

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.08  
УДК 630.4

## Приоритетные технологии в защите лесов от вредных организмов

### **Н. И. Лямцев**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий отделом защиты леса, кандидат биологических наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация, [nilyatsev@yandex.ru](mailto:nilyatsev@yandex.ru)*

### **Ю. А. Сергеева**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующая лабораторией биологических методов защиты леса, кандидат биологических наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация*

### **Ю. И. Гниненко**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий лабораторией защиты леса от инвазивных и карантинных организмов, кандидат биологических наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация*

### **И. А. Комарова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, руководитель группы, кандидат биологических наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация*

*Рассматриваются вопросы научного обеспечения системы мероприятий по защите лесов от вредных организмов, а также методы прогнозирования массовых размножений опасных для насаждений видов насекомых и угрозы повреждения насаждений. Приведены эффективные биологические агенты и технологии их массового производства и применения против ряда вредителей лесов, а также результаты испытаний новых препаратов для расширения ассортимента разрешенных к применению средств защиты лесов.*

**Ключевые слова:** *лесозащитные мероприятия, прогнозирование массовых размножений, выявление очагов насекомых и болезней леса, профилактика и ликвидация очагов вредных организмов.*

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.08>

*Приоритетные технологии в защите лесов от вредных организмов [Электронный ресурс] / Н. И. Лямцев, Ю. А. Сергеева, Ю. И. Гниненко, И. А. Комарова // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 3. – С. 94–108. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>*

Основной задачей научного обеспечения защиты лесов от вредных организмов является разработка экологически безопасных и экономически эффективных интегрированных систем мероприятий, включающих новые технологии фитосанитарной профилактики, лесопатологического мониторинга и обследований, ликвидации очагов широко распространенных и карантинных видов насекомых и болезней лесов.

Оптимальная стратегия защиты лесов от насекомых и болезней базируется на системе мероприятий по профилактике и ликвидации очагов вредных организмов [1]. Чтобы свести к минимуму потери лесных ресурсов и негативное воздействие на другие компоненты лесных экосистем, необходимо проанализировать разные варианты защитных мероприятий [2, 3].

Системный подход в практике защиты лесов от вредных организмов должен быть отражен в правовых и нормативных документах. Однако предусмотренный для этих целей в Лесном кодексе Российской Федерации комплекс мер требует уточнения. Так, рубка в лесных насаждениях в целях регулирования породного состава и возрастной структуры лесных насаждений, заселенных или зараженных вредными организмами, отнесена к мерам ликвидации очагов, несмотря на то что это мероприятие скорее относится к профилактике их развития. Санитарно-оздоровительные мероприятия, в том числе рубки погибших и поврежденных лесных насаждений, предназначаются для предупреждения распространения вредных организмов, однако это практически основное средство для ликвидации очагов стволовых вредителей. Кроме того, не обосновано и введение двух разных видов обследований – для предупреждения распространения вредных организмов и ликвидации очагов вредных организмов.

Лесопатологические обследования (ЛПО) и лесопатологический мониторинг (ЛПМ) обеспечивают оценку и прогноз состояния древостоев, а также численности опасных видов вредных организмов, выявление их очагов [3–7, 9]. Очагами вредных организмов считаются лесные территории, на которых началось их массовое

размножение, а повреждения, нанесенные ими, ухудшают санитарное состояние или угрожают жизнеспособности лесных насаждений. Допустимое повреждение насаждений, при превышении которого могут назначаться меры по локализации и ликвидации очагов, зависит от древесной породы, целевого назначения и вида использования лесов, степени лесопатологической угрозы [3, 5, 8].

Для практического решения проблем, связанных с лесными вредителями, необходимо своевременно и точно определять целевое насекомое, знать его биологические особенности и методы защиты [10–12].

Системный подход в исследованиях по защите лесов от вредных насекомых и болезней заключается в изучении вредных организмов как составной части лесных биоценозов путем моделирования их взаимодействия, определения наиболее важных связей и условий, сводящих к минимуму их негативное влияние на насаждения [13–15].

Выявленные особенности пространственно-временной динамики популяций насекомых и их воздействия на лесные биогеоценозы используют для оптимизации способов учета, разработки методов прогнозирования численности насекомых, угрозы повреждения насаждений и распространения очагов массового размножения, в целях лесозащитного районирования, совершенствования технологий принятия решений о целесообразности лесозащитных мероприятий [9].

**Мониторинг популяций насекомых и состояния насаждений.** Для эффективного проведения защитных мероприятий разработаны методы, позволяющие точно и своевременно выявлять заселенные участки, определять плотность и состояние популяций вредных организмов. В настоящее время во многом решены вопросы оптимизации учетов численности насекомых; разработаны последовательные планы учета кладок яиц, гусениц и куколок отдельных вредителей.

Феромоны, как один из инструментов выявления насекомых, нашли разнообразное применение в практике мониторинга и подавления

численности основных вредителей леса. Феромонный мониторинг включает обнаружение насекомых и установление их ареалов, позволяет определять сроки проведения защитных мероприятий и прогнозировать численность вредителей. Ловушки с феромонами способны отлавливать насекомых при сколь угодно малой их численности, поэтому являются наиболее эффективным средством изучения ареалов целевых видов. Этот метод с успехом применяется в карантинной службе для сигнализации о появлении в регионе опасных вредителей.

При разработке систем локального и регионального лесопатологического мониторинга в музее-заповеднике Л. Н. Толстого «Ясная Поляна», Национальном парке «Куршская коса», Сергиево-Посадском опытном лесхозе, Калининградской и Тверской областях сотрудники ВНИИЛМ широко использовали феромоны ряда видов хвое- и листогрызущих насекомых и короеда-типографа [16, 17]. Опыт крупномасштабного и долговременного применения в производственных условиях феромонов вредителей леса по разработанным рекомендациям [5, 18] показал, что феромонный мониторинг существенно повышает достоверность результатов лесопатологического мониторинга, особенно в межвспышечный период и в начальной фазе формирования очагов массового размножения.

В настоящее время, после обобщения имеющихся данных и испытания новых феромонных препаратов, разработаны технологии применения феромонов для мониторинга численности 11 видов хвое- и листогрызущих вредителей, 9 видов стволовых вредителей хвойных пород, а также 3 видов побеговьюнов; установлены критические пороги их численности [19, 20].

В действующих нормативно-правовых документах в сфере защиты лесов использовать феромоны рекомендовано только в целях ликвидации очагов вредных насекомых. Так, для хвое- и листогрызущих вредителей при проведении мероприятий по уничтожению или подавлению роста их численности в систему мероприятий входит развешивание феромонных ловушек, а для стволовых вредителей рекомендовано использовать

феромоны с целью усиления привлекательности ловчих деревьев.

Однако эти положения вызывают у практиков ряд вопросов. Прежде всего, технология применения феромонов для подавления популяций хвое- и листогрызущих вредителей в нашей стране не отработана. Зарубежный и отечественный опыт апробации этого метода свидетельствует о его перспективности в плане уменьшения плотности популяции вредителей или даже полного ее уничтожения. Однако следует учитывать, что достичь таких результатов можно либо при малой или средней численности вредителя, либо на изолированных участках его обитания.

Применение феромонов для массового отлова короеда-типографа в 1971–1982 гг. было масштабно осуществлено в Северной Европе в период затяжной вспышки его массового размножения. Для проверки эффективности этого метода, который был успешно применен в Московской обл. в 2001 г. специалистами Российского центра защиты леса, в 2012 г. сотрудники ВНИИЛМ провели опыты по массовому отлову жуков короеда-типографа в действующих очагах его размножения [21]. Результатом этих работ стали рекомендации по защите ели [22].

Полученный опыт показал, что массовый отлов жуков с помощью феромонных ловушек эффективен при низкой численности короеда, в фазе нарастания его численности или при систематическом отлове в местах резервации части популяции для поддержания её на низком уровне, т.е. как мера профилактики. С учетом стремления части популяции к миграции для выживания и размножения, нельзя рассчитывать на полную ликвидацию очагов короеда-типографа с помощью только феромонных ловушек без одновременного использования других санитарно-оздоровительных мер.

Однако для повышения эффективности метода массового отлова стволовых вредителей необходимо продолжать исследования и улучшать технологию его применения. Это актуально ещё в связи с тем, что в последние годы выкладка ловчих деревьев почти не используется на практике, что связано с несовершенством

нормативно-правовой базы и большими затратами на проведение этого мероприятия.

В связи с возрастающим негативным воздействием на лесные насаждения различных факторов, которые определяют санитарное и лесопатологическое состояние лесов, необходимо более активно использовать наработанные методы мониторинга численности и борьбы с вредителями с помощью феромонных ловушек.

Расширение новой системы лесопатологического мониторинга и государственной инвентаризации лесов требует исследований по разработке и оптимизации глобальной сети пунктов наблюдений обоснованию структуры показателей для оценки динамики санитарного и лесопатологического состояния лесов.

**Прогноз в защите лесов.** Систематизированные материалы лесопатологического мониторинга и инвентаризации очагов используются для прогнозирования массовых размножений вредных организмов и угрозы повреждения насаждений во времени и пространстве. Разработанная интегрированная система прогнозирования массового размножения насекомых, которая включает: эколого-популяционные показатели для ранней диагностики фаз массового размножения; математические модели для краткосрочного прогноза их численности и угрозы повреждения насаждений, долгосрочного прогнозирования угрозы массового размножения, возникновения и распространения очагов вредных организмов; критерии и алгоритмы для принятия решений о необходимости проведения лесозащитных мероприятий.

Основными задачами системы принятия решений о необходимости проведения лесозащитных мероприятий являются:

- ✓ определение и прогноз степени повреждения насаждений при разной численности и состоянии вредных насекомых;
- ✓ определение потерь лесных ресурсов (усыхание деревьев, снижение прироста, потери недревесной продукции леса и т.д.) в зависимости от интенсивности повреждения насаждений в разных экологических условиях;

- ✓ оценка ущерба и затрат на проведение защитных мероприятий, определение порогов вредоносности насекомых и болезней лесов.

В настоящее время в рамках лесопатологического мониторинга необходимо обеспечить развитие современной информационно-поисковой системы для оперативной разработки лесозащитных прогнозов.

Определение эколого-экономических критериев для обоснованного назначения мероприятий – главная задача научного обеспечения защиты лесов. Ее решение требует комплексного подхода. При реализации поставленной задачи необходимо учитывать целевое назначение лесов, а также специфику лесных районов. Требуется не только уточнение существующих порогов вредоносности, но и разработка критериев для определения наиболее опасных видов вредных организмов.

**Разработка и применение различных средств и методов ограничения численности вредителей.** Важным моментом интеграции лесозащитных мероприятий является оптимизация сочетания химических и микробиологических инсектицидов, а также насекомых-энтомофагов и патогенов. Для успешной интеграции необходимо продолжить изучение экологии энтомофагов и патогенных микроорганизмов. Для сохранения энтомофагов обработку химическими инсектицидами следует проводить на небольших по площади очагах и в сроки, наименее опасные для полезной энтомофауны (по гусеницам I–II возрастов), с целью предотвращения дефолиации, а не полного уничтожения вредителей.

Наиболее перспективна интеграция применения бактериальных и вирусных препаратов с повышением эффективности естественных врагов вредителей. Для достоверной оценки реальной эффективности энтомофагов разработан интегральный показатель – фазовый портрет (траектория) изменения зараженности и плотности популяции вредителей в течение 2–3-х вспышек массового размножения.

В насаждениях с низкой биологической устойчивостью необходимым элементом интегрированной защиты являются профилактические

мероприятия, без применения которых очаги вредных насекомых могут возобновиться.

Для обеспечения наземных и авиационных работ по ликвидации очагов вредных организмов требуется безотлагательно решить вопрос по расширению ассортимента пестицидов и усилению роли Рослесхоза в выработке политики и формировании Государственного каталога пестицидов. Необходимо разработать современную специализированную аппаратуру для наземного и авиационного применения средств защиты лесов.

**Развитие арсенала средств и технологий защиты лесов.** По результатам исследований, проведенных в 2016–2018 гг. сотрудниками ВНИИЛМ совместно с производителями препаратов, в число разрешенных к применению в лесах Российской Федерации включены препараты, указанные в таблице.

Проведенные исследования и совместная работа с производителями пестицидов позволили кардинально решить существовавшую ранее проблему дефицита средств защиты лесов от основных хвое- и листогрызущих вредителей. В настоящее время в арсенале имеется 5 бактериальных препаратов, 4 современных химических пестицида и 2 регулятора линьки насекомых, созданных на основе дифлубензурана. Некоторые препараты разрешены к применению для защиты от сосущих вредителей.

Таким образом, за последние 2 года полностью ликвидирован дефицит препаратов для

защиты лесов от хвое- и листогрызущих вредителей, частично устранен дефицит препаратов для защиты от сосущих вредителей, начаты испытания новых препаратов от стволовых вредителей, ведутся переговоры о проведении испытаний препаратов для защиты от личинок хрущей, осуществляются испытания нескольких фунгицидов.

После завершения цикла испытаний, начатых в 2017–2018 гг., необходимо продолжить работы в следующих направлениях:

- ✓ испытать новые современные фунгициды для защиты питомников и лесов от основных болезней лесов;
- ✓ продолжить испытания препаратов для защиты от стволовых вредителей;
- ✓ приступить к испытаниям препаратов для защиты от соснового подкорного клопа и хермесов;
- ✓ начать испытания новых современных пестицидов для защиты от хвое- и листогрызущих вредителей.

Кроме работ по развитию арсенала химических средств защиты лесов во ВНИИЛМ в 2015–2018 гг. активно разрабатывали технологии классического биологического метода:

- ✓ проведены исследования по возможности использования кукольного паразитоида *Chouioia cunea* для защиты от самшитовой огневки и других вредителей;
- ✓ разработаны технологии применения хищных энтомофагов из родов *Thanasimus*

**СОВРЕМЕННЫЙ АРСЕНАЛ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЛЕСОВ**

ПРЕПАРАТ	СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ	ЦЕЛЕВЫЕ ВРЕДИТЕЛИ
Клонрин, КЭ	Наземное и авиационное мало- и ультрамалообъемное опрыскивание	Личинки хвое- и листогрызущих насекомых
Битоксибациллин, П	Наземное и авиационное малообъемное опрыскивание	То же
Локустин, КС	Наземное и авиационное мало- и ультрамалообъемное опрыскивание Аэрозольное применение	Личинки хвое- и листогрызущих насекомых Личинки хвое- и листогрызущих вредителей и имаго звездчатого пилильщика-ткача
Эсперо, КС	Наземное и авиационное мало- и ультрамалообъемное опрыскивание Аэрозольное применение	То же
Дифлуцид	Наземное и авиационное малообъемное опрыскивание	Личинки хвое- и листогрызущих насекомых

и *Rhizophagus* для защиты еловых лесов от короэда-типографа и других стволовых вредителей [23, 24];

- ✓ продолжены исследования паразитических насекомых короэда-типографа и разработка технологии их использования.

В содружестве с рядом институтов РАН изучена вредоносность и комплекс энтомофагов уссурийского полиграфа и разработана технология комплексной защиты пихтовых лесов от этого инвайдера [25].

Для расширения нормативной базы при производстве и применении новых биологических средств во ВНИИЛМ разработаны и с 2017 г. введены в действие 5 стандартов «Биологические средства защиты леса»:

ГОСТ Р 57062–2016	БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА. Энтомофаги. Определение эффективности применения
ГОСТ Р 57068–2016	БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА. Энтомопатогены и биофунгициды. Определение эффективности применения
ГОСТ Р 57070–2016	БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА. Назначение мер защиты
ГОСТ Р 57073–2016	БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА. Энтомофаги. Общие требования к процессу лабораторного производства
ГОСТ Р 57094–2016	БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА. Общие требования к процессу малотоннажного производства

Все более негативное воздействие на леса России оказывают инвазивные организмы. Только за последние годы в леса страны проникли и нанесли катастрофические повреждения такие инвайдеры, как самшитовая огневка, уссурийский полиграф, восточная каштановая орехотворка, дубовый клоп-кружевница и ряд других [26, 27]. Для защиты лесов от каждого нового вселенца проводят испытания пестицидов, изучают роль местных энтомофагов в регулировании его численности.

В настоящее время завершается разработка предложений по защите дубрав от дубового клопа-кружевницы, включающих использование химических и бактериальных пестицидов,

прошедших регистрационные испытания и разрешенных к применению на территории России.

Реализация разработанных предложений по комплексной защите самшита на основе применения и пестицидов, и энтомофагов позволит надежно защитить посадки, создаваемые на месте погибших древостоев самшита колхидского [26].

**Разработка технологий производства и применения биологических средств защиты лесов.** Для расширения ассортимента биологических средств в защите лесов по заданию Рослесхоза и в рамках Программы Био-2020 [28] проведены поиск эффективных биологических агентов и разработка технологий их массового производства и применения против ряда вредителей леса.

Для разработки технологии малотоннажного производства вирусного биологического средства для защиты лесов от рыжего соснового пилильщика проанализирована эффективность 9 изолятов и отобрано 6 штаммов, которые прошли испытания в лабораторных условиях на личинках из пяти регионов страны. Проведено сравнение испытанных штаммов по продуктивности, выполнены полевые опыты. Методом ПЦР-анализа (полимеразная цепная реакция) получена электрофореграмма продуктов амплификации ДНК и подтверждено различие испытанных штаммов. В результате был отобран штамм-продуцент, который депонирован в государственную коллекцию вирусов, и на его основе разработана технология малотоннажного производства вирусного биологического средства – Неовира (авторское название). Это средство представляет собой концентрированную суспензию вирусных полиэдров, которую получают путем очистки биомассы личинок рыжего соснового пилильщика (РСП), погибших от вироза в результате обработки штаммом SNsrR11/12 вируса ядерного полиэдроса. Составлены технологические инструкции – описание операций, их последовательности, требований и условий к их выполнению.

Экспериментально определена эффективная норма расхода суспензии при наработке вирусной биомассы – 1,5 мл/л. С увеличением

титра рабочей суспензии смертность особей по дням учета возрастает на 5–7%, при этом полная гибель личинок везде отмечена на 8-е сутки. Оптимальным является срок обработки личинок в третьем-четвертом возрасте, что позволяет избежать потери биоматериала в результате выживания насекомых и получить максимальное накопление полиэдров (такие работы проведены с вирусом ядерного полиэдроза РСР [29]).

Для оптимизации технологии производства Неовира экспериментально определены эффективные способы хранения погибших инфицированных личинок. В результате проведения работ по малотоннажному производству биосредства в пилотной лаборатории установлено, что из высушенного биоматериала выход полиэдров в 6 раз больше, чем при заморозке погибших особей. При высушивании биоматериала для приготовления 1 мл Неовира требуется 5,1 личинок. Дополнительное замораживание сухого материала позволяет сократить этот показатель на 13,7%. В результате установлено, что при высушивании и заморозке потери полиэдров снижены на 40 млн в 1 мл ( $0,04 \times 10^9$ ), а показатель содержания посторонней бактериальной флоры меньше в 170 раз. Этапы высушивания и заморозки биоматериала включены в виде обязательных в технологию малотоннажного производства Неовира [30].

В результате оценки эффективности трех антибиотиков для снижения общего микробного числа установлено, что добавка гентамицина сульфата позволила снизить этот показатель в 10 раз. Внесение антибиотика в вирусную суспензию не вызвало повышенной смертности тест-насекомых и не снизило эффективность вируса. При производстве Неовира рекомендовано применять гентамицин сульфат в качестве антисептика. Вирусное биологическое средство не представляет опасности для здоровья работающего с ним персонала, поскольку содержание в нем посторонней бактериальной микрофлоры в 100 раз ниже норм общего микробного числа (ОМЧ) для пищевых продуктов, действующих в Российской Федерации.

По итогам выполненных работ разработана технология малотоннажного производства вирусного биологического средства для защиты

лесов от рыжего соснового пилильщика [30]. В ней содержится перечень работ по накоплению вирусной биомассы; инструкции по переработке погибших личинок и очистке вирусной биомассы; описание манипуляций и обязательных требований к процессу приготовления биологического средства, способов определения титра, чистоты суспензии и контроля качества. Все указанные в технологии нормы прошли многократную проверку на технологическом производстве в пилотной лаборатории ВНИИЛМ и подтверждены экспериментальными данными.

В процессе работ созданы и оснащены оборудованием пилотная биотехнологическая лаборатория во ВНИИЛМ и региональная биотехнологическая лаборатория по производству эталона Неовира на базе филиала ВНИИЛМ «Южно-европейская НИЛОС» (станция Вешенская Ростовской обл.). Эти современные лаборатории могут быть использованы для проведения дальнейших всесторонних исследований по созданию новых биологических средств защиты лесов от вредителей и патогенов.

Составлены Методические рекомендации по применению вирусного биологического средства Неовир против рыжего соснового пилильщика, которые включают: сведения о его биологии, вредоносности и характере воздействия вируса ядерного полиэдроза на фитофага; технологии применения вирусного препарата в очагах рыжего соснового пилильщика – условия внесения, дифференцированные нормы расхода и сроки выполнения обработок; технико-экономические показатели применения вирусного препарата, оценка его эффективности и необходимые меры предосторожности при работе [31].

Применение вирусного препарата позволит увеличить сохранность создаваемых искусственных посадок сосны и естественных лесов и даст экономический эффект в результате сокращения количества обработок в конкретном насаждении за весь период выращивания, а также уменьшения сроков продолжительности запретов на посещение обработанного леса, сбор грибов, лекарственных трав и ягод. Кроме того, высокий экологический эффект достигается за счет отказа

от проведения защитных обработок с помощью химических инсектицидов, что сводит к минимуму потери, связанные с гибелью энтомофагов, пчел и других опылителей сельскохозяйственных растений, а также рыбы в водоемах.

Сотрудниками института разработана технология массового разведения и применения энтомопаразитоида *Chouioia cunea*. Налажено и постоянно проводится конвейерное размножение культур насекомых-хозяев и энтомопаразитоида. Первоначально наездника размножали на куколках большой восковой моли (галлерии) *Galleria mellonella*. Однако этот способ имеет ряд недостатков. Поэтому был проведен подбор оптимального хозяина, что позволило получить максимальный выход жизнеспособных особей паразитоида при возможности их длительного хранения. В результате исследования 10 видов насекомых-хозяев установлено, что для массового производства культуры энтомофага наиболее целесообразно использовать павлиноглазки *Samia synthia ricini* в качестве насекомого-хозяина.

Сравнение способов разведения энтомофага на галлерии и павлиноглазке позволило выявить, что разведение энтомофага в куколках павлиноглазки позволяет повысить производительность работ в 2 раза. Число особей энтомофага, полученных от одной куколки *Samia synthia ricini*, в 6,5 раз превышает их выход из куколки галлерии, при этом увеличивается срок хранения куколок энтомофага и получены более крупные самки с более высокой плодовитостью.

Опытным путем установлен срок хранения живой культуры энтомопаразитоида в куколках нового питающего хозяина, экспериментально подтверждено оптимальное соотношение температуры и влажности, необходимое для накопления биоматериала.

Кроме того, получены экспериментальные данные по эффективности применения *Chouioia cunea* в лесах против комплекса листоверток, американской белой бабочки, шелкопряда-монашенки, самшитовой огневки. На основе лабораторных и полевых исследований составлены рекомендации «Технология массового разведения и применения энтомопаразитоида *Chouioia cunea*»

[32]. Рекомендации включают: описание биологических особенностей энтомофага и ареала его распространения; порядок манипуляций при ведении лабораторной культуры энтомофага для производства его биомассы; условия содержания и хранения; оценку качества лабораторной культуры; способы расселения *Chouioia cunea* и методику учета эффективности. Использовать энтомофаг можно даже при низком уровне численности вредителей леса, в фазе начала формирования очагов фитофагов. В таких условиях одно- или двукратное применение позволит предотвратить формирование очагов и ликвидировать угрозу нанесения повреждений древостоям.

В стадии завершения находится тема государственного задания ФБУ ВНИИЛМ «Разработка технологии массового разведения и применения яйцеедов для защиты лесов от шелкопрядов непарного и монашенки». В рамках исследования проведены экспериментальные лабораторные работы, включающие разведение насекомых-хозяев и ведение культур 3-х видов яйцеедов, а также полевые работы по разработке технологии их применения для защиты лесов от вредителей. Впервые в европейской части страны и Западной Сибири на монашенке выявлен яйцеед *Telenomus laeviusculus*, который уничтожает большое число яиц в кладках и оказывает существенное влияние на динамику численности вредителя. Разработаны эффективные способы массового производства яйцеедов непарного шелкопряда и монашенки в лабораторных условиях; составлены поэтапные технологии массового разведения трех видов яйцеедов; в полевых опытах показана эффективность применения энтомофагов против целевых вредителей в разных регионах. Применение биологических средств защиты лесов на основе использования яйцеедов позволяет проводить профилактические и защитные мероприятия по ликвидации формирующихся очагов шелкопрядов непарного и монашенки.

С 2020 г. планируется разработать научно обоснованные технологии производства и применения биологического средства для защиты лесов от волнянок рода *Lymantria* на основе энтомопатогенных вирусов.

В настоящее время развитие биометода можно осуществлять по трем направлениям. Первое направление предусматривает создание новых биологических средств защиты лесов против аборигенных видов вредных организмов, производство которых можно осуществлять в небольших лабораториях, организованных в научных учреждениях или у поставщиков услуг на обработки. Второе направление – создание биологических препаратов. При условии рентабельности их производства должно быть принято решение о проведении регистрационных испытаний и создании производственных биотехнологических лабораторий. И третье направление – это разработка программ ограничения численности видов-инвайдеров, причем желательно до их вселения в наши леса. Сейчас отмечается катастрофический ущерб от ряда инвазивных организмов на юге страны. Решить проблему можно путем создания небольших лабораторий по производству биоагентов. Здесь важно, чтобы внесение естественных врагов в популяции вредителей выполнялось непрерывно.

Таким образом, на основе изложенного можно сделать *следующие выводы*.

Повышение эффективности защиты лесов от вредных организмов базируется на использовании системы мероприятий по профилактике, обнаружению и ликвидации их очагов. Для прогнозирования, принятия обоснованных решений и планирования лесозащитных мероприятий необходимо использовать информационные технологии, оптимизирующие сбор и анализ достоверных данных о санитарном и лесопатологическом состоянии насаждений.

Важным моментом является интеграция действия химических и биологических средств защиты лесов, применение насекомых-энтомофагов и патогенов. На постоянной основе требуется обеспечивать необходимый ассортимент пестицидов, проводить испытания новых препаратов для защиты от хвое- и листогрызущих и стволовых вредителей, болезней лесов.

Применение биологических средств защиты лесов позволяет осуществлять профилактические и защитные мероприятия по ликвидации формирующихся очагов, при этом процесс внесения естественных врагов в популяции вредителей должен выполняться непрерывно.

## Список использованных источников

1. Знаменский, В. С. Рекомендации по интегрированной борьбе с листовертками в дубравах / В. С. Знаменский, Т. И. Зубкова, В. А. Куприянова. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1976. – 18 с.
2. Знаменский, В. С. Прогноз целесообразности борьбы с вредными лесными насекомыми / В. С. Знаменский, А. Н. Белов // Охрана и защита леса : экспресс-информ. – М. : ЦБНТИлесхоз, 1981. – Вып. 1. – С. 1–20.
3. Знаменский, В. С. Методическое руководство по надзору за главнейшими листогрызущими вредителями дубрав / В. С. Знаменский, Н. И. Лямцев, Е. Н. Новикова. – М. : ВНИИЛМ, 1986. – 62 с.
4. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / под ред. А. И. Ильинского, И. В. Тропина. – М. : Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
5. Методические указания по использованию синтетических феромонов для надзора за хвое- и листогрызущими насекомыми / П. А. Зубов, Т. Л. Миняева, В. Д. Бедный, М. И. Чеканов. – М. : ВНИИЛМ, 1987. – 16 с.
6. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России / А. Д. Маслов, Е. Г. Мозолева, Н. А. Лисов [и др.]. – М. : ВНИИЛМ, 2001. – 86 с.
7. Исаев, А. С. Контроль численности лесных насекомых в системе лесэнтомологического мониторинга / А. С. Исаев, Н. И. Лямцев, Д. В. Ершов // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. – Кн. 1. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – С. 383–421.
8. Лямцев, Н. И. Лесозащитное районирование лесного фонда России / Н. И. Лямцев, А. М. Жуков // Лесн. хоз-во. – 2005. – № 2. – С. 36–38.
9. Лямцев, Н. И. Прогнозирование массовых размножений непарного шелкопряда, угрозы повреждения дубрав и необходимости защитных мероприятий / Н. И. Лямцев. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2018. – 84 с.
10. Кутеев, Ф. С. Наставление по авиационному применению биологических и химических средств для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых / Ф. С. Кутеев, В. Ф. Кобзарь, В. В. Белозеров. – М., 2001. – 46 с.
11. Лямцев, Н. И. Интегрированная защита дубрав от листогрызущих насекомых / Н. И. Лямцев // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика : матер. междунар. научн.-практ. конф. (Минск, 5–8 июля 2011). – Несвиж, 2011. – С. 112–115.
12. Маслов, А. Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов / А. Д. Маслов. – М. : ВНИИЛМ, 2010. – 138 с.
13. Лямцев, Н. И. Динамика численности непарного шелкопряда в лесостепных дубравах Европейской России / Н. И. Лямцев. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – 98 с.
14. Лямцев, Н. И. Динамика санитарного состояния еловых лесов Подмоскovie после засухи 2010 года / Н. И. Лямцев, Е. Г. Малахова // Лесной вестник. – 2013. – № 6. – С. 82–88.
15. Жуков, А. М. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России / А. М. Жуков, Ю. И. Гниенко. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2011. – 104 с.
16. Маслов, А. Д. Опыт длительного применения феромонов при ведении лесопатологического мониторинга / А. Д. Маслов // Биологическая и интегрированная защита леса. – Пушкино, 1998. – С. 72–74.
17. Маслов, А. Д. Эффективность применения феромонов при ведении лесопатологического мониторинга / А. Д. Маслов, Ю. А. Сергеева, И. А. Комарова // Биологически активные вещества в защите растений. – СПб., 1999. – С. 35–36.
18. Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга / А. Д. Маслов, Н. И. Лямцев, Ю. П. Демаков [и др.]. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – 36 с.
19. Применение феромонов вершинного и шестизубчатого короедов и черных усачей – соснового и малого елового / А. Д. Маслов, И. А. Комарова, Н. В. Вендило [и др.]. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2014. – 24 с.
20. Защита ели от короёда-типографа: массовый отлов и применение феромонов / А. Д. Маслов, И. А. Комарова, В. А. Плетнёв [и др.]. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2014. – 12 с.

21. Маслов, А. Д. Опыт массового отлова жуков кородея-типографа феромонными ловушками / А. Д. Маслов, И. А. Комарова, В. А. Селиванов // Защита леса – инновация во имя развития : бюлл. ВПРС МОББ по биол. защите леса. – Вып. 9. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – С. 70–75.
22. Рекомендации по применению феромонов для надзора и защиты еловых насаждений от кородея типографа / Е. Э. Озол, М. Я. Бичевскис, А. Э. Менникс [и др.]. – М., 1987. – 16 с.
23. Гниненко, Ю. И. Технология мелкосерийного производства долготелок *Rhizophagus* sp. для использования в защите леса / Ю. И. Гниненко, И. В. Хегай, Е. А. Чилаксаева. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2016. – 20 с.
24. Гниненко, Ю. И. Технология мелкосерийного производства муравьежука *Thanasimus* sp. для использования в защите леса / Ю. И. Гниненко, И. В. Хегай, Е. А. Чилаксаева. – Пушкино, ВНИИЛМ, 2016. – 16 с.
25. Гниненко, Ю. И. Технология комплексной защиты пихты от уссурийского полиграфа и пихтовой grosмании / Ю. И. Гниненко, М. С. Клюкин, С. А. Кривец. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2017. – 20 с.
26. Гниненко, Ю. И. Клоп дубовая кружевница – новый опасный инвайдер в лесах России / Ю. И. Гниненко, И. В. Хегай, У. А. Васильева // Карантин растений – Наука и практика. – 2017. – № 4 (22). – С. 9–12.
27. Гниненко, Ю. И. Восточная каштановая орехотворка *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) – новый инвайдер в лесах Северного Кавказа / Ю. И. Гниненко, М. Е. Лянгузов // Российский журнал биологических инвазий. – 2017. – № 2. – С. 13–19.
28. Мешкова, В. Л. Оптимизация получения вирусного материала для производства препарата ВИРИН-РСП / В. Л. Мешкова, Е. В. Давиденко // Современные проблемы биологической защиты леса и сельскохозяйственных культур : Бюлл. № 3 Постоянной комиссии по биологической защите леса. – Звенигород, 2003. – С. 109–117.
29. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена Правительством Российской Федерации 24.04.2012 № 1853п-П8.
30. Сергеева, Ю. А. Технология малотоннажного производства Неовира – нового биологического средства для защиты леса от рыжего соснового пилильщика / Ю. А. Сергеева, Ю. И. Гниненко, С. О. Долмоного. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2016. – 30 с.
31. Сергеева, Ю. А. Методические рекомендации по применению вирусного биологического средства Неовир против рыжего соснового пилильщика / Ю. А. Сергеева, Ю. И. Гниненко, С. О. Долмоного. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2019. – 20 с.
32. Сергеева, Ю. А. Технология массового разведения и применения энтомопаразитоида *Chouioia cunea* // Ю. А. Сергеева, А. А. Загоринский, С. О. Долмоного. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2015. – 24 с.

## References

1. Znamenskij, V. S. Rekomendacii po integrirovannoj bor'be s listovertkami v dubravah / V. S. Znamenskij, T. I. Zubkova, V. A. Kupriyanova. – Pushkino : VNIILM, 1976. – 18 s.
2. Znamenskij, V. S. Prognoz celesoobraznosti bor'by s srednymi lesnymi nasekomymi / V. S. Znamenskij, A. N. Belov // Ohrana i zashchita lesa : ekspres-inform. – M. : CBNTIleskhov, 1981. – Vyp. 1. – S. 1–20.
3. Znamenskij, V. S. Metodicheskoe rukovodstvo po nadzoru za glavnejshimi listogryzushchimi vreditelyami dubrav / V. S. Znamenskij, N. I. Lyamcev, E. N. Novikova. – M. : VNIILM, 1986. – 62 s.
4. Nadzor, uchet i prognoz massovyh razmnozhenij hvoe- i listogryzushchih nasekomyh v lesah SSSR / pod red. A. I. Il'inskogo, I. V. Tropina. – M. : Lesn. prom-st', 1965. – 525 s.
5. Metodicheskie ukazaniya po ispol'zovaniyu sinteticheskikh feromonov dlya nadzora za hvoe- i listogryzushchimi nasekomymi / P. A. Zubov, T. L. Minyaeva, V. D. Bednyj, M. I. Chekanov. – M. : VNIILM, 1987. – 16 s.
6. Nastavlenie po organizacii i vedeniyu lesopatologicheskogo monitoringa v lesah Rossii / A. D. Maslov, E. G. Mozolevskaia, N. A. Lisov [i dr.]. – M. : VNIILM, 2001. – 86 s.

7. Isaev, A. S. Kontrol' chislenosti lesnyh nasekomyh v sisteme lesoentomologicheskogo monitoringa / A. S. Isaev, N. I. Lyamcev, D. V. Ershov // Raznoobrazie i dinamika lesnyh ekosistem Rossii. – Kn. 1. – M. : Tov-vo nauch. izd. KMK, 2012. – S. 383–421.
8. Lyamcev, N. I. Lesozashchitnoe rajonirovanie lesnogo fonda Rossii / N. I. Lyamcev, A. M. Zhukov // Lesn. hozvo. – 2005. – № 2. – S. 36–38.
9. Lyamcev, N. I. Prognozirovanie massovyh razmnozhenij neparnogo shelkopryada, ugrozy povrezhdeniya dubrav i neobhodimosti zashchitnyh meropriyatij / N. I. Lyamcev. – Pushkino : VNIILM, 2018. – 84 s.
10. Kuteev, F. S. Nastavlenie po aviacionnomu primeneniyu biologicheskikh i himicheskikh sredstv dlya zashchity lesa ot hvoe- i listogryzushchih nasekomyh / F. S. Kuteev, V. F. Kobzar', V. V. Belozеров. – M., 2001. – 46 s.
11. Lyamcev, N. I. Integrirovannaya zashchita dubrav ot listogryzushchih nasekomyh / N. I. Lyamcev // Integrirovannaya zashchita rastenij: strategiya i taktika : mater. mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (Minsk, 5-8 iyulya 2011). – Nesvizh, 2011. – S. 112–115.
12. Maslov, A. D. Koroed-tipograf i usyhanie elovyh lesov / A. D. Maslov. – M. : VNIILM, 2010. – 138 s.
13. Lyamcev, N. I. Dinamika chislenosti neparnogo shelkopryada v lesostepnyh dubravah Evropejskoj Rossii / N. I. Lyamcev. – Pushkino : VNIILM, 2013. – 98 s.
14. Lyamcev, N. I. Dinamika sanitarnogo sostoyaniya elovyh lesov Podmoskov'ya posle zasuhi 2010 goda / N. I. Lyamcev, E. G. Malahova // Lesnoj vestnik. – 2013. – № 6. – S. 82–88.
15. Zhukov, A. M. Opasnye maloizuchennye bolezni hvoynyh porod v lesah Rossii / A. M. Zhukov, Yu. I. Gninenko. – Pushkino : VNIILM, 2011. – 104 s.
16. Maslov, A. D. Opyt dolgovremennogo primeneniya feromonov pri vedenii lesopatologicheskogo monitoringa / A. D. Maslov // Biologicheskaya i integrirovannaya zashchita lesa. – Pushkino, 1998. – S. 72–74.
17. Maslov, A. D. Effektivnost' primeneniya feromonov pri vedenii lesopatologicheskogo monitoringa / A. D. Maslov, Yu. A. Sergeeva, I. A. Komarova // Biologicheski aktivnye veshchestva v zashchite rastenij. – SPb., 1999. – S. 35–36.
18. Primenenie feromonov vazhnejshih vreditel'ev lesa pri vedenii lesopatologicheskogo monitoringa / A. D. Maslov, N. I. Lyamcev, Yu. P. Demakov [i dr.]. – Pushkino : VNIILM, 2013. – 36 s.
19. Primenenie feromonov vershinnogo i shestizubchatogo koroedov i chernyh usachej – sosnovogo i malogo elovogo / A. D. Maslov, I. A. Komarova, N. V. Vendilo [i dr.]. – Pushkino : VNIILM, 2014. – 24 s.
20. Zashchita eli ot koroeda-tipografa: massovyj otlov i primeneniye feromonov / A. D. Maslov, I. A. Komarova, V. A. Pletnyov [i dr.]. – Pushkino : VNIILM, 2014. – 12 s.
21. Maslov, A. D. Opyt massovogo otlova zhukov koroeda-tipografa feromonnymi lovushkami / A. D. Maslov, I. A. Komarova, V. A. Selivanov // Zashchita lesa – innovaciya vo imya razvitiya : byull. VPRS MOBB po biol. zashchite lesa. – Vyp. 9. – Pushkino : VNIILM, 2013. – S. 70–75.
22. Rekomendacii po primeneniyu feromonov dlya nadzora i zashchity elovyh nasazhdenij ot koroeda tipografa / E. E. Ozols, M. Ya. Bichevskis, A. E. Menniks [i dr.]. – M., 1987. – 16 s.
23. Gninenko, Yu. I. Tekhnologiya melkoserijnogo proizvodstva dolgotelok *Rhizophagus* sp. dlya ispol'zovaniya v zashchite lesa / Yu. I. Gninenko, I. V. Hegaj, E. A. Chilahsaeva. – Pushkino : VNIILM, 2016. – 20 s.
24. Gninenko, Yu. I. Tekhnologiya melkoserijnogo proizvodstva murav'ezhuka *Thanasimus* sp. dlya ispol'zovaniya v zashchite lesa / Yu. I. Gninenko, I. V. Hegaj, E. A. Chilahsaeva. – Pushkino, VNIILM, 2016. – 16 s.
25. Gninenko, Yu. I. Tekhnologiya kompleksnoj zashchity pihty ot ussurijskogo poligrafa i pihtovoj grosmannii / Yu. I. Gninenko, M. S. Klyukin, S. A. Krivec. – Pushkino : VNIILM, 2017. – 20 s.
26. Gninenko, Yu. I. Klop dubovaya kruzhevica – novyj opasnyj invajder v lesah Rossii / Yu. I. Gninenko, I. V. Hegaj, U. A. Vasil'eva // Karantin rastenij – Nauka i praktika. – 2017. – № 4 (22). – C. 9–12.
27. Gninenko, Yu. I. Vostochnaya kashtanovaya orekhotvorka *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) – novyj invajder v lesah Severnogo Kavkaza / Yu. I. Gninenko, M. E. Lyanguzov // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. – 2017. – № 2. – S. 13–19.

28. Meshkova, V. L. Optimizaciya polucheniya virusnogo materiala dlya proizvodstva preparata VIRIN-RSP / V. L. Meshkova, E. V. Davidenko // *Sovremennye problemy biologicheskoy zashchity lesa i sel'skohozyajstvennyh kul'tur* : Byull. № 3 Postoyannoj komissii po biologicheskoy zashchite lesa. – Zvenigorod, 2003. – S.109–117.
29. Kompleksnaya programma razvitiya biotekhnologij v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. Utverzhdena Pravitel'stvom Rossijskoj Federacii 24.04.2012 № 1853p-P8.
30. Sergeeva, Yu. A. Tekhnologiya malotonnazhnogo proizvodstva Neovira – novogo biologicheskogo sredstva dlya zashchity lesa ot ryzhego sosnovogo pilil'shchika / Yu. A. Sergeeva, Yu. I. Gninenko, S. O. Dolmonego. – Pushkino : VNIILM, 2016. – 30 s.
31. Sergeeva, Yu. A. Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu virusnogo biologicheskogo sredstva Neovir protiv ryzhego sosnovogo pilil'shchika / Yu. A. Sergeeva, Yu. I. Gninenko, S. O. Dolmonego. – Pushkino : VNIILM, 2019. – 20 s.
32. Sergeeva, Yu. A. Tekhnologiya massovogo razvedeniya i primeneniya entomoparazitoida *Chouioia cunea* // Yu. A. Sergeeva, A. A. Zagorinskij, S. O. Dolmonego. – Pushkino : VNIILM, 2015. – 24 s.

# Priority Technologies in Forest Protection Against Hazardous Organisms

## **N. Lyamtsev**

*Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager of Forest Protection Department, Candidate of Biological Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, nilyamcev@yandex.ru*

## **U. Sergeeva**

*Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager of Biological Forest Protection Laboratory, Candidate of Biological Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

## **U. Gninenko**

*Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager of Forest Protection Against Invasive and Quarantine Organisms Laboratory, Candidate of Biological Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

## **I. Komarova**

*Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Group Leader, Candidate of Biological Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation*

**Key words:** forest protection operations, prediction, identification, prevention and suppression of forest insect and disease outbreaks.

The paper highlights development of environmental and economically efficient integrated forest protection operation packages including updated technologies of phytosanitary prevention, forest pathology monitoring and survey, suppression of widely spread and quarantine forest insect and disease outbreaks. Development of mass outbreak forecast procedures for hazardous insects and forest damage risks is based on long-term stationary studies, Pheromone application technology for population monitoring of 11 leaf and needle eating pest species, 9 coniferous stem pest species, as well as 3 shoot moth species has been developed and its population thresholds identified. Insect pheromone application to cut its population primarily systematic catch of population share in reservation areas has been recommended.

New preparation trials to extend allowable applicable forest protection agent range are underway. Efficient biological agent search, its mass production and application technology development has been done. Pilot laboratory small scale production of forest protection virus biological agent against red pine sawfly has been established. *Chouioia cunea* entomoparasitoid mass rearing and application technology has been developed. Studies that ensure insect host rearing and 3 egg-eater species cultivation and its applications in forest pest protection has been conducted. Small scale predator *Thanasimus* and *Rhizophagus*

*entomophage production and application technologies to prevent shaping of bark beetle and other stem pest mass outbreaks have been developed. Biology and damage rate of some hazardous invasive organisms have been studied and its detection and identification technologies developed. Studies to develop efficient protection operations against such new invaders in Russian forest communities.*