

УДК 632.913

Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга

А.Н. ФРОЛОВ,
ведущий научный сотрудник ВИЗР
e-mail: vizrspb-frolov@yahoo.no

Фитосанитарный мониторинг нацелен на сбор, анализ и передачу информации в целях своевременного осуществления фитосанитарных мероприятий [10]. Современный этап развития прогнозов в области защиты растений характеризуется совершенствованием фундаментальных основ и методологических принципов, разработкой новых методических приемов и технологических решений, определяющих стратегию и тактику защиты растений. В данной статье не затрагиваются проблемы фитосанитарной диагностики, детально рассмотренные в коллективной монографии под редакцией И.Я. Гричачева [5].

Эффективные технологические решения требуют выработки адекватных моделей, основанных на глубоком изучении поведения объекта. Создание моделей для прогноза массовых размножений вредных организмов осуществляется на основе всестороннего изучения популяционной структуры вредных объектов, многолетних наблюдений за динамикой их численности, выделения ведущих факторов с помощью методов многомерной статистики.

Колебания численности, как характерная особенность популяционных систем, могут индуцироваться как модифицирующими факторами – ресурсами и условиями среды (температура, осадки, доступность и качество пищи), так и регулируемыми – паразитами, хищниками и болезнями. Несмотря на

долгий период изучения, природа колебаний численности до сих пор остается дискуссионной. Прогресс в понимании закономерностей динамики численности достигается благодаря осуществлению работ, направленных на строгое описание поведения численности популяций во времени и пространстве. Наиболее ценны многолетние исследования, поскольку особенности динамики становятся очевидными лишь через 20 и более лет после сбора данных; особое доверие вызывают работы, базирующиеся на 40–60-летних сериях.

Агроценозы принято рассматривать в качестве искусственных неустойчивых систем. В отличие от естественных экосистем в агроценозах ослаблены механизмы саморегуляции, что было показано классическими работами 50-х годов прошлого века, посвященными анализу изменений структуры энтомологических комплексов, произошедших при освоении целинных и залежных земель [3]. С другой стороны, анализ экологических последствий резкого сокращения объемов химических обработок на территориях бывшего СССР со второй половины 1990-х годов показал, что агроценозы приобретают в той или иной мере способность поддерживать динамическое равновесие элементов, относящихся к разным трофическим группам и с этих позиций могут рассматриваться в качестве целостных саморегулирующихся структур.

На протяжении последних десятилетий динамику численности вредителей в ВИЗР изучали с помощью таблиц выживаемости, в том числе

в рамках проектов, поддержанных РФФИ (№ 94-04-11328, 97-04-48015, 00-04-48010, 03-04-49269, 06-04-48265 и 09-04-00619). Составление таблиц выживаемости, хотя и требует немалых затрат времени и труда, позволяет получать достаточно объективную информацию о воздействии экологических факторов на численность природных популяций. В качестве модельных объектов были выбраны луговой мотылек, хлопковая совка, кукурузный мотылек и колорадский жук – вредные виды, существенно различающиеся по своим экологическим параметрам. При изучении роли микробиологических агентов в динамике численности их хозяев применяли анализ гистологических мазков, световую микроскопию, в том числе флюоресцентную, адаптированную применительно к патогенным микроорганизмам насекомых. В целях более точной диагностики патогенов применяли молекулярно-биологические методы (ПЦР). При создании пространственных моделей динамики численности использовали современные ГИС-технологии на базе программных продуктов MapInfo и Idrisi32. Статистический анализ проводили с использованием кросс-корреляций, автокорреляций, серийного анализа, методом «всех регрессий» и «симметризации» [12].

Луговой мотылек *Pyrausta sticticalis* L. – широкий полифаг, повреждающий более 200 видов растений из 40 семейств. Среди них выделяются лишь несколько видов, питание которыми обеспечивает максимальный репродуктивный потенциал насекомого, причем ни одно культурное растение в этот список не попадает. Несмотря на статус особо опасного вредителя, луговой мотылек не является облигатным фитофагом, поскольку ущерб культурным растениям наносит только в периоды всплеск массового размножения, а в длительные периоды депрессий на посевах сельскохозяйственных культур прак-

тически не встречается, за исключением спорадических очагов. У лугового мотылька имеется широкий круг паразитов, хищников и патогенных микроорганизмов, насчитывающий до 200 видов, причем во время массового размножения естественные враги способны снижать численность пронимф на 60 %, яиц – на 50 %, гусениц на 80 % [1]. Наши наблюдения в Краснодарском крае показали, что динамика численности вредителя в период депрессии контролируется такими патогенными микроорганизмами, как микроспоридии и бакуловирусы.

Хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn. – многоядный фитофаг, список кормовых растений которого насчитывает более 120 видов. В отличие от лугового мотылька хлопковая совка способна постоянно в больших количествах размножаться на культурных растениях. Полученные нами данные свидетельствуют, что сезонная динамика ее численности в Краснодарском крае зависит от обеспеченности третьего поколения тепловыми и кормовыми ресурсами и регулируется зависимой от плотности смертностью от паразита *Hyposoter didymator* ($R = 0,87$, $p < 0,05$) и в меньшей степени – от вирусных заболеваний.

Кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. обычно рассматривают в качестве широкого полифага, способного повреждать 200 и более видов растений. Однако основным растением-хозяином этого евроазиатского вида служит кукуруза, завезенная из Америки около 500 лет назад, адаптация к обитанию на которой сопровождалась возникновением специализированной биологической расы. Еще не так давно полагали, что динамика численности кукурузного мотылька почти исключительно детерминирована независимыми от плотности факторами [11]. Многолетние наблюдения в Краснодарском крае подтвердили, что изменения плотности вредите-

ля тесно связаны с колебаниями погодно-климатических факторов: смертность за поколение и индекс размножения коррелируют с количеством осадков за первую декаду июня ($r = -0,81$ и $r = 0,87$ соответственно). При этом повышенное количество осадков в период лета имаго первого поколения обычно оказывает стимулирующий эффект на численность насекомого, однако дефицит осадков не всегда приводит к снижению численности. С другой стороны, такие биотические факторы, как браконид *Habrobracon hebetor* Say и трихограмма *Trichogramma evanescens* Westw., способны очень сильно снижать численность популяции, вплоть до депрессии, длящейся 2-3 поколения. В местах же относительно недавнего обитания кукурузного мотылька на кукурузе (Белгородская область) численность фитофага не проявляет периодических колебаний во времени. Поскольку смертность фитофага от паразитов здесь невысока, такая ситуация вполне объяснима.

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say занимает особое положение среди вредителей по масштабам расселения и охвату освоенных им территорий. Его отличает высокая плодовитость, способность длительное время голодать, многообразие состояний физиологического покоя, экологическая пластичность, отпугивающая хищников апосематическая окраска тела, предупреждающая о содержащихся в гемолимфе токсинах. На Северный Кавказ вредитель проник в 1968–1974 гг. Если в местах исконного обитания колорадского жука и близких к нему видов (в Центральной и Южной Америке) отмечается большое разнообразие и обилие энтомофагов, то на Кавказе после проникновения туда вредителя его гибель от местных энтомофагов была минимальной [9]. Согласно информации Краснодарского филиала Россельхозцентра численность колорадско-

го жука на посадках картофеля постоянно поддерживается на высоком уровне из года в год, и наши наблюдения свидетельствуют, что сколько-нибудь существенного нарастания смертности жука на картофеле от местных энтомофагов за более чем 25-летний период в этом регионе так и не произошло. Очевидно, что процесс адаптации их к вредителю сдерживается интенсивным применением химических средств защиты растений.

Полученные на модельных объектах материалы свидетельствуют, что периодичность колебаний численности вредителей в общем случае является результатом сложных взаимодействий модифицирующих и регулирующих факторов. Подъемы численности в очередных циклах чаще обуславливаются эффектами модифицирующих факторов, а спады чаще детерминируются регулируемыми факторами – энтомофагами и энтомопатогенными микроорганизмами. При этом регулирующие факторы смертности, по всей видимости, играют определяющую роль в регулярности колебаний численности у насекомых-фитофагов.

Среди новых методических подходов, существенно расширяющих возможности и точность прогнозных разработок, прежде всего, отметим молекулярно-биологические методы, геоинформационные системы (ГИС) и Интернет-технологии.

Молекулярно-биологические методы, основанные на амплификации, клонировании и секвенировании консервативных и переменных участков генома революционизировали современную биологию. В основе этих методов лежит использование полимеразной цепной реакции (ПЦР), основанной на комплементарном достраивании ДНК матрицы. Благодаря ПЦР достигается экспоненциальное увеличение числа копий (амплификация) определенных участков ДНК, что позволяет визуализировать даже единич-

ные искомые последовательности нуклеотидов. Например, диагностика вирусных и микроспориозных инфекционных заболеваний традиционными методами не всегда дает четкие результаты, тогда как методы молекулярно-биологического анализа на основе амплификации и секвенирования ДНК отличается быстрота и высокая точность. Чувствительность ПЦР-диагностики настолько высока, что позволяет получить положительную реакцию даже при экстракции ДНК из одного вириона.

Одна из основных проблем прогнозирования состоит в том, чтобы корректно экстраполировать зависимости, установленные для отдельных географических пунктов, на те области, в пределах которых установленные зависимости будут реализовываться. В связи с этим все больший интерес вызывает применение геоинформационных систем (ГИС), позволяющих совмещать общепринятые операции с базами данных, пространственный анализ и полноценную визуализацию. Геоинформационные технологии широко проникают в самые разные области человеческой деятельности, включая сельское хозяйство.

В качестве примера использования ГИС для целей прогноза приведем моделирование зависимости колебаний численности кукурузного мотылька от осадков, выпадающих в Краснодарском крае в мае. Для решения этой задачи была проанализирована многолетняя информация о динамике численности кукурузного мотылька, содержащаяся в ежегодных отчетах Краснодарского филиала Россельхозцентра, для создания карт выпавших осадков за май использовали данные агрометеорологических бюллетеней. Векторные слои карты были получены из растровых карт с помощью MapInfo v. 8 путем рекласификации. С использованием операции кластеризации обнаружили, что районы Краснодарского края

разделились на два массива (кластера). В пределах восточного кластера заселенность посевов кукурузы была тесно связана с количеством осадков, выпавших соответственно за первую, вторую, третью декады мая и за весь месяц ($r = 0,62-0,77$), а в пределах западного кластера заселенность посевов кукурузы оказалась тесно связанной с уровнем выпавших осадков лишь за первую декаду мая ($r = 0,82$).

С использованием ГИС-технологий был создан «Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения» [2]. Над этим уникальным проектом работал в течение ряда лет (2003–2009 гг.) большой коллектив специалистов Санкт-Петербургского государственного университета, ВИЗР, ВИР в тесном сотрудничестве с ARS USDA (партнерский проект, поддержанный U.S.-FSU Scientific Cooperative Program, финансирование осуществлялось Международным научно-техническим центром (ISTC), грант № 2625р). Атлас представляет собой ценный источник информации для специалистов сельского хозяйства, студентов, преподавателей вузов, научных работников. На сегодняшний день он включает 100 карт культурных растений, 540 – диких сорочичей культурных растений, 640 – вредных объектов, а также связанные с ними метаданные, биологические описания, фотографии, оболочку ГИС. Агроатлас опубликован в двух версиях: на сайте <http://www.agroatlas.ru> и на CD-ROM. Посещаемость сайта Агроатласа является рекордной для ресурса научной направленности: к началу 2009 г. она достигла 1000 человек в день. Больше всего посетителей (около 46 %) из России, за ними в порядке убывания следуют посетители из Украины, США и Казахстана.

Насущная задача Интернета – формирование научно-образовательных информационных ресурсов:

еще несколько лет назад их дефицит ощущался весьма остро. Однако за последние несколько лет прогресс в развитии естественно-научных веб-ресурсов значительно усилился, в том числе и в области защиты растений. За последние несколько лет ВИЗР создан ряд веб-ресурсов, в той или иной мере характеризующих фитосанитарную ситуацию в России. В частности, сайт «Насекомые в агроценозах» (<http://agriento.narod.ru>), нацелен на освещение работ ВИЗР в области изучения динамики численности вредных членистоногих. Наибольшей популярностью на сайте пользуются электронные копии публикаций (файлы форматов pdf и djvu), а также оригинальные фотографии вредителей, их энтомофагов, мест обитания, наносимых растениям повреждений. Оригинальный информационно-справочный Интернет-проект, посвященный грибам рода *Alternaria* (<http://alternaria.ru>), содержит рекомендации по идентификации видов рода *Alternaria*, описания морфологии наиболее распространенных в России видов, фотографии конидий и чистых культур, pdf-версии статей из научных журналов и ссылки на полезные веб-ресурсы. На сайте лаборатории гербологии ВИЗР (<http://lunevan.narod.ru>) размещаются картографический материал, описания и изображения многих видов вредоносных сорняков, полнотекстовые публикации (в формате pdf).

Серьезные статьи, посвященные особенностям экологии вредителей, болезней и сорных растений, а также мерам борьбы с ними, все чаще появляются на сайтах профильных научно-исследовательских учреждений. Так, на сайте НПО «КОС-МАИС» (<http://kosmais.narod.ru>) размещены материалы, посвященные кукурузному мотыльку, хлопковой совке, стеблевым гнилям, пузырчатой и пыльной головне, болезням початков, а также западному кукурузному жуку *Diabrotica virgifera virgifera* – опасному вредителю кукурузы,

проникшему в Европу из Северной Америки в конце XX века. Помимо краткого описания биологии и жизненного цикла, изображений имаго и поврежденных растений, на сайте выложены карты расселения насекомого по странам Европы за последние годы (<http://kosmais.narod.ru/diabrotica.html>).

Для получения объективной и всесторонней информации о прогнозируемых объектах необходимо применение современных технологий сбора и учета вредных объектов. Поэтому служба прогнозов защиты растений все в большей степени нуждается в инструментальном оснащении.

Автоматические метеостанции (АМС), которые наряду с температурой, влажностью, осадками и прочей метеорологической информацией имеют встроенные программы фитосанитарного прогноза по многим вредным объектам, стали обязательным элементом современного высокоразвитого растениеводства. Преимуществами АМС перед штатными метеостанциями являются более полный и разнообразный учет местных погодных условий и оперативность получения итоговой информации специалистами хозяйств. В ВИЗР накоплен большой опыт применения АМС для сигнализации и прогнозов многих видов болезней и вредителей, особенно вредителей сада [4]. Современные метеостанции относительно дешевы, просты в обслуживании, передача данных осуществляется по беспроводным технологиям, с использованием сетей GSM. Ныне пользователь избавлен от необходимости находиться рядом со станцией: все данные можно вывести через устройство, имеющее доступ в Интернет.

Для мониторинга вредных организмов используют устройства разной степени сложности, конструкция которых определяется экологическими и поведенческими особенностями этих объектов.

Например, характерной биологической особенностью тлей является их способность к пассивному расселению, что и положено в основу метода учета их численности путем отбора проб из воздуха. В Европе и Америке уже несколько десятилетий для целей мониторинга тлей используются всасывающие ловушки, осуществляющие захват и фильтрацию воздуха. Конструкция ловушки была разработана в 1964 г. на Ротамстедской опытной станции (Англия), она приводится в действие электродвигателем и имеет стандартную высоту 12,2 м. В 2002 г. первая и пока единственная всасывающая ловушка появилась и в России – она установлена на опытном поле ВИЗР и обслуживает европейскую систему мониторинга, которая объединяет более 70 ловушек, размещенных в 19 странах. Подобного рода сети развернуты и на других континентах.

Роль световых ловушек для мониторинга целого ряда вредных насекомых трудно переоценить; они широко используются, в том числе в комбинации с пищевыми или половыми аттрактантами. В СССР в 70-е годы прошлого века серийно выпускалась коническая экранированная ловушка пенсильванского типа под маркой «ЭСЛУ-3». Кое-где и поныне эти ловушки продолжают использоваться, однако свой ресурс они уже давно выработали.

Высокую эффективность световые ловушки демонстрируют при мониторинге такого особо опасного вредителя, как луговой мотылек. В периоды депрессий плотность имаго может снижаться до такой степени, что иногда луговой мотылек вообще не обнаруживается как вид. Зато во время вспышек размножения порхающие в воздухе бабочки напоминают снежную метель (отсюда одно из народных названий вредителя – «метелица»), а переползающие через рельсы гусеницы способны остановить поезд.

В 2008 г. в Российской Федерации

началась очередная вспышка размножения лугового мотылька, прежде всего отмеченная в Забайкальском крае, где превышающую экономический порог вредоносности плотность гусениц обнаруживали на 80 % заселенных площадей. В 2009 г. заселенная вредителем площадь продолжала нарастать, в одной лишь Амурской области она превысила 400 тыс. га. Луговой мотылек в больших количествах обнаруживался также в Бурятии, Красноярском и Алтайском краях, Иркутской, Новосибирской, Кемеровской, Омской и Томской областях, Хакасии, отмечено его появление даже на Сахалине. К счастью, из-за неблагоприятных для его развития погодных условий, сложившихся в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, свой потенциал в полной мере вредитель реализовать не смог.

Многолетний, долгосрочный и краткосрочный прогнозы лугового мотылька действительны лишь в отношении местных популяций вредителя [1]. В частности, основываясь на 11-летних циклах активности солнца (числах Вольфа) удается с ошибкой в один-два года спрогнозировать начало и оценить ожидаемый масштаб массового размножения вредителя. Учет состояния фитофага во время критических периодов позволяет прогнозировать фазу динамики численности в региональном аспекте [8], а подсчет сумм эффективных температур и фенологические индикаторы вносят необходимые коррективы в краткосрочное прогнозирование [1]. Однако луговой мотылек – крайне мобильный вид и прогноз его размножения существенно осложняется из-за способности к дальним миграциям. Причины и метеорологические условия, вызывающие начало перелетов лугового мотылька и их завершение, детально освещены в монографии Л.А. Макаровой и Г.М. Дорониной (1994). Конкретные траектории перелетов, высоту, скорость, дальность, а также объем переносимой

воздушными потоками биомассы насекомых можно оценить с помощью методов радиолокации или дистанционного мониторинга со спутников [8]. К сожалению, в нашей стране эти разработки не были реализованы на практике.

В КНР с 1949 г. были зарегистрированы три вспышки массового размножения лугового мотылька (1953–1959, 1978–1984 и 1996 – наши дни). Прогноз размножения местных популяций вредителя первой и второй генераций основывается на традиционной технологии учета имаго перемещавшегося и первого поколений при точности, оцениваемой в 80 %.

Мониторинг миграций лугового мотылька нацелен на прогноз направления перемещения насекомых, их массы, высоты и скорости переноса, ожидаемых мест приземления. Основой системы мониторинга перемещений вредителя являются радары, регистрирующие показатели миграций в реальном времени.

Видовой состав мигрирующих насекомых уточняется по результатам отловов ловушками, в том числе световыми ультрафиолетовыми наземного базирования (стандартными и с вертикальным направлением светового потока), а также аэростатами.

Локальные метеорологические станции предоставляют необходимую информацию о скорости ветра и его направлении, а оперативная метеорологическая информация о распределении атмосферного давления, поступающая из национальных Центров прогноза и исследований атмосферы, позволяет спрогнозировать места приземления мигрирующих имаго. Для трассировки миграционных потоков используется программа HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) от Air Resources Laboratory (США). По крайней мере, три последние вспышки массового размножения лугового мотылька в России (1983–

1988, 2000–2002 и 2008–2010 гг.) впервые регистрировали в Восточной Сибири (в Забайкалье). Большинство отечественных специалистов полагают, что начало этим вспышкам положили насекомые, мигрировавшие из-за рубежа, предположительно из очагов, расположенных в Монголии и (или) Китае. Несмотря на очевидную логичность, эта точка зрения до сих пор не получила прямого фактического подтверждения, что обусловлено отсутствием необходимой материально-технической базы. В то же время китайские специалисты по защите растений полагают, что источником размножения вредителя на севере и северо-востоке Китая служат не только насекомые, мигрировавшие из постоянных очагов, расположенных в северном Китае, и новых очагов, выявленных на востоке Внутренней Монголии и равнины Суннэнь, но и с сопредельных территорий Монголии и России. Мониторинг за миграциями лугового мотылька в КНР ведется постоянно и постепенно накапливаются факты, подтверждающие точку зрения китайских специалистов. Так, за 10-летний период (1997–2007 гг.) в северо-восточном Китае было зафиксировано 10 залетов лугового мотылька из северного Китая (очаг А), по 4 миграции из очагов В1 и В2 и 10 залетов извне (с монгольской и/или российской территорий) (Chen Xiaojiao et al., 2008).

Достижения в области фундаментальных исследований популяционной биологии вредных организмов, новые технологические решения в области молекулярной биологии и ГИС способны существенно повысить достоверность и точность фитосанитарного мониторинга и прогнозов. Наибольшие успехи в этой сфере достигаются в тех направлениях, которые не требуют серьезной государственной поддержки, например, в области цифровых и Интернет-технологий.

Гораздо хуже обстоит дело с тех-

нологическими решениями, требующими серьезного финансирования. Нынешняя оснащенность службы фитосанитарного мониторинга и прогнозов техническими средствами (автоматические метеостанции, светоловушки, и др.) совершенно неудовлетворительна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 09-04-00619).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алехин В.Т.* Луговой мотылек // Защита и карантин растений, 2002, № 6, приложение, с. 50–71.
2. *Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н.* Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения (Интернет-версия 2.0), 2008, <http://www.agroatlas.ru>.
3. *Бей-Биенко Г.Я.* О некоторых закономерностях изменения фауны беспозвоночных при освоении целинной степи // Энтомологическое обозр., 1961, т. 40, № 4, с. 763–775.
4. *Гричанов И.Я.* Автоматизированный прогноз в защите плодового сада от вредителей // Защита растений, 1995, № 7, с. 30.
5. *Гричанов И.Я.*, ред. Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. Приложение к журналу «Вестник защиты растений». – СПб: ВИЗР, 2009, 86 с.
6. Конференция «Интернет и наука: 15 лет пути». Материалы, 2005, <http://www.fid.ru/actions/conf>.
7. *Макарова Л.А., Доронина Г.М.* Логическая модель прогноза фаз динамики популяций лугового мотылька. В кн.: Эколого-физиологические предпосылки современной системы борьбы с луговым мотыльком. – Л.: ВИЗР, 1980, с. 42–68.
8. *Макарова Л.А., Доронина Г.М.* Синоптический метод прогноза дальних миграций вредных насекомых. – СПб: Гидрометеоиздат, 1994, 199 с.
9. *Макеев Г.И.* Эколого-экономическая математическая модель популяции колорадского жука // Применение новых химических и микробиологических препаратов в борьбе с карантинными болезнями, вредителями и сорными растениями. – М., 1987.
10. *Поляков И.Я.* Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1964.

11. Поляков И.Я., Макарова Л.А., Доронина Г.М. Методические рекомендации по разработке прогнозов динамики популяций вредителей и планированию объемов защитных мероприятий на основе агроклиматических предикторов. – Л.: ВИЗР, 1985, 51 с.

12. Сергеев Г.Е., Серапионов Д.А., Фролов А.Н. Методы итерационной линеаризации и корреляционной оптимизации в моделировании динамики численности насекомых // Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур: Материалы межд. конф. – СПб, 2008, с. 90–92.

Аннотация. Разработки фундаментальных основ фитосанитарного мониторинга и прогнозов за последние десятилетия в значительной степени связаны с глубоким изучением популяционной структуры вредных объектов, пониманием закономерностей динамики их численности, вычленением ведущих факторов с помощью методов многомерной статистики. Несмотря на прогресс в методических подходах, существенно расширяющих возможности, повышающих точность и ускоряющих реализацию прогностических разработок (молекулярно-биологические методы, геоинформационные системы, Интернет и цифровые технологии), в области инструментальных технологий, обеспечивающих сбор информации для целей мониторинга и прогнозов, наблюдается сильное отставание от мирового уровня.

Ключевые слова. Фитосанитарный мониторинг и прогнозы.

Abstract. Current progress in fundamental basis of phytosanitary monitoring and forecasting associates with long-term research of population structure, understanding of regularities and identification of major factors involved in the population dynamics of harmful objects ensured by application of multivariate statistics. Despite the progress achieved in some methodical approaches (e.g. molecular biology, GIS, Internet and digital technologies), anybody may observe strong backlog from world level in the field of hardware supply intended for providing data collection and information acquisition in native phytosanitary monitoring and forecast.

Keywords. Phytosanitary monitoring, forecasting.