025 гг. являются фактическими, за 2026 г. прогнозными, полученными на основе анализа трендов с коэффициентом детерминации $R^2 \geq 0,85$, что подтверждает высокую точность прогноза.
2. Методологическая корректность. Исследование выполнено с использованием апробированных научных методов, что обеспечивает воспроизводимость результатов.
3. Репрезентативность примеров. Приведенные примеры охватывают различные типы хозяйств (крупные агропредприятия, КФХ), различные культуры (подсолнечник, рапс, бахчевые, сады) и регионы.

Таким образом, выбранные методы являются наиболее уместными для решения поставленных задач в масштабе макрорегионального исследования. Экстраполяция трендов и расчеты экономической эффективности дают конкретные рекомендации для аграрного сектора, что соответствует прикладному характеру работы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современное состояние ресурсной базы опыления на юге России

Юг России, объединяющий территории ЮФО и СКФО, является зоной индустриального агроценоза и ключевым аграрным макрорегионом страны. Природно-климатические условия характеризуются продолжительным вегетационным периодом, обилием солнечных дней и разнообразием медоносной растительности, что создает благоприятные предпосылки для развития пчеловодства и организации непрерывного медоносного конвейера. Здесь сосредоточены значительные площади нуждающихся в опылении энтомофильных сельскохозяйственных культур: подсолнечника, рапса, эспарцета, садов интенсивного типа, овощных и бахчевых культур (таблица 1).

Анализ динамики посевных площадей основных энтомофильных культур за период 2010–2026 гг. выявил тенденции, обусловленные рыночной конъюнктурой, изменением структуры посевных площадей и климатическими факторами.

За период 2010–2026 гг. площади под подсолнечником в ЮФО увеличились на 43,2 % (с 1850 до 2650 тыс. га), в СКФО – на 56,0 % (с 420 до 655 тыс. га). Рапс демонстрирует наиболее динамичный рост: в ЮФО площади увеличились в 4,1, в СКФО – в 5,3 раза. Площади садов в ЮФО выросли на 87,4 %, что обусловлено развитием садоводства интенсивного типа. Суммарная площадь энтомофильных культур, нуждающихся в опылении, в 2026 г. составляет в ЮФО около 3632 тыс. га, в СКФО – около 1104 тыс. га.

Вместе с тем в последние десятилетия в регионах юга России, как и в целом по стране, наблюдается устойчивая тенденция к сокращению численности пчелиных семей. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, для обеспечения полноценного опыления всех энтомофильных культур в стране требуется свыше 7 млн пчелосемей, тогда как фактическая их численность не превышает 3,5 млн. В ЮФО и СКФО дефицит пчелиных семей достигает 60–67 %, что создает серьезные риски для стабильного производства продукции растениеводства.

Таблица 1
Площади энтомофильных культур в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах (тыс. га)

Table 1
Areas of entomophilous crops in the Southern and North Caucasus Federal Districts (thousand hectares)

Культура	Округ	Год					
		2010	2015	2020	2022	2024	2026
Подсолнечник	ЮФО	1850	2100	2300	2405	2545	2650
	СКФО	420	480	520	565	610	655
Гречиха	ЮФО	85	90	85	77	81	85
	СКФО	25	28	26	24	26	28
Рапс	ЮФО	120	180	280	355	425	495
	СКФО	35	55	85	115	150	185
Эспарцет	ЮФО	45	42	38	34	32	30
	СКФО	28	26	24	22	20	19
Сады	ЮФО	95	105	120	138	158	178
	СКФО	65	70	78	88	100	112
Овощные культуры	ЮФО	155	160	168	178	186	194
	СКФО	85	88	92	97	101	105

Источник: Сельское хозяйство в России. Стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики. М., 2025. 43 с.
Source: Agriculture in Russia. Statistical Collection / Federal State Statistics Service. Moscow, 2025. 43 p.
Примечание: данные за 2026 г. – прогнозные оценки на основе анализа трендов 2010–2024 гг.
Note: data for 2026 are forecast estimates based on trend analysis for 2010–2024.

На основе анализа научной литературы и нормативно-технической документации систематизированы научно обоснованные нормы использования сильных пчелиных семей для опыления энтомофильных культур (таблица 2).

Следует отметить, что в научной литературе существуют различные подходы к определению оптимальной плотности размещения пчелиных семей на посевах подсолнечника. Традиционно рекомендуемые нормы варьируют от 0,5 до 1,5 семьи на гектар. Однако результаты многолетних полевых экспериментов, проведенных в Краснодарском крае и Ставрополье, показывают необходимость пересмотра этих нормативов в сторону увеличения.

Во-первых, это связано с селекционными изменениями современных гибридов подсолнечника. Исследования А. Д. Бочкового и др. убедительно демонстрируют, что кондитерские сорта подсолнечника характеризуются высокой нектаропродуктивностью – до $8,4 \pm 0,35$ мг нектара на один цветок. Для сравнения, у масличных гибридов этот показатель составляет $3,8 \pm 0,39$ мг [19]. Повышенное нектаровыделение привлекает большее количество пчел, но одновременно требует более интенсивного посещения каждого цветка для обеспечения полноценного опыления. При норме 1 семья/га плотность пчел на поле оказывается недостаточной для своевременного опыления всех цветков в сжатые сроки цветения.

Во-вторых, продолжительность цветения одной корзинки подсолнечника составляет 7–12 дней, причем цветки раскрываются последовательно от периферии к центру. Для формирования выполненной семянки необходимо 2–3 посещения цветка пчелой в течение периода его рецептивности. Полевые учеты, проведенные в хозяйствах Краснодарского края в 2022–2024 гг., показали, что при плотности пчелиных семей 1,0–1,2 семьи/га фактическая кратность посещения цветков не превышает 1,2–1,5 раза, тогда как при плотности 1,8–2,2 семьи/га кратность возрастает до 2,5–3,0 раз, что соответствует биологической потребности культуры.

В-третьих, на основании результатов производственных опытов в 2023–2024 гг. с плотностью размещения пчелиных семей от 0,5 до 3,0 семей/га в шести хозяйствах Краснодарского края установлено, что увеличение плотности с 1,0 до 2,0 семей/га обеспечивает дополнительную прибавку урожайности в среднем на 11,3 % (от 8,7 до 14,2 % в зависимости от погодных условий года). При дальнейшем повышении плотности до 2,5–3,0 семей/га прибавка урожайности не превышала 2–3 %, что экономически нецелесообразно. Таким образом, норма 2 семьи/га является биологически и экономически оптимальной.

В-четвертых, при плотности размещения 2 семьи/га количество хорошо развитых семян в корзинке достигает 931–953 из 1000, тогда как при самоопылении этот показатель снижается до 574–578 из 1000, а при опылении с плотностью 1 семья/га составляет 780–820 из 1000.

Таблица 2

Нормы использования пчелиных семей на опыление 1 га энтомофильных культур

Table 2

Standards for using bee colonies for pollination of 1 hectare of entomophilous crops

Культура	Норма пчелосемей на 1 га, семей	Прибавка урожая, %
Подсолнечник	1,5–2,5 (оптимально 2,0)	40–55
Гречиха	2,0–2,5	40–60
Рапс	1,0–2,0	25–55
Эспарцет	3,0–4,0	40–130
Люцерна (семеноводство)	8,0–12,0	50–65
Яблоня, груша	2,0–3,0	25–50
Вишня, слива	2,5–3,0	40–60
Бахчевые	0,3–0,5	30–160

Источник: Нормы использования сильных пчелиных семей на опылении сельскохозяйственных культур : методические рекомендации / МСХ России. М., 2020. 45 с.

Source: Standards for the Use of Strong Bee Colonies in Pollination of Agricultural Crops : Methodological Recommendations / Ministry of Agriculture of Russia. Moscow, 2020. 45 p.

Масса 1000 семян при оптимальном опылении увеличивается на 12–18 % по сравнению с недостаточно опыленными посевами.

В-пятых, при средней стоимости аренды пчелосемьи 1000 руб. за период опыления затраты на опыление 1 га подсолнечника составляют 2000 руб. При средней урожайности 25 ц/га и прибавке 40 % (10 ц/га) дополнительная выручка при цене 25 000 руб/т составляет 25 000 руб. на гектар. Окупаемость затрат на опыление достигает 12,5-кратного уровня, что делает норму 2 семьи/га экономически высокоэффективной.

Таким образом, норма 2 пчелиные семьи на гектар для подсолнечника является научно обоснованной, подтвержденной многолетними полевыми экспериментами и рекомендуется для использования в практике контрактного опыления в условиях юга России.

Следует особо подчеркнуть, что обеспеченность опылителями в Российской Федерации остается неудовлетворительной (таблица 3).

Таблица 3
Количество пчелиных семей в РФ, ЮФО и СКФО (тыс. семей)

Table 3
Number of bee colonies in the Russian Federation, the Southern Federal District, and the North Caucasian Federal District (thousands of colonies)

Регион	2010	2015	2020	2024	2026*	Потребность (2026)	Дефицит, %
Российская Федерация	3520	3410	3380	3410	3425	7000	51,1
Южный федеральный округ (ЮФО) – всего	520	505	495	503	507	1280	60,4
В том числе:							
Республика Адыгея	18	17	16	17	17	45	62,2
Астраханская область	22	21	20	21	21	60	65,0
Волгоградская область	40	38	37	38	39	105	62,9
Краснодарский край	285	278	272	277	279	665	58,0
Ростовская область	125	121	118	121	123	365	66,3
Республика Крым*	30	30	32	29	28	40	30,0**
Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) – всего	175	170	165	168	170	495	65,7
В том числе:							
Республика Дагестан	45	43	42	43	43	135	68,1
Республика Ингушетия	6	6	5	6	6	15	60,0
Кабардино-Балкарская Республика	28	27	26	27	27	70	61,4
Карачаево-Черкесская Республика	12	11	11	11	11	30	63,3
Республика Северная Осетия – Алания	14	14	13	14	14	35	60,0
Чеченская Республика	8	8	8	8	8	20	60,0
Ставропольский край	110	107	104	107	109	290	62,4

Источник: расчеты авторов на основе данных Росстата, региональных органов управления АПК и методических рекомендаций Минсельхоза РФ.

Source: authors’ calculations based on data from Rosstat, regional agricultural management bodies, and methodological recommendations of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

Примечания:

* – данные за 2026 г. являются прогнозными оценками на основе анализа трендов 2010–2024 гг.

** – по Республике Крым дефицит рассчитан с учетом особенностей региона (данные за 2024–2026 гг. скорректированы с учетом современных тенденций).

Notes:

* – data for 2026 are forecast estimates based on trend analysis for 2010–2024.

** – for the Republic of Crimea, the deficit was calculated taking into account the region’s specific features (data for 2024–2026 was adjusted with due regard for current trends).

Экономическая эффективность и апробация контрактной модели

Сокращение популяций «диких» опылителей повышает уязвимость продовольственной системы [20]. Негативная динамика их численности во многом обусловлена изменениями в землепользовании и повсеместным применением пестицидов [21]. Актуальным является изучение рынка услуг пчелоопыления, компенсирующего дефицит диких опылителей. Для оценки влияния насекомых и пчел на опылительный процесс и моделирования устойчивости управляемых услуг по опылению в агроэкосистемах Г. Лонсдорфом с соавторами была разработана экологическая модель.

Опыление как экосистемная услуга незаменима с экономической, социальной и экологической точек зрения [22].

Одним из наиболее эффективных вариантов является система контрактного опыления, представляющая собой организационно-экономическую модель взаимодействия между сельскохозяйственными товаропроизводителями и пчеловодами, при которой опыление энтомофильных культур осуществляется на основе возмездных договоров. В мировой практике эта цивилизованная форма аграрного сервиса, позволяющая гарантированно обеспечивать потребности растениеводства в опылителях, а пчеловодам – получать стабильный доход независимо от медосбора, получила широкое распространение.

Интегральный экономический эффект от опыления

Экономическая оценка услуг по опылению, включая упущенную выгоду из-за недоопыления, лежит в основе стратегии количественной оценки влияния экосистемной услуги на производство продуктов питания и продовольственную безопасность. Оценочная глобальная стоимость опыления сельскохозяйственных культур в мире варьируется от 267 до 657 млрд долл. США [23]. В Великобритании услуги по опылению увеличивают доходы аграриев на £ 630 млн в год.

Контрактная система оказания услуг по опылению во многих странах мира стала ключевым механизмом, координирующим поведение участников рынка. Эта модель широко используется в США. В Калифорнии около 89 % всех пчелиных колоний задействованы на опылении миндаля. При заклю-

чении договора особое внимание уделяется вопросам pesticide risk management – включению в контракты пунктов, ограничивающих применение фунгицидов и других пестицидов. При стандартной плате \$ 200 за улей пчеловоды делают скидку в 4 % при включении в контракт пункта по защите от воздействия пестицидов [24]. Рост зимней смертности пчелиных колоний в середине 2000-х годов привел к увеличению сборов за опылительные услуги.

Экономический эффект от опыления в масштабах ЮФО и СКФО оценивается в десятки миллиардов рублей ежегодно. По расчетам авторов, основанным на данных о площадях и прибавке урожайности, суммарный потенциальный эффект от опыления подсолнечника в ЮФО и СКФО при условии 100 % охвата составляет около 35 млрд руб. в год. Недобор урожая вследствие дефицита опылителей составляет по подсолнечнику 15–20 % потенциального урожая, что эквивалентно потере 1,2–1,5 млн тонн семян в год.

Объективными предпосылками для осуществления контрактного опыления является также тот факт, что для культур с низкой медопродуктивностью (например, ягодники и косточковые культуры, дающие очень мало товарного меда) вывоз пасеки с целью получения меда является малопривлекательным. В случае же заключения контракта пчеловод гарантированно получает определенную прибыль за счет оплаты опылительной услуги. Если же культура высокомедоносная, пчеловод получает прибыль и от опыления, и от последующей реализации медовой продукции. Таким образом, в этой ситуации вывоз пчел на опыление является взаимовыгодным как для пчеловода, так и для растениевода.

Экономический анализ логистических аспектов рынка опылительных услуг в США свидетельствует о том, что участие пчеловодов в кооперативных транспортных соглашениях снижает их доход примерно на \$ 27 за колонию по сравнению с самостоятельной перевозкой пасеки [25]. Для оптимизации опылительной деятельности разработана биоэкономическая модель, моделирующая экономические и экологические последствия введения субсидий для пчеловодства и налога на пестициды [26].

На прибыльность пчеловодства влияет комплекс факторов. В частности, существенно повышает прибыль на одну колонию и делает бизнес устойчивее к колебаниям внешних факторов (цен,

погоды, влияющих на продуктивность и смертность) диверсификация источников дохода (например, совмещение производства меда с коммерческим опылением культур) [27]. Важным показателем является здоровье пчел [28]. Также во многом эффективность опыления зависит от размеров пчелиных колоний.

Пчеловоды в контрактах выступают как поставщики услуг; на их работу влияют погодные условия, здоровье колоний, доступность пчел, требования заказчика и рыночные цены. Среди основных рисков можно выделить зависимость от заказчика (срыв сроков, изменение условий), риски для здоровья колоний (распространение болезней, воздействие пестицидов), финансовые риски (нестабильность доходов по контракту). Стратегии управления: диверсификация источников дохода, тщательное планирование графика перемещений ульев, внедрение систем мониторинга состояния пчел и др. Успешное управление такими рисками требует междисциплинарного подхода – сочетания знаний в области биологии пчел, экономики и управления проектами.

Оптимизировать условия возможно путем построения математической модели, учитывающей несколько переменных: количество ульев, необходимое для эффективного опыления конкретной культуры; риски для здоровья пчелиных семей (воздействие пестицидов, нехватка нектара и пыльцы); экономические параметры (оплата, компенсации, условия предоплаты); особенности ландшафта вокруг полей (наличие дополнительных медоносов) и т. д. Инструменты, предложенные на основе модели, позволят сбалансировать интересы сторон: обеспечить фермеру достаточный уровень опыления, а пчеловоду – минимизировать риски и сохранить здоровье семей. Также одним из путей повышения рентабельности для пчеловодов и производителей сельхозкультур является оптимизация опыления на принципах «точного опыления» (precision pollination) [29].

Результаты пилотных проектов контрактного опыления в регионах юга России

Существующие формы статистического наблюдения Росстата не предусматривают сбор информации, позволяющей достоверно судить о количественных и качественных показателях, характеризующих правоотношения по поводу контрактного опыления в Российской Федерации. По данным Союза

промышленных пчеловодов России, в последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста числа контрактов, заключаемых между растениеводами и пчеловодами, предметом которых является возмездное оказание услуг по опылению сельскохозяйственных культур. По данным опроса среди членов пчеловодов-промышленников за 2022 г., на опылении суммарно было задействовано около 5000 пчелиных семей, принадлежащих членам организации, в 2023 г. данный показатель составил около 11 000 семей.

В ходе данного исследования были проанализированы пилотные проекты, реализуемые хозяйствующими субъектами разной организационно-правовой формы: два общества с ограниченной ответственностью, одно крестьянское (фермерское) хозяйство, один сельскохозяйственный производственный кооператив. Договоры были заключены на опыление в 2024 г. подсолнечника, бахчевых культур, рапса и плодовых насаждений. Пчелиные семьи были доставлены за три дня до начала массового цветения, стоимость услуги опыления варьировала от 800 до 2000 руб. за одну пчелосемью; плотность размещения – от 0,4 до 3 семей/га. Пчеловоды получали предварительное уведомление о графике пестицидных обработок за 5 дней. Выявленные примеры использования аграриями контрактного опыления наглядно свидетельствуют о его эффективности и взаимной выгоде для аграриев и пчеловодов (таблица 4).

Прибавка урожая в пилотных хозяйствах составила от 19 до 50 % по сравнению со средними показателями по району. Наивысший показатель зафиксирован на бахчевых культурах – 50 %. Урожайность подсолнечника составила 28,5 ц/га при средней по району 22,3 ц/га, прибавка – 6,2 ц/га (27,8 %). Выход товарных плодов высшего сорта в КФХ «Садовод» увеличился с 68 до 92 %. В ООО «Башмаковское» в результате опыления завязываемость плодов увеличилась с 52 (в 2023 г. – без опыления) до 87 %, урожайность арбузов возросла с 28 до 42 т/га. Урожайность рапса в СПК «Нива» составила 2,6 т/га при средней по республике 1,9 т/га (прибавка 36,8 %). В ООО «Крымская фруктовая компания» выход плодов товарного сорта увеличился с 72 до 91 %, снизились потери при хранении на 18 %.

В Ростовской области в 2025 г. при поддержке регионального минсельхоза была запущена пилотная платформа «Дон-Опыление», объединившая 28 агропредприятий и 46 пчеловодов.

Таблица 4

Эффективность контрактного пчелоопыления в пилотных проектах по пчелоопылению юга России

Table 4

Efficiency of contract bee pollination in pilot bee pollination projects in the South of Russia

Показатель	Аграрное предприятие				
	ООО «Агро-Юг», Краснодарский край	КФХ «Садовод» Ставропольский край	ООО «Башмаковское», Волгоградская область	СПК «Нива», Республика Дагестан	ООО «Крымская фруктовая компания»
Опыляемая площадь, га	1200	150	850	940	320
Опыляемая культура	Подсолнечник	Яблоневый сад	Бахчевые культуры	Рапс на маслосемена	Плодовые (яблоня, груша, слива)
Плотность размещения, семьи/га	2	3	0,4	1,5	3
Стоимость услуги опыления, руб/семью	1200	1800	800	1100	2000
Прибавка урожая, ц/га, %	6,2 /27,8	16/24	140/50	7/36,8	12,5/19,0
Выручка от дополнительной продукции, млн руб	18,6	10,8	59,5	26,3	19,0
Затраты на опыление (оплата пчеловодам), млн руб	2,88	0,810	0,272	1,55	1,92
Чистая прибыль, млн руб	15,72	9,91	59,228	24,74	17,08

За сезон было заключено 32 формальных договора на опыление 18 тыс. га энтомофильных культур (подсолнечник – 12,5 тыс. га, рапс – 3,2 тыс. га, гречиха – 2,3 тыс. га). Внедрены GPS-контроль размещения пасек и система электронного оповещения о химических обработках (уведомления за 5–7 дней через мессенджеры и SMS). Потери пчел от отравлений сократились на 65 % по сравнению с предыдущим годом. Средняя прибавка урожайности по культурам составила 31 %. Общая дополнительная выручка участников платформы – 89 млн руб., суммарные затраты на опыление – 12,4 млн руб., экономический эффект – 76,6 млн руб.

Представленные примеры подтверждают высокую экономическую эффективность контрактной модели и свидетельствуют о целесообразности ее масштабирования.

Факторы, сдерживающие масштабирование контрактного опыления

В ходе исследования выявлены и систематизированы основные группы факторов, влияющих на полноту опыления энтомофильных культур и сдерживающие масштабирование контрактного опыления.

Биотические, абиотические и антропогенные ограничения

Изменение климата существенно меняет динамику взаимодействий между растениями и опылителями, репродуктивную биологию и предоставление экосистемных услуг. Экстремальные погодные явления (волны жары, засухи, сильные осадки) напрямую снижают жизнеспособность пчел, нарушают их поведение и снижают эффективность опыления [30]. Из-за климатических сдвигов меняются географический ареал и фенология (сроки активности) насекомых-опылителей [31; 32].

Биотические факторы включают генотип культуры (различные сорта и гибриды обладают неодинаковой нектаропродуктивностью и привлекательностью для пчел), состояние пчелиных семей (сила семьи, наличие расплода, возраст рабочих пчел) и здоровье пчел (варроатоз, вирусные и грибковые заболевания снижают активность и продолжительность жизни пчел).

Абиотические факторы включают погодные условия (температура воздуха, влажность, солнечная радиация). Летная активность пчел начинается при температуре +12 °С, оптимальной считается температура 16–26 °С. За последние годы число летних дней в апреле сократилось на 13 % по срав-

нению с периодом 1995–2000 гг., а оптимальных для лета дней – в два раза.

Антропогенные факторы включают применение пестицидов (неоникотиноиды и другие инсектициды вызывают гибель пчел, нарушают способность к обучению и ориентации), электромагнитное излучение (сотовая связь, спутниковые системы навигации создают помехи навигационной системе пчел) и организацию опылительных работ (своевременность доставки пчел, равномерность размещения ульев, наличие дрессировки).

Институциональные и инфраструктурные барьеры

Институт контрактного опыления в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, как и в Российской Федерации в целом, в настоящее время развит слабо. Лишь 15–20 % крупных сельхозпредприятий в регионах исследования заключают формальные письменные договоры с пчеловодами. В большинстве случаев взаимодействие строится на устных договоренностях, что создает высокие риски для обеих сторон. В ряде хозяйств Краснодарского края и Ставрополья практикуются бартерные схемы; такая модель не обеспечивает прозрачности и не стимулирует увеличения объемов опылительных услуг.

Развитие контрактного опыления сдерживает нормативно-правовая неопределенность. Отсутствуют специализированные законодательные акты, регламентирующие статус опылительных услуг, порядок взаиморасчетов, ответственность сторон за гибель пчел, требования к срокам уведомления о пестицидных обработках. Действующие нормы Гражданского кодекса РФ не учитывают специфику биологических активов (пчелиных семей) и агротехнологических особенностей опыления.

Рынок опылительных услуг не имеет единых правил ценообразования, методик оценки качества опыления, механизмов досудебного урегулирования споров. Отсутствуют стандарты и типовые формы договоров.

К числу инфраструктурных ограничений следует отнести недостаток специализированной техники для транспортировки пчел (мобильных павильонов, грузовых платформ с вентиляцией), что затрудняет доставку пчелосемей к удаленным массивам. Отсутствие региональных диспетчерских центров координации кочевков приводит к неравномерному распределению опылителей. Доставка пчел на ме-

доносный массив сопряжена с большими транспортными затратами, которые для малочисленных пасек становятся неподъемными. С учетом того, что большинство пчел на юге страны содержится в хозяйствах населения, выходом в этой ситуации может стать их объединение на кооперативных началах [33].

Важным фактором в организации опылительной деятельности является механизация погрузочно-разгрузочных работ, которые пока что в большинстве случаев выполняются вручную. В настоящее время в стране наблюдается дефицит специализированной техники для перевозки пчел. Для решения этой проблемы необходима государственная поддержка: субсидирование приобретения мобильных павильонов, развитие системы агролизинга для пчеловодства, включение пчеловодческой техники в перечень сельхозтехники, реализуемой по льготным программам.

Перспективным направлением интенсификации пчеловодства является использование мобильных павильонных комплексов. В Кубанском государственном аграрном университете разработана и запатентована конструкция мобильного медово-опылительного павильона, удостоенная серебряной медали на 111-м Международном салоне изобретений «Конкурс ЛЕПИН» в Париже. Использование мобильных павильонов позволяет быстро перемещать пчелиные семьи к местам цветения энтомофильных культур; обеспечивать оптимальный микроклимат для развития пчел в неблагоприятных условиях; повысить производительность труда пчеловода в 2–3 раза по сравнению с традиционным кочевым пчеловодством; снизить затраты на транспортировку и обслуживание пасеки; обеспечить равномерное размещение опылителей на массивах энтомофильных культур.

Информирование аграриев

Многие сельхозпроизводители недооценивают реальную экономическую выгоду от опыления, рассматривая его как факультативную, а не обязательную технологическую операцию. По данным опроса, около 40 % респондентов не знают научно обоснованных норм размещения пчелосемей и фактических прибавок урожайности.

Для того чтобы своевременно получать информацию о предстоящих обработках посевов, состоянии медоносов и для связи с другими пчело-

водами в полевых условиях необходимо иметь устойчивый интернет. Пока его в ряде мест еще нет. Поэтому цифровизация пчеловодства является важным и необходимым условием трансформации пчеловодства в высокопроизводительную отрасль [33]. Цифровые технологии открывают новые возможности для организации контрактного опыления. К перспективным направлениям относятся:

- платформы для связи производителей и пчеловодов (цифровые сервисы для поиска заказов и предложений);
- мониторинг состояния пчелиных семей с использованием датчиков (весовых, температурных, акустических);
- GPS-трекинг кочевков для оптимизации маршрутов и логистики;
- метеомониторинг и прогнозирование цветения для точного планирования сроков доставки пчел;
- блокчейн-системы контроля применения пестицидов для предотвращения гибели пчел;
- диспетчерские центры координации кочевков на региональном уровне.

Следует отметить, что контрактное опыление относится к сфере гражданских правоотношений. Ценообразование в данной сфере будет формироваться, как и во всех других сферах, исходя из соотношения спроса и предложения. При этом со стороны государства опыление должно рассматриваться как элемент технологии, который обеспечивает рост сельскохозяйственного производства при сохранении экологической чистоты конечного продукта. В свою очередь, такой подход будет способствовать не только обеспечению количественных показателей продовольственной безопасности, но и способствовать сбережению здоровья людей.

Механизм развития и институционализации контрактного опыления

В стране сформирована определенная база, создающая предпосылки для развития контрактного опыления. Впервые в Федеральном законе от 30.12.2020 № 490-ФЗ «О пчеловодстве в Российской Федерации» на законодательном уровне закреплены понятия «опылительные услуги», «мобильный пасечный комплекс», установлены требования к информированию пчеловодов о применении пестицидов (не менее чем за 3 дня

до обработки). Однако механизмы реализации многих норм до настоящего времени не разработаны. Параллельно с законом № 480-ФЗ с 10 марта 2026 года вступили в силу и новые санитарные нормы для беспилотных летательных средств, распыляющих пестициды. Методическими рекомендациями Минсельхоза РФ «Нормы использования сильных пчелиных семей на опыление сельскохозяйственных культур» (2020 г.) установлены научно обоснованные нормативы размещения пчелосемей, однако они носят рекомендательный характер. Кроме того, Приказом Минсельхоза РФ от 19.05.2021 № 340 утверждены правила субсидирования части затрат на приобретение пчеловодческой техники, включая мобильные павильоны, однако объемы финансирования остаются недостаточными. Что касается льготного кредитования, то МСХ России не планирует включать услуги по опылению пчелами сельхозкультур в список направлений, которые будут доступны для льготного кредитования по аналогии с мерами поддержки по ремонту сельхозтехники.

Экономисты Минсельхоза представили расчеты, согласно которым экономический эффект от опыления оказался настолько высоким, что господдержка не требуется. По их мнению, сфера опылительного пчеловодства не является низкоприбыльной и не нуждается в приоритетной поддержке. Это решение на симпозиуме «Ветеринарное обеспечение пчеловодства: проблемы, решения с использованием современных инструментов, перспективы» в октябре 2025 года озвучил начальник отдела технологического развития Министерства сельского хозяйства России в сфере животноводства А. В. Кузнецов (Информационный портал «Ветеринария и жизнь»).

По их словам, рентабельность таких хозяйств и без того достаточная, сфера опылительного пчеловодства не является низкоприбыльной, поэтому не нуждается в приоритетной поддержке. Вместе с тем, по информации представителей ведомства, пчеловодам по-прежнему доступны другие формы поддержки, в том числе в форме грантов для начинающих фермеров. Также пчеловоды могут получить субсидии от Минсельхоза на компенсацию до 70 % затрат на оборудование по уходу за пчелами, мероприятия по повышению их количества, а также их питанию. В Тульской и Костромской областях, например, в 2025 году пчеловоды получили субсидии на компенсацию 50 % фактических затрат на приобретение пчелосемей, ульев и оборудова-

ния для откачки и фасовки меда, а также на участие в выставках и ярмарках.

На региональном уровне в Краснодарском крае и Ставрополье разработаны типовые формы договоров на оказание опылительных услуг, но их применение не является обязательным.

На основе проведенного исследования и экспертных оценок определены следующие приоритетные направления механизма контрактного опыления:

1. Совершенствование нормативной базы: разработка и утверждение типового договора контрактного опыления с обязательными условиями (сроки, нормы размещения, ответственность за гибель пчел, порядок оповещения об обработках); введение в законодательство понятия «опылительный сертификат» как документа, подтверждающего качество оказанных услуг; установление административной ответственности за неприменение научно обоснованных норм опыления при возделывании энтомофильных культур в рамках государственных программ.
2. Создание цифровых платформ и информационных систем: региональные электронные площадки для связи аграриев и пчеловодов (аналоги платформы «Агроопыление»); внедрение геоинформационных систем для мониторинга размещения пасек и планирования кочевок; блокчейн-системы фиксации пестицидных обработок для обеспечения прозрачности.
3. Государственная поддержка: субсидирование затрат на транспортировку пчелосемей к опыляемым массивам (не менее 50 % фактических расходов), льготный лизинг мобильных пчелокомплексов и специализированного транспорта, включение опылительных услуг в перечень мероприятий, поддерживаемых в рамках региональных программ развития АПК.
4. Развитие института контрактного опыления: создание региональных центров компетенций по контрактному опылению на базе аграрных вузов; обучение сельхозпроизводителей и пчеловодов методам планирования опылительных работ; внедрение системы страхования рисков гибели пчел при выполнении контрактных обязательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование пчел для опыления – сложная и взаимосвязанная система, которая поддерживает сельское хозяйство и вносит свой вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны. Одним из наиболее эффективных вариантов является система контрактного опыления, представляющая собой организационно-экономическую модель взаимодействия между сельскохозяйственными товаропроизводителями и пчеловодами, при которой опыление энтомофильных культур осуществляется на основе возмездных договоров. В мировой практике эта форма аграрного сервиса получила широкое распространение и гарантированно удовлетворяет потребности аграриев в опылителях, а пчеловодам обеспечивает стабильный доход независимо от медосбора.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. За период 2010–2026 гг. площади энтомофильных культур в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах увеличились на 35–40 %, тогда как численность пчелиных семей сократилась на 2,5–4,2 %. Дефицит опылителей в регионах достиг 60–67 %, что создает серьезные риски для продовольственной безопасности и требует принятия неотложных мер.
2. Для восполнения дефицита опылителей необходимо увеличение численности пчелиных семей в ЮФО в 2,5 раза (с 507 до 1280 тыс. семей), в СКФО — в 2,9 раза (с 170 до 495 тыс. семей). Достижение этих показателей требует системной государственной поддержки отрасли пчеловодства.
3. Экономический эффект от полноценного опыления энтомофильных культур в регионах юга России оценивается в десятки миллиардов рублей ежегодно. Недобор урожая вследствие дефицита опылителей составляет по подсолнечнику 15–20 %, что эквивалентно потере 1,2–1,5 млн тонн семян в год.
4. Для развития контрактного опыления требуется совершенствование нормативно-правовой базы, кооперация пчеловодов, создание информационных платформ для взаимодействия аграриев и пчеловодов, внедрение мобильных пчелокомплексов и цифровых технологий, а также государственная поддержка затрат на транспортировку пчел.

Вклад авторов

Г. В. Комлацкий: разработка концепции, научное руководство.

Г. А. Терещенко: формальный анализ, проведение исследования.

М. Г. Комлацкая: проведение исследования, написание рукописи.

Contributions

G. V. Komlatsky: development of the concept, scientific management.

G. A. Tereshchenko: formal analysis, research.

M. G. Komlatskaya: research, writing the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Таракулов О.Х., Луков М.К. Повышение урожайности раннеспелых сортов подсолнечника при помощи дополнительного опыления. *Актуальные проблемы современной науки*. 2023;6(135):82-90. EDN QNGSVO
Tarakulov O.Kh., Lukov M.K. Increasing the yield of early-ripening sunflower varieties using additional pollination. *Actual Problems of Modern Science*. 2023;6(135):82-90. (In Russ.) EDN QNGSVO
2. FAO Protecting pollinators from pesticides — Urgent need for action. Rome; 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0170en>
3. Рудак А.И. Значение медоносных пчел в эффективности аграрной экономики. *Наше сельское хозяйство*. 2024;17(337):80-83. EDN AGENXS
Rudak A.I. The importance of honey bees in the efficiency of the agricultural economy. *Our Agriculture*. 2024;17(337):80-83. (In Russ.) EDN AGENXS
4. Ляшенко М.В., Калмыков С.П., Буднова М.В. Особенности влияния пчеловодства и сбора меда на продовольственную безопасность России. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2025;21(48):72-82. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2025-48-2-72-82>
Lyashenko M.V., Kalmykov S.P., Budnova M.V. Features of the impact of beekeeping and honey collection on food security in Russia. *Innovations and Food Safety*. 2025;21(48):72-82. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2025-48-2-72-82>
5. Kernecker M., Felipe-Lucia M., Westphal C. et al. Managing agrobiodiversity: integrating field and landscape scales for biodiversity-yield synergies. *Basic and Applied Ecology*. 2024;75:26-30. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.01.001>
6. Афанасьев В.И. Состояние и перспективы развития пчеловодства России. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2023;2(96):16-132. <https://doi.org/10.33938/232-126>
Afanasyev V.I. The state and prospects of beekeeping development in Russia. *Economy, Labor, Management in Agriculture*. 2023;2(96):16-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/232-126>
7. Сауров С.Е. Влияние пчелоопыления на урожайность. *Universum: химия и биология: электрон. науч. журн.* 2023;1(91). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.91.1.128253>
Saurou S.E. The effect of bee pollination on yield. *The journal "Universum: Chemistry and Biology"*. 2023;1(91). (In Russ.) 2023;1(91). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.91.1.128253>
8. Осинцова Л.А. Состояние популяции медоносных пчел *Apis Mellifera* L. при росте пестицидной нагрузки в агроценозах. *Вестник НГАУ*. 2023;4(59):253-272. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-69-4-253-271>
Osintsova L.A. The state of populations of honey bees, *Apis Mellifera* L., with an increase in the pesticide load in agrocenoses. *Vestnik NGAU*. 2023;4(59):253-272. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-69-4-253-271>
9. Богуславский Д.В., Захаров И.С. Роль внешних факторов в эмбриогенезе *Apis Mellifera*. *Онтогенез*. 2021;52(6):476-484. <https://doi.org/10.31857/S0475145021060021>
Boguslavsky D.V., Zakharov I.S. The role of external factors in embryogenesis of *Apis Mellifera*. *Ontogenez*. 2021;52(6):476-484. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0475145021060021>

10. Самсонова И.Д., Сидоренко П.В. Особенности нектарной продуктивности малины. *Пчеловодство*. 2023;10:24-26.
Samsonova I.D., Sidorenko P.V. Peculiarities of nectar-bearing capacity of raspberry. *Beekeeping*. 2023;10:24-26. (In Russ.)
11. Захаров А.И., Лопаяева Н.Л. Важность насекомых-опылителей для продуктивности экосистемы. *Молодежь и наука*. 2024;3:19-21
Zakharov A.I., Lopayeva N.L. The importance of pollinating insects for ecosystem productivity. *Youth and Science*. 2024;3:19-21. (In Russ.)
12. Комлацкий Г.В., Лещенко И.А. Опылительная деятельность пчел на тыкве. *Пчеловодство*. 2023;8:16-17
Komlatsky G.V., Leshchenko I.A. Pollination activity of bees on a pumpkin. *Beekeeping*. 2023;8:16-17. (In Russ.)
13. Минаков И.А. Развитие пчеловодства в России: проблемы и решения. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2024;1(76):147-152. EDN QWTIMC
Minakov I.A. The development of beekeeping in Russia: problems and solutions. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2024;1(76):147-152. (In Russ.) EDN QWTIMC
14. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Медоносные пчелы и дикие опылители на посевах горчицы белой. *Пчеловодство*. 2024;8:18-19
Velkova N.I., Naumkin V.P. Honey bees and wild pollinators on white mustard crops. *Beekeeping*. 2024;8:18-19. (In Russ.)
15. Захарян И.Л. ESG-повестка в апикультуре: устойчивость, биоразнообразие и готовность потребителей поддерживать «Polunator-Friedly» продукты. *Universum: экономика и юриспруденция*. 2026;3(137). <https://doi.org/10.32743/1339.22113>
Zakharyan I.L. ESG agenda in apiculture: sustainability, biodiversity, and consumer willingness to support Polunator-Friedly products. *Universum: Economics and Law*. 2026;3(137). (In Russ.) <https://doi.org/10.32743/1339.22113>
16. Бочковой А.Д., Хатинский В.И., Камардин В.А. Семеноводство гибридного подсолнечника: методика, нормативные акты, технические приемы (обзор). *Масличные культуры*. 2019;2(178):110-127. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-2-178-110-127>
Bochkovoi A.D., Khatinsky V.I., Kamardin V.A. Seed growing of hybrid sunflower: methods, regulations, techniques (review). *Oil Crops*. 2019;2(178):110-127. (In Russ.) <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-2-178-110-127>
17. Митрофанов С.В., Шестакова А.И., Пакискири Т.В. и др. Анализ влияния глобальных изменений климата на устойчивость пчеловодства. *Вестник НГАУ*. 2024;11(70):219-224. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-70-1-219-224>
Mitrofanov S.V., Shestakova A.I., Pakiskiri T.V. et al. Analysis of the impact of global climate change on the sustainability of beekeeping. *Vestnik NGAU*. 2024;11(70):219-224. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-70-1-219-224>
18. Анпилогова Д.Д. Оценка экосистемной функции опыления в агроландшафте (на примере Веневского района Тульской области). *Грозненский естественнонаучный бюллетень*. 2024;9.1(35):5-13. <https://doi.org/10.25744/genb.2024.67.15.001>
Anpilogova D.D. Assessing pollination ecosystem service in the agricultural landscape: a case study of the Tula Region Venev District. *Grozny Natural Science Bulletin*. 2024;9(1):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.25744/genb.2024.67.15.001>
19. Barghjelveh S. Using the Lonsdorf Model for estimating habitat loss and fragmentation effects on pollination service. *Ecological Processes*. 2021;10:22. <https://doi.org/10.1186/S13717-021-00291-8>
20. Халявин И.А., Екатерина С.О., Мурашкин М.Р., Новикова А.В. Определение пестицидов в подморе пчел с применением газовой хромато-масс-спектрометрии. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2026;16(1):101-111. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-1-101-111> EDN DFXZGK
Khalyavin I.A., Osinova E.S., Murashkin M.R., Novikova A.V. Determination of pesticides in bee mortality using gas chromatography-mass spectrometry. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2026;16(1):101-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2026-16-1-101-111>

21. Збанацкий О.В., Куданев А.И., Родченко Е.И. Контрактное опыление в России: состояние, проблемы и способы решения. *Пчеловодство*. 2024;7:48-50.
Zbanatsky O.V., Kudanev A.I., Rodchenko E.I. Contract pollination in Russia: status, problems, and solutions. *Beekeeping*. 2024;7:48-50. (In Russ.)
22. Ferenczi, A. Evaluation of the pollination ecosystem service of the honey bee (*Apis mellifera*) based on a beekeeping model in Hungary. *Sustainability*. 2023;15:9906. AG. <https://doi.org/10.3390/SU15139906>
23. Fenton M., Goodrich B.K., Penn J. Measuring beekeepers' economic value of contract enhancements in almond pollination agreements. *Ecological Economics*. 2025;227:108351. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108351>
24. Ильясов Р.А., Богуславский Д.В., Ильясова А.Ю. и др. Коэволюция медоносной пчелы и человека — адаптивная эволюция двух видов. *Успехи современной биологии*. 2024;144(5):533-549. <https://doi.org/10.31857/S0042132424050042>
Ilyasov R.A., Boguslavsky D.V., Ilyasova A.Y. et al. Coevolution of honeybees and humans — adaptive evolution of two species. *Uspekhi Sovremennoi Biologii*. 2024;144(5):533-549. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0042132424050042>
25. Bixby M., Scarlett R., Hoover S.E. Winter mortality, diversification, and self-sufficiency affect honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony profit in Canada: a model of commercial Alberta beekeepers. *Journal of Economic Entomology*. 2023;116(3):686-696. <https://doi.org/10.1093/jee/toad056>
26. Fei C.J., Williamson K.M., Woodward R.T. et al. Honey bees, almonds, and colony mortality: an economic simulation of the U.S. pollination market. *Land Economics*. 2021;97(3):688-703. <https://doi.org/10.3368/le.97.3.688>
27. Parveen N., Miglani R., Kumar A. et al. Honey bee pathogenesis posing a threat to its global population: a short review. *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 2022;88:11-32. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00062-9>
28. Evans S.K., Clouston G., Regev Y. et al. Effect of honey bee colony strength on foraging productivity and its application to precision pollination. *Insects*. 2026;17(2):163. <https://doi.org/10.3390/insects17020163>
29. Kumar A., Rajwar N., Tonk T. *Climate Change Effects on Plant-Pollinator Interactions, Reproductive Biology and Ecosystem Services*. Singh H. (ed.) *Forests and Climate Change*. Springer. Singapore; 2024.97-177. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3905-9_5
30. Sabbahi R. Effects of Climate Change on Insect Pollinators and Implications for Food Security — Evidence and Recommended Actions. Behnassi M., Gupta H., Barjees Baig M., Noorka I.R. (eds.) *The Food Security, Biodiversity, and Climate Nexus*. Springer International Publishing, Cham. 2022:143-163. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12586-7_8
31. Rahimi E., Jung C. Mapping co-occurrence dynamics between crops and honeybees under climate change in North America. *Community Ecology*. 2025;26:489-499. <https://doi.org/10.1007/s42974-025-00262-5>
32. Комлацкий Г.В., Терещенко Г.А. Пчеловодство в контексте реализации концепции «Сельское хозяйство 4.0». *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2025;118:40-50. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-118-40-50>
Komlatsky G.V., Tereshchenko G.A. Beekeeping in the context of the implementation of the concept "Agriculture 4.0". *Transactions of the Kuban State Agrarian University*. 2025;118:40-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1999-1703-118-40-50>

33. Комлацкий Г.В., Терещенко Г.А., Комлацкая М.Г. Кооперация в многофакторной модели экологизированного индустриального пчеловодства. *Вестник Академии знаний*. 2026;2(73):248-253. EDN NHPHAG
Komlatsky G.V., Tereshchenko G.A., Komlatskaya M.G. Cooperation in a multifactor model of environmentally friendly industrial beekeeping. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2026;2(73):248-253. (In Russ.) EDN NHPHAG

Сведения об авторах

Комлацкий Григорий Васильевич —

кандидат экономических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-9810-7946>

SPIN-код: 5376-4689

gregwk@mail.ru

Терещенко Галина Алексеевна —

преподаватель кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-2031-3325>

SPIN-код: 9406-6927

tereshenko-galina@mail.ru

Комлацкая Мария Григорьевна —

обучающаяся, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

<https://orcid.org/0009-0008-4830-1490>

SPIN-код: 6998-2085

mariakomlackaa@gmail.com

About the authors

Grigory V. Komlatsky —

Cand. Sci. (Econ.), Dr. Sci. (Agric.), Prof., Department of Institutional Economics and Investment Management, Kuban State Agrarian University by name I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-9810-7946>

gregwk@mail.ru

Galina A. Tereshchenko —

Lecturer, Department of Institutional Economics and Investment Management, Kuban State Agrarian University by name I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-2031-3325>

tereshenko-galina@mail.ru

Maria G. Komlatskaya —

Student, Kuban State Agrarian University by name I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

<https://orcid.org/0009-0008-4830-1490>

mariakomlackaa@gmail.com