

*На правах рукописи*



**Карпун Наталья Николаевна**

**СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ  
И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕР ЗАЩИТЫ**

Специальность 06.01.07 – Защита растений

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

Сочи – 2018

Работа выполнена в отделе защиты растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»

- Научный консультант:** **Надыкта Владимир Дмитриевич**  
доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный консультант ФГБНУ ВНИИБЗР
- Официальные оппоненты:** **Зейналов Адалет Сехраб оглы**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии и защиты растений ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»  
**Селиховкин Андрей Витимович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты леса, древесиноведения и охотоведения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»  
**Рябчинская Татьяна Алексеевна**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»
- Ведущая организация:** ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

Защита диссертации состоится 21 ноября 2018 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.04 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова д. 19, тел./ факс: 8(499)976-21-84.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте университета: [www.timacad.ru](http://www.timacad.ru)

Автореферат разослан \_\_\_\_ сентября 2018 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук



Алексей Николаевич  
Смирнов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Природно-климатические условия влажных субтропиков России благоприятны не только для возделывания субтропических культур, но и для развития вредителей и возбудителей болезней растений, роль которых в искусственных насаждениях региона в последние десятилетия возрастает (Рындин, 2009; Рындин и др., 2015). Основой разработки экологизированных систем защиты сельскохозяйственных и декоративных культур является всестороннее знание биологии вредных организмов и структуры их комплексов.

В последние десятилетия повсеместно ускорились темпы инвазионного процесса (Ижевский, Масляков, 2008; Исаев и др., 2015 и др.). Во влажных субтропиках России ежегодно выявляются новые виды фитофагов и фитопатогенов, которые приводят к гибели растений-хозяев и дестабилизации фитосанитарной ситуации в искусственных и естественных экосистемах (Щуров и др., 2013, 2015, 2017; Гниненко и др., 2014; Рындин и др., 2015). Существует острая проблема изучения их биологии, особенностей инвазионного процесса для разработки защитных мероприятий против новых вредных организмов.

Наиболее радикальным способом борьбы с вредными организмами является применение химических средств защиты растений. Однако, вся территория влажных субтропиков имеет статус курортного региона, поэтому использование химических пестицидов в регионе крайне ограничено. Основным условием успешного развития сельского хозяйства на Черноморском побережье является его экологическая безопасность (Янушевская и др., 2004). В связи с этим для достижения стабильной оптимизации фитосанитарной обстановки в агроценозах крайне актуальным является поиск возможностей снижения пестицидной нагрузки за счет использования в системах защиты механизмов устойчивости биоценозов и внутренних взаимосвязей между их компонентами (Соколов и др., 1994; Жученко, 2009, 2011; Егоров, 2013 и др.).

Переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений поддерживается Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» и Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы.

**Степень разработанности темы.** Первые системные сведения о вредителях и болезнях растений во влажных субтропиках России стали появляться в 1950-60-х гг. Большая роль в изучении вредителей и болезней древесных растений в регионе и разработке систем защиты растений принадлежит отечественным ученым С.А. Загайному (1940-1970-е гг.), Т.Д. Гаршиной (1950-2000-е гг.), Ю.Ф. Кулибабе (1960-1980-е гг.), Е.А. Игнатовой (1960-2010-е гг.), В.А. Фогелю (1970-2000-е гг.), Н.А. Осташевой (1970-2010-е гг.), Н.В. Ширяевой (с 1980-х гг.) Э.Б. Янушевской (с 1990-х гг.). Тем не менее, современная фитосанитарная ситуация, а также развитие региона как круглогодичного курорта требует комплексного всестороннего подхода в разработке защитных мероприятий от вредителей и болезней растений.

**Цель исследований:** проанализировать структуру и динамику комплексов вредных организмов древесных растений агро- и урбоэкосистем влажных субтропиков России и обосновать биологические подходы для совершенствования систем защиты растений.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать структуру комплексов доминирующих видов вредных организмов (патогенных грибов и членистоногих) древесных растений в агро- и урбоэкосистемах влажных субтропиков России.

2. Установить видовой состав, распространение и степень опасности новых инвазионных фитофагов в регионе, а также спектр их кормовых растений.

3. Выявить закономерности инвазионного процесса у фитофагов в регионе влажных субтропиков России в период 2000-2017 гг., включая происхождение, векторы переноса, регионы-доноры, биотопическое распределение видов, динамику инвазий.

4. Оценить сортовую устойчивость древесных культур к доминирующим болезням и вредителям в насаждениях влажных субтропиков России, как основу создания стабильных высокопродуктивных экосистем.

5. Установить основные закономерности воздействия химических средств защиты растений на состояние почвенного микробоценоза и классифицировать пестициды по степени риска.

6. Оценить возможность применения автоматизированного системно-когнитивного анализа для изучения динамики развития вредных организмов (на примере курчавости листьев персика) и моделирования вклада механизмов иммунитета в повышение устойчивости растений.

**Научная новизна исследований.** Впервые в зоне влажных субтропиков России для фитофагов и фитопатогенов, входящих в состав комплексов вредных организмов древесных растений в агроценозах и урбоэкосистемах, установлены степень доминирования и полифагии, уточнены периоды вредоносности. Определены факторы формирования биоты вредных организмов в регионе. За период с 2003 по 2017 гг. в экосистемах региона выявлены 26 новых видов насекомых-фитофагов (в том числе лично автором выявлены 22 вида), установлены их происхождение, векторы инвазии, биология, вредоносность, пищевая специализация, распространение. Впервые установлены закономерности инвазионного процесса у фитофагов в регионе влажных субтропиков России в период 2000-2017 гг.

Приоритетно обоснованы механизмы устойчивости агро- и урбоэкосистем (сортовая устойчивость древесных растений к вредителям и болезням, физиолого-биохимические реакции иммунного ответа растений, реакция дыхательной активности почвенного микробоценоза на ксенобиотики) как биологическая основа разработки новой стратегии защиты растений во влажных субтропиках.

Предложено использование новой инновационной технологии – автоматизированного системно-когнитивного анализа для решения вопросов защиты растений на примере прогнозирования динамики развития болезней и оценки роли механизмов иммунитета в повышение устойчивости растений.

**Теоретическая и практическая значимость.** Установлены структура, закономерности формирования и динамики комплексов вредителей и болезней древесных растений, формирующих агроценозы и урбоэкосистемы во влажных субтропиках России. Разработана методология оценки риска химических средств защиты для почвенного микробоценоза плодовых культур по степени влияния на механизмы устойчивости агроценоза и доказана возможность ее применения при разработке систем защиты плодовых культур.

Составлено руководство по определению новых видов вредителей декоративных растений и их защите на Черноморском побережье России. По результатам исследований подготовлены иллюстрированные атласы вредителей и болезней косточковых, семечковых и цитрусовых культур на Черноморском побережье Кавказа, научно-методические издания по биологии и мерам борьбы с инвазионным карантинным видом коричнево-мраморным клопом *Halyomorpha halys* Stål.

Предложена классификация степени риска применения пестицидов для почвенного микробоценоза как основа для формирования безопасных для биотического компонента почвы систем защиты плодовых культур. Разработан технологический регламент и рекомендации по применению химических и биологических препаратов для защиты растений персика.

Рекомендации автора по защите растений внедрены на объектах санаторно-курортного комплекса, объектах озеленения, в сельскохозяйственных предприятиях зоны влажных субтропиков России и Абхазии.

Теоретические и практические положения диссертации используются в образовательном процессе в основных образовательных программах при подготовке студентов по специальностям: «Лесное хозяйство», «Агрономия», «Садово-парковое и ландшафтное строительство» (учебное пособие «Защита растений» с грифом УМО, 2008. – 272 с.).

**Методология и методы исследования.** Для проведения исследований использовались общепринятые методики зарубежных и отечественных ученых в области защиты растений, энтомологии, экологии, которые подробно изложены в разделе «Методика исследований» соответствующей главы диссертации.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Структура и динамика комплексов вредных организмов агроценозов и урбоэкосистем влажных субтропиков России.
2. Характеристика 26 новых инвазионных видов фитофагов в зоне влажных субтропиков России (происхождение, векторы инвазии, биология, вредность, пищевая специализация, распространение в регионе).
3. Особенности и закономерности инвазионного процесса у фитофагов в регионе влажных субтропиков России в период 2000-2017 гг.
4. Механизмы устойчивости агро- и урбоэкосистем – биологическая основа разработки новой стратегии защиты древесных растений во влажных субтропиках (сортовая устойчивость и физиологические механизмы неспецифического индуцируемого иммунитета растений).
5. Оценка степени риска применения пестицидов в системах защиты растений, основанная на закономерностях динамики дыхательной активности

почвенной микробиоты как интегрального показателя устойчивости биоценозов.

6. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) для решения задач прогнозирования и моделирования ситуаций, оценки принятия решений в системах защиты растений.

**Степень достоверности и апробация работы.** Степень достоверности результатов исследований определяется большим объемом полученных экспериментальных данных и длительным сроком наблюдений. Полученные данные были статистически обработаны.

Результаты исследований и основные положения диссертации представлены и обсуждались на годовых отчетных сессиях ФГБНУ ВНИИЦиСК (2010-2017 гг.), на 36 международных, всероссийских, региональных съездах, конференциях и совещаниях.

**Связь темы диссертации с плановыми исследованиями.** Исследования проводились в рамках межведомственного координационного плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК Российской Федерации, программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг., а также планов НИР ФГБОУ Сочинский государственный университет туризма и курортного дела, ФГУ «НИИ горного лесоводства и экологии леса» и ФГБНУ ВНИИЦиСК.

**Личный вклад автора.** Все результаты, представленные в работе, получены лично автором или при ее при непосредственном участии в период с 2003 по 2017 г. Автору принадлежит теоретическое обоснование и постановка проблемы, разработка программы исследований, научное руководство и непосредственное участие в проведении экспериментов (сбор полевых материалов и их лабораторный анализ), статистической обработке экспериментального материала. Формулировка научных положений, выводов и практических рекомендаций выполнена автором самостоятельно. На определенных этапах исследования были проведены совместно с сотрудниками отдела защиты растений ФГБНУ ВНИИЦиСК. При оформлении научных публикаций участие автора было определяющим (более 75 %).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 87 работ, в том числе 3 – в журналах МБД Scopus, 23 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 7 методических и учебных изданий, 4 монографии (в соавторстве).

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа содержит введение, 6 глав, заключение, включающее выводы и практические рекомендации, библиографический список из 704 наименования, в том числе 271 иностранных источников, и 5 приложений. Основная часть диссертации изложена на 341 странице, включает 27 таблиц и 84 рисунка; общий объём диссертации (с приложениями) – 399 страниц.

Автор выражает глубокую благодарность научному консультанту д.т.н., профессору, академику РАН В.Д. Надыкте; признательность за поддержку и совместно проведенные исследования коллегам из ВНИИЦиСК к.б.н. Э.Б. Янушевской, к.с.-х.н. Е.А. Игнатовой, к.с.-х.н. Е.Н. Журавлёвой, д.б.н. М.Д.

Омарову, аспирантам автора Е.В. Михайловой и В.Е. Проценко. Огромную благодарность автор приносит д.с.-х.н., академику РАН А.В. Рындину и к.б.н. Н.А. Слепченко за понимание, терпение и помощь в ежедневной работе на протяжении периода написания диссертации; д.т.н., проф. Е.В. Луценко за помощь в освоении АСК-анализа, д.б.н. О.Г. Белоус и к.б.н. Н.С. Киселевой – за помощь в статистической обработке материала, А.А. Касперавичус – за помощь в оформлении материалов. Автор признательна своей семье, друзьям и близким за веру, понимание и моральную поддержку.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение.** Обоснована актуальность и научная новизна исследований, сформулированы их цель, задачи, а также положения, выносимые на защиту.

### **1 ИЗУЧЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ И ПРИРОДНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ (обзор литературы)**

Проанализирован опыт энтомологических и фитопатологических исследований во влажных субтропиках России, приведена информация об инвазионных видах вредителей во влажных субтропиках Черноморского побережья Кавказа. Описаны возможности и целесообразность использования природных механизмов устойчивости биоценозов в защите растений: сортовой устойчивости как основного фактора стабильности агроценозов и урбоэкосистем; механизмов повышения неспецифического индуцируемого иммунитета; общей биологической активности почвенного микробиоценоза как индикатора устойчивости агроценоза к пестицидным нагрузкам.

### **2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В главе приводится характеристика специфических почвенно-климатических условий и растительности региона, благоприятных для развития фитофагов и фитопатогенов как теплолюбивых, так и умеренного климата.

**Программа и методики проведения исследований.** Исследовательская работа проведена в период с 2003 по 2017 гг. Архивный материал отдела защиты растений Института за период 1990–2009 гг. использовался с разрешения Ученого Совета ФГБНУ ВНИИЦиСК (протокол № 1 от 27.01.2017 г.). Изучение биологических основ и принципов построения систем защиты растений в агроценозах и урбоэкосистемах влажных субтропиков России повлекло выбор комплексного характера исследований, включающего системный подход и методы различных научных дисциплин.

Объектами исследований являлись агроценозы плодовых, субтропических и фитоценозы декоративных древесных культур, членистоногие дендрофаги и грибы-фитопатогены, развивающиеся в них, а также внутренние механизмы устойчивости растений и агроценозов в целом.

**Исследования видового состава** вредных организмов (членистоногих и грибов) и выявление среди них чужеродных видов осуществляли в агроценозах плодовых и субтропических культур (всего 40 стационарных пунктов наблюде-

ний), а также в декоративных насаждениях (на территории санаторно-курортных и муниципальных парков, скверов и садов, уличных насаждений – 50 стационарных пунктов наблюдений) зоны влажных субтропиков России в ходе проводимого фитосанитарного мониторинга методом неоднократных трансектных маршрутных обследований в течение всего вегетационного периода с интервалом 10 дней.

Собранные образцы повреждений и болезней гербаризировали. Насекомых на разных стадиях развития собирали и фиксировали по общепринятым методикам (Голуб и др., 2012 и др.). Определение насекомых-фитофагов проводили с использованием 5-10-кратной лупы, стереомикроскопов МБС-10 и Альтами СМ0745Т, возбудителей болезней – методами световой микроскопии с приготовлением временных препаратов с использованием прямого микроскопа AxioImager M2 с программным обеспечением и стереомикроскопа Stemmi 2000 (Методы..., 1982). При необходимости – проводилось дорасщипывание в инсектариях или в условиях чистой культуры, соответственно.

Для идентификации вредителей и фитопатогенных грибов нами были использованы определители и справочные пособия, а также энтомологические и микологические интернет-порталы. Помощь в идентификации и изучении *инвазионных видов* насекомых оказали д.б.н. М.Г. Волкович, д.б.н. Д.Л. Мусолин, к.б.н. И.А. Гаврилов, к.б.н. В.В. Нейморовец, к.с.-х.н. Е.А. Игнатова, к.с.-х.н. Е.Н. Журавлёва, Б.А. Борисов.

Плотность популяций и степень распространения отдельных видов, а также степень поврежденности / пораженности растений определяли по методикам, принятым в практике защиты растений (Прогноз..., 1958; Смольякова и др., 1999 и др.).

Анализ динамики численности популяций фитофагов и фитопатогенов проводился по результатам собственных исследований автора с использованием архивных данных отдела защиты растений ФГБНУ ВНИИЦиСК и литературных источников (Артынов, 1925а,б; Глазунов, 1929, 1930; Артемьев, 1935; Богданова, 1950; Загайный и др., 1951; Загайный и др., 1968; Гаршина, 1959, 1961, 1980, 1999; Справочник, 1998; Ширяева, 2000 и др.).

**Названия таксонов** насекомых приводятся в соответствии с базой данных Fauna Europaea, названия таксонов грибов – в соответствии с базой данных Index Fungorum. При составлении списков видового разнообразия комплексов вредных организмов и реестра новых инвазионных видов фитофагов семейства, а также виды в пределах семейств, для удобства пользования приведены в алфавитном порядке.

Пищевая специализация инвазионных видов в 2013-2017 гг. изучалась в полевых и лабораторных условиях на базе ФГБНУ ВНИИЦиСК.

Особенности инвазионного процесса у фитофагов в регионе влажных субтропиков России в период 2000-2017 гг. изучались по основным параметрам: таксономический состав, анализ регионов-доноров, векторов и путей инвазии, биотопическое распределение видов, динамика инвазий (Масляков, Ижевский, 2011).

**Исследования по индуцированию внутренних реакций иммунитета растений** проводились на персике сорта Редхавен в опытных насаждениях ФГБНУ ВНИИЦиСК в 2014-2016 гг. Закладка опыта была осуществлена на фоне однократной обработки бордоской смесью, ВРП (3 %) в период набухания почек. Оценка интенсивности развития заболеваний персика осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками (Долженко, 2009).

Схема эксперимента включала 10 вариантов в 6-кратной повторности (повторность – 1 растение) с применением иммуноиндукторов Альбит, ТПС (250 мл/га), Иммуноцитифит, ТАБ (0,6 г/га), Экогель, ВР (15 л/га), Салициловая кислота 2 %, Р (650 мл/га) в чистом виде и с половиной от традиционной нормы расхода фунгицидов (Делан, ВГ и Скор, КЭ).

Состояние иммунного статуса растений оценивали по уровню активности каталазы (млО<sub>2</sub>/г) и общей пероксидазы (ед. активности соответствует 10000 ед.опт.пл./г.сырой ткани/сек) (Гунар, 1972; Ермаков, 2005; Рябчинская, 2008) через неделю после проведения обработки. Фотосинтетическую активность в листьях персика устанавливали по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла с помощью лазерного анализатора тканей ЛАТ-2К (Будаговский, 2007) после прекращения всех обработок фунгицидами и иммуноиндукторами (июнь, июль).

С целью **разработки основных принципов решения проблемы снижения пестицидной нагрузки путем использования защитных механизмов почвенного микробиоценоза**, обеспечивающих детоксикацию ксенобиотиков, изучались архивные материалы отдела защиты растений ФГБНУ ВНИИЦиСК за 1998-2009 гг. по санитарно-гигиеническим и экотоксикологическим исследованиям почв насаждений яблони и персика на Черноморском побережье Кавказа. Анализировались данные по загрязнению пахотного горизонта почвы (0-20 см) остаточными количествами пестицидов, полученные методом газожидкостной хроматографии (Клисенко, 1984). Для определения закономерностей воздействия пестицидов на почвенный микробиоценоз анализировалось их влияние на состояние общей биологической активности микробиоты – базальной и потенциальной дыхательной активности (по методике Янушевская, 2013).

Разработка методологии риска пестицидов, которая позволяет обеспечить ранжирование факторов опасности по степени их значимости для почвенного микробиоценоза, проводилась на основе результатов опытов по изучению влияния, интенсивности и динамики загрязнения почвы пестицидами различных классов на общую биологическую активность микробиоценоза, проведенных в 2009-2014 гг. в насаждениях яблони и персика (г. Сочи). Все экспериментальные участки находились в одном агроландшафте (почва бурая лесная слабонасыщенная), остаточные количества пестицидов отсутствовали. Отбор проб осуществляли в динамике, первая проба отбиралась через сутки после обработки.

Классификацию изучаемых препаратов по степени риска осуществляли, учитывая основное положение адаптивного растениеводства, заключающееся в необходимости соответствия антропогенной нагрузки уровня адаптивного потенциала почвенной биосистемы (Жученко, 2009-2011).

На основании полученных данных с учетом степени риска пестицидов формировались экологически обоснованные системы защиты с последующей апробацией в насаждениях яблони и персика. С целью повышения устойчивости почвенного микробоценоза к экотоксическому действию пестицидов использовали препарат Альбит, ТПС.

Возможности использования **автоматизированного системно-когнитивного анализа** (АСК-анализа) в области защиты растений были оценены на задаче прогнозирования динамики развития болезней на примере курчавости листьев персика – болезни, носящей эпифитотийный характер в зоне влажных субтропиков России, а также при построении модели вклада физиологических механизмов иммунитета в устойчивость персика к болезням.

Основой теоретического обоснования АСК-анализа является семантическая мера целесообразности информации А. Харкевича. Программный инструмент АСК-анализа разработан в виде универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (открытое программное обеспечение: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)) (Луценко, 1995, 1996, 2014a).

АСК-анализ широко применяется при решении вопросов в области экономики, управления, педагогики, психологии, менеджмента. В отличие от классических программ статистической обработки данных АСК-анализ позволяет использовать в анализе текстовые данные, данные за непродолжительный период времени, неполные (фрагментированные) ряды данных, зашумленные (искаженные) данные, обеспечивает корректную сопоставимую количественную обработку разнородных по своей природе взаимосвязанных факторов, измеряемых в различных единицах измерения (Луценко, 2015). При построении моделей АСК-анализ обеспечивает высокую точность и независимость результатов расчетов от единиц измерения исходных данных. Такие возможности становятся особенно ценными при сравнении архивных данных, данных, собранных разными исследователями и фрагментированных данных, позволяя удлинить период, за который проводится анализ.

Полученные в ходе исследований и наблюдений результаты обрабатывались на персональном компьютере с помощью программ Statistica, MSExcel, «Эйдос».

### **3 АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРО- И УРБООЭСИСТЕМАХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ**

**3.1 Факторы формирования комплекса вредных организмов во влажных субтропиках России.** Основой стратегии и тактики защиты растений в современных условиях является знание факторов, влияющих на формирование комплекса вредных организмов в каждом конкретно взятом регионе (Камбулин, 1988; Коробов, 2006; Лысенко и др., 2012; Балыкина, 2013; Черний, Балыкина, 2014; Стогниенко и др., 2017 и др.).

Зона влажных субтропиков России является уникальной по совокупности природно-климатических условий, что, безусловно, отражается и на формировании комплекса вредных организмов. Уникальное сочетание температурного

фактора, высокой влажности воздуха и обилия осадков позволяет не только выращивать здесь теплолюбивые культуры, но и развиваться на протяжении круглого года отдельным группам фитофагов и фитопатогенов (кокциды, стволовые вредители, возбудители некрозно-раковых болезней и гнилей древесины). Среди факторов рельефа определяющее значение в регионе имеет Большой Кавказский хребет. Сложность мезо- и микрорельефа, в свою очередь, приводит к формированию множества микроклиматических участков и сильной мозаичности растительного покрова, в том числе и искусственного, что, в свою очередь, приводит к активной миграции видов-полифагов в соседние фитоценозы на новые для них растения.

Анализ влияния биотических факторов на комплекс вредных организмов во влажных субтропиках России позволил говорить о предопределенности видового разнообразия комплекса богатством естественной и интродуцированной растительности. В то же время активная деятельность человека по освоению этого уникального региона вносит свои существенные коррективы в данный процесс, особенно в последнее десятилетие, когда в регионе появились более 50 новых видов вредных организмов. На основе проведенного анализа выделены факторы, прямо или косвенно влияющие на формирование комплекса вредных организмов во влажных субтропиках России (рис. 1).

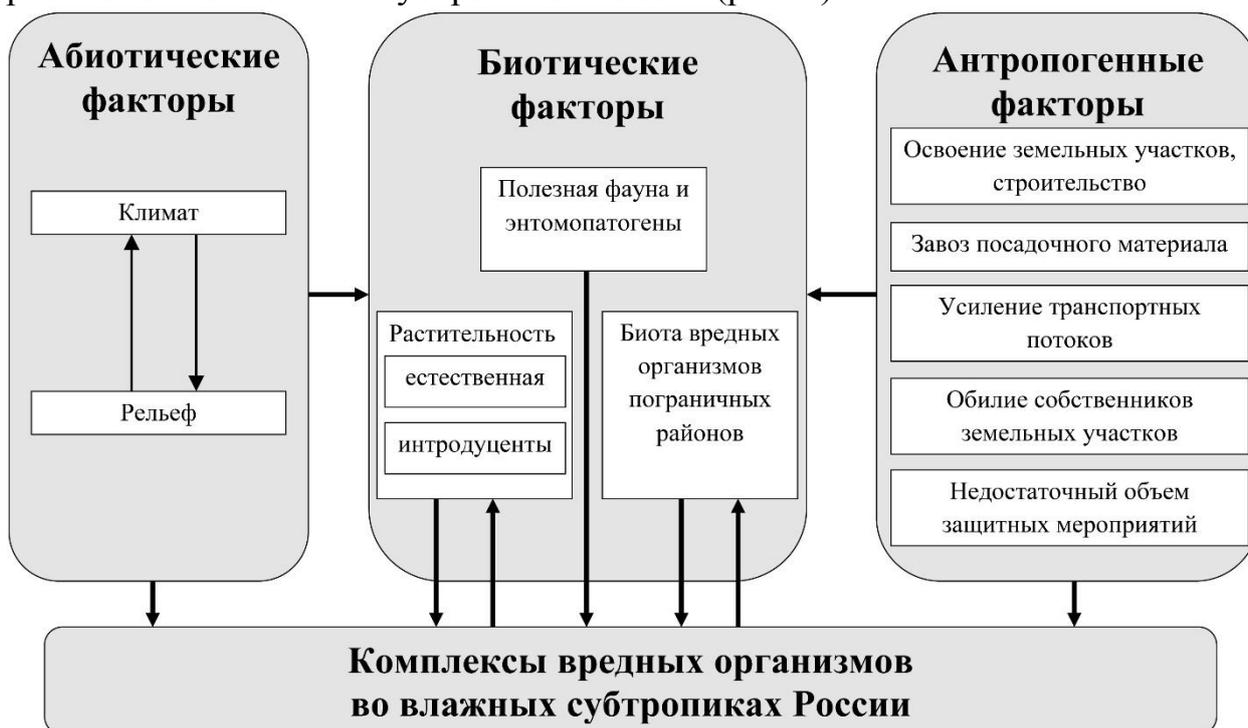


Рисунок 1 – Факторы формирования комплекса вредных организмов во влажных субтропиках России

**3.2 Доминирующие фитофаги и фитопатогены в агроценозах южных плодовых культур.** Структура комплекса доминирующих видов вредных организмов в насаждениях южных плодовых культур в зоне влажных субтропиков обусловлена особенностями этих агроценозов: породный состав: семечковые культуры – яблоня, груша; косточковые культуры – персик (преобладает среди всех культур по площади), слива, алыча; мелкоконтурность (площадь са-

дов до 3 га); разбросанность по территории; расположение садов на склонах 15° и более; отсутствие надлежащей агротехники; в подавляющем большинстве агроценозы старовозрастные.

За период исследований (с 2003 по 2016 гг.) на косточковых и семечковых культурах во влажных субтропиках России были отмечены **57 видов вредителей и 46 возбудителей болезней**. В диссертации проведен анализ комплекса фитофагов и фитопатогенов плодовых культур по таксономическому составу, по приуроченности к растению-хозяину, широте пищевой специализации, по приуроченности к определенным органам растений, по периодам вредоносности.

Выделена группа видов, круглогодично активных в условиях влажных субтропиков. Из вредителей к ней относятся виды кокцид (*Lepidosaphes ulmi* L., *Diaspidiotus perniciosus* Comst., *Lopholeucaspis japonica* Cockerell, *Parthenolecanium corni* Bouche, *P. persicae* F., *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc.), короеды и ксилофаги (*Synanthedon myopaeformis* Bkh., *Zeuzera pyrina* L., *Xyleborus dispar* F., *Scolytus rugulosus* Mull., *Scolytus mali* Bechst.). Среди патогенов таковыми являются возбудители некрозно-раковых, сосудистых и гнилевых заболеваний (*Phomopsis prunorum* (Cooke) Grove, виды рода *Cytospora*, *Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold, *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr., *Fusarium* sp., *Neonectria ditissima* (Tul. et C. Tul.) Samuels & Rossmann, *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. s.l., *Schizophyllum commune* Fr., *Phellinus pomaceus* (Pers.) Maire, *Irpex lacteus* (Fr.) Fr., *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *G. applanatum* (Pers.) Pat., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd).

Анализ динамики численности популяций вредных организмов и их вредоносности показал относительную стабильность группы типичных доминирующих видов. К ней на протяжении почти века относятся *Grapholita molesta* Busck., *G. funebrana* Tr. и *Cydia pomonella* L., из фитопатогенов – *Taphrina deformans* (Berk.) Tul., *Stigmia carpophila* (Lév.) M.B. Ellis, *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *M. fructigena* Honey, *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon, *Venturia carpophila* E.E. Fisher и *V. pyrina* Aderh. Из группы доминирующих видов, имеющих экономическую значимость в регионе, в настоящее время выбыли *Eriosoma lanigerum* Hausm., *Scolytus mali*, *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Dietel. Их встречаемость в регионе хоть и ежегодная, но не более чем в 30 % мест наблюдений (на фоновом уровне). В последние годы в группе доминирующих видов появился инвазионный вид *Halyomorpha halys* Stål.

К часто встречаемым видам относятся 25 видов фитофагов и 13 видов фитопатогенов. Популяции остальных видов вредных организмов находятся в стабильно-разреженном состоянии и не вызывают негативных последствий роста и урожайности плодовых культур.

**3.3 Доминирующие фитофаги и фитопатогены в агроценозах субтропических культур.** В зоне влажных субтропиков России возделываются такие субтропические плодовые культуры как мандарин, лимон, фейхоа, хурма, актинидия деликатесная (киви), инжир, и более редкие – гранат, маслина, унаби, азими́на (Рынди́н, 2009). Промышленные сады цитрусовых, хурмы и

фейхоа занимают около 258,5 га, а в частном секторе эти культуры занимают 396,6 га (Рындин, Терешкин, 2012).

В состав комплекса входят **40 видов фитофагов и 56 видов фитопатогенов**. В диссертации проведен анализ комплекса фитофагов и фитопатогенов субтропических культур по таксономическому составу, по приуроченности к растению-хозяину, широте пищевой специализации, по приуроченности к определенным органам растений, по периодам вредоносности.

Периоды вредоносности фитофагов и фитопатогенов в агроценозах субтропических культур в связи с биологией последних сдвигаются с весны (в отличие от агроценозов плодовых культур) на лето и осень. К группе круглогодичновредящих субтропическим культурам видов насекомых относятся 19 видов кокцид, а среди патогенов – 18 видов возбудителей некрозных, сосудистых заболеваний и гнилей.

Анализируя *изменения и динамику видового состава* комплекса вредных организмов на субтропических культурах в зоне влажных субтропиков России во времени можно говорить о ряде произошедших в нем изменений.

Комплекс вредных организмов citrusовых культур за последние 20 лет (1997-2016 гг.) значительно обогатился видами. Впервые на citrusовых культурах выявлены 14 видов вредителей: *Phyllocnistis citrella* Stainton, *Ceratitidis capitata* Wiedemann, *Pulvinaria floccifera* Westwood, *Pseudococcus calceolariae* Maskell, *Ps. comstocki* Kuwana, *Ps. longispinus* Targ.-Tozz., *Lopholeucaspis japonica*, *Lepidosaphes beckii* Newman, *Ceroplastes rusci* L., *Tetranychus urticae* Koch, *Polyphagotarsonemus latus* Banks, *Metcalfa pruinosa* Say, *Halyomorpha halys*, *Pantomorus fulleri* Perkins и 4 вида фитопатогенов: *Plenodomus tracheiphilus* (Petri) Gruyter, Aveskamp & Verkley, *Irpex lacteus* (Fr.) Fr., *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. s.l. Это связано частично с неконтролируемым завозом посадочного материала из других регионов, а частично с тем, что наблюдается тенденция расширения круга растений-хозяев некоторыми видами в регионе.

Из комплекса вредных организмов citrusовых культур исчезли *Saissetia coffeae* Walker, *Saissetia oleae* Olivier, *Hypothenemus eruditus* Westwood, *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold.

В комплексе вредных организмов на хурме появились новые виды *Lopholeucaspis japonica*, *Metcalfa pruinosa* и *Halyomorpha halys*; исчезла *Parlatoria oleae* Colvée.

В комплексе вредителей фейхоа за последние 20 лет появилась и заняла доминирующее положение *Ceroplastes japonicus* Green, была вытеснена и исчезла – *C. sinensis* Del Guercio.

Для ряда видов вредителей отмечена тенденция к постепенному увеличению встречаемости и численности популяций: *Lopholeucaspis japonica*, *Ceroplastes japonicus*, *Pulvinaria aurantii*, *Icerya purchasi*, *Metcalfa pruinosa*.

В настоящее время к группе доминирующих видов вредных организмов в агроценозах субтропических культур можно отнести вредителей: *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, *Dialeurodes citri* Ashmead, *Panonychus citri* McGregor, *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, а также новый инвазионный вид –

*Halyomorpha halys*. Из возбудителей болезней к доминирующим можно отнести *Botrytis cinerea* Pers., *Penicillium expansum* Link и *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. К часто встречаемым видам относятся 8 видов фитофагов и 3 вида фитопатогенов.

**3.4 Доминирующие фитофаги и фитопатогены в садово-парковых экосистемах.** Декоративные насаждения на Черноморском побережье в районе Большого Сочи весьма богаты и разнообразны по породному составу. Местные условия влажных субтропиков позволяют культивировать свыше 3 600 таксонов декоративных древесных и кустарниковых растений (Карпун, 2010).

В декоративных насаждениях Сочи отмечены **313 видов фитофагов и 344 вида фитопатогенов**. В диссертации проведен анализ комплекса фитофагов и фитопатогенов декоративных культур по таксономическому составу, по приуроченности к растению-хозяину, широте пищевой специализации, по приуроченности к определенным органам растений, по периодам вредоносности.

В последние годы группа доминирующих и часто встречающихся видов в урбоэкосистемах претерпела значительные изменения. На сегодняшний момент она включает 71 вид дендрофагов и 73 вида возбудителей болезней. Часть видов, встречающихся повсеместно еще в первое десятилетие 21 века, постепенно исчезла, уступив место новым инвазионным видам или видам, стабильно наращивающим численность.

Среди представителей отряда Hemiptera наблюдается нарастание численности таких вредителей как *Ceroplastes japonicus*, *Diaspis boisduvalii* Signoret, *Unaspis euonymi* Comstock, *Lopholeucaspis japonica*, *Saissetia oleae*, *Pulvinaria aurantii*, *Icerya purchasi* Maskell и *Antonina crawi* Cockerell. Подушечница *Pulvinaria floccifera* долгое время была массово распространена в насаждениях декоративных культур, но с 2009-2010 гг. обнаруживает стабильную тенденцию снижения численности и встречаемости, уступая место *P. aurantii*. В то же время снизили численность до единичной *Carulaspis minima* Signoret, *Parthenolecanium fletcheri* Cockerell и *Eriococcus buxi* Boyer de Fonscolombe.

Последние пять лет повсеместно распространенный вредитель *Ricania japonica* Melichar вытесняется другим инвазионным видом – *Metcalfa pruinosa*, которая появилась в регионе в 2009 г. Нарастивает свою численность и *Halyomorpha halys*, но его вредоносность в урбоэкосистемах намного ниже, чем в агроценозах плодовых и субтропических культур. Также отмечается нарастание численности таких видов тлей как *Illinoia liriodendri* Monell., *Tinocallis kahawaluokalani* Kirkaldy и *Xerophylla notabilis* Perg. – инвазионных вредителей, попавших в регион в начале 21 века.

Среди листогрызущих чешуекрылых наиболее значимым вредителем садово-парковых насаждений региона является американская белая бабочка *Huphantria cunea* Drury, которая дает в регионе яркие вспышки массового размножения (Карпун, Игнатова, 2010), и непарный шелкопряд *Lymantria dispar* L. Тем не менее, в последние годы в группу доминирующих видов попали самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* Walker и малая тутовая огневка *Glyphodes pyloalis* Walker, первая из которых привела к практически полной

гибели самшита и практически исчезла сама, вторая – серьезно повреждает шелковицу. Из прочих чешуекрылых следует отметить появление среди доминантов комплекса вредных организмов пальмового мотылька *Paysandisia archon* Burmeister и охридского минера *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic.

Наиболее распространенными из отряда Coleoptera являются представители семейства Chrysomelidae. За последние 17 лет отмечались вспышки массового размножения трёх видов этого семейства: в 2003–2004 гг. – *Haltica quercetorum* Foudr. (с 2016 г. наблюдается стабильное повышение численности этого листоеда), в 2007–2009 гг. – *Xanthogaleruca luteola* Muell. (с 2016 г. наблюдается повышение численности этого вида), в 2008–2009 гг. – *Agelastica alni* L.

Из прочих видов следует отметить снижение численности *Monarthropalpus buxi* Laboulbène и выпадение ее из группы доминирующих и часто встречающихся видов. При этом среди доминирующих появился новый инвазионный вид *Obolodiplosis robiniae* Haldeman.

Из фитопатогенов стабильно на протяжении более полувека находятся в группе доминирующих *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam., *Erysiphe australiana* (McAlpine) U. Braun & S. Takam., *Erysiphe euonymi-japonici* (Vienn.-Bourg.) U. Braun & S. Takam., *Podosphaera clandestina* (Wallr.) Lév., а к типичным часто встречающимся можно отнести 52 вида возбудителей пятнистостей листьев, парши, мучнистой росы, ржавчины, гнили стволов и ветвей. Выявлены 9 новых инвазионных видов фитопатогенов: *Erysiphe azalea* (U. Braun) U. Braun & S. Takam., *E. betae* (Vaňha) Weltzien, *E. corylicola* U. Braun & S. Takam., *E. elevata* (Burrill) U. Braun & S. Takam., *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam., *E. syringae* Schwein., *E. tortilis* (Wallr.) Link, *Golovinomyces sparsus* (A. Braun) V.P. Heluta и *Sawadaea tulasnei* (Fuckel) Nomma.

Очагами встречаются ржавчина листьев сливы (*Tranzschelia prunispinosae* (Pers.) Diet.) и тополя (*Melampsora allii-populina* Kleb. и *M. populnea* (Pers.) P. Karst.), головня листьев пальм (*Graphiola phoenicis* (Moug. ex Fr.) Poit.), деформация и увядание листьев (*Exobasidium japonicum* Shirai, *Taphrina caerulescens* (Desm. & Mont.) Tul., *T. populina* Fr.), серно-желтый трутовик (*Lae-  
tiporus sulphureus* (Bull.) Murrill), голландская болезнь ильмовых (*Ophiostoma novo-ulmi* Brasier), возбудитель отмирания корней *Rosellinia necatrix* Berl. ex Prill., белая пятнистость листьев самшита (*Hyponectria buxi* (Alb. & Schwein.) Sacc.), недавно появившиеся в регионе возбудители мучнистой росы *Erysiphe betae* и *Erysiphe azaleae*. Отмечено нарастание встречаемости и вредоносности возбудителей бурой пятнистости листьев конского каштана *Phyllosticta paviae* Desm., мучнистой росы платана *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. и катальпы *E. catalpae* Simonyan.

Таким образом, наибольшим видовым разнообразием вредных организмов характеризуются садово-парковые экосистемы, что обусловлено высоким числом видов растений, используемых для их создания. Наименьшим количеством видов отличаются агроценозы субтропических культур (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ комплексов вредных организмов в агроценозах и урбосистемах влажных субтропиков России

Показатель	Тип насаждений		
	Агроценозы плодовых культур	Агроценозы субтропических культур	Садово-парковые и другие декоративные насаждения
Всего видов вредных организмов, шт.	103	95	657
в т.ч. вредителей / возбудителей болезней, видов	57 / 46	40 / 55	313 / 344
Таксон, характеризующийся максимальным видовым разнообразием вредителей и количество видов в нем	Lepidoptera (внутри него – Tortricidae) 23 (10)	Hemiptera (внутри него – Coccidae) 24 (8)	Hemiptera (внутри него – Diaspididae) 149 (29)
Таксон, характеризующийся максимальным видовым разнообразием возбудителей болезней и количество видов в нем	Ascomycota (Sordariomycetes) 34 (13)	Ascomycota (Sordariomycetes) 45 (13)	Ascomycota (Dothideomycetes) 292 (146)
Доля полифагов, %	43,7	70,5	25,2
в т.ч. вредителей / возбудителей болезней, видов	25 / 20	36 / 31	101 / 65
Доля монофагов, %	30,1	15,8	44,3
в т.ч. вредителей / возбудителей болезней, видов	14 / 17	2 / 13	131 / 161
Доля доминирующих и часто встречающихся видов, %	49,5	26,3	21,9
в т.ч. вредителей / возбудителей болезней, видов	31 / 20	16 / 9	71 / 73
Количество новых видов вредителей / возбудителей болезней, появившихся после 2000 г., видов	2 / 0	14 / 4	46 / 41

Преобладающей группой вредителей в целом в регионе можно считать представителей отряда Hemiptera, исключение составляют только агроценозы плодовых культур, где преобладают представители отряда Lepidoptera.

Доля видов-полифагов в составе комплексов неодинакова и варьирует от 25,3 % в садово-парковых ландшафтах до 70,5 % в агроценозах субтропических культур. Наиболее широкими полифагами являются *Ceroplastes japonicus*, отмеченная на 58 родах древесных растений, *Pseudococcus maritimus* – на 39 родах, *Heliothrips haemorrhoidalis* и *Botrytis cinerea* – на 30 родах, *Halyomorpha halys* – на 27 родах, *Metcalfa pruinosa* – на 25 родах, *Chrysomphalus dictyospermi* – на 22 родах, *Ricania japonica* и *Armillaria mellea* – на 20 родах, *Schizophyllum commune* – на 19 родах, *Icerya purchasi* и *Tetranychus urticae* – на 16 родах,

*Aspidiotus hederiae* и новый для региона вид *Ceroplastes ceriferus* F. – на 14 родах древесных растений.

Доля доминирующих и часто встречающихся видов в составе комплексов вредных организмов в разных типах насаждений не зависит от его видового богатства и составляет от 21,9 до 49,5 %.

В ходе анализа выявлены виды вредных организмов, общие для разных насаждений (рис. 2). Так, для агроценозов плодовых и субтропических культур общими являются 20 видов вредных организмов. Количество общих видов между двумя типами агроценозов и садово-парковыми ландшафтами в два раза больше, что объясняется не только распространением видов-полифагов, но в том числе и использованием плодовых и субтропических пород в озеленении.



Рисунок 2 – Сходство комплексов вредных организмов в различных типах искусственных экосистем (цифры в пересечениях кругов обозначают количество общих видов, шт.)

Выявлены **виды вредных организмов, встречающиеся во всех изучаемых типах искусственных насаждений** в зоне влажных субтропиков России. К ним относятся 7 видов фитофагов – *Huphantria cunea*, *Lopholeucaspis japonica*, *Parthenolecanium persicae*, *Halyomorpha halys*, *Ricania japonica*, *Metcalfa pruinosa*, *Tetranychus urticae* и 9 видов возбудителей болезней – *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Nectria cinnabarina*, *Armillaria mellea* s.l., *Schizophyllum commune*, *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma lucidum* и *Irpex lacteus*. Все перечисленные виды обладают широкой пищевой специализацией, а ряд из них (*Lopholeucaspis japonica*, *Halyomorpha halys*, *Metcalfa pruinosa*, *Armillaria mellea* и *Ganoderma applanatum*) отличаются тенденцией к увеличению численности. *Lopholeucaspis japonica* и *Halyomorpha halys* включены в Единый перечень карантинных объектов Евразийского таможенного союза.

Таким образом, понимание структуры, сходства и различий комплексов вредных организмов послужит основой для усовершенствования и ежегодной корректировки систем защиты растений в агроценозах и урбоэкосистемах влажных субтропиков России.

#### 4 ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ ВРЕДИТЕЛЕЙ В АГРОЦЕНОЗАХ И УРБЭКОСИСТЕМАХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ

Одной из причин дестабилизации фитосанитарной ситуации на Черноморском побережье России является, наряду с недостаточностью защитных мероприятий, появление новых видов вредных организмов, которые попадают в регион из других регионов России и из-за рубежа.

В течение 2000-2017 гг. в регионе влажных субтропиков России выявлены 26 новых инвазионных видов вредителей растений, из них 17 – новые для территории России (лично автором выявлены – 14), 9 – новые для субтропической зоны Черноморского побережья Кавказа (лично автором выявлены – 8).

Автором предпринята попытка создания реестра инвазионных видов вредителей растений, появившихся во влажных субтропиках России в период 2000-2016 гг., являющегося на настоящий момент единственным для региона. В автореферате приводим табличный перечень представленных в реестре видов (табл. 2).

Таблица 2 – Инвазионные виды вредителей растений, появившиеся во влажных субтропиках России с период 2000-2017 гг.

№	Название вида	Родина	Вектор инвазии	Кормовые растения	Год появления в регионе
1	2	3	4	5	6
Coleoptera: Buprestidae					
1	<i>Lamprodila festiva</i> (Linnaeus, 1767) – кипарисовая радужная златка	Европа	С посадочным материалом	сем. кипарисовые	2013
Coleoptera: Curculionidae					
2	<i>Otiorynchus armadillo</i> (Rossi, 1792) – отиоринх армадилло	Европа	С посадочным материалом	полифаг	2015
	<i>Pantomorus cervinus</i> (Boheman, 1840) – пантоморус	Южная Америка	С посадочным материалом	полифаг	2015
Coleoptera: Dryophthoridae					
	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790) – красный пальмовый долгоносик	Юго-Восточная Азия	С посадочным материалом	сем. пальмовые	2007
Diptera: Cecidomyiidae					
	<i>Dasineura gleditchiae</i> (Osten Sacken, 1866) – гледичиевая галлица	Северная Америка	С транспортными потоками	<i>Gleditsia triacanthos</i>	2015
	<i>Obolodiplodis robiniae</i> (Haldeman, 1847) – белоакациевая листовая галлица	Северная Америка	С транспортными потоками	<i>Robinia pseudoacacia</i>	2012
Hemiptera: Aphididae					
	<i>Illinoia (Macrosiphum) liriodendri</i> (Monell, 1879) – лириодендроновая тля	Северная Америка	С посадочным материалом	<i>Liriodendron tulipifera</i>	2012
	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i> (Kirkaldy, 1907) – лагерстремиевая тля	Юго-Восточная Азия	С посадочным материалом	<i>Lagerstroemia</i> spp.	2013
Hemiptera: Coccidae					
	<i>Ceroplastes ceriferus</i> (Fabricius, 1788) – индийская восковая ложнощитовка	Индия	С посадочным материалом	полифаг	2015
Hemiptera: Flatidae					
	<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830) – цикадка белая, или восковая	Северная Америка	С посадочным материалом	полифаг	2009

1	2	3	4	5	6
Hemiptera: Pentatomidae					
	<i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855) – мраморный клоп	Юго-Восточная Азия	С различными грунтами нерастительного происхождения	полифаг	2014
Hemiptera: Phylloxeridae					
	<i>Phylloxera notabilis</i> (Pergande, 1904) – пекановая листовая филлоксеры	США, Китай	Естественным путем из Абхазии	<i>Carya</i> spp.	2004
Hemiptera: Psyllidae					
	<i>Acizzia jamatonica</i> (Kuwayama, 1908) – ацизия мимозовая	Япония	С посадочным материалом	<i>Albizzia</i> spp.	2014
	<i>Cacopsylla pulchella</i> (Löw, 1877) – какопсила хорошенькая	Восточное Средиземноморье и Малая Азия	С посадочным материалом	<i>Cercis</i> spp.	2014
	<i>Glycaspis brimblecombei</i> (Moore, 1964) – эвкалиптовая листовоблошка	Австралия	С посадочным материалом	<i>Eucalyptus</i> spp.	2014
Hemiptera: Tingidae					
	<i>Corythucha arcuata</i> (Say, 1832) – дубовая кружевница	Северная Америка	Естественным путем с равнинной части Краснодарского края	<i>Quercus</i> spp.	2017
Hymenoptera: Argidae					
	<i>Aproceros leucopoda</i> (Takeuchi, 1939) – ильмовый пилильщик-зигзаг	Восточная Азия	Естественным путем с равнинной части Краснодарского края	<i>Ulmus</i> spp.	2017
Hymenoptera: Eulophidae					
	<i>Leptocybe invasa</i> (Fischer et LaSalle, 2004) – эвкалиптовая хальцида	Австралия	С посадочным материалом	<i>Eucalyptus</i> spp.	2014
	<i>Ophelimus maskelli</i> (Ashmead, 1900) – офелимус Маскела	Австралия	С посадочным материалом	<i>Eucalyptus</i> spp.	2011
Lepidoptera: Castniidae					
	<i>Paysandisia archon</i> (Burmeister, 1880) – пальмовый мотылек	Южная Америка	С посадочным материалом	сем. пальмовые	2014
1	2	3	4	5	6
Lepidoptera: Crambidae					
	<i>Cydalima perspectalis</i> (Walker, 1859) – самшитовая огневка	Восточная Азия	С посадочным материалом	<i>Buxus</i> spp.	2012
	<i>Glyphodes pyloalis</i> (Walker, 1859) – малая тутовая огнёвка	Северная Америка	С посадочным материалом	<i>Morus alba</i>	2015
Lepidoptera: Gelechiidae					
	<i>Gelechia senticetella</i> (Staudinger, 1859) – южная можжевельниковая моль	Средиземноморье	С транспортными потоками или естественным путем	сем. кипарисовые	2014
Lepidoptera: Gracillariidae					
	<i>Cameraria ohridella</i> (Deschka et Dimić, 1986) – каштановая минирующая моль	неизвестен	С транспортными потоками	<i>Aesculus hippocastanum</i>	2014
	<i>Parectopa robiniella</i> (Clemens, 1863) – белоакациевый пальчатый минер	Северная Америка	С транспортными потоками	<i>Robinia pseudoacacia</i>	2013
	<i>Macosaccus robiniella</i> (Clemens, 1859) – белоакациевая нижнесторонняя моль-пестрянка	Северная Америка	С транспортными потоками	<i>Robinia pseudoacacia</i>	2016

Экономически значимыми видами в регионе следует считать самшитовую огневку, мраморного клопа, пальмового мотылька, кипарисовую радужную златку.

**Инвазия и пищевая специализация самшитовой огневки *Cydalima perspectalis* во влажных субтропиках России.** Среди отмеченных чужеродных видов наибольший ущерб в регионе влажных субтропиков России нанесла самшитовая огневка (*C. perspectalis*), которая за 4 года инвазии уничтожила самшит как в искусственных, так и в естественных насаждениях Западного Кавказа (Карпун, Ignatova, 2013; Гниненко и др., 2014; Карпун, Игнатова, 2014; Щуров и др., 2015, 2017; Балыкина, Трикоз, 2017; Нестеренкова и др., 2017а). Вредитель был завезён с посадочным материалом в район Сочи и до настоящего времени продолжает стремительно расширять свой вторичный ареал.

Во влажных субтропиках Черноморского побережья России вредитель развивает 3 поколения в год, а при благоприятных условиях – частично четвертое (табл. 3). В связи с тем, что самшитовая огневка зимует на разных стадиях развития (яйцо, гусеница 2 возраста и куколка), отмечено наложение сроков прохождения генераций друг на друга, что особенно ярко проявилось в 2015-2016 гг. (табл. 3). Продолжительность незимующих генераций в среднем составляет 40–50 дней.

Таблица 3 – Схема генераций самшитовой огневки в условиях влажных субтропиков России (Сочи, 2013-2017 гг.)

Год	Продолжительность фаз развития в течение месяца, по декадам																													
	II			III			IV			V		VI		VII		VIII		IX		X		XI								
2013																			×	+	+	*	-	-						
2014	=	=	=	-	-	-	-	×	+	+	+	*	-	-	×	+	+	*	-	-	×	×	+	+	*	-	-	×	=	=
2015	=	=	+	*	*	-	-	-	×	+	+	+	*	-	-	×	+	+	*	-	-	×	+	+	*	-	-	=	=	=
2016	=	=	=	-	-	-	×	+	*	-	-	-	×	+	*	-	-	×	+	+	*	-	-	-	=	=	=	=	=	=
2017	=	=	=	=	-	-	×	+	+	+	+	*	-	-	×	+	*	-	-	-	×	+	+	*	-	-	-	×	=	=

Примечание: «\*» – яйца, «-» – личинки (гусеницы), «×» – куколки, «+» – лёт имаго, «=» – зимний покой.

Самшит вечнозеленый (*B. sempervirens*), распространенный на Черноморском побережье в декоративных насаждениях, для гусениц огневки оказался предпочтительнее самшита колхидского (*B. colchica*), эндемика региона. В момент высокой плотности популяции вредителя отмечалось объедание не только листьев и коры молодых ветвей, но и коры стволов, что приводило к быстрой, в течение 2 недель, гибели деревьев (Карпун и др., 2015г).

В пределах рода *Vixis* существуют вариации в устойчивости видов к повреждению самшитовой огневкой. На протяжении 2014-2015 гг. отмечалось,

что даже при высокой численности популяции вредителя из 9 видов и 13 сортов самшита *C. perspectalis* практически не повреждает *Buxus bodinieri* Levar. и *Buxus myrica* H. Lév. – повреждения листьев носят единичный характер. При этом такие виды, как *B. balearica* Lam., *B. hircana* Pojark. и *B. longifolia* Boiss. повреждаются в первую очередь и в значительно большей степени, чем остальные виды рода самшит.

Несмотря на то, что в пределах естественного ареала гусеницы *C. perspectalis* повреждают кроме самшита бересклеты японский и крылатый, падуб пурпурный (Korycinska, Eyre, 2011), во влажных субтропиках России не наблюдалось повреждений бересклета японского или видов падуба этим вредителем. Попытки выращивания гусениц самшитовой огневки на новых для них кормовых растений в лабораторных условиях приводили к гибели гусениц или куколок, что доказывает, что вид является типичным олигофагом. Вероятно, за годы пребывания и развития *C. perspectalis* в Европе сформировалась пищевая раса, питающаяся только самшитом. Подтверждением факта олифагии самшитовой огневки стало резкое сокращение численности её популяции после полного уничтожения самшита в исследуемом регионе.

**Особенности инвазионного процесса у новых видов вредителей.** Черноморское побережье Кавказа с его мягким субтропическим климатом является регионом-реципиентом для большого количества инвазионных видов вредных организмов. Анализ инвазий насекомых-фитофагов в изучаемый регион показал, что с момента начала активной интродукции древесных растений (конец первой половины 19 в.) до конца 20 в. в регион попали 90 новых видов вредителей растений. При этом только за начало XXI века в зоне влажных субтропиков России выявлены 35 новых видов дендрофильных насекомых, из которых 26 можно отнести к инвазионным (Karpun, Ignatova, 2013; Karpun et al., 2014a,b; Karpun и др., 2013, 2014a,б, 2015a,б,в, 2016a,б,в,г; Щуров и др., 2013, 2015, 2017; Karpun, Игнатова, 2014; Рындин и др., 2015a,б; Ширяева, 2015; Журавлева и др., 2015, 2016; Karpun, Волкович, 2016; Проценко, Karpun, 2016; Проценко и др., 2016) и не менее 10 видов возбудителей болезней растений (Karpun, 2012; Осташева, Karpun, 2014).

**Таксономический состав.** Анализируя соотношение различных таксономических групп, очевидно преобладание среди инвазионных видов представителей отряда Hemiptera (74,6 % от общего числа видов), а среди них – щитовок (сем. Diaspididae). Эта тенденция характерна и в целом для инвазий на территорию Европейской части России, Европы, США (Масляков, Ижевский, 2011). Отмечено, что в последние 17 лет доля представителей этой группы в общем числе появившихся в регионе инвазионных видов значительно ниже (37,5 %), в то же время доля представителей отряда Lepidoptera увеличилась до 29,2 %.

**Происхождение (регионы-доноры).** Среди инвазионных видов на Черноморском побережье Кавказа преобладают виды-выходцы из региона Восточной и Юго-Восточной Азии, что обусловлено в первую очередь сходством климата и активной интродукцией древесных пород из этого региона. Тем не менее в последние годы наибольшее количество инвазионных видов вредителей имеет северо-американское происхождение, что обусловлено, вероятно, многократно

увеличившимися торговыми связями России и Европы с США по сравнению с 19 и первой половиной 20 в.

Интересно, что за последние 17 лет в исследуемом регионе появилось столько же видов австралийско-новозеландского и европейского происхождения, сколько и за предыдущие полтора века.

**Векторы переноса и пути инвазий.** Подавляющая часть инвазионных видов в течение последних полутора столетий попала на Черноморское побережье Кавказа непреднамеренно вместе с посадочным материалом. В начале 21 века таким образом в регион попали только 15 из 24 видов инвазионных фитофагов. В большинстве своем это теплолюбивые субтропические, реже тропические или умеренного климата виды, которые смогли успешно акклиматизироваться в условиях мягкого климата. 8 видов, вероятнее всего, попали сюда с интенсивными транспортными потоками с равнинной части Краснодарского края, это виды умеренного климата, которые уже в предыдущие годы вселились на территорию России, но проникнуть в субтропическую зону Черноморского побережья Кавказа им мешали горы западной части Большого Кавказского хребта. Только один вид – мраморный клоп *Halyomorpha halys* – попал в регион с грузами нерастительного происхождения (вероятнее всего, многократно через порты Батуми, Очамчыры, Сочи и Новороссийска).

Два вида, которые мы не учитываем в анализе, присутствовали в экосистемах Черноморского побережья Кавказа, но на территории России до наших исследований не отмечались – это *Pantomorus cervinus* и *Xerophylla notabilis*. Очевидно, что первый вид расширяет свой ареал, расселяясь с растительным материалом (саженцы или плоды), а второй самостоятельно при помощи ветра или полетами на небольшие расстояния.

Все инвазионные виды восточноазиатского, американского и австралийского происхождения характеризуются двухступенчатой инвазией, они попали в Россию «транзитом» через Европу или Средиземноморье (рис. 3), т.е. сначала они вселились и акклиматизировались в странах Европы и лишь спустя какое-то время попали на территорию России.

Инвазия только одного вида – *Halyomorpha halys* – характеризуется более сложным путем: сначала из Восточной Азии вид попадает на территорию Северной Америки и акклиматизируется там. А в Европу, как показал генетический анализ популяций мраморного клопа (Gariery et al., 2015), вредитель попадал неоднократно как из Северной Америки, так и из мест естественного обитания (из Восточной Азии).

**Биотопическое распределение видов.** Максимальное количество чужеродных видов обосновалось в насаждениях декоративных пород (садово-парковые экосистемы), причем эта тенденция характерна как для периода до 2000 г., так и после. В два раза меньше видов обосновалось в агроценозах субтропических культур – цитрусовых, чая, хурмы, маслины и других. Практически во всех биотопах на древесных растениях встречается *Huphantria cunea*, *Lopholeucaspis japonica*, *Ricania japonica*, *Halyomorpha halys* и *Metcalfa pruinosa*.

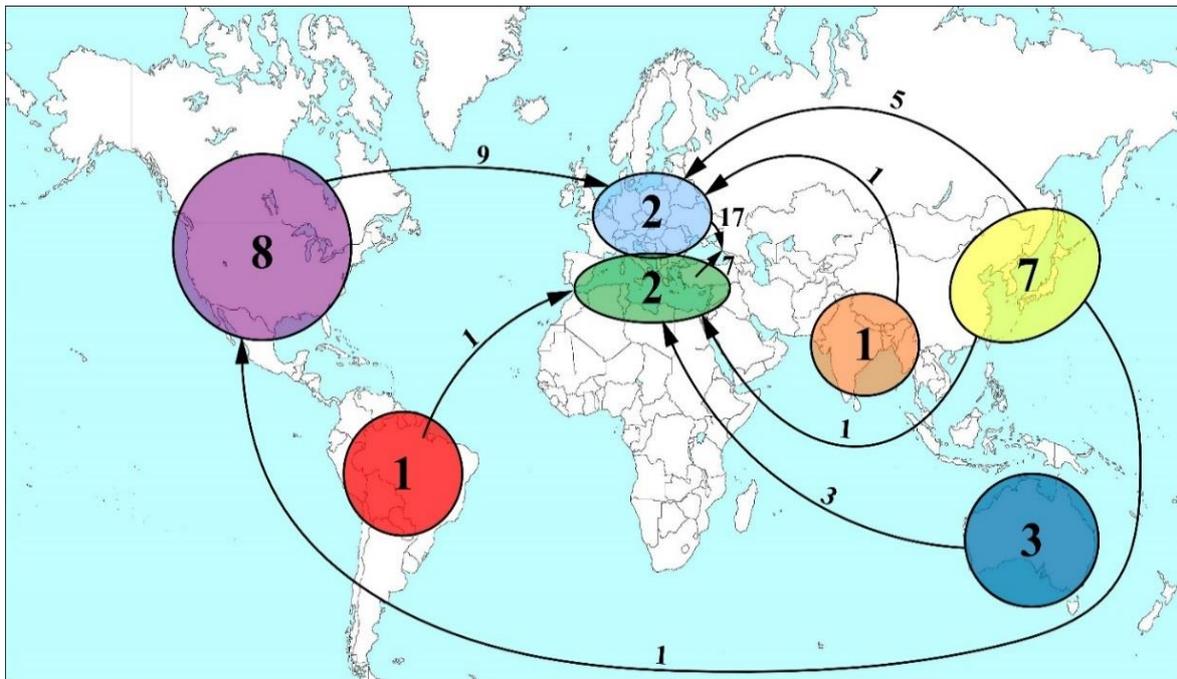


Рисунок 3 – Регионы-доноры и пути инвазии фитофагов на Черноморское побережье Кавказа в период 2000-2017 гг. (цифрами на карте обозначены количество чужеродных для Черноморского побережья видов фитофагов, вселившихся в период 2000-2017 гг.), ориг.

**Динамика инвазий.** Появление новых инвазионных видов насекомых в последние десятилетия наблюдается всё чаще (Исаев и др., 2015). Поскольку точные сроки появления многих видов инвазионных фитофагов установить невозможно, то оценка динамики внедрения новых видов представляет собой определенные сложности. Поэтому нами проанализирована динамика их появления в экосистемах Черноморского побережья Кавказа, исходя из даты их первого обнаружения или упоминания. Для каких-то видов удалось установить некоторый временной интервал, когда они могли появиться в регионе, поэтому наиболее наглядным считаем построение накопительной кривой (рис. 4).

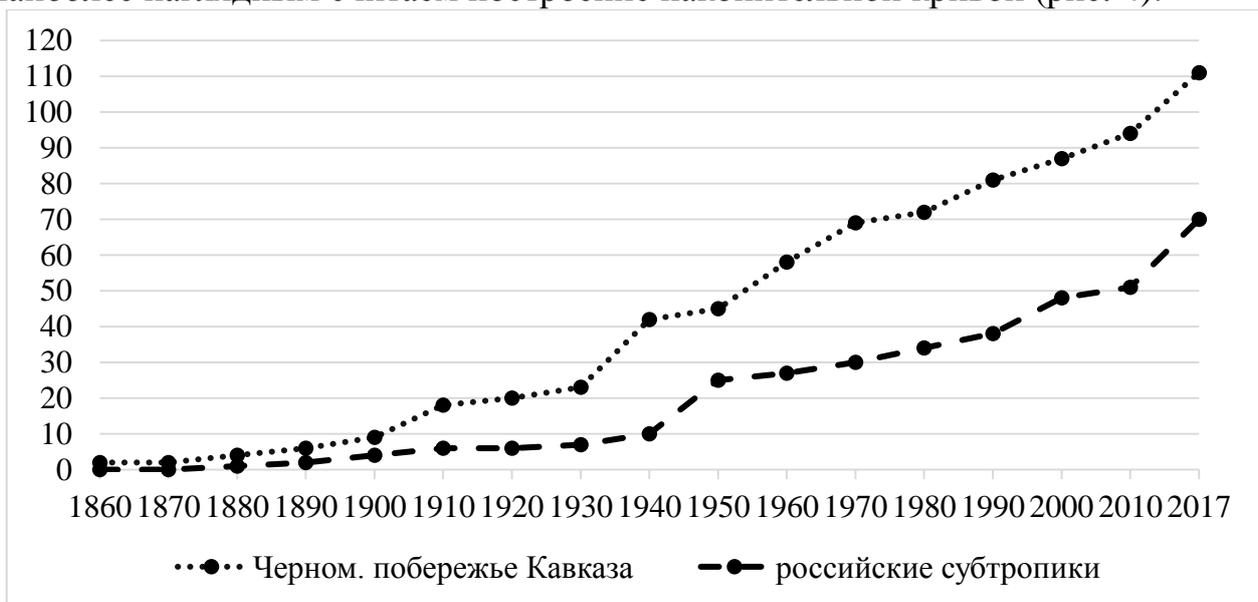


Рисунок 4 – Динамика появления инвазионных видов насекомых-фитофагов на Черноморском побережье Кавказа (по вертикальной оси – количество видов, шт.)

Не все виды, вселившиеся на Черноморское побережье Кавказа, в дальнейшем оказались в российских субтропиках, где отмечены только 70 из 114 видов инвазионных вредителей.

Частота появления инвазионных видов на Черноморском побережье Кавказа существенно увеличилась за период энтомологических наблюдений в регионе. Во второй половине 19 в. новый инвазионный вид выявлялся в среднем один раз в 66,7 месяцев, а в начале 21 века – один раз в 9 месяцев, что в 7,4 раза чаще. Установленная тенденция соответствует и общим закономерностям инвазионного процесса на территории России (Масляков, Ижевский, 2011).

## **5 БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОСТИ БИОЦЕНОЗОВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

В целях сохранения урожая плодовых культур во влажных субтропиках России в течение вегетационного периода требуется 3-5, а то и более, химических обработок, применение которых крайне нежелательно для окружающей среды. Влажные субтропики России – это еще и огромные площади, занятые санаторными и муниципальными парками, скверами, отличающимися обширным ассортиментом декоративных растений-интродуцентов. Применение химических средств защиты в санаторно-курортных регионах запрещено, но в исключительных случаях собственники идут на риски использования пестицидов. Поэтому поиск и разработка методов использования в защите растений внутренних механизмов устойчивости биоценозов является приоритетной задачей.

Основными направлениями экологизации защиты растений во влажных субтропиках России должны быть следующие:

- изучение сортовой устойчивости древесных пород к биотическим факторам с целью последующего введения устойчивых генотипов в состав конструируемых агроценозов и урбоэкосистем;
- использование безопасных препаратов-иммуноиндукторов для активирования внутренних механизмов устойчивости растений;
- изучение закономерностей воздействия химических средств защиты на почвенные биосистемы с целью снижения возможных негативных последствий применения пестицидов;
- оценка эффективности и включение в системы защиты растений биологических средств защиты растений от вредителей и болезней;
- подбор феромонов и разработка регламентов их применения.

В диссертационной работе рассматриваются первые три положения из вышеперечисленных.

**5.1 Сортовая устойчивость древесных культур к доминирующим болезням и вредителям в насаждениях влажных субтропиков России как механизм устойчивости агроценозов.** Выявление различий в сортовой устойчивости плодовых, субтропических и декоративных культур во влажных субтропиках России составляет основу создания устойчивых к болезням и вредителям агроценозов и садово-парковых насаждений, что позволит в дальнейшем, при уходе за ними, сократить пестицидную нагрузку.

Многолетние исследования ученых ВНИИ цветоводства и субтропических культур позволили выделить *сорта яблони*, высокоустойчивые к мучнистой росе и иммунные парше (Инденко, 1987, 2004, 2009, 2015), которые на протяжении многих лет не теряют устойчивости к двум основным патогенам яблони в зоне влажных субтропиков России, что подтверждалось и исследованиями автора в 2009-2017 гг. Выделены *сорта персика*, слабо поражаемые курчавостью (Леонов, 2010). Для *груши* наиболее серьезной болезнью в регионе является парша. Наши исследования коллекции груши (совместно с к.б.н. Н.С. Киселевой) позволили выделить высокоустойчивые к парше сорта: Вега, Вербена, Дюшес, Кильчу, Рассвет и Южанка (степень поражения не более 1 балла).

Возделывание субтропических культур, в отличие от плодовых, во влажных субтропиках России является экологичным. Выращивание *фейхоа и хурмы* осуществляется без химических обработок, основной метод защиты – агротехнический. Наиболее значимой болезнью является серая гниль. Устойчивыми к этой болезни можно считать сорта хурмы Сидлес, Хачиа, Зенджи-Мару и сорта фейхоа Дагомыская, Сентябрьская и Дачная.

Среди *декоративных культур* выявлены устойчивые к доминирующим в регионе болезням виды и сорта розы, гидрангеи, самшита, формы конского каштана.

**5.2 Повышение неспецифического индуцированного иммунитета растений к болезням.** В зоне влажных субтропиков России последние годы, опираясь на опыт отечественных и зарубежных ученых, большое внимание уделяется разработке новой стратегии защиты растений, основанной на использовании препаратов-иммуоиндукторов, повышающих неспецифический индуцированный иммунитет растений к фитопатогенам. Модельные исследования проводились на персике, впервые для этой культуры (Карпун и др., 2014г, 2016е; Михайлова, 2014, 2018; Михайлова и др., 2015, 2016, 2017) и показали эффективность таких препаратов, как Альбит, Иммуноцитифит, Экогель и Салициловая кислота в защите от курчавости листьев и кластероспориоза (Михайлова и др., 2015, 2016, 2017; Карпун и др., 2016е, 2017 г). Наиболее высокая биологическая эффективность в защите персика от курчавости листьев установлена для баковых смесей Альбита (47,6-80,1 %) и Экогеля (56,3-91,5 %) с фунгицидами в половинных дозировках, в защите от кластероспориоза – для альбита в чистом виде и с фунгицидами (80,1-81,1 %) (Михайлова, 2018). Биологическая эффективность Иммуноцитифита и Салициловой кислоты также превосходила результаты производственной схемы защиты. Отмечено, что после трех обработок персика иммуоиндукторами неспецифическая устойчивость к патогенам разного типа питания (биотрофам и некротрофам) сохраняется до 1,5-2 месяцев, а на третий год применения биологическая эффективность этих препаратов возрастала (Карпун и др., 2017г).

Анализ физиологических факторов иммунитета – уровня активности ферментов антиоксидантной системы (каталазы и пероксидазы) и уровня фотосинтетической активности – показал индуцирование этих реакций при применении изучаемых препаратов.

**5.3 Основные закономерности воздействия химических средств защиты на почвенный микробиоценоз (на примере агроценоза персикового сада).** Применяемый нами экотоксикологический метод анализа позволил определить основные закономерности влияния традиционно применяемых в регионе пестицидов на почвенный микробиоценоз и адекватно оценить негативные последствия их использования с учетом экологической устойчивости биотического компонента почвы. Установлено, что наибольшую опасность для функционального состояния микробиоты представляют системы защиты, содержащие фосфорорганические инсектициды, в особенности на основе хлорпирифоса. Вследствие интенсивного загрязнения почвы этими пестицидами наблюдается значительное угнетение общей биологической активности микробиоценоза, сопровождающееся нарушением естественных природных механизмов саморегуляции (Karpun, Yanushevskaya, 2014a,b). Столь выраженное ухудшение жизнедеятельности микробиоты негативным образом сказывается на устойчивости почвы к ксенобиотическим нагрузкам, приводит к нарушению фитосанитарного состояния почвы и к дестабилизации агроценозов (Оценка..., 2010).

Низкий уровень воздействия систем защиты, содержащих пиретроиды и фунгициды (делан, скор, топаз, зато), соответствует потенциальной устойчивости почвенного микробиоценоза. Об этом свидетельствуют незначительное снижение общей биологической активности и высокая интенсивность восстановительных процессов (Karpun, Yanushevskaya, 2014a,b).

Ответная реакция микробиоценоза почвы на воздействие пестицидов в значительной степени зависит от состояния метаболических процессов. Угнетение его биологической активности стресс-факторами (химические экотоксиканты, неблагоприятные почвенные условия при засухе) приводит к снижению устойчивости микробиоты, что проявляется в ингибировании процессов самовосстановления.

**5.4 Классификация степени риска пестицидов для почвенного микробиоценоза.** Определяющее значение в формировании экологически безопасных систем защиты имеет использование результатов изучения возможных негативных последствий рекомендованных для применения пестицидов. Использование традиционных методических приемов (Агроэкология..., 2004; Герасименко, 2009; Янушевская, Карпун, 2011) ограничивает возможность адекватного определения степени влияния ксенобиотиков на процессы почвенной саморегуляции, лежащие в основе стабилизации агроэкосистем (Карпун, Янушевская, 2011, 2014a). Целесообразным является определение их влияния на биологическую активность почвенного микробиоценоза, характеризующую интенсивность биodeградации органических веществ, а также процессы самовосстановления. В этом плане широкие перспективы открывает методология риска, которая позволяет определить и оценить различные виды риска, обеспечить ранжирование источников и факторов опасности по степени их значимости для почвенной микробиоты (Карпун, Янушевская, 2014a).

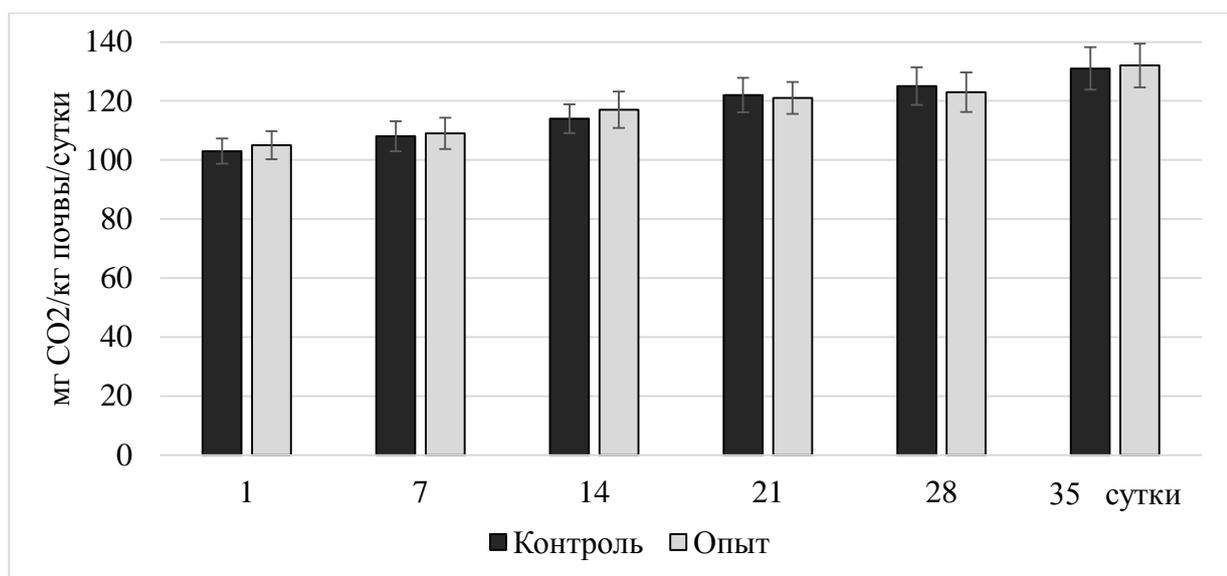
В результате проведенного комплекса исследований установлено, что сезонные изменения почвенных условий отражают не только основные закономерности функционирования микробиоценоза, но и его устойчивость к негатив-

ным воздействиям. Вследствие этого, при проведении эксперимента по оценке экотоксического влияния пестицидов на почвенную микробиоту учитывалась ее общая биологическая активность в контрольном варианте опыта. При этом, биотестирование изучаемых пестицидов проводилось в период, соответствующий производственной обработке – начало эксперимента осуществлялось во второй половине апреля.

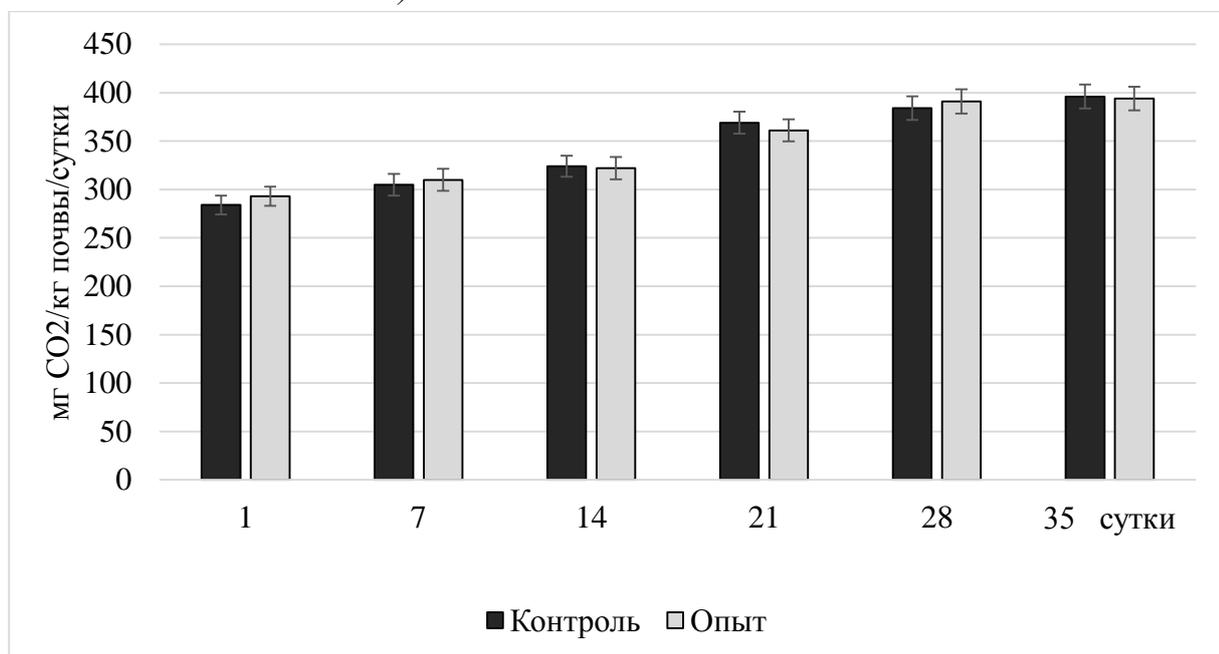
Исследования показали, что применение иммуноцитифита и экогеля не оказывает негативного влияния на биотический компонент почвы, а также способствует сохранению адекватной реакции на изменение почвенных условий весной. Использование альбита приводит к активации базального и потенциального дыхания по сравнению с контролем, что является одним из условий повышения устойчивости микробоценоза к негативным воздействиям. Полученные данные свидетельствуют об **отсутствии риска** изучаемых иммуноиндукторов.

**Минимальная степень риска** характерна для действующих веществ ско-ра, топаза, вектры, хоруса, а также 3% бордоской смеси, применяемой в ранневесенний период. К этой же группе можно отнести инсектицид актара и регуляторы роста и развития насекомых – инсегар, димилин и адмирал. При наличии в почве действующих веществ этих препаратов уровень биологической активности соответствовал контрольным значениям, при этом сохранялся аналогичный контролю природный естественный процесс активации в весенний период (рис. 5).

Загрязнение почвы действующими веществами каратэ, фастака и дециса носило кратковременный характер (до одного месяца) и оказывало незначительное угнетение биологической активности микробоценоза (рис. 6). Об этом свидетельствует непродолжительный восстановительный период, заключающийся в нормализации не только биологической активности микробиоты, но и в проявлении адекватной реакции на улучшение почвенных условий весной. Результаты исследований указывают на **допустимую степень риска** пиретроидов. К этой же группе можно отнести фунгициды из группы стробилурины и делан, применение которых характеризуется незначительной степенью загрязнения почвы и сохранением адаптивной функции почвенного микробоценоза.



а) Базальная дыхательная активность



б) Потенциальная дыхательная активность

Рисунок 5 – Состояние биологической активности микробоценоза после применения дифенокназола

**Высокой степенью риска** характеризуется золон, БИ-58 (а также его аналоги данадим и рогор) и актеллик (рис. 7). Интенсивное загрязнение почвы действующими веществами этих препаратов приводит к угнетению процессов почвенного самовосстановления: фиксируются низкая интенсивность и значительная продолжительность деградации пестицидов (до трех месяцев), наблюдается выраженное негативное влияние на базальное и потенциальное дыхание, сопровождающееся низкой степенью восстановления биологической активности. Снижение биогенности почвы приводит к дестабилизации природных механизмов саморегуляции микробоценоза. Пестицидная нагрузка при применении этих инсектицидов вызывает напряжение адаптивных механизмов микробиоты.



Рисунок 6 – Влияние загрязнения почвы лямбда-цигалотрином на биологическую активность микробоценоза

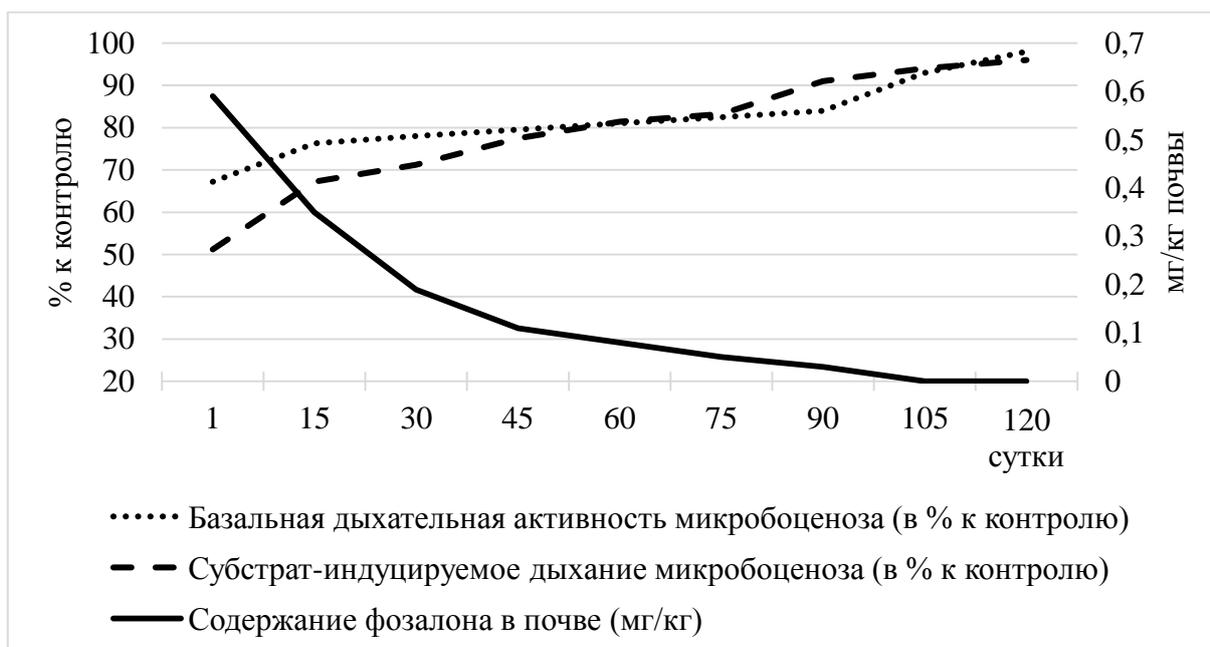


Рисунок 7 – Влияние загрязнения почвы фозалоном на биологическую активность микробоценоза

**Недопустимым риском** отличаются пестициды на основе хлорпирифоса (дурсбан, сайрен), при применении которых наблюдается интенсивное и продолжительное загрязнение почвы (до пяти месяцев), сопровождающееся угнетением базального и потенциального дыхания микробоценоза, почвенного самоочищения и самовосстановления (рис. 8).

Фиксируется процесс деградации эволюционно сформированных механизмов регуляции функционального состояния почвенной биосистемы. Эти нарушения показывают, что пестицидная нагрузка существенно превышает адаптивные возможности почвенной микробиоты.

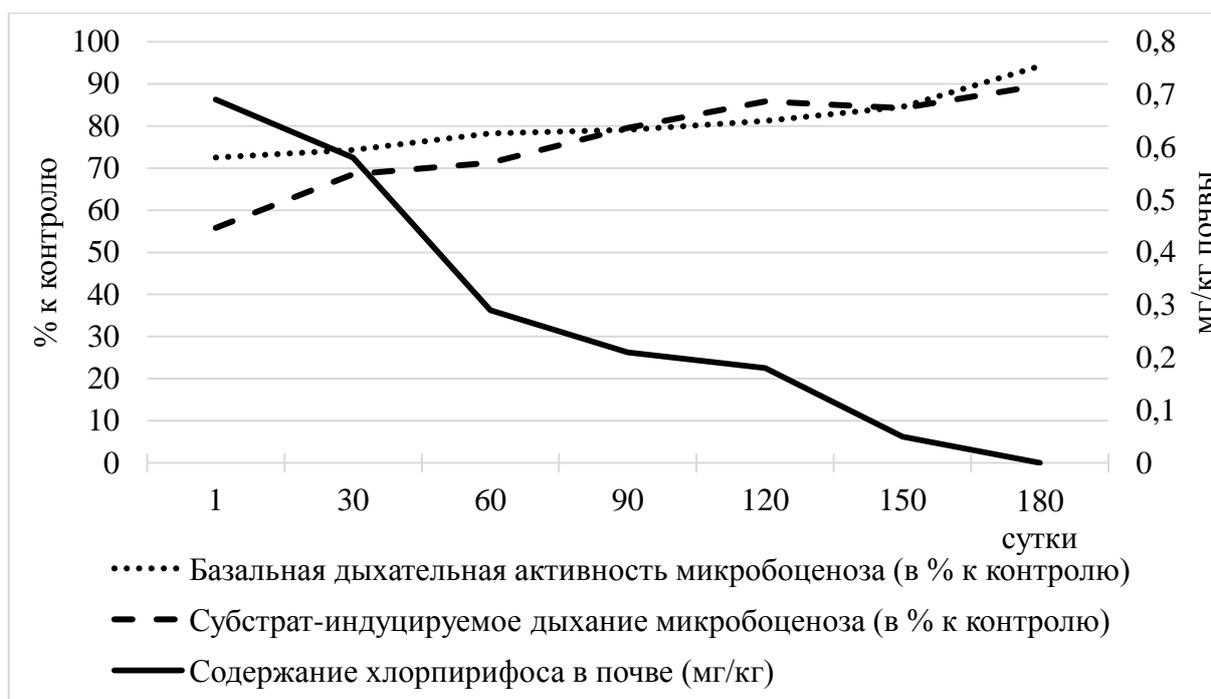


Рисунок 8 – Влияние загрязнения почвы хлорпирифосом на биологическую активность микробоценоза

На основании анализа полученных данных представлена классификация степени риска пестицидов для почвенного микробоценоза (табл. 4), которая является одной из составляющих основ формирования оптимизированных систем защиты персика, обеспечивающих сохранение биогенных ресурсов агроценоза (Карпун, Янушевская, 2014а).

Таблица 4 – Классификация риска химических средств защиты для почвенного микробоценоза

№	Класс по степени риска	Характеристика класса
1	Отсутствие риска	Биологически активные вещества природного происхождения, обеспечивающие сохранение процессов почвенной саморегуляции
2	Минимальный риск	Пестициды, не оказывающие негативного влияния на адаптивную функцию почвенной микробиоты.
3	Допустимый риск	Пестицидная нагрузка в пределах адаптивного потенциала микробоценоза и характеризуется кратковременным угнетением биологической активности; восстановительный период 1-1,5 месяца и заключается в нормализации естественных механизмов почвенной саморегуляции.
4	Высокий риск	Пестицидная нагрузка вызывает напряжение адаптивных механизмов микробоценоза, характеризуется продолжительным угнетением его биологической активности и дестабилизацией естественных механизмов почвенной саморегуляции. Восстановительный период 2-4 месяца.
5	Недопустимый риск	Пестицидная нагрузка превышает адаптивный потенциал микробоценоза; характеризуется интенсивным продолжительным угнетением его биологической активности и нарушением механизмов регуляции функционального состояния почвенной микробиоты. Восстановительный период 5-6 месяцев.

Подход, разработанный нами на примере агроценоза персика, может использоваться в защите других сельскохозяйственных культур, в других почвенно-климатических условиях при проведении дополнительных исследований реакции почвенного микробоценоза на применение тех или иных пестицидов. Применение разработанной классификации обеспечит оптимизацию систем защиты уровню экологической устойчивости агроценоза.

Апробация систем защиты, построенных на основании оценки риска применяемых пестицидов для почвенного микробоценоза, доказала, что системы защиты плодовых культур должны строиться с использованием пестицидов с минимальной и допустимой степенью риска. При необходимости включения в системы защиты пестицидов с допустимой и выше степенью риска высокий эффект в стабилизации состояния почвенного микробоценоза дают препараты-адаптогены.

## **6 ПРИМЕНЕНИЕ АСК-АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

Для изучения динамики развития вредных организмов (на примере курчавости листьев персика) и моделирования вклада механизмов иммунитета в повышение устойчивости растений предлагается применение новой инновационной интеллектуальной технологии: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – системы «Эйдос» (Луценко, 2014а, 2015, 2017).

**6.1 Зависимость развития курчавости листьев персика от погодных условий во влажных субтропиках России.** Для построения модели, основываясь на собственных наблюдениях и опыте российских и зарубежных коллег, было решено использовать следующие факторы: сумма температур выше +4 °С текущего года (за период с января по апрель), сумма температур выше +4 °С предыдущего года (за весь год), сумма осадков текущего года (за период с января по апрель), сумма осадков предыдущего года (за весь год), количество часов инфицирования (в текущем году).

Погодные факторы, влияющие на распространение и развитие курчавости листьев персика, различаются по силе своего влияния. Наибольшую значимость имеют такие факторы как Количество часов инфицирования (17,2 %), Сумма температур выше +4 °С в апреле (10,1 %) и в период с января по апрель (10,1 %), а также Сумма осадков в марте и в апреле (по 7,6 %). Все наиболее весомые факторы относятся к погодным условиям текущего года, что позволяет на их основе строить краткосрочный прогноз.

Система «Эйдос» обеспечивает автоматизацию SWOT-анализа, который дает возможность оценить, какие факторы способствуют, а какие препятствуют проявлению тех или иных состояний (рис. 9). Распространение и развитие курчавости определяются одними и теми же факторами, что объясняется высокой степенью корреляции между этими показателями.

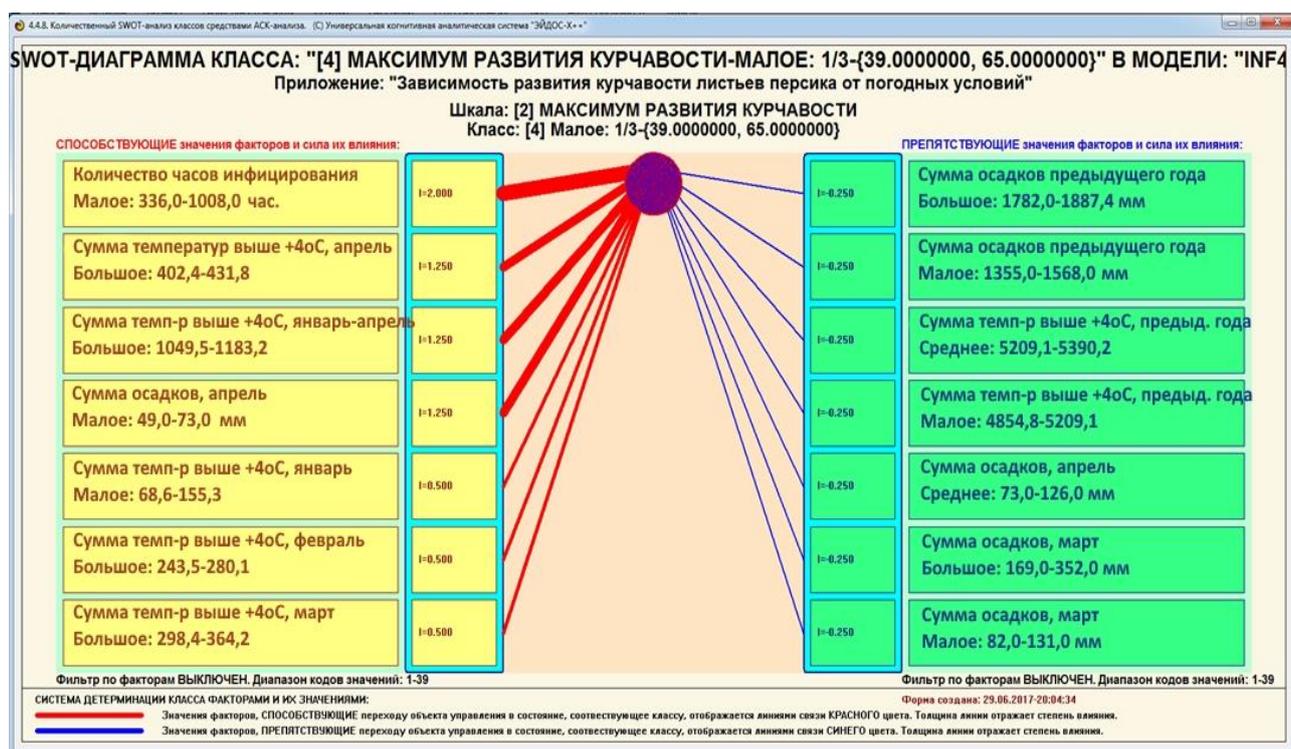


Рисунок 9 – SWOT-диаграммы влияния погодных факторов на развитие курчавости

Высокие показатели распространения и развития курчавости обуславливаются количеством часов инфицирования в диапазоне 1440...2064 час., низкими температурами в марте и апреле (сумма температур выше +4 °С – 89,4-240,4° и 283,7-316,7°, соответственно), но высокими в январе и феврале (сумма температур выше +4 °С – 155,3-259,6° и 243,5-280,1°, соответственно).

Низкие показатели распространения и развития курчавости обуславливаются малым количеством часов инфицирования (в диапазоне 336...1008 час.), высокими температурами воздуха (сумма температур выше +4 °С – 402,4-431,8) при низком количестве осадков (49-73 мм) в апреле.

Результаты АСК-анализа полученной модели позволяют ежегодно научно-обоснованно строить краткосрочный прогноз развития и распространения курчавости листьев персика в зоне влажных субтропиков. Зная погодные условия периода январь-апрель текущего года (или метеорологический прогноз на этот период) можно гибко планировать объемы защитных мероприятий и, в случае ожидаемой низкой степени развития и распространения болезни, ограничиваться применением безопасных для человека и окружающей среды препаратов-иммуноиндукторов или их баковых смесей с половинными дозировками химических фунгицидов.

## 6.2 Моделирование вклада механизмов неспецифического индуцируемого иммунитета в повышение устойчивости растений

Известно, что следствием активации реакций окислительной ферментной системы и фотосинтеза является повышение устойчивости растений (Малина, Шишкану, 2013; Янушевская и др., 2013; Карпун и др., 2015д и др.). Нами была поставлена задача проанализировать степень влияния физиологических механизмов иммунитета и сроков их индукции на устойчивость персика к курчавости листьев и кластеропорриозу во влажных субтропиках России, используя

новую инновационную интеллектуальную технологию: автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – систему «Эйдос».

В качестве исходных данных для создания модели нами были использованы собственные данные об уровнях активности каталазы, пероксидазы и фотосинтеза (Kf\_T), а также степени развития курчавости листьев и кластеропорриоза, полученные в период 2014-2016 гг.

С точки зрения необходимости экологизации систем защиты растений путем включения в них препаратов-иммуноиндукторов нам интересны такие состояния ферментной и фотосинтетической систем растения, при которых будет достигаться максимальный уровень их устойчивости к болезням.

В модели можно оценить степень влияния механизмов иммунитета на развитие болезни в любой период вегетационного сезона. Так, отмечено, что на высокую степень устойчивости растений персика к курчавости в июне (как итоговый период развития болезни) влияет высокий уровень пероксидазы и каталазы не только в этот период, но также и в апреле-мае. Степень активности фотосинтеза имеет меньшее значение. Аналогичные закономерности были получены и при анализе устойчивости к кластероспорриозу. Анализ модели показывает, что для достижения высокого уровня устойчивости к возбудителю кластероспорриоза (максимальная степень развития отмечается в июле) активное состояние ферментной и фотосинтетической систем должно наблюдаться и в предыдущие месяцы.

Особенно ценным результатом АСК-анализа является возможность построения нейронной сети рассматриваемых классов (состояний устойчивости) и признаков (физиологических факторов иммунитета), в которой визуально отражается сила и направление влияния тех или иных факторов в совокупности (рис. 10), что дает более полную картину, чем рассмотрение отдельных факторов или иммунных состояний.

Таким образом, построена модель вклада физиологических механизмов иммунитета и сроков их индукции в устойчивость персика к болезням во влажных субтропиках России. Определена роль в повышении устойчивости физиологических механизмов, активизируемых в растении при применении препаратов-иммуноиндукторов. Установлено, что для достижения устойчивости растений персика к болезням, необходимо поддержание активного состояния ферментной и фотосинтетической систем на протяжении нескольких месяцев.

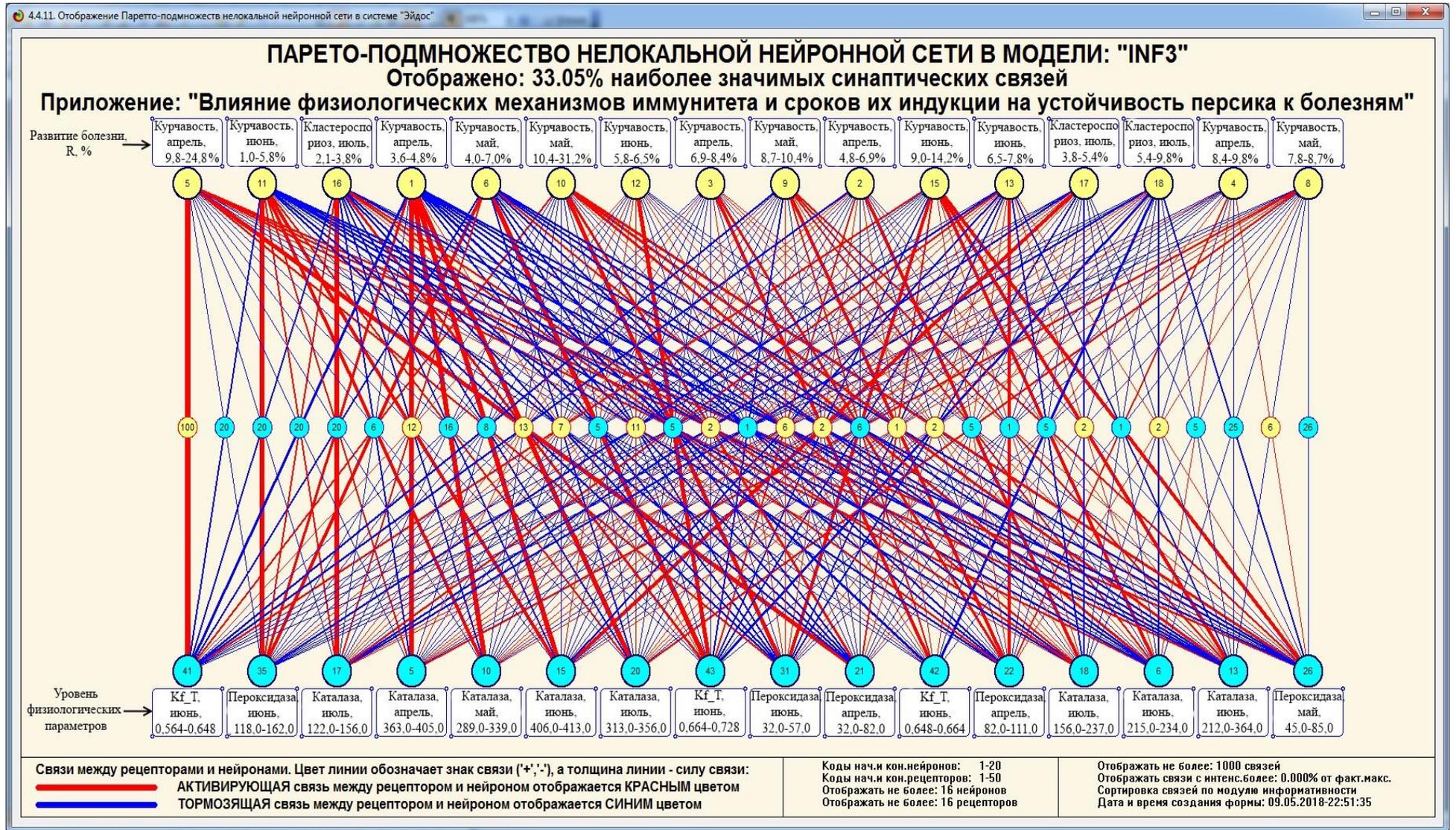


Рисунок 10 – Нелокальная нейронная сеть в модели влияния физиологических механизмов иммунитета и сроков их индукции на устойчивость персика к болезням во влажных субтропиках России

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Выводы

1. При анализе комплексов вредных организмов древесных растений во влажных субтропиках России выделены факторы их формирования, а также показано, что комплексы разнообразны по своему качественному и количественному составу. Наибольшим видовым разнообразием вредных организмов (311 вредителей и 344 возбудителя болезней) характеризуются садово-парковые экосистемы, что обусловлено высоким числом видов растений. Наименьшим количеством видов отличаются агроценозы субтропических культур (40 и 55, соответственно). Преобладающей группой вредителей в целом в регионе можно считать представителей отряда Hemiptera, исключение составляют агроценозы плодовых культур, где преобладают представители отряда Lepidoptera. Доля видов-полифагов в составе комплексов неодинакова и варьирует от 25,3 % в садово-парковых ландшафтах до 70,5 % в агроценозах субтропических культур. Доля доминирующих и часто встречающихся видов в составе комплексов вредных организмов в разных типах насаждений не зависит от его видового богатства и составляет от 21,8 до 49,5 %. Выявлено 16 видов вредных организмов, встречающихся во всех изучаемых типах искусственных насаждений.

2. За 2000-2017 гг. в регионе влажных субтропиков России выявлены 26 новых инвазионных видов вредителей растений, из них 17 – новые для территории Российской Федерации, 9 – новые для субтропической зоны Черноморского побережья Кавказа. Большинство видов приурочены к листовным породам. Наиболее опасными инвазионными видами в регионе следует считать *Cydalima perspectalis* Walker, *Halyomorpha halys* Stål, *Paysandisia archon* Burmeister, *Lamprodila (Palmar) festiva* L. Изучен характер протекания инвазии самшитовой огневки в зоне влажных субтропиков России, установлена продолжительность стадий жизненного цикла и количество генераций в течение года в полевых условиях. Круг кормовых пород самшитовой огневки во влажных субтропиках России ограничивается растениями видами рода *Buxus*, т.е. вид является типичным олигофагом.

3. Установлены особенности инвазионного процесса у новых видов вредителей за период с 2000 по 2017 гг.: отмечено снижение доли представителей отряда Hemiptera и, в то же время, увеличение доли представителей отряда Lepidoptera в общем количестве появившихся инвазионных видов; в последние годы наибольшее количество инвазионных видов вредителей имеет североамериканское, а не восточно-азиатское происхождение, что было характерно для региона на протяжении предыдущих полутора столетий; установлены векторы инвазии для вновь появившихся видов: непреднамеренный завоз с посадочным материалом; проникновение с транспортными потоками; непреднамеренный завоз с грузами не растительного происхождения; все инвазионные виды восточноазиатского, американского и австралийского происхождения характеризуются двухступенчатой инвазией (т.е. попали на территорию России из своего вторичного, инвазионного ареала); максимальное количество чужеродных видов обосновалось в насаждениях декоративных пород (садово-парковые экосистемы); частота появления инвазионных видов на Черноморском побере-

жье Кавказа в начале 21 в. составила один раз в 9 месяцев, что в 7,4 раза чаще, чем в начале 20 в.

4. Выявлены устойчивые к доминирующим болезням сорта субтропических (хурмы – Сидлес, Зенджи-Мару, Хачиа; фейхоа – Сентябрьская, Дачная, Дагомысская – к серой гнили) и декоративных культур (розы – сорта, устойчивые к черной пятнистости, ржавчине, мучнистой росе и серой гнили; гидрангеи – сорта, устойчивые к мучнистой росе и голым слизням; позднераспускающаяся форма конского каштана, устойчивая к бурой пятнистости листьев; виды самшита *Buxus balearica* Lam., *B. hyrcana* Pojark. и *B. longifolia* Boiss., относительно устойчивые к самшитовой огневке).

5. Предложена методология оценки риска применения пестицидов, основанная на определении основных закономерностей влияния пестицидов (отдельно и в комбинациях) на дыхательную активность почвенного микробоценоза и оценке негативных последствий их использования с учетом экологической устойчивости биотического компонента почвы.

6. Разработана классификация пестицидов, включающая пять классов по степени их риска для почвенного микробоценоза: отсутствие риска, минимальный риск, допустимый риск, высокий риск, недопустимый риск. Наибольшую опасность для функционального состояния почвенной микробиоты представляют фосфорорганические инсектициды. Апробация систем защиты, построенных на основании оценки риска применяемых пестицидов для почвенного микробоценоза, доказала, что системы защиты плодовых культур должны строиться с использованием пестицидов с минимальной и допустимой степенью риска. При необходимости включения в системы защиты пестицидов с допустимой и выше степенью риска высокий эффект в стабилизации состояния почвенного микробоценоза дают препараты-адаптогены (например, альбит).

7. Применение автоматизированного системного когнитивного анализа (АСК-анализа) в защите растений является эффективным методом выявления не только факторов, влияющих на динамику развития болезней или на моделируемое состояние объекта, но также силы и направления действия реально существующих в моделируемой предметной области причинно-следственных закономерностей. АСК-анализ показал себя надежным инструментом для решения задач в области защиты растений в тех случаях, когда период наблюдений невелик или же имеющиеся данные фрагментированы.

8. Модель влияния гидротермических факторов на интенсивность распространения и развития курчавости листьев персика, созданная методом АСК-анализа, показала, что высокие показатели распространения и развития курчавости обуславливаются количеством часов инфицирования в диапазоне 1440-2064 час., низкими температурами воздуха в марте и апреле (сумма температур выше +4 °С – 89,4-240,4° и 283,7-316,7°, соответственно) и высокими – в январе и феврале (сумма температур выше +4 °С – 155,3-259,6° и 243,5-280,1°, соответственно).

9. В модели вклада физиологических механизмов иммунитета и сроков их индукции на устойчивость персика к болезням, созданной методом АСК-анализа, определена относительно равнозначная роль в повышении устойчивости растений уровня активности антиоксидантной (активность каталазы и пероксидазы) и фотосинтетической систем, активизируемых при применении препаратов-иммуноиндукторов.

### Практические рекомендации

Сотрудникам ФГБУ «Россельхозцентр», специалистам по защите растений и агрономам сельскохозяйственных и садово-парковых организаций рекомендовано:

1. Для выявления и определения аборигенных и инвазионных видов вредителей и возбудителей болезней растений в зоне влажных субтропиков России использовать разработанные «Руководство по определению новых видов вредителей декоративных древесных растений на Черноморском побережье Кавказа» (2015) и «Атлас вредителей и болезней косточковых и семечковых культур на Черноморском побережье Кавказа» (2016).

2. При создании агроценозов и садово-парковых ландшафтов предпочтительно использовать устойчивые к доминирующим болезням сорта субтропических (хурмы – Сидлес, Зенджи-Мару, Хачиа; фейхоа – Сентябрьская, Дачная, Дагомысская) и декоративных культур (розы – сорта, устойчивые к черной пятнистости, ржавчине, мучнистой росе и серой гнили; гидрангеи – сорта, устойчивые к мучнистой росе и голым слизням; позднераспускающуюся форму конского каштана, устойчивую к бурой пятнистости листьев; виды самшита *Vuxus balearica* Lam., *V. hyrcana* Rojark. и *V. longifolia* Voiss., относительно устойчивые к самшитовой огневке).

3. При построении систем защиты плодовых культур использовать разработанные «Технологический регламент применения химических и биологических препаратов для защиты растений персика» (2010) и «Методические положения по применению препаратов нового поколения в системах защиты персика» (2013). При выборе пестицидов следует руководствоваться классификацией риска химических средств защиты для почвенного микробоценоза и применять пестициды с отсутствием риска, минимальной или допустимой степенью риска.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### Публикации в журналах базы данных Scopus

1. **Карпун, Н.Н.** Механизмы формирования неспецифического индуцированного иммунитета растений при биогенном стрессе (обзор) / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.В. Михайлова // С.-х. биология. Сер. Биология растений. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 540-549.

2. Волкович, М.Г. Новый инвазивный вид златок в фауне России – вредитель кипарисовых *Lamprodila (Palmar) festiva* (L.) (Coleoptera, Buprestidae) / М.Г. Волкович, **Н.Н. Карпун** // Энтомологическое обозрение. – 2017. – Том 96, № 2. – С. 235-248. Английская версия: Volkovitsh M.G. A new invasive species of buprestid beetles in the russian fauna: *Lamprodila*

(*Palmar*) *festiva* (L.) (Coleoptera, Buprestidae), a pest of Cupressaceae / M.G. Volkovitsh, N.N. Karpun // Entomological Review. – 2017. – Т. 97, № 4. – С. 425-437.

3. Musolin, D.L. Invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: Range expansion, early stages of establishment and first records of damage to local crops / D.L. Musolin, A. Konjević, N.N. Karpun, V.Ye. Protsenko, L.Ya. Ayba, A.Kh. Saulich // Arthropod-Plant Interactions. – 2017. – P. 1-13. – DOI: 10.1007/s11829-017-9583-8

#### Публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ

4. **Карпун, Н.Н.** Энтомофауна дендрофагов во влажных субтропиках России / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 192. – СПб: СПбГЛТА, 2010. – С. 109-117.

5. Янушевская, Э.Б. Роль альбита в повышении устойчивости микробоценоза почв к пестицидным нагрузкам / Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Защита и карантин растений. – 2011. – № 9. – С. 30-31.

6. Омаров, М.Д. Система эколого-биологической защиты хурмы восточной от вредных организмов на Черноморском побережье России / М.Д. Омаров, Н.А. Осташева, **Н.Н. Карпун** // Вестник защиты растений. – 2011. – №3. – С. 65-69.

7. **Карпун, Н.Н.** Сосушие насекомые как вредители декоративных древесных пород в насаждениях города-курорта Сочи / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 196. – СПб: СПбГЛТА, 2011. – С. 160-168.

8. **Карпун, Н.Н.** Видовой состав кокцид на плодовых и декоративных древесных культурах влажных субтропиков России / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова // Вестник защиты растений – 2012. – № 2. – С. 50-53.

9. Омаров, М.Д. Болезни фейхоа на Черноморском побережье России и пути снижения их вредоносности / М.Д. Омаров, **Н.Н. Карпун**, З.М. Омарова, Н.А. Осташева // Вестник защиты растений. – 2013. – № 2. – С. 56-59.

10. **Карпун, Н.Н.** Эволюция химического метода защиты растений от вредных организмов в условиях влажных субтропиков России и экобезопасность / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова, Э.Б. Янушевская, Н.Н. Леонов // Сельскохозяйственная биология, 2014. – № 3. – С. 32-39.

11. **Карпун, Н.Н.** Сортовая устойчивость гидрангеи крупнолистной к голым слизням и мучнистой росе в субтропиках Краснодарского края / Н.Н. Карпун, В.И. Маляровская // Вестник защиты растений. – 2014. - № 2. – С. 67-69.

12. **Карпун, Н.Н.** *Cydalima perspectalis* Walker – инвазия на Черноморское побережье России / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 41-42.

13. **Карпун, Н.Н.** Классификация степени риска применения пестицидов в агроценозах персика / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Садоводство и виноградарство. – 2014. – № 4. – С. 49-52.

14. **Карпун, Н.Н.** Роль современных пестицидов в улучшении экологического состояния плодовых агроценозов Черноморского побережья России / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Защита и карантин растений. – 2014. – № 12. – С. 33-35.

15. **Карпун, Н.Н.**, Игнатова Е.А., Журавлева Е.Н. Новые виды вредителей декоративных древесных растений во влажных субтропиках Краснодарского края // Известия Санкт-Петербургской лесотехн. академии. – Вып. 211. – СПб: СПбГЛТА, 2015. – С. 187-203.

16. **Карпун, Н.Н.** Анализ пищевой специализации самшитовой огневки (*Cydalima perspectalis* Walker) / Н.Н. Карпун, Е.С. Трохов, Е.А. Игнатова, Е.Н. Журавлёва, З.Г. Каурова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 173-176.

17. Михайлова, Е.В. Роль неспецифического индуцированного иммунитета персика в формировании устойчивости к *Taphrina deformans* (Verk.) Tul. / Е.В. Михайлова, **Н.Н. Карпун**, Э.Б. Янушевская // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 43. – С. 146-153.

18. **Карпун, Н.Н.** Экологизация садоводства во влажных субтропиках РФ / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.А. Игнатова // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 18-20.

19. **Карпун, Н.Н.** Эффективность применения индукторов устойчивости персика в борьбе с курчавостью / Н.Н. Карпун, Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская, Г.Г. Пантия // Садоводство и виноградарство. – 2016е. – №3. – С. 41-47.

20. Михайлова, Е.В. Экологическая роль применения экогеля в насаждениях персика / Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 47. – С. 216-224.

21. **Карпун, Н.Н.** К фауне новых чужеродных видов вредителей древесных растений во влажных субтропиках России / Н.Н. Карпун, Е.Н. Журавлева, М.Г. Волкович, В.Е. Проценко, Д.Л. Мусолин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2017. – Вып. 220. – С. 169-185.

22. **Карпун, Н.Н.** Исследование зависимости развития курчавости листьев персика от погодных условий во влажных субтропиках России (с применением АСК-анализа) / Карпун Н.Н., Леонов Н.Н., Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017б. – №07(131). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/50.pdf>, 1,438 у.п.л. – IDA [article ID]: 1311707050. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-131-050>

23. **Карпун, Н.Н.** Анализ комплекса вредных организмов в агроценозах южных плодовых культур во влажных субтропиках России / Н.Н. Карпун, Е.В. Михайлова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/24.pdf>. – IDA [article ID]: 1301706024. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-130-024>

24. **Карпун, Н.Н.** Влияние иммуноиндукторов на фотосинтетическую активность и болезнеустойчивость персика / Н.Н. Карпун, Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская // Садоводство и виноградарство. – 2017. – №4. – С. 30-35.

25. **Карпун, Н.Н.**, Проценко В.Е. Особенности комплекса вредных организмов цитрусовых культур во влажных субтропиках России // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48, ч.2. – С. 136-139.

26. **Карпун, Н.Н.** Коричнево-мраморный клоп *Halymorpha halys* Stål на юге России: насколько велика опасность? / Н.Н. Карпун, К.А. Гребенников, В.Е. Проценко, Л.Я. Айба, Б.А. Борисов, И.М. Митюшев, В.Н. Жимерикин, В.Л. Пономарев, П.А. Чекмарев, В.И. Долженко, С.Д. Каракотов, А.М. Малько, Д.Н. Говоров, Д.А. Штундюк, А.В. Живых, А.Я. Сапожников, М.М. Абасов, Е.С. Мазурин, В.Я. Исмаилов, А.Б. Евдокимов // Защита и карантин растений. – 2018а. – № 3. – С. 23-25.

#### Монографии

27. Маляровская, В.И. Гидрангея крупнолистная / В.И. Маляровская, Ю.Н. Карпун, **Н.Н. Карпун**. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – 44 с. ISBN 978-5-904533-24-3. Тир. 100.

28. **Карпун, Н.Н.** Руководство по определению новых видов вредителей декоративных древесных растений на Черноморском побережье Кавказа / Н.Н. Карпун, Л.Я. Айба, Е.Н. Журавлёва, Е.А. Игнатова, М.Ш. Шинкуба. – Сочи-Сухум, 2015. – 78 с. ISBN 978-5-904533-25-0. Тир. 500.

29. Рындин, А.В. Любительское цитрусоводство / А.В. Рындин, В.М. Горшков, Р.В. Кулян, **Н.Н. Карпун**, Е.А. Игнатова, Д.А. Сабекия. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – 130 с. ISBN 978-5-904533-26-7. Тир. 500.

30. **Карпун, Н.Н.** Применение иммуноиндукторов для повышения болезнеустойчивости персика во влажных субтропиках России / Н.Н. Карпун, Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2017г. – 95 с. ISBN 978-5-904533-30-4. Тир. 300.

#### Учебные и методические пособия

31. Щербакова, Л.Н. Защита растений. Учебное пособие для студентов техникумов / Л.Н. Щербакова, **Н.Н. Карпун**. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

32. **Карпун, Н.Н.** Защита растений. Определитель болезней и вредителей листьев. Методические указания к проведению летней учебной практики / Н.Н. Карпун. – Сочи: СГУ-ТиКД, 2010. – 71 с.

33. **Карпун, Н.Н.** Защита растений. Методика обследования насаждений. Методические указания к проведению летней учебной практики / Н.Н. Карпун. – Сочи: СГУТиКД, 2010. – 49 с.

34. Игнатова, Е.А. Технологический регламент применения химических и биологических препаратов для защиты растений персика / Е.А. Игнатова, **Н.Н. Карпун**, Н.А. Осташева, Э.Б. Янушевская. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2010. – 39 с. ISBN 678-5-904533-10-6. Тир. 100.

35. **Карпун, Н.Н.** Методические положения по применению препаратов нового поколения в системах защиты персик / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.А. Игнатова, Н.Н. Леонов. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – 61 с. ISBN 978-5-904533-18-2. Тир. 300.

36. Игнатова, Е.А. Атлас вредителей и болезней косточковых и семечковых культур на Черноморском побережье Кавказа / Е.А. Игнатова, Л.Я. Айба, **Н.Н. Карпун**, М.Ш. Шинкуба, Ю.Г. Акаба, Е.В. Михайлова. – Сочи-Сухум, 2016. – 142 с. ISBN 978-5-904533-28-1. Тир. 500

37. Айба, Л.Я. Мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stål. в Абхазии: биология и меры борьбы / Л.Я. Айба, **Н.Н. Карпун**. – Сухум, 2017. – 15 с. Тир. 500.

38. **Карпун, Н.Н.** Коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stål в России: распространение, биология, идентификация, меры борьбы / Н.Н. Карпун, К.А. Гребенников, В.Е. Проценко, Л.Я. Айба, Б.А. Борисов, И.М. Митюшев, В.Н. Жимерикин, В.Л. Пономарев, П.А. Чекмарев, В.И. Долженко, С.Д. Каракотов, А.М. Малько, Д.Н. Говоров, Д.А. Штундюк, А.В. Живых, А.Я. Сапожников, М.М. Абасов, Е.С. Мазурин, В.Я. Исмаилов, А.Б. Евдокимов. – М., 2018. – 28 с. Тир. 10000.

#### **Публикации в других журналах, сборниках и материалах конференций**

39. **Карпун, Н.Н.** Наиболее распространенные болезни декоративных древесных растений г.Сочи / Н.Н. Карпун // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2009. – Вып. 42, Т.1. – С. 95-100.

40. **Карпун, Н.Н.** Мучнисторосяные грибы на древесных растениях во влажных субтропиках России / Н.Н. Карпун // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка: матер. междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, 10-11 ноября 2009 г., Санкт-Петербург. – СПб: СПбГЛТА, 2010. – С. 80-82.

41. Игнатова, Е.А. Изменения фитосанитарного состояния агроэкосистем влажных субтропиков РФ / Е.А. Игнатова, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2011. – Вып. 44. – С. 213-218

42. **Карпун, Н.Н.** Основные направления экологизации систем защиты персика / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2011. – Вып. 44. – С. 219-224.

43. **Карпун, Н.Н.** Болезни и вредители гидрангеи крупнолистной на Черноморском побережье России / Н.Н. Карпун, В.И. Маляровская // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2011. – Вып. 45. – С. 242-247.

44. Янушевская, Э.Б. Разработка основ экотоксикологически эффективных технологий возделывания персика / Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2011. – № 9 (3). – С. 108-117.

45. **Карпун, Н.Н.** Перспективные направления формирования экотоксикологически эффективных систем защиты садовых агроценозов / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2012. – Вып. 46. – С. 212-217.

46. Янушевская, Э.Б. Основные этапы развития экотоксикологических исследований в садовых агроценозах Черноморского побережья России / Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2012. – Вып. 47. – С. 194-200.

47. Игнатова, Е.А. Виды кокцид на цитрусовых культурах в субтропиках Краснодарского края / Е.А. Игнатова, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – Вып. 48. – С. 209-220.
48. **Карпун, Н.Н.** Использование биологически активных веществ для улучшения экологического состояния садовых агроценозов / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – Вып. 48. – С. 220-227.
49. **Карпун, Н.Н.** Новый вредитель робинии лжеакалии в субтропиках Российской Федерации / Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова, Е.В. Михайлова // Научные исследования в субтропиках России: сб. тр. мол. ученых, аспирантов и соиск. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – С. 43-53.
50. **Карпун, Н.Н.** Роль препаратов элиситорного действия в системе защиты персика / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.В. Михайлова // Субтропическое и декоративное садоводство : сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – Вып. 51. – С. 272-276.
51. Осташева, Н.А. Болезни цитрусовых культур во влажных субтропиках России / Н.А. Осташева, **Н.Н. Карпун** // Актуальные вопросы плодоводства и декоративного садоводства в начале XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф., Сочи, 22-26 сент. 2014 г. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, 2014. – С. 382-390.
52. Рындин, А.В. Фитосанитарное состояние насаждений г. Сочи: причины, прогноз и пути решения / А.В. Рындин, **Н.Н. Карпун**, Е.А. Игнатова, Е.Н. Журавлёва // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. – Вып. 52. – С. 9-20.
53. Журавлёва, Е.Н. *Acizzia jamatonica* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae): новый фитофаг альбиции на Черноморском побережье Кавказа / Е.Н. Журавлёва, **Н.Н. Карпун**, Е.А. Игнатова // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. – Вып. 52. – С. 71-76.
54. **Карпун, Н.Н.** Сортовая устойчивость садовых роз к грибным болезням в условиях влажных субтропиков России / Н.Н. Карпун, А.А. Бударин, К.В. Клемешова // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2015. – Вып. 55. – С. 145-152.
55. Рындин, А.В. Самшитовая огневка: взгляд на проблему из региона чрезвычайной ситуации / А.В. Рындин, **Н.Н. Карпун**, Е.А. Игнатова, Е.Н. Журавлёва // Энергия: экономика, техника, экология. – 2015. – № 11. – С.32-39.
56. Журавлёва, Е.Н. Новый вредитель шелковицы в субтропиках РФ – тутовая огнёвка *Glyphodes pyloalis* Walker / Е.Н. Журавлёва, **Н.Н. Карпун**, Е.А. Игнатова // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2015. – Вып. 56. – С. 126-131.
57. **Карпун, Н.Н.** Инвазивные виды вредителей – угроза существованию декоративных насаждений Сочи? / Н.Н. Карпун, Е.Н. Журавлёва, Е.А. Игнатова // Экологические проблемы Сочи и стратегия устойчивого развития агломерации город-курорт Сочи: матер. науч.-практ. конф., Сочи, 5-7 июня 2016. – Сочи, 2016. – С. 103-107.
58. **Карпун, Н.Н.** Стабилизация экологического состояния насаждений персика при применении альбита / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – Вып. 57. – С. 73-78.
59. Проценко, В.Е. Вредители хвойных пород в декоративных насаждениях влажных субтропиков Краснодарского края / В.Е. Проценко, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство : сб. науч. тр. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2016. – Вып. 58. – С. 188-195.
60. **Карпун, Н.Н.** Результаты фитосанитарного и дендрологического мониторинга насаждений Природного орнитологического парка в Имеретинской низменности / Н.Н. Карпун, К.В. Клемешова, В.Е. Проценко // Устойчивое развитие ООПТ: матер. III Всероссийской научно-практической конференции, Сочи, 30 нояб. – 2 дек. 2016 г. – Сочи, 2016. – С. 123-128.
61. **Карпун, Н.Н.** Вредители и болезни древесных растений в дендропарке санатория имени М.В. Фрунзе (г. Сочи) / Н.Н. Карпун, Ж.У. Азнаурова, В.Е. Проценко // Субтропиче-

ское и декоративное садоводство : сб. науч. тр. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2016. – Вып. 59. – С. 169-177.

62. Проценко, В.Е. Опыт и перспективы защиты цитрусовых культур во влажных субтропиках России / В.Е. Проценко, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2017. – Вып. 60. – С. 137-145.

63. **Карпун, Н.Н.** Мучнисторосяные грибы Сочи / Н.Н. Карпун, Т.С. Булгаков // Современная микология в России. Т. 7: матер. 4-го Съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2017. – С. 47-49.

64. **Карпун, Н.Н.** Зависимость развития курчавости листьев персика от погодных условий во влажных субтропиках России (с использованием АСК-анализа) / Н.Н. Карпун, Н.Н. Леонов // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: матер. междунар. науч.-практ. конф., 13-17 ноября 2017г., Большие Вяземы Москов. обл. – Большие Вяземы, 2017. – С. 316-321.

65. Михайлова, Е.В. Роль иммуноиндукторов в контроле развития болезней персика во влажных субтропиках России / Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: матер. междунар. науч.-практ. конф., 13-17 ноября 2017г., Большие Вяземы Москов. обл. – Большие Вяземы, 2017. – С. 464-470.

66. Михайлова, Е.В. Состояние ключевых ферментов антиоксидантной системы защиты в листьях персика при воздействии иммуноиндукторов / Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская, **Н.Н. Карпун** // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Вып. 65. – С. 167-173.

67. **Карпун Н.Н.** Особенности инвазии вредителей растений во влажных субтропиках России в начале 21 века / Н.Н. Карпун // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: матер. XIII междунар. конф., г. Сочи, 4-8 июня 2018 года. – М.: Изд-во РУДН, 2018. – С. 580-583.

#### В зарубежных изданиях

68. **Karpun, N.N.** Representatives of Erysiphaceae family on flower-and-ornamental varieties in Sochi / N.N.Karpun / Найновите научни постижения - 2012 : матер. VIII междунар. науч.-практ. конф. – Т.28. «Биологии. Химия и химически технологии». – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. – С. 9-13.

69. **Karpun, N.N.** The First Report about *Cydalima perspectalis* Walker on Black Sea Coast of Russia / N.N. Karpun, Ye.A. Ignatova // Zprávy vědecké ideje – 2013 : матер. IX mezinárodní vědecko-praktická konf., 27.10 – 05.11.2013. – Vol. 19. – Praha: Publishing House “Education and Science” s.r.o., 2013. – P. 29-32.

70. **Karpun, N.N.** Monitoring Pesticides Implication Based on Chlorpyrifos, Dimethoate and Phosalone in Agrocenosis of Fruit Crops in Southern Russia / N.N. Karpun, E.B. Yanushevskaya // «Modern European Science – 2014»: Materials of the X Int. sci. and pract. conf. – Sheffield: Science And Education Ltd, 2014. – Vol. 13. – P. 30-36.

71. **Karpun, N.N.** Monitoring Modern Pesticides Implication in Peach Agrocenosis on Russian Black Sea Coast / N.N. Karpun, E.B. Yanushevskaya // «Prospects of World Science – 2014»: Materials of the XI Int. sci. and pract. conf. – Sheffield: Science and Education Ltd, 2014. – Vol. 7. – P. 80-84.

72. **Karpun, N.** Biological Invasion in Terrestrial Ecosystems of Subtropics of Russian Federation / N. Karpun, Ye. Ignatova, Ye. Mikhailova // Растениеведни Науки (Plant Science). – 2014. – Vol. LI, No. 6. – P. 82-86.

73. **Karpun, N.N.** First report about invasion of *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. on Russian Black Sea coast / N.N. Karpun, E.N. Zhuravleva, Ye.A. Ignatova // Fundamental And Applied Science – 2014 : Materials of the X Int. sci. and pract. conf. – Sheffield: Science and Education Ltd, 2014. – Vol. 14. – P. 85-88.

74. **Карпун, Н.Н.** Новые инвайдеры-фитофаги эвкалипта в субтропиках Черноморского побережья России / Н.Н. Карпун, Е.Н. Журавлёва, Е.А. Игнатова, Ф.Т. Тарба // Труды ботанического института. – Сухум: РУП «Дом печати», 2014. – Вып. III. – С. 97-109.

75. **Karpun, N.N.** Enhancing the resistance of soil microbe cenosis to abiotic stresses within the application of a biological preparation Albit® / N.N. Karpun, E.B. Yanushevskaya // Europejska nauka XXI powieką - 2015: Materiały XI międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – Przemysł: Nauka i studia, 2015. – Volume 16. Ekologia. Geografia i geologia. – P. 89-92.

76. **Карпун, Н.Н.** Новые инвазивные виды *Paysandisia archon* Burmeister и *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. – угроза культивированию пальм на Черноморском побережье / Н.Н. Карпун, Е.Н. Журавлёва, Е.А. Игнатова, Л.Д. Кулава // Труды ботанического института. – Сухум: РУП «Дом печати», 2015в. – Вып. IV. – С. 103-113.

77. **Карпун, Н.Н.** Инвазивные виды вредителей субтропических культур, потенциально опасные для декоративных насаждений Абхазии / Н.Н. Карпун, Е.Н. Журавлёва, Е.А. Игнатова // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа: матер. междунар. конф., Сухум, 6-10 сентября 2016 г. – Сухум, 2016. – С. 220-225.

78. **Karpun, N.N.** Capacity of Albit® plant growth stimulator for mitigating side-effects of pesticides on soil microbial respiration / N.N. Karpun, E.B. Yanushevskaya, Ye.V. Mikhailova, A. Neaman // Journal of Natural Resources and Development. – 2017. – № 7. – P. 91-94.