

УДК 632.7:634.1(471.63)

**ОПЫТ ФИТОСАНИТАРНОГО  
РАЙОНИРОВАНИЯ РОССИИ  
И СОСЕДНИХ СТРАН  
ПО КОМПЛЕКСУ ВРЕДИТЕЛЕЙ  
ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ПРОГРАММЫ AXIOVISION**

Гричанов Игорь Яковлевич  
д-р биол. наук

Овсянникова Елена Ивановна  
канд. биол. наук

*Государственное научное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт защиты растений  
Россельхозакадемии,  
Санкт-Петербург, Россия*

Впервые предложен метод создания комплексной карты потенциально низкого, среднего и высокого фитосанитарного риска для выращивания плодовых культур путем объединения исходных карт с помощью программы AxioVision. В качестве исходных были использованы карты зон вредоносности, выполненные в едином формате в рамках проекта Агроатлас, для 50 видов специализированных членистоногих вредителей, в последние десятилетия имевших наибольшее экономическое значение на территории бывшего Советского Союза.

*Ключевые слова:* ФИТОСАНИТАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ, КАРТИРОВАНИЕ, ПЛОДОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ВРЕДНЫЕ НАСЕКОМЫЕ, КЛЕЩИ

UDC 632.7:634.1(471.63)

**EXPERIENCE OF PHYTOSANITARY  
ZONATION OF RUSSIA AND  
NEIGHBORING COUNTRIES BY A  
COMPLEX OF FRUIT CROP PESTS  
USING AXIOVISION PROGRAM**

Grichanov Igor  
Dr. Sci. Biol.

Ovsyannikova Elena  
Cand. Biol. Sci.

*State Scientific Organization All-Russian  
Institute of Plant Protection of the Russian  
Academy of Agricultural Sciences,  
St. Petersburg, Russia*

A method for creation of a complex map of potentially low, average and high phytosanitary risk for cultivation of fruit crops by unification of initial maps with AxioVision program is offered for the first time. Initial maps of harmfulness zones executed in a uniform format were selected from the project AgroAtlas, which were compiled for 50 species of specialized pest arthropods that had the greatest economic value in the territory of the former Soviet Union during the last decades.

*Key words:* PHYTOSANITARY ZONATION, MAPPING, FRUIT CULTURES, INSECT PEST, MITE PEST

**Введение.** Задача графического изображения зон различной вредоносности наиболее опасных вредителей и их комплексов стала актуальной в СССР в конце 1920-х гг., когда начали в плановом порядке создаваться станции защиты растений и наблюдательные пункты во всех регионах страны. Заслуживают внимания карты, опубликованные И.Н. Филиппевым,

на которых показаны зоны вредоносности озимой совки, филлоксеры и комплекса видов вредных саранчовых [1]. В план Всесоюзного (Всероссийского) научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР) с 1935 года была включена специальная тема, имевшая своей конечной задачей энтомо-фитопатологическое районирование территории СССР по комплексу видов важнейших вредителей и болезней [2, 3]. Уже в отчете ВИЗР за 1935 г. был опубликован ряд сводных карт, в том числе показывавших «зоны вредности» комплексов видов сусликов, голых слизней и проволочников [4, 5, 6].

Задача комплексного энтомо-фитопатологического районирования территорий неоднократно ставилась перед советскими учеными и в послевоенный период, благодаря чему появились такие сводки карт, как «Распространение вредных насекомых» Б.В. Добровольского [7], «Методика территориального многолетнего прогноза болезней растений» под ред. А.Е. Чумакова [8, 9], «Распространение главнейших вредителей...» под ред. И.Я. Полякова [10] и др.

Возросший интерес к картированию ареалов и зон вредоносности был во многом связан с вторжением в пределы СССР и быстрым распространением в экосистемах ряда инвазионных видов вредных организмов. Тем не менее, картографическое районирование территорий по комплексам вредных видов было в СССР, скорее, исключением [11, 12, 13].

Проблема стала вновь актуальной в конце XX века, когда наметившееся изменение климата в ряде регионов России и в прилегающих к ней странах привели к многочисленным случаям выявления новых для этих стран инвазионных видов и усиления вредоносности ряда вредных организмов, ранее имевших малое экономическое значение. С этого времени вопросы картирования постоянно включались в программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований Россельхозакадемии [14, 15]. Стали публиковаться новые карты ареалов и зон вредоносности,

выполненные в различных офисных и специальных программах, в том числе карты вредоносности по некоторым комплексам видов вредителей, возбудителей болезней и сорных растений [14]. Была реализована возможность перевода карт из справочников и атласов, с бумажных носителей в компьютер и их публикация в Интернете.

К наиболее заметным проектам такого рода относится интерактивный «Атлас сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур» [16, 17] (регистрация в Информрегистре Роскомнадзора № 0220510806 от 22.09.2005) как составная часть «Агроэкологического атласа России и сопредельных стран» (<http://www.agroatlas.ru>). Он был задуман еще в 2002 году и, в основном, реализован в 2004-2007 гг. большим авторским коллективом ВИЗР.

Картографические материалы, текстовые описания и изображения вредных объектов были официально переданы Санкт-Петербургскому государственному университету для включения в Агроатлас. В Интернете jrg-страницы атласа публиковались с 2003 по 2009 год. Основными достоинствами его явились обновленные справочные материалы по 640 видам вредителей, сорняков и возбудителей болезней и подготовка для них карт распространения и вредоносности на территории бывшего СССР; причем до этого для многих энтомологических и фитопатологических объектов какие-либо карты не существовали или же были недостоверными.

Специалистами ВИЗР разработана в среде Windows информационная БД по вредителям сельскохозяйственных культур Российской Федерации, предназначенная для накопления и анализа опубликованных и неопубликованных материалов, для подготовки электронных и печатных публикаций, презентаций, отчетов и картографического анализа фитосанитарных ситуаций с целью поддержки принятия решений по защите растений.

В современной архитектуре БД создавалась с 2001 г. и была завершена в 2011 г. (Регистрация в ЦИТиС № 50201151236 от 27.09.2011).

С 2003 г. и до настоящего времени она используется для публикации карт по отдельным видам вредных организмов в научно-теоретическом журнале «Вестник защиты растений» ([www.vestnik.iczr.ru](http://www.vestnik.iczr.ru)).

Наличие электронных карт зон вредоносности практически всех экономически значимых вредных для растений организмов, выполненных в едином формате, позволяет перейти к комплексному фитосанитарному районированию тех или иных территорий страны.

Целью данной работы было скомпоновать в автоматическом режиме карты с зонами различной вредоносности группы вредителей на основе цифровых изображений зон различной вредоносности отдельных видов на примере вредителей плодовых культур.

***Объекты и методы исследований.*** Основные требования к первичному материалу, направления и методы комплексного фитосанитарного районирования были сформулированы еще В.Н. Щеголевым [2]. Он предложил синтезировать экономическое и экологическое обоснование районирования с использованием геоботанических, почвенных и климатических карт. Щеголев предложил также разделить объединенную зону вредоносности на три зоны – постоянного, неустойчивого и малого вреда.

А.И. Руденко и Н.И. Белозор привели развернутое агроклиматическое обоснование энтомо-фитопатологического районирования территорий [18]. А.Е. Чумаков и Р.И. Щекочихина детализировали специфику картирования болезней растений [8].

Агроклиматическое направление в фитосанитарном районировании бурно развивалось в нашей стране в 1970-1980-е годы и было обобщено в крупных монографиях [13, 19, 20]. И.Я. Гричанов предложил методику использования потенциальных потерь урожая в качестве интегрального экономического критерия комплексной фитосанитарной оценки территорий [21]. Современные компьютерные технологии подготовки карт и разработ-

ки геоинформационных систем (ГИС) и БД в целях фитосанитарного районирования были описаны в ряде работ [14, 22, 23 и др.].

В целях данного исследования использована программа AxioVision, полученная ВИЗР вместе с роботизированным стереомикроскопом «Zeiss Discovery V12», которая помимо прочего обеспечивает совмещение в одном результирующем изображении нескольких фокусных плоскостей (функция склейки Z-Stack). В качестве исходных слоев из БД [24] были выбраны карты зон вредоносности 50 видов членистоногих вредителей плодовых культур, в последние десятилетия имевших наибольшее экономическое значение на территории бывшего Советского Союза.

В программу склейки встроены различные фильтры для улучшения изображений, из которых мы эмпирически выбрали фильтр (или оператор) Собеля для получения результирующих карт. Он вычисляет градиент яркости изображения в каждой точке. Так находится направление наибольшего увеличения яркости и величина ее изменения в этом направлении. Результат показывает, насколько «резко» или «плавно» меняется яркость изображения в каждой точке, а значит, вероятность нахождения точки на грани, а также ориентацию границы [25].

Программа AxioVision позволяет до склейки произвольно устанавливать градиент фильтрации для фильтра Собеля от 0 до 1. Опытным путем мы определили, что оптимальный коэффициент для фильтрации слоев со стандартной цветной заливкой Агроатласа должен быть не менее 0,75, обычно близко к 1. При этом достигалась максимальная плотность пикселей и непрерывность того или иного слоя заливки.

Однотипность и стандартные цвета заливки разных зон вредоносности (слабой, средней и сильной) исходных карт позволяют в дальнейшем получить готовые для публикации карты, обработанные и подготовленные в любой версии программы Adobe Photoshop или в другой аналогичной программе.

**Обсуждение результатов.** Вредная фауна плодового сада имеет свою специфику в отношении степени вредоносности ее компонентов. Для большинства (39) из 50 отобранных видов вредителей объективно выделена внутри ареала лишь одна зона – слабой вредоносности. На 5 картах присутствует зона средней и слабой, но отсутствует зона сильной вредоносности. Лишь для 6 видов выделенные в ареале 2-3 зоны включают зону сильной вредоносности. Причем, доля видов с широкой зоной вредоносности относительно невелика. Тем не менее, экономический порог вредоносности по потерям урожая плодовых достигается зачастую при повреждении растений не одним видом, а комплексом видов фитофагов, каждый из которых может наносить только слабый вред [26, 27].

Поэтому нашей задачей было сохранить на итоговой карте наибольшую площадь каждой из трех зон вредоносности. При выборе максимального коэффициента фильтрации слоев (0,9-0,99) фильтр Собея в функции склейки отсекал от целевой зоны лишь территории, на которых то или иное экономическое значение имели 1-3 вида (контроль осуществляли визуально).

На первом этапе работы мы разделили карты с одной зоной вредоносности (слабой) на 4 группы в зависимости от приблизительной площади этой зоны.

В 1-ю группу (с малой площадью) вошли следующие виды: плодовая разноцветная листовертка *Acleris variegana* (Denis & Shiffermuller); сетчатая листовертка *Adoxophyes orana* F.R.; вишневая почковая, или побеговая, моль *Argyresthia pruniella* (Clerck); плодовая, или изменчивая, листовертка *Hedya nubiferana* Hw.; пятнистый кистехвост *Orgyia recens* (Hbn.); смородинная, или смородинная кривоусая листовертка *Pandemis cerasana* (Hbn.) (= *P. ribeana* Hbn.); свинцовополосая, или золотистополосая, листовертка *Ptycholoma lecheana* (L.); калифорнийская (вредная) щитовка *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.).

Во 2-ю группу (со средней площадью) вошли: пестрозолотистая, или жимолостная листовертка *Archips* (= *Cacoecia*) *xylosteana* L.; грушевый плодовой пилильщик *Hoplocampa brevis* Klug.; американская белая бабочка *Huphantria cunea* Drury; грушевая плодоярка *Cydia* (= *Laspeyresia*) *pyrivora* (Danilevsky); яблоневая запятовидная щитовка *Lepidosaphes ulmi* L.; кружковая моль-минер, или боярышниковая кружковая моль *Leucoptera malifoliella* (Costa); яблоневая запятовидная щитовка *Lepidosaphes ulmi* L.; зимняя пяденица *Operophtera brumata* L.; античный кистехвост, или античная волнянка *Orgyia antiqua* L.; акациевая ложнощитовка, или акациевая щитовка, или орешниковая щитовка, или акациевый червец *Parthenolecanium corni* Bouche.; вишневая муха *Rhagoletis cerasi* L.; казарка плодовая *Rhynchites bacchus* L.; большой грушевый слоник *Rhynchites giganteus* Кгун.; грушевый клоп, или грушевая кружевница *Stephanitis pyri* F.; плодовая горностаевая моль, или разноядная горностаевая моль, или боярышниковая горностаевая моль *Yponomeuta padellus* L.; древесница въедливая *Zeuzera pyrina* L.

В 3-ю группу (с относительно большой площадью) вошли: бурый плодовой клещ *Bryobia redikorzevi* Reck; краснокрылый боярышниковый слоник *Tatianaerhynchites aequatus* (L.); красный плодовой клещ *Panonychus ulmi* Koch; почковая листовертка *Spilonota ocellana* (Den. et Shiff.); яблонная стеклянница *Synanthedon myopaeformis* (Borkh.); боярышниковый клещ *Amphitetranychus* (= *Tetranychus*) *viennensis* Zacher.

В 4-ю группу (с максимальной площадью) вошли: боярышница *Aporia crataegi* L.; боярышниковая листовертка *Archips crataegana* Hbn.; розанная, или золотистая листовертка *Archips rosana* L.; древооточец пахучий, или ивовый *Cossus cossus* L.; желтый сливовый пилильщик, или косточковый желтый плодовой пилильщик *Hoplocampa flava* L.; сливовый черный плодовой пилильщик *Hoplocampa minuta* Christ.; яблоневый плодовой пилильщик *Hoplocampa testudinea* Klug.; букарка *Neocoenorhinidius*

*pauxillus* Germ.; яблонная горностаевая моль, или паутинная моль *Yponomeuta malinellus* Zell.

По каждой группе карт с помощью функции склейки Z-Stack программы AxioVision произвели совмещение карт в одном результирующем изображении. На втором этапе тем же способом мы склеили 4 итоговые карты в одну, получив готовый слой зоны слабой вредоносности комплекса вредителей (рис. 1).

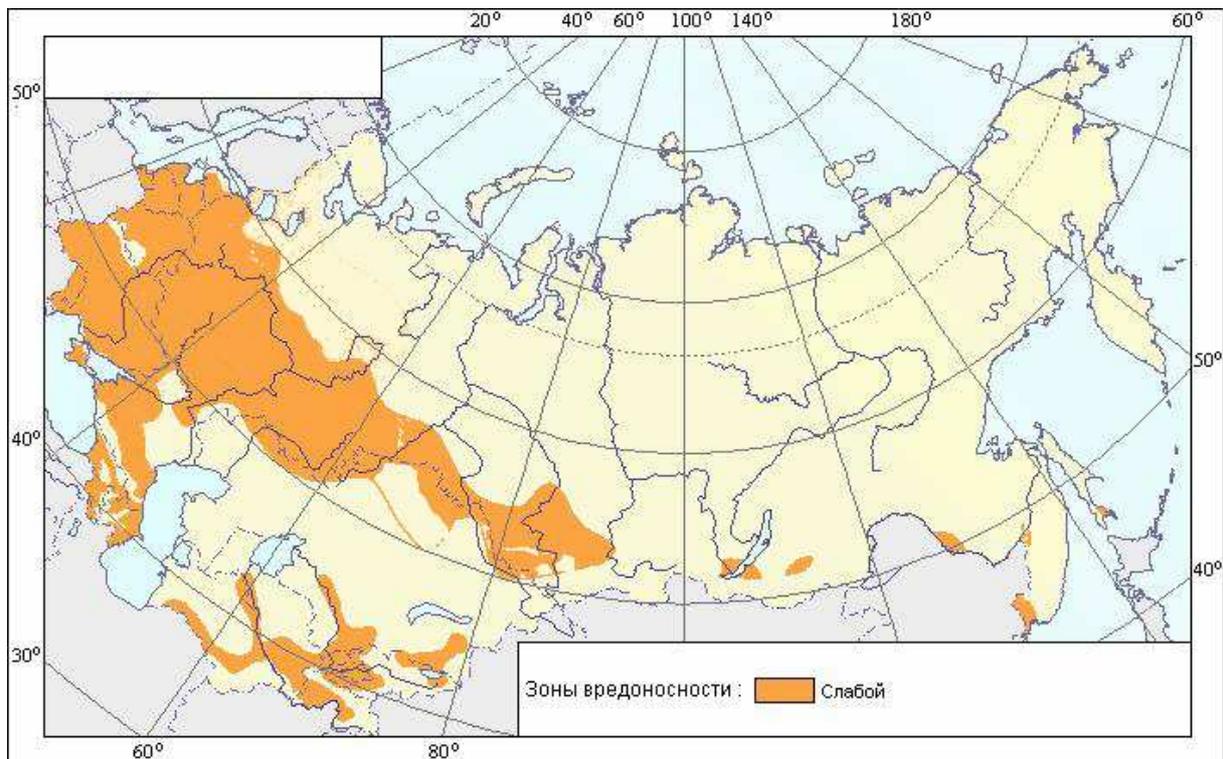


Рис. 1. Зона слабой вредоносности комплекса членистоногих – вредителей плодовых культур

На третьем этапе мы провели операцию по склейке карт, на которых присутствует зона средней и слабой, но отсутствует зона сильной вредоносности. В эту группу карт вошли следующие виды: яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L.; вишневый слизистый пилильщик *Caliroa cerasi* L.; златогузка, или обыкновенная златогузка *Euproctis chryorrhoea* L.; кольчатый коконопряд *Malacosoma neustria* L.; непарный шелкопряд, или непарник *Lymantria (=Ocneria) dispar* (L.).

Визуально контролировали достоверность конфигурации границ зоны средней вредоносности. В программе Adobe Photoshop итоговый слой выделили волшебной палочкой (Magic Wand Tool), скопировали и наложили на слой слабой вредоносности (рис. 2). Положение нового слоя корректировали функцией Move Tool (Перемещение).

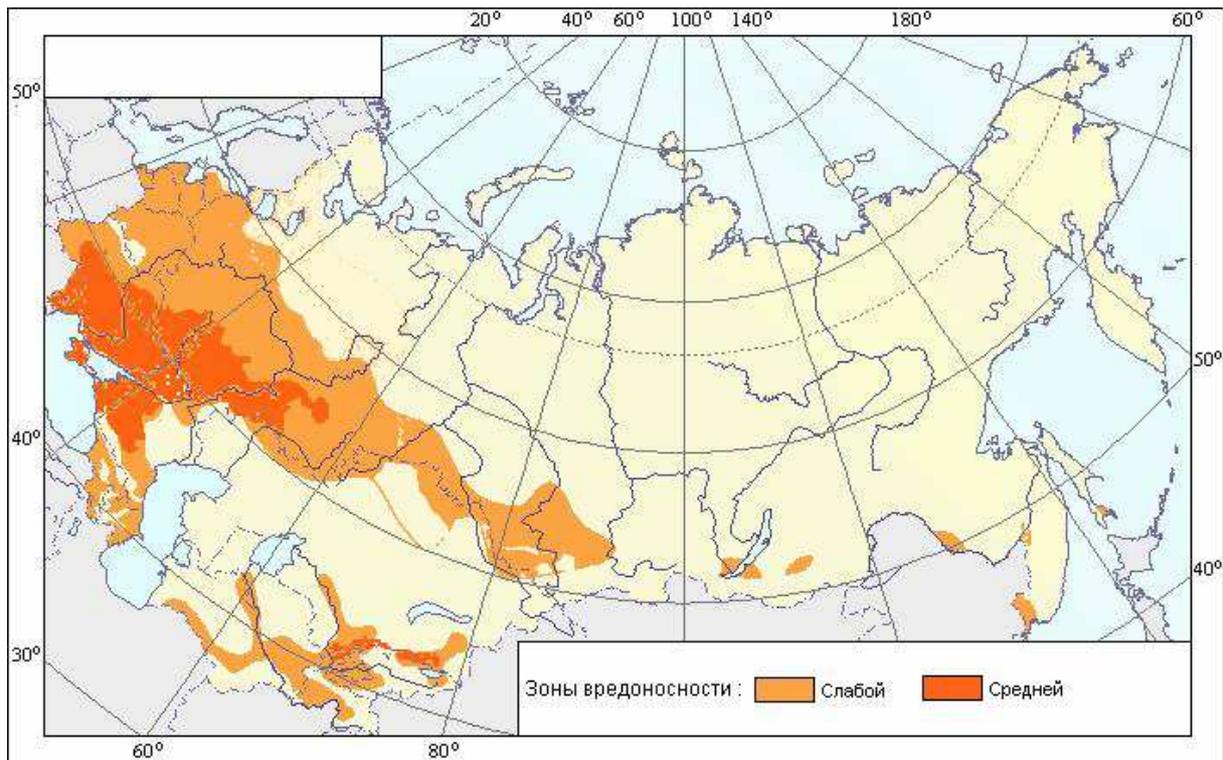


Рис. 2. Зоны слабой и средней вредоносности комплекса членистоногих – вредителей плодовых культур

На четвертом этапе мы склеили карты, на которых присутствует зона сильной вредоносности, достоверность конфигурации границ которой также контролировали визуально.

В эту группу карт вошли следующие виды: зеленая яблоневая тля *Aphis pomi* Degeer; яблонная плодожорка *Cydia pomonella* L.; восточная плодожорка *Grapholita molesta* Busck.; сливовая плодожорка *Grapholita (=Laspeyresia) funebrana* Tr.; яблонная медяница *Cacopsylla (=Psylla) mali* (Schmidberger); грушевая медяница *Cacopsylla (=Psylla) pyri* (L.).

Итоговый слой выделили, скопировали и наложили на слои слабой и средней вредоносности так, как описано выше, получив результат, изображенный на рис. 3.

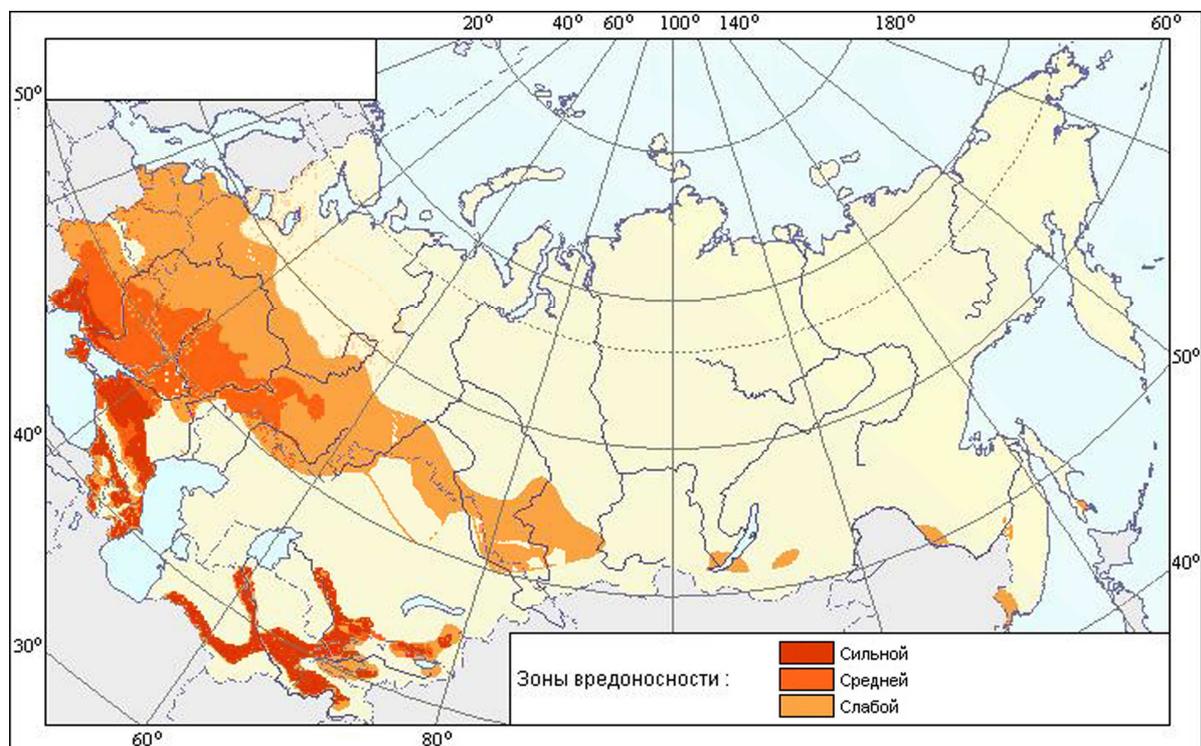


Рис. 3. Зоны слабой, средней и сильной вредоносности комплекса членистоногих – вредителей плодовых культур

На пятом этапе работы мы обвели (кистью Brush Tool программы Adobe Photoshop) границы всех зон вредоносности, для чего создали отдельный слой (рис. 4). Достаточно легко это сделать также с помощью электронного планшета для рисования.

На заключительном этапе мы скопировали слой с границами зон вредоносности, перенесли его на контурную карту, выполненную в той же проекции «Равновеликая Альберса на СССР», что и исходные карты, и залили зоны новыми красками (Paint Bucket Tool в программе Adobe Photoshop). Скорректировали прозрачность заливки, контрастность всех слоев. Добавили легенду карты, объединили все слои (Merge Layers). Результат показан на рис. 5.

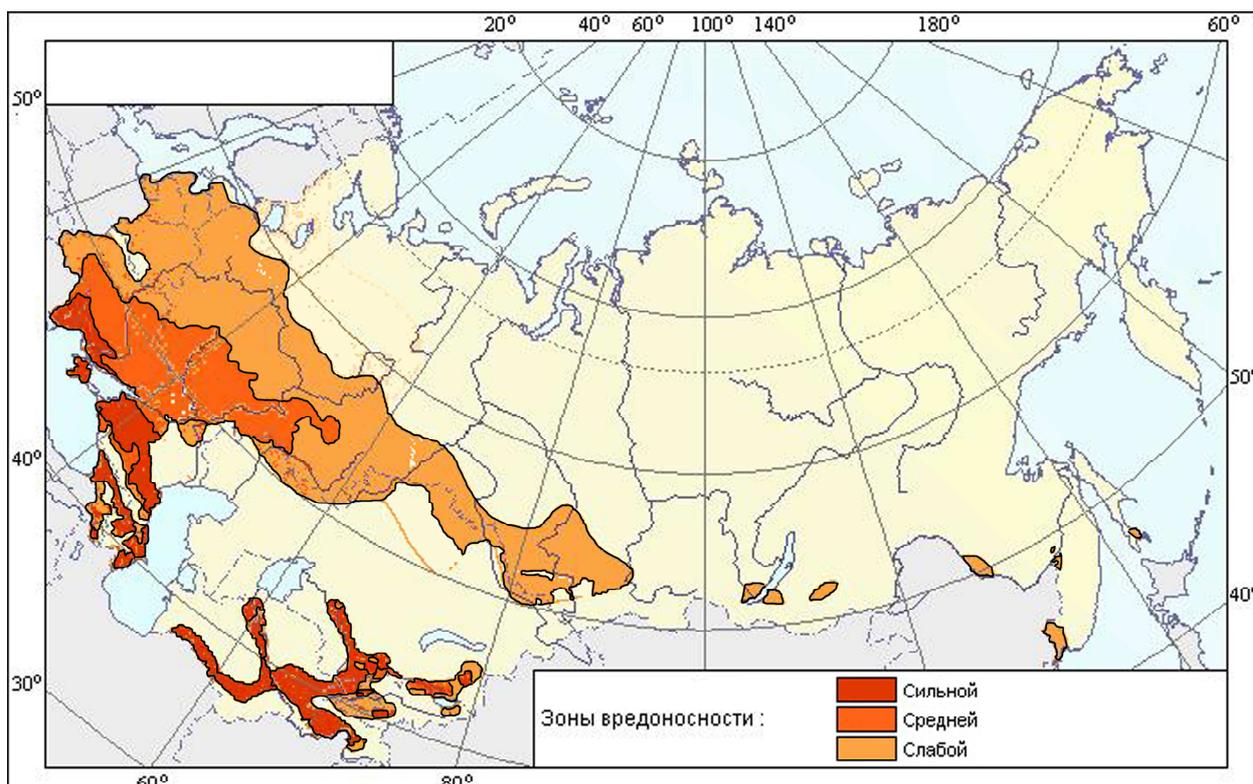


Рис. 4. Очерченные зоны слабой, средней и сильной вредоносности комплекса членистоногих – вредителей плодовых культур

В результате описанных выше технических операций нам удалось скомпоновать в автоматическом режиме карту с зонами различной вредоносности группы видов вредителей плодовых культур (рис. 5).

На карте, представленной на рис. 5, выделены объединенные зоны слабой, средней и сильной вредоносности, которые можно считать зонами потенциально низкого, среднего и высокого фитосанитарного риска для выращивания плодовых культур в отношении комплекса специализированных вредителей.

Не исключено, что границы выделенных зон изменятся при включении в анализ большего количества видов вредителей, а также возбудителей болезней плодовых культур.

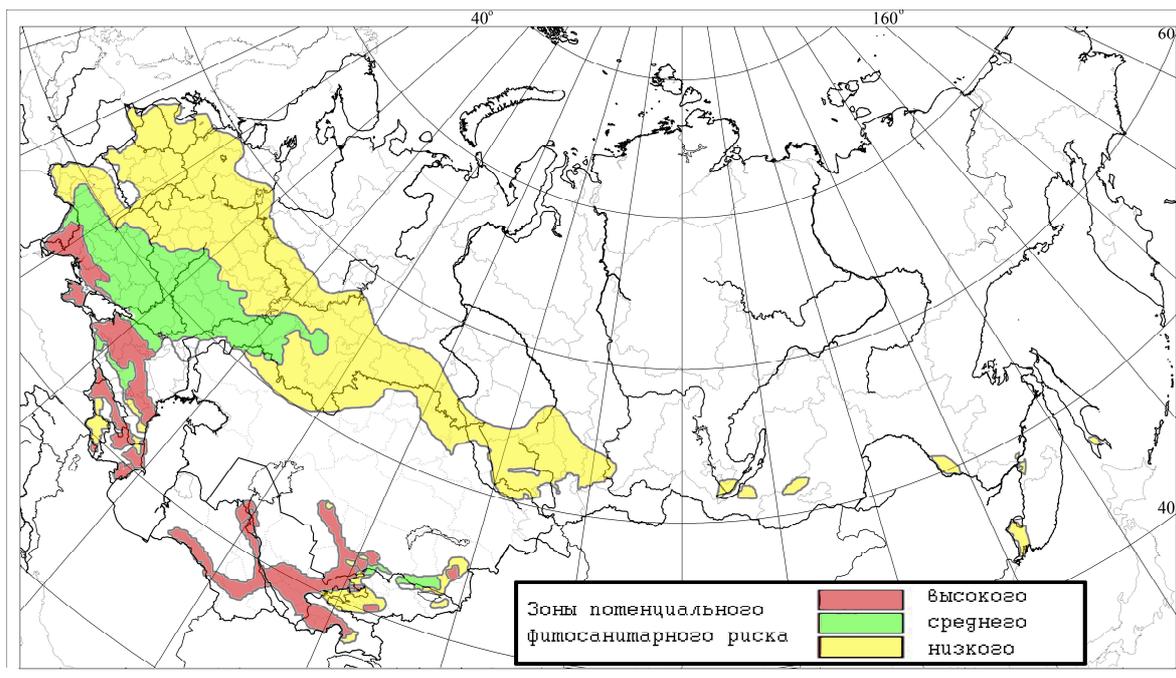


Рис. 5. Зоны потенциально низкого, среднего и высокого фитосанитарного риска для выращивания плодовых культур

Достоверность итоговых карт определяется достоверностью исходных карт, которая зависит от многих факторов, начиная от полноты собранных сведений, квалификации составителей карт, методики конструирования карт, критериев вредоносности, перечисленных в статье М.И. Саулича [23].

Большинство использованных в настоящей работе карт были составлены авторами по единой методике и по многолетним данным [28, 29]. Поэтому зона потенциального фитосанитарного риска (рис. 5) примерно соответствует экономически значимым площадям плодовых культур [30], за исключением некоторых северных и восточных территорий.

Зона потенциально среднего риска располагается, как правило, южнее изолинии 150 дней со среднесуточной температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$ , а зона потенциально высокого фитосанитарного риска – южнее изолинии 180 дней, показанных на карте Л.Г. Конюковой [31] за исключением пустынных, горных и предгорных территорий.

Сравнивая итоговую карту фитосанитарного риска с исходными видовыми картами, можно отметить, что в зону риска не вошли территории, на которых отмечена вредоносность 1-3 видов. Максимальная концентрация вредных видов (50-60% из 50 видов, включенных в анализ) с какой-либо степенью вредоносности наблюдается в зоне высокого фитосанитарного риска. Количественный и качественный (по степени вредоносности) состав вредителей в каждой конкретной точке выделенных зон риска значительно меняется.

Обсуждая итоговую карту, не следует забывать, что плодовые культуры выращиваются далеко за пределами области их производственных насаждений [30]. Ареалы вредителей, включенных в анализ, обычно выходят далеко за пределы зон вредоносности, обозначенных авторами карт Агроатласа. Это значит, что в отдельно взятом садоводстве или приусадебном участке, к примеру, в Архангельской, Астраханской или Свердловской областях, потери урожая от того или иного вредителя могут значительно превысить экономический порог вредоносности. Такого рода локальная вредоносность, естественно, не учтена в настоящей работе.

**Выводы.** Предложенный метод создания карты потенциального фитосанитарного риска может быть апробирован для фитосанитарного районирования России и соседних стран по комплексу вредителей и болезней других культур, а также по комплексу многоядных вредителей и сорных растений. Созданная карта характеризует обобщенное представление о вредоносности в многолетнем плане, с ориентацией на последние десятилетия. Такие картографические материалы помимо своей практической ценности могут служить основой при дальнейших научных исследованиях в плане детализации их для отдельных регионов и построения крупномасштабных карт, при разработке операционных карт в режиме ежегодной и подекадной обработки фитосанитарной и метеорологической информации.

## Литература

1. Филиппев, И.Н. Некоторые закономерности распространения и размножения массовых вредителей / И.Н. Филиппев // Новейшие достижения и перспективы в области агрономии. – Л.: Издание Государственного института опытной агрономии, 1929. – С. 1-24.
2. Щеголев, В.Н. Направление и методика работ по районированию территории СССР в отношении с.х. вредителей и болезней / В.Н. Щеголев // Защита растений.– Сборник.– 1935.– Вып. 3.– С. 9-21.
3. Щеголев, В.Н. Эколого-экономическое районирование территории СССР в отношении с.-х. вредителей и болезней растений / В.Н. Щеголев // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 г. / под ред. И.А. Зеленухина. Л.: ВАСХНИЛ, 1936. – С. 11-13.
4. Г.М.Я., Эколого-экономическое районирование проволочников / Г.М.Я. // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 г./ под ред. И.А. Зеленухина.– Л.: ВАСХНИЛ, 1936. –С. 23–27.
5. Гриванов, К.П. Ареал распространения и зоны вредности слизней (*Agriolimax*) в Европейской части СССР / К.П. Гриванов // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 г. / под ред. И.А. Зеленухина.– Л.: ВАСХНИЛ, 1936.– С. 34-37.
6. Фалькенштейн, Б.Ю. Распространение сусликов в СССР и их значение в полеводстве / Б.Ю. Фалькенштейн // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 г. / под ред. И.А. Зеленухина.– Л.: ВАСХНИЛ, 1936.– С. 40-43.
7. Добровольский, Б.В. Распространение вредных насекомых / Б.В. Добровольский. – М.: Советская наука, 1959. – 215 с.
8. Методика территориального многолетнего прогноза болезней растений / под ред. А.Е. Чумакова. – Л.: ВИЗР, 1969. – 49 с.
9. Методика территориального многолетнего прогноза болезней растений / под ред. А.Е. Чумакова. – Л.: ВИЗР, 1971. – 91 с.
10. Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними. Методические указания / под ред. И.Я. Полякова. – Л.: ВАСХНИЛ, ВИЗР.– 1975. – 66 с.
11. Гладкина, Т.С. Суслики / Т.С. Гладкина // Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними. Методические указания / под ред. И.Я. Полякова. – Л.: ВИЗР, 1975. С. 9-19.
12. Гладкина, Т.С. Мышевидные грызуны / Т.С. Гладкина // Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними. Методические указания / под ред. И.Я. Полякова.– Л.: ВИЗР, 1975.–С. 19-37.
13. Макарова, Л.А. Погода и болезни культурных растений / Л.А. Макарова, И.И. Минкевич. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 144 с.
14. Захаренко, В.А. Карты распространения вредных организмов, патотипов, генотипов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтомопатогенов на территории Российской Федерации / В.А. Захаренко.– вып. 5. – М.: РАСХН, 2003. – 64 с.
15. Захаренко, В.А. Уровни и тенденции изменения видового состава и внутри-популяционной структуры, ареалы комплексов вредных и полезных организмов и прогноз опасных фитосанитарных ситуаций по зонам страны / В.А. Захаренко. – СПб, 2000. – 100 с.
16. Павлюшин, В.А. Ареалы и зоны вредоносности основных сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / В.А. Павлюшин, А.Н. Фролов, И.Я. Гричанов [и др.]. – СПб: ВИЗР РАСХН, 2005. – 84 с.
17. Фролов, А.Н. Компьютерный сельскохозяйственный атлас России и сопредельных стран: сорные растения, вредители и болезни культурных растений / А.Н. Фролов, Гричанов И.Я., Лунева Н.Н. [и др.]. // Информационные системы диагно-

стики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Тез. докл. межд. конф.– 12-16 мая 2008. – СПб: ВИЗР, 2008.– С. 27-29.

18. Руденко, А.И. Принципы агроклиматического районирования территории СССР в отношении вредителей и болезней культурных растений / А.И. Руденко, Н.И. Белозор // Труды ВИЗР.– 1963.– Вып. 18.– С. 59-79.

19. Макарова, Л.А. Агрометеорологические предикторы прогноза размножения вредителей сельскохозяйственных культур / Л.А. Макарова, Г.М. Доронина. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 214 с.

20. Макарова, Л.А. Синоптический метод прогноза дальних миграций вредных насекомых / Л.А. Макарова, Г.М. Доронина. – СПб: Гидрометеиздат, 1994. – 199 с.

21. Гричанов, И.Я. Интегральный критерий фитосанитарной оценки сельскохозяйственных территорий/И.Я. Гричанов//Сб. науч. тр. С.-ПГАУ.- СПб.- 1997.- С.95-100.

22. Гричанов, И.Я. Современные информационные технологии фитосанитарного мониторинга / И.Я. Гричанов, М.И. Саулич // Защита и карантин растений, 2012.– №7. – С. 13-17.

23. Саулич, М.И. Метод подготовки и векторизации карт ареалов и зон вредности сорных растений, фитофагов и возбудителей болезней на основе ГИС-технологий / М.И. Саулич // Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга / под ред. И.Я. Гричанова. – СПб.: ВИЗР, 2009.– С. 57-68.

24. Гричанов, И.Я. Предметно ориентированная информационная база данных по вредителям сельскохозяйственных культур Российской Федерации, предназначенная для подготовки электронных и печатных публикаций, презентаций, отчетов и анализа фитосанитарных ситуаций с целью поддержки принятия решений по защите растений / И.Я. Гричанов, М.И. Саулич, Е.И. Овсянникова. – Регистрация в ЦИТиС (ВНТИЦ) № 50201151236 от 27.09.2011.

25. Ватутин, Э.И. Программная оптимизация оператора Собела с использованием SIMD-расширений процессоров семейства x86 / Э.И. Ватутин, С.Ю. Мирошниченко [и др.] // Телекоммуникации. – 2006.– № 6.– С. 12-16.

26. Рябчинская, Т.А. Экологические основы защиты яблоневого сада от вредных организмов в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Воронеж, 2002. – 46 с.

27. Гричанов, И.Я. Феромоны для фитосанитарного мониторинга вредных чешуекрылых насекомых / И.Я. Гричанов, Е.И. Овсянникова. – СПб: ВИЗР РАСХН, 2005. – С. 1-244.

28. Овсянникова, Е.И. О зонах вредности чешуекрылых – вредителей сельскохозяйственных культур / Е.И. Овсянникова, И.Я. Гричанов // Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Тез. докл. межд. конф., 12-16 мая 2008.– СПб: ВИЗР, 2008.– С. 68-71.

29. Овсянникова, Е.И. Опыт картирования ареалов и зон вредности насекомых – вредителей плодовых культур / Е.И. Овсянникова, И.Я. Гричанов, Г.Э. Давидьян, М.Н. Берим // Второй Всероссийский съезд по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005.– Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы съезда в двух томах). – Т. 1.– СПб, 2005.– С. 66-70.

30. Точенов, В.В. Атлас СССР / В.В. Точенов, В.Ф. Марков, Л.И. Беляева [и др.]. – М.: ГУГК, 1984. – 260 с.

31. Конюкова, Л.Г. Длительность периода с температурой выше 10 гр. / Л.Г. Конюкова // Агроклиматический атлас мира / под ред. И.Я. Гольцберга. – М.-Л.: Гидрометиздат, 1972. – 62 с.