

Р.С. Крохалев

И.Я. Гричанов ✉

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

✉ grichanov@mail.ru

Поступила в редакцию: 07.08.2025

Одобрена после рецензирования: 11.10.2025

Принята к публикации: 26.10.2025

© Крохалев Р.С., Гричанов И.Я.

mini-review

Roman S. Krokhalev

Igor Ya. Grichanov ✉

All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

✉ grichanov@mail.ru

Received by the editorial office: 07.08.2025

Accepted in revised: 11.10.2025

Accepted for publication: 26.10.2025

© Krokhalev R.S., Grichanov I.Ya.

## Современные тенденции в исследованиях и технологиях применения аттрактантов для мониторинга вредных чешуекрылых

### РЕЗЮМЕ

В работе представлен обзор современных тенденций в исследованиях и технологиях применения синтетических половых аттрактантов (СПА) для мониторинга фитофагов на примере вредных чешуекрылых плодового сада. На основе анализа научных публикаций отечественных и зарубежных исследователей показаны высокая значимость и совершенствование применения феромонов для целей фитосанитарного мониторинга. Отмечены следующие направления исследований: новые материалы и диспенсеры СПА; выявление факторов, влияющих на отлов феромонными ловушками целевых видов; создание комбинаций феромонов с другими типами аттрактантов; совместное применение СПА с другими методами мониторинга; внедрение автоматизированных систем мониторинга и подсчета отловленных насекомых в ловушках. Особое внимание в обзоре уделено отечественным разработкам и исследованиям в области создания и применения носителей СПА. Дальнейшее развитие применения аттрактантов заключается во внедрении автоматизированного феромонного мониторинга с использованием систем искусственного интеллекта и безловушечных методов проведения мониторинга вредных чешуекрылых.

**Ключевые слова:** синтетические половые аттрактанты, мониторинг, феромоны, феромонные ловушки, вредные чешуекрылые, диспенсеры, методы

**Для цитирования:** Крохалев Р.С., Гричанов И.Я. Современные тенденции в исследованиях и технологиях применения аттрактантов для мониторинга вредных чешуекрылых. *Аграрная наука*. 2025; 400 (11): 122–130.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-122-130>

## Current trends in attractant research and their application technologies for monitoring harmful lepidopterans

### ABSTRACT

The paper presents an overview of current trends in research and technologies for the use of synthetic sex attractants (SSA) for monitoring phytophages using lepidopteran pests in an orchard as an example. Based on the analysis of scientific publications by domestic and foreign researchers, the high significance and improvement of the use of pheromones for phytosanitary monitoring and is shown. The following research areas are noted: new materials and dispensers for SSA; identification of factors influencing the capture of males of target species by pheromone traps; creation of combinations of pheromones with other types of attractants; joint use of SSA with other monitoring methods; implementation of automated systems for monitoring and counting insects captured in traps. Particular attention in the review is paid to domestic developments and research in the field of creation and use of SSA carriers. Further development of the use of attractants consists in the introduction of automated pheromone monitoring using artificial intelligence systems and trap-free methods for monitoring harmful lepidoptera.

**Key words:** synthetic sex attractants, monitoring, pheromones, pheromone traps, lepidopteran pests, dispensers, methods

**For citation:** Krokhalev R.S., Grichanov I.Ya. Current trends in attractant research and their application technologies for monitoring harmful lepidopterans. *Agrarian science*. 2025; 400 (11): 122–130 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-122-130>





В Венгрии установлена отрицательная взаимосвязь между концентрацией газов-поллютантов и отловом самцов вредных чешуекрылых в феромонные ловушки [28]. Эксперименты с отловом томатной моли *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) в Пакистане показали влияние цвета ловушек на отлов (в частности, наибольшее количество самцов было отловлено в ловушки золотистого цвета, тогда как в красных ловушках отмечался наименьший отлов самцов) [29].

Вместе с тем существуют примеры отсутствия влияния некоторых факторов на отлов бабочек. Например, рекомендованное ранее размещение ловушек с южной стороны кроны яблонь увеличило отлов яблонной плодожорки, но различия были статистически недостоверными с их размещением с северной, западной и восточной сторон [30].

Свет, исходящий от Луны, не влиял на активность лёта вредных чешуекрылых, но при высокой степени поляризации световых лучей уловы ловушек могли увеличиться [31]. Ловушки, расположенные на вершине деревьев (3–5 м), не имели преимуществ по сравнению с ловушками, которые были вывешены на уровне глаз человека (1,6–2,0 м), что доказано для различных их конструкций [32].

В настоящее время проводятся исследования по совершенствованию феромонного мониторинга в нескольких направлениях, одним из которых является комбинация разных аттрактивных компонентов. В частности, одновременное использование диспенсеров с различными СПА или соединение в одном носителе нескольких компонентов СПА разных видов плодожорок позволяло достичь 98%-ной эффективности, что обеспечивало усовершенствование мониторинга и защиту сельскохозяйственной продукции на протяжении всего вегетационного периода [6, 19, 33].

В России разрабатывается универсальный СПА, который эффективно привлекает вредные виды совок (Lepidoptera: Noctuidae) и жуков-щелкунов (Coleoptera: Elateridae) [20], однако во всех работах отмечается большая доля отлова нецелевых видов при использовании подобных препаратов. Впрочем, Прети и соавт. [34] в 2020 г. успешно апробировали СПА, состоящие из комбинации половых феромонов восточной и яблонной плодожорок для отлова первой, при этом установлено, что нецелевой вид *Apis mellifera* L. слабо привлекался данным препаратом.

В некоторых странах, например в Китае, продолжают исследования по разработке новых материалов и типов диспенсеров для контролируемого высвобождения СПА. В частности, использование нановолокон, состоящих из смеси полиэтиленгликоля и поликапролактона, позволило в провинции Шаньси обеспечить долгосрочное и равномерное испарение аттрактантов и снизить их расход за 90 дней на 50% при практически такой же биологической эффективности по сравнению с классическими резиновыми капсулами [35].

**Рис. 3.** Феромонная ловушка с фольгапленовым диспенсером СПА яблонной плодожорки производства АО «Щёлково-Агрохим», выставленная в яблоневом саду Пушкинского района г. Санкт-Петербурга (ориг.)

**Fig. 3.** Pheromone trap with foil-film dispenser with SSA for codling moth manufactured by "Shchelkovo-Agrokhim" company, mounted in an apple orchard in the Pushkinsky district of St. Petersburg (orig.)



Среди других иностранных разработок интерес вызывают применение гидрогелей и микрокапсул в качестве носителя феромонного препарата и покрытие диспенсера полимерной пленкой [5, 36].

В России далеко продвинулось в создании новых носителей СПА АО «Щёлково-Агрохим», которое разработало принципиально новую форму — фольгапленовые диспенсеры (рис. 3).

В последние два десятилетия они стали считаться перспективными диспенсерами для проведения феромонного мониторинга в плодовых насаждениях благодаря стабильной эмиссии СПА и сохранению биологической эффективности на протяжении всего времени лёта вредных чешуекрылых [37]. Фольгапленовые диспенсеры так же эффективно, как и резиновая капсула, привлекали самцов целевых видов, при этом не требовали замены и могли применяться в инсектицидно-феромонных композициях, что позволяло существенно снизить затраты труда на обслуживание ловушек [38]. Однако в более позднем исследовании авторов в 2011 г. была показана ограниченность применения фольгапленовых диспенсеров для мониторинга самцов сливовой плодожорки (*Grapholitha funebrana* Tr.) [39].

Разработкой последних лет АО «Щёлково-Агрохим» является применение в качестве носителей СПА для мониторинга вредных чешуекрылых металлических трубок, полевые испытания которых проводятся на данный момент в ВИЗР.

Совместное применение СПА с другими методами мониторинга позволяет повысить эффективность его проведения. Так, использование феромонных ловушек с ловчими поясами обеспечило синхронный мониторинг имаго, гусениц и куколок яблонной плодовой жорки, что позволило определить сроки развития каждого поколения вредителя и даты проведения защитных мероприятий [40].

По мнению ряда авторов, перспективы мониторинга с использованием семиохемиков включают в себя: внедрение и использование полностью автоматизированной системы мониторинга в агробиоценозе для выявления и целенаправленной обработки очагов вредных чешуекрылых; оценку надежности новейших аттрактантов для самок и обоих полов в целях более точной сигнализации сроков откладки яиц и отрождения гусениц; оценку автоматических ловушек в сравнении с ручным подсчетом бабочек в садах; компьютерное определение вида и пола отловленного чешуекрылого; обнаружение новых обонятельных рецепторов, белков, связывающих феромон, и механизмов трансдукции химического сигнала, участвующего в феромонной коммуникации [5, 41, 42].

На данный момент опубликованы положительные результаты практически по всем из выше-названных направлений. Например, канадские ученые Дин и Тейлор [43] представили клеевую ловушку для автоматического обнаружения бабочек, которая содержала феромонную приманку для привлечения целевых насекомых. Цифровые изображения получали с мертвых и живых насекомых в фиксированный момент времени ежедневно, которые затем передавались на удаленный сервер. В статье показана возможность обучить сверхточную нейронную сеть для идентификации самок яблонной плодовой жорки.

В России исследования с применением систем искусственного интеллекта на основе нейросетей проводились Алейниковой и др. [44], которые показали точность на уровне 98,6% при уменьшении затрат по времени в зависимости от численности бабочек в 10–40 раз.

Системы подсчета количества отловленных имаго позволяют установить динамику лёта в популяции, имеют относительно недорогую стоимость (примерно 33 долл. США), распространяются по открытой лицензии и имеют потенциал для масштабирования через технологию «интернет вещей» (сети передачи данных между физическими объектами), что было показано в исследовании Шрадера и соавт. в 2022 г. [45]. Подобная система была разработана для гроздовой листовертки *Lobesia botrana* Denis & Schiff. в Турции [46], однако она является более громоздкой и менее портативной, поскольку в качестве источника питания камеры и GPRS-трекера в ней использовались солнечные батареи. При этом китайские испытания СПА показали высокую значимость минорных компонентов феромонов

чешуекрылых в разработке данных систем, особенно основанных на отлове конкретных вредных видов [47].

Проблемой применения подобных ловушек, по мнению Прети и соавт. [48], являются завышенные подсчеты имаго целевых видов из-за схожих по размеру бабочек, что решается внедрением более совершенных алгоритмов идентификации изображений.

В США и Китае прорабатываются методы совместного использования синтетических аттрактантов с растительными компонентами, которые способны привлекать не только самцов, но и самок [36, 49, 50]. Однако подобные смеси имеют существенный недостаток: они были менее эффективны в садах с большой площадью посадок косточковых культур и с обилием сорной растительности [51].

Привлечение самок может достигаться и с использованием пищевых аттрактантов, что в совместном чилийско-американском исследовании [52] обеспечило в среднем четырехдневное улучшение прогноза отрождения гусениц яблонной плодовой жорки по сравнению с традиционными половыми аттрактантами (для самцов), но отличие было статистически несущественным.

Наконец, нельзя не сказать и о возможности безловушечного феромонного мониторинга вредных чешуекрылых. Физико-химическое обоснование такого приема описано Ф.Н. Томиным [53–55].

В перспективе не исключено создание интеллектуальной биосенсорной системы дистанционного обнаружения массового размножения насекомых по концентрации в воздухе их феромонов.

## Выводы/Conclusions

Анализ литературных данных последних лет показал прогресс в исследованиях и технологиях применения аттрактантов для целей фитосанитарного мониторинга вредных чешуекрылых.

В мировой практике основными направлениями исследований являются: разработка новых материалов и диспенсеров СПА; выявление факторов, влияющих на отлов феромонными ловушками самок целевых видов; создание комбинаций половых аттрактантов с другими типами феромонов; внедрение автоматизированных систем мониторинга и подсчета отловленных насекомых в ловушках.

В России большая часть исследований направлена на разработку и испытания собственных СПА (многокомпонентных и универсальных) и носителей феромонов (фольгапленовые пластины и металлические трубки).

Перспективы применения аттрактантов могут быть связаны с внедрением автоматизированного феромонного мониторинга с использованием систем искусственного интеллекта и безловушечных методов проведения мониторинга вредных чешуекрылых.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания ВИЗР № FGEU-2025-0001 «Фитосанитарный мониторинг, прогноз и районирование агроландшафтов и агроэкосистем на основе эколого-географического и филогенетического анализа, визуализации и интегративной систематики вредных и полезных организмов».

## FUNDING

The research was carried out within the framework of the State Assignment of the All-Russian Research Institute of Plant Protection No. FGEU-2025-0001 "Phytosanitary monitoring, forecasting and zoning of agrolandscapes and agroecosystems based on ecological-geographical and phylogenetic analysis, visualization and integrative taxonomy of harmful and beneficial organisms".

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Феромоны для фитосанитарного мониторинга вредных чешуекрылых насекомых. СПб.; Пушкин: *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН*. 2005; 244. ISBN 5-93717-025-3  
<https://www.elibrary.ru/rqqlsb>
2. Шамшев И.В., Гричанов И.Я. Место феромонов в фитосанитарных технологиях. *Защита и карантин растений*. 2008; (9): 22–23.  
<https://www.elibrary.ru/lpwrpj>
3. Митюшев И.М. Полевой скрининг феромонных препаратов для садовых листоверток. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014; 39: 143–146.  
<https://www.elibrary.ru/scxygb>
4. Фролов А.Н., Грушевая И.В. Феромониторинг кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae) в Краснодарском крае: динамика численности самцов и гусениц на посевах кукурузы. *Вестник защиты растений*. 2017; (1): 55–58.  
<https://www.elibrary.ru/yrvsoz>
5. Whitfield E.C., Fountain M.T. Future semiochemical control of codling moth, *Cydia pomonella*. *Frontiers in Horticulture*. 2024; 3: 1446806.  
<https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1446806>
6. Игнатова Е., Карпун Н., Пятнова Ю., Вендило Н. Пути защиты биocenозов от вредных насекомых на юге России. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2015; (3): 60–63.  
<https://www.elibrary.ru/txlsyt>
7. Bento J.M.S., Parra J.R.P., de Miranda S.H.G., Adami A.C.O., Vilela E.F., Leal W.S. How much is a pheromone worth?. *F1000Research*. 2016; 5: 1763.  
<https://doi.org/10.12688/f1000research.9195.1>
8. Guo S., Ge X., Zou Y., Wang T., Zong S. Projecting the Global Potential Distribution of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Under Historical and RCP4.5 Climate Scenarios. *Journal of Insect Science*. 2021; 21(2).  
<https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab024>
9. Акулов Е.Н., Белякова О.В., Кириченко Н.И. Феромонный мониторинг вредоносных чешуекрылых: массовые уловы маньчжурской плодовой моли в Южной Сибири. *Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева). Материалы Всероссийской конференции с международным участием*. СПб.: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. 2020; 53–54.  
<https://www.elibrary.ru/npvuuu>
10. Арутюнян Л.В., Митюшев И.М. Совершенствование феромонного мониторинга яблонной плодовой моли как перспективного метода контроля вредителя в странах — импортерах российской растительной продукции. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2024; (4S-A): 7–8.  
<https://www.elibrary.ru/oybwzr>
11. Petrova V., Dimitrova S., Sotirov D. Productive manifestations and sensitivity to codling moth (*Cydia (Laspeyresia) pomonella* (L.)) of apple cultivars and hybrids. *Agricultural Science and Technology*. 2024; 16(2): 60–66.  
<https://doi.org/10.15547/ast.2024.02.018>
12. Severin D., Iosob G.-A. Enhancing pest control through biological methods: a case study on *Cydia pomonella* L. using pheromonal traps. *Studii și Cercetări Științifice. Seria Biologie*. 2023; 32(2): 81–86.
13. Калинина И.А. Применение клеевых и феромонных ловушек для обнаружения и мониторинга насекомых в музеях. *Пест-Менеджмент*. 2022; (1): 22–28.  
<https://doi.org/10.25732/PM.2022.121.1.003>
14. Магомедов У.Ш., Кузин А.А., Ковалев Б.Г., Атанов Н.М., Кузина Н.П. Применение феромонов: состояние вопроса и тенденции. *Защита и карантин растений*. 2009; (11): 36–38.  
<https://www.elibrary.ru/kxvteh>

## REFERENCES

1. Grichanov I.Ya., Ovsyannikova E.I. Pheromones for phytosanitary monitoring of lepidoptera pests. St. Petersburg; Pushkin: *All-Russian Institute of Plant Protection of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2005; 244 (in Russian). ISBN 5-93717-025-3  
<https://www.elibrary.ru/rqqlsb>
2. Shamshev I.V., Grichanov I.Ya. The place of pheromones in phytosanitary technologies. *Plant protection and quarantine*. 2008; (9): 22–23 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/lpwrpj>
3. Mityushev I.M. Field screening of drugs pheromones for garden leaf rollers. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2014; 39: 143–146 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/scxygb>
4. Frolov A.N., Grushevaya I.V. Pheromone traps for monitoring European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Krasnodar territory: of male and larval density dynamics on maize fields. *Plant Protection News*. 2017; (1): 55–58 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/yrvsoz>
5. Whitfield E.C., Fountain M.T. Future semiochemical control of codling moth, *Cydia pomonella*. *Frontiers in Horticulture*. 2024; 3: 1446806.  
<https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1446806>
6. Ignatova E., Karpun N., Pyatnova Yu., Vendilo N. Ways to protect biocenoses from harmful insects in the south of Russia. *International agricultural journal*. 2015; (3): 60–63 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/txlsyt>
7. Bento J.M.S., Parra J.R.P., de Miranda S.H.G., Adami A.C.O., Vilela E.F., Leal W.S. How much is a pheromone worth?. *F1000Research*. 2016; 5: 1763.  
<https://doi.org/10.12688/f1000research.9195.1>
8. Guo S., Ge X., Zou Y., Wang T., Zong S. Projecting the Global Potential Distribution of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Under Historical and RCP4.5 Climate Scenarios. *Journal of Insect Science*. 2021; 21(2).  
<https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab024>
9. Akulov E.N., Belyakova O.V., Kirichenko N.I. Pheromone monitoring of pestiferous lepidoptera: mass catches of the Manchurian fruit moth in South Siberia. *Dendrobiontic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems (The Kataev Memorial Readings — XI). Proceedings of the All-Russia conference with international participation*. St. Petersburg: St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov. 2020; 53–54 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/npvuuu>
10. Arutyunyan L.V., Mityushev I.M. Improvement of pheromone monitoring of the apple moth as a promising pest control method in importing countries of Russian plant products. *Plant Health and Quarantine*. 2024; (4S-A): 7–8 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/oybwzr>
11. Petrova V., Dimitrova S., Sotirov D. Productive manifestations and sensitivity to codling moth (*Cydia (Laspeyresia) pomonella* (L.)) of apple cultivars and hybrids. *Agricultural Science and Technology*. 2024; 16(2): 60–66.  
<https://doi.org/10.15547/ast.2024.02.018>
12. Severin D., Iosob G.-A. Enhancing pest control through biological methods: a case study on *Cydia pomonella* L. using pheromonal traps. *Scientific Studies & Research. Series Biology*. 2023; 32(2): 81–86.
13. Kalinina I.A. Use of glue and pheromone traps for insect detection and monitoring in museums. *Pest Management*. 2022; (1): 22–28 (in Russian).  
<https://doi.org/10.25732/PM.2022.121.1.003>
14. Magomedov U.Sh., Kuzin A.A., Kovalev B.G., Atanov N.M., Kuzina N.P. Application of pheromones: state and trends. *Plant protection and quarantine*. 2009; (11): 36–38 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/kxvteh>

15. Дмитриева С.В., Митюшев И.М. Результаты полевого скрининга феромонных препаратов яблонной плодовой моли в 2019 году. *Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию В.А. Михельсона. Сборник статей*. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2020; 1: 13–16. <https://www.elibrary.ru/mvusmb>
16. Митюшев И.М. Увеличение теплообеспеченности вегетационного периода как фактор, влияющий на эффективность феромонного мониторинга яблонной плодовой моли. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2024; (4S-A): 49. <https://www.elibrary.ru/hrnuvq>
17. Митюшев И.М. Прикладные исследования феромонов насекомых на кафедре защиты растений Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2024; (2S-A): 85–86. <https://www.elibrary.ru/ivqobn>
18. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Настасий А.С., Нефедова М.В. Разработка методов применения феромонных материалов для мониторинга и управления численностью фитофагов яблони. *Садоводство и виноградарство*. 2021; (2): 47–53. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-47-53>
19. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Нефедова М.В., Настасий А.С., Голобородко Е.О. Изучение межвидовой химической коммуникации для синхронного регулирования численности основных вредителей яблони. *Достижения науки и техники АПК*. 2022; 36(3): 39–44. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_3\\_39](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_3_39)
20. Исмаилов В.Я., Команцев А.А., Бородин В.И., Исмаилов Э.В., Замотайлов А.С. Разработка препаративных форм феромонов и конструкций феромонных ловушек для мониторинга и массового отлова насекомых. *Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Материалы Международной научно-практической конференции*. Краснодар: ЭДВИ. 2024; 12: 166–171. <https://www.elibrary.ru/ajkjqc>
21. Даниленко Е.А., Пименов С.В. Мониторинг и анализ видовой разнообразия чешуекрылых семейства *Tortricidae* в условиях зоны достаточного увлажнения Ставропольского края. *Карантин растений. Наука и практика*. 2017; (1): 41–44. <https://elibrary.ru/yspmcd>
22. Абасов М.М., Тодоров Н.Г., Атанов Н.М., Кузина Н.П. Внедрение феромонного мониторинга в практику карантина растений Российской Федерации. *Защита и карантин растений*. 2022; (2): 24–26. [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2022\\_2\\_24](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_2_24)
23. Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Феномен второго поколения сливовой плодовой моли после бесснежной зимы в Ленинградской области. *Защита и карантин растений*. 2021; (3): 27–29. [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2021\\_3\\_27](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_3_27)
24. Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Фенология подкорковой листовертки в Ленинградской области в условиях изменения климата. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2022; 75: 221–230. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-3-75-221-230> EDN: FRNFFX
25. Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я., Крохалев Р.С., Николаева З.В., Крюкова А.В., Вендило Н.В. Комплекс плодовых моли в садовых агроценозах северо-запада России. *Аграрный научный журнал*. 2024; (10): 47–59. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp47-59>
26. Фролов А.Н., Захарова Ю.А., Малыш С.М. Сквозь сумерки к свету: новый взгляд на вариативность поведенческих реакций яблонной плодовой моли. *Вестник защиты растений*. 2024; 107(2): 40–74. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-2-16612>
27. Shahir Y. et al. Monitoring of codling moth (*C. pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) using pheromone traps. *Journal of Liaoning Technical University (Natural Science Edition)*. 2024; 18(10): 48–61.
28. Nowinszky L., Puskás J., Barczikay G. Pheromone Trap Catch of Harmful Microlepidoptera Species in Connection with the Chemical Air Pollutants. *International Journal of Research in Environmental Science*. 2016; 2(1): 1–10.
29. Mangrio G.Q., Gilal A.A., Rajput L.B., Hajano J.-U.-D., Gabol A.H. Performance of pheromone and light traps in monitoring and management of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023; 22(5): 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.01.004>
30. Митюшев И.М., Третьяков Н.Н., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Изучение влияния различных факторов на эффективность феромонного мониторинга яблонной плодовой моли. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012; 30: 393–400. <https://elibrary.ru/oywjyb>
31. Nowinszky L., Puskás J., Barczikay G. The Relationship between Polarized Moonlight and the Number of Pest Microlepidoptera Specimens Caught in Pheromone Traps. *Polish Journal of Entomology*. 2015; 84(3): 163–176. <https://doi.org/10.1515/pjen-2015-0014>
15. Dmitrieva S.V., Mityushev I.M. Results of field screening of codling moth pheromone preparations in 2019. *Proceedings of the International scientific conference of young scientists and specialists dedicated to the 160th anniversary of V.A. Mikhelson. Collection of articles*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2020; 1: 13–16 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mvusmb>
16. Mityushev I.M. Heat increase during the growing period as a factor that influences the efficiency of pheromone monitoring of the codling moth. *Plant Health and Quarantine*. 2024; (4S-A): 49 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hrnuvq>
17. Mityushev I.M. Applied research of insect pheromones at the Department of Plant Protection of the Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Plant Health and Quarantine*. 2024; (2S-A): 85–86 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ivqobn>
18. Agasieva I.S., Ismailov V.Ya., Nastasy A.S., Nefedova M.V. Development of methods for application of pheromonic materials for monitoring and managing the number of apple phytophages. *Horticulture and viticulture*. 2021; (2): 47–53 (in Russian). <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-47-53>
19. Agasyeva I.S., Ismailov V.Ya., Nefedova M.V., Nastasy A.S., Goloborodko E.O. Interspecific chemical communication for synchronous regulation of the population of the apple tree main pests. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2022; 36(3): 39–44 (in Russian). [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_3\\_39](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_3_39)
20. Ismailov V.Ya., Komantsev A.A., Borodin V.I., Ismailov E.V., Zamotailov A.S. Development of preparative forms of pheromones and designs of pheromone traps for monitoring and mass capture of insects. *Biological Plant Protection is the Basis of Agroecosystems Stabilization. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Krasnodar: EDVI. 2024; 12: 166–171 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ajkjqc>
21. Danilenko E.A., Pimenov S.V. Monitoring and analysis of species diversity of Lepidoptera of the family *Tortricidae* in the conditions of the zone of sufficient moisture of the Stavropol Territory. *Plant health. Research and practice*. 2017; (1): 41–44 (in Russian). <https://elibrary.ru/yspmcd>
22. Abasov M.M., Todorov N.G., Atanov N.M., Kuzina N.P. Introduction of pheromone monitoring to practice of plant quarantine in the Russian Federation. *Plant protection and quarantine*. 2022; (2): 24–26 (in Russian). [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2022\\_2\\_24](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_2_24)
23. Ovsyannikova E.I., Grichanov I.Ya. Phenomenon of the second generation of *Grapholita funebrana* after snowless winter in the Leningrad region. *Plant protection and quarantine*. 2021; (3): 27–29 (in Russian). [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2021\\_3\\_27](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_3_27)
24. Ovsyannikova E.I., Grichanov I.Ya. Phenology of *Enarmonia formosana* in Leningrad region under climate change. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2022; 75: 221–230 (in Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-3-75-221-230> EDN: FRNFFX
25. Ovsyannikova E.I., Grichanov I.Ya., Krokhalov R.S., Nikolaeva Z.V., Kryukova A.V., Vendilo N.V. Complex of codling moths in orchard agroecosystems of North-West Russia. *Agrarian scientific journal*. 2024; (10): 47–59 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp47-59>
26. Frolov A.N., Zakharova Yu.A., Malyshev S.M. Through twilight to the light: a new sight of variability in codling moth behavioral reactions. *Plant Protection News*. 2024; 107(2): 40–74 (in Russian). <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-2-16612>
27. Shahir Y. et al. Monitoring of codling moth (*C. pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) using pheromone traps. *Journal of Liaoning Technical University (Natural Science Edition)*. 2024; 18(10): 48–61.
28. Nowinszky L., Puskás J., Barczikay G. Pheromone Trap Catch of Harmful Microlepidoptera Species in Connection with the Chemical Air Pollutants. *International Journal of Research in Environmental Science*. 2016; 2(1): 1–10.
29. Mangrio G.Q., Gilal A.A., Rajput L.B., Hajano J.-U.-D., Gabol A.H. Performance of pheromone and light traps in monitoring and management of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023; 22(5): 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.01.004>
30. Mityushev I.M., Tretyakov N.N., Vendilo N.V., Pletnev V.A. Study of the influence of various factors on the efficiency of pheromone monitoring of codling moth. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012; 30: 393–400 (in Russian). <https://elibrary.ru/oywjyb>
31. Nowinszky L., Puskás J., Barczikay G. The Relationship between Polarized Moonlight and the Number of Pest Microlepidoptera Specimens Caught in Pheromone Traps. *Polish Journal of Entomology*. 2015; 84(3): 163–176. <https://doi.org/10.1515/pjen-2015-0014>

32. Khattak S.U., Howell J.F., White L.D. Pheromone trap height effect on field catch of codling moth, *Cydia pomonella* (L.). *Tropical Pest Management*. 1989; 35(2): 160–162. <https://doi.org/10.1080/09670878909371348>
33. Knight A. *et al.* Monitoring oriental fruit moth and codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with combinations of pheromones and kairomones. *Journal of Applied Entomology*. 2014; 138(10): 783–794. <https://doi.org/10.1111/jen.12138>
34. Preti M., Knight A.L., Angeli S. Improved Monitoring of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) in Stone Fruit Orchards with a Pheromone-Kairomone Combination Lure. *Insects*. 2020; 11(7): 412. <https://doi.org/10.3390/insects11070412>
35. Xiang H.-M., Wei X.-H., Li Y.-R., Zhang B.-J., Li M., Ma R.-Y. Electrospun nanofibers as controlled release systems for the combined pheromones of *Grapholita molesta* and *Cydia pomonella*. *Pest Management Science*. 2025; 81(4): 2257–2265. <https://doi.org/10.1002/ps.8623>
36. Cui G.Z., Zhu J.J. Pheromone-Based Pest Management in China: Past, Present, and Future Prospects. *Journal of Chemical Ecology*. 2016; 42(7): 557–570. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0731-x>
37. Третьяков Н.Н., Митюшев И.М., Вендило Н.В. Изучение возможности использования феромонных препаратов для мониторинга листоверток в плодовых насаждениях центра России. *Доклады ТСХА. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева*. 2005; 277: 174–177. <https://elibrary.ru/twkcfd>
38. Митюшев И.М. и др. Фольгапленовые диспенсеры — новая препаративная форма для феромонного мониторинга яблонной плодовой листовертки. *Агро XXI*. 2008; (10–12): 33–34. <https://elibrary.ru/kbbxxv>
39. Митюшев И.М., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Эффективность мониторинга яблонной и сливовой плодовой листовертки в зависимости от состава феромонных диспенсеров и типа ловушек. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2013; 36(2): 41–47. <https://elibrary.ru/ohoydi>
40. Надькта В.Д., Ниязов О.Д., Иванова Т.С., Пастарнак И.Н., Пачкин А.А. Совместное применение феромонных ловушек и ловчих поясов для мониторинга яблонной плодовой листовертки. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2012; 36: 100–103. <https://elibrary.ru/pbpyuj>
41. Rizvi S.A.H., George J., Reddy G.V.P., Zeng X., Guerrero A. Latest Developments in Insect Sex Pheromone Research and Its Application in Agricultural Pest Management. *Insects*. 2021; 12(6): 484. <https://doi.org/10.3390/insects12060484>
42. Гричанов И.Я. Определение массовых видов вредителей по фотографиям с помощью поисковых систем интернета. *Защита и карантин растений*. 2020; (7): 33–35. <https://elibrary.ru/sexlao>
43. Ding W., Taylor G. Automatic moth detection from trap images for pest management. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016; 123: 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.02.003>
44. Алейникова Н.В., Белаш С.Ю., Радионовская Я.Э., Галкина Е.С., Диденко П.А. Автоматизация феромонного мониторинга гроздевой листовертки в ампелоценозах. *Южный урбанистический форум: наука и практика. Сборник научных трудов*. Севастополь: Севастопольский государственный университет. 2024; 24–27. <https://elibrary.ru/fmxosq>
45. Schrader M.J., Smytheman P., Beers E.H., Khot L.R. An Open-Source Low-Cost Imaging System Plug-In for Pheromone Traps Aiding Remote Insect Pest Population Monitoring in Fruit Crops. *Machines*. 2022; 10(1): 52. <https://doi.org/10.3390/machines10010052>
46. Ünlü L., Akdemir B., Ögür E., Şahin İ. Remote Monitoring of European Grapevine Moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Population Using Camera-Based Pheromone Traps in Vineyards. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2019; 7(4): 652–657. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i4.652-657.2382>
47. Chen Q.-H. *et al.* Minor Components Play an Important Role in Interspecific Recognition of Insects: A Basis for Pheromone Based Electronic Monitoring Tools for Rice Pests. *Insects*. 2018; 9(4): 192. <https://doi.org/10.3390/insects9040192>
48. Preti M., Favaro R., Knight A.L., Angeli S. Remote monitoring of *Cydia pomonella* adults among an assemblage of nontargets in sex pheromone-kairomone-baited smart traps. *Pest Management Science*. 2021; 77(9): 4084–4090. <https://doi.org/10.1002/ps.6433>
32. Khattak S.U., Howell J.F., White L.D. Pheromone trap height effect on field catch of codling moth, *Cydia pomonella* (L.). *Tropical Pest Management*. 1989; 35(2): 160–162. <https://doi.org/10.1080/09670878909371348>
33. Knight A. *et al.* Monitoring oriental fruit moth and codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with combinations of pheromones and kairomones. *Journal of Applied Entomology*. 2014; 138(10): 783–794. <https://doi.org/10.1111/jen.12138>
34. Preti M., Knight A.L., Angeli S. Improved Monitoring of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) in Stone Fruit Orchards with a Pheromone-Kairomone Combination Lure. *Insects*. 2020; 11(7): 412. <https://doi.org/10.3390/insects11070412>
35. Xiang H.-M., Wei X.-H., Li Y.-R., Zhang B.-J., Li M., Ma R.-Y. Electrospun nanofibers as controlled release systems for the combined pheromones of *Grapholita molesta* and *Cydia pomonella*. *Pest Management Science*. 2025; 81(4): 2257–2265. <https://doi.org/10.1002/ps.8623>
36. Cui G.Z., Zhu J.J. Pheromone-Based Pest Management in China: Past, Present, and Future Prospects. *Journal of Chemical Ecology*. 2016; 42(7): 557–570. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0731-x>
37. Tretyakov N.N., Mityushev I.M., Vendilo N.V. Study of the possibility of using pheromone preparations for monitoring leaf rollers in fruit plantations of Central Russia. *Reports of Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2005; 277: 174–177 (in Russian). <https://elibrary.ru/twkcfd>
38. Mityushev I.M. *et al.* Foil-and-film dispensers — a new formulation for pheromone monitoring of codling moth. *Агро XXI*. 2008; (10–12): 33–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/kbbxxv>
39. Mityushev I.M., Vendilo N.V., Pletnev V.A. Efficiency of monitoring apple and plum moths depending on the composition of pheromone dispensers and the type of traps. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2013; 36(2): 41–47 (in Russian). <https://elibrary.ru/ohoydi>
40. Nadykta V.D., Niyazov O.D., Ivanova T.S., Pastarnak I.N., Pachkin A.A. Combined use of pheromone traps and catching belts for codling moth monitoring. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2012; 36: 100–103 (in Russian). <https://elibrary.ru/pbpyuj>
41. Rizvi S.A.H., George J., Reddy G.V.P., Zeng X., Guerrero A. Latest Developments in Insect Sex Pheromone Research and Its Application in Agricultural Pest Management. *Insects*. 2021; 12(6): 484. <https://doi.org/10.3390/insects12060484>
42. Grichanov I.Ya. Identification of mass pest species from photos using Internet search engines. *Plant protection and quarantine*. 2020; (7): 33–35 (in Russian). <https://elibrary.ru/sexlao>
43. Ding W., Taylor G. Automatic moth detection from trap images for pest management. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016; 123: 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.02.003>
44. Aleynikova N.V., Belash S.Yu., Radionovskaya Ya.E., Galkina E.S., Didenko P.A. Automation of pheromone monitoring of grape berry moth in ampeloceneses. *Southern Urban Forum: Science and Practice. Collection of scientific papers*. Sevastopol: Sevastopol State University. 2024; 24–27 (in Russian). <https://elibrary.ru/fmxosq>
45. Schrader M.J., Smytheman P., Beers E.H., Khot L.R. An Open-Source Low-Cost Imaging System Plug-In for Pheromone Traps Aiding Remote Insect Pest Population Monitoring in Fruit Crops. *Machines*. 2022; 10(1): 52. <https://doi.org/10.3390/machines10010052>
46. Ünlü L., Akdemir B., Ögür E., Şahin İ. Remote Monitoring of European Grapevine Moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Population Using Camera-Based Pheromone Traps in Vineyards. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2019; 7(4): 652–657. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i4.652-657.2382>
47. Chen Q.-H. *et al.* Minor Components Play an Important Role in Interspecific Recognition of Insects: A Basis for Pheromone Based Electronic Monitoring Tools for Rice Pests. *Insects*. 2018; 9(4): 192. <https://doi.org/10.3390/insects9040192>
48. Preti M., Favaro R., Knight A.L., Angeli S. Remote monitoring of *Cydia pomonella* adults among an assemblage of nontargets in sex pheromone-kairomone-baited smart traps. *Pest Management Science*. 2021; 77(9): 4084–4090. <https://doi.org/10.1002/ps.6433>

49. Knight A.L., Judd G.L.R., Gilligan T., Fuentes-Contreras E., Walker W.B. Integrated management of tortricid pests of tree fruit. Xu X., Fountain M. (eds.). Integrated management of diseases and insect pests of tree fruit. London: *Burleigh Dodds Science Publishing*. 2019; 377–424.  
<https://doi.org/10.1201/9780429266690-16>

<https://doi.org/10.1201/9780429266690-16>

50. Knight A.L., Mujica V., Larsson Herrera S., Tasin M. Monitoring codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with a four-component volatile blend compared to a sex pheromone-based blend. *Journal of Applied Entomology*. 2019; 143(9): 942–947.  
<https://doi.org/10.1111/jen.12682>

<https://doi.org/10.1111/jen.12682>

51. Knight A.L., Preti M., Basoalto E. Factors Impacting the Use of an Allelochemical Lure in Pome Fruit for *Cydia pomonella* (L.) Monitoring. *Insects*. 2025; 16(2): 172.  
<https://doi.org/10.3390/insects16020172>

<https://doi.org/10.3390/insects16020172>

52. Barros-Parada W., Knight A.L., Fuentes-Contreras E. Modeling codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and predicting egg hatch in apple orchards of the Maule Region, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2015; 75(1): 57–62.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100008>

<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100008>

53. Томилин Ф.Н. и др. Устойчивость молекул феромонов лесных чешуекрылых к факторам внешней среды. *Биофизика*. 2011; 56(4): 714–722.  
<https://elibrary.ru/ojdvah>

<https://elibrary.ru/ojdvah>

54. Артюшенко П.В. и др. Устойчивость феромонов насекомых-ксилофагов к факторам внешней среды: оценка на основе квантово-химического анализа. *Биофизика*. 2017; 62(4): 657–664.  
<https://elibrary.ru/ytlfxh>

<https://elibrary.ru/ytlfxh>

55. Tomilin F.N. *et al.* Estimation of the thermal and photochemical stabilities of pheromones. *Journal of Molecular Modeling*. 2018; 24(11): 323.  
<https://doi.org/10.1007/s00894-018-3859-5>

<https://doi.org/10.1007/s00894-018-3859-5>

#### ОБ АВТОРАХ

**Роман Сергеевич Крохалев**

аспирант

[krs0502@gmail.com](mailto:krs0502@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0000-9637-8750>

**Игорь Яковлевич Гричанов**

доктор биологических наук, главный научный сотрудник

[grichanov@mail.ru](mailto:grichanov@mail.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-6367-836X>

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,  
 шоссе Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург,  
 196608, Россия

49. Knight A.L., Judd G.L.R., Gilligan T., Fuentes-Contreras E., Walker W.B. Integrated management of tortricid pests of tree fruit. Xu X., Fountain M. (eds.). Integrated management of diseases and insect pests of tree fruit. London: *Burleigh Dodds Science Publishing*. 2019; 377–424.  
<https://doi.org/10.1201/9780429266690-16>

<https://doi.org/10.1201/9780429266690-16>

50. Knight A.L., Mujica V., Larsson Herrera S., Tasin M. Monitoring codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with a four-component volatile blend compared to a sex pheromone-based blend. *Journal of Applied Entomology*. 2019; 143(9): 942–947.  
<https://doi.org/10.1111/jen.12682>

<https://doi.org/10.1111/jen.12682>

51. Knight A.L., Preti M., Basoalto E. Factors Impacting the Use of an Allelochemical Lure in Pome Fruit for *Cydia pomonella* (L.) Monitoring. *Insects*. 2025; 16(2): 172.  
<https://doi.org/10.3390/insects16020172>

<https://doi.org/10.3390/insects16020172>

52. Barros-Parada W., Knight A.L., Fuentes-Contreras E. Modeling codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and predicting egg hatch in apple orchards of the Maule Region, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2015; 75(1): 57–62.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100008>

<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100008>

53. Tomilin F.N. *et al.* Stability of forest lepidopteran pheromones against environmental factors. *Biophysics*. 2011; 56(4): 695–701.  
<https://doi.org/10.1134/S0006350911040282>

<https://doi.org/10.1134/S0006350911040282>

54. Artyushenko P.V. *et al.* The stability of the pheromones of xylophagous insects to environmental factors: An evaluation by quantum chemical analysis. *Biophysics*. 2017; 62(4): 532–538.  
<https://doi.org/10.1134/S0006350917040029>

<https://doi.org/10.1134/S0006350917040029>

55. Tomilin F.N. *et al.* Estimation of the thermal and photochemical stabilities of pheromones. *Journal of Molecular Modeling*. 2018; 24(11): 323.  
<https://doi.org/10.1007/s00894-018-3859-5>

<https://doi.org/10.1007/s00894-018-3859-5>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Roman Sergeevich Krokhaliev**

Graduate Student

[krs0502@gmail.com](mailto:krs0502@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0000-9637-8750>

**Igor Yakovlevich Grichanov**

Doctor of Biological Sciences, Chief Scientific Officer

[grichanov@mail.ru](mailto:grichanov@mail.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-6367-836X>

All-Russian Institute of Plant  
 Protection,  
 3 Shosse Podbelskogo, Pushkin, St. Petersburg, 196608,  
 Russia