

В.Н.Карташевич, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусский НИИ защиты растений

УДК 632.913

Типовая модель управления фитосанитарной ситуацией агроценозов

Рассматривается двухуровневая модель управления фитосанитарной ситуацией агроценозов. Ее основу составляют базы гидрометеоданных, экологического нормирования пестицидов, видового состава вредных объектов, база знаний о защитных мероприятиях. Рассматривается комплекс алгоритмов для внутрихозяйственного и регионального уровней управления. Приведена информационная модель для республиканского уровня управления фитосанитарной ситуацией агроценозов.

Для эффективного функционирования производства, сервисных и управленческих формирований агропромышленного комплекса Республики Беларусь в период перехода к рыночным отношениям необходима соответствующая информационная среда — обеспечение своевременной и достоверной коммерческой и научно-технической информацией [14]. С этой целью необходимо создать информационно — компьютерную систему управления защитой растений как составную часть управления агропромышленным комплексом и национальной информационной системы республики.

Одной из наиболее важных задач данной проблемы является разработка системы управления фитосанитарным состоянием агроценозов в условиях интенсивного антропогенного воздействия в целях устойчивого роста урожая, повышения его качества, ресурсосбережения и охраны окружающей среды от излишнего загрязнения пестицидами. Существующие традиционные экстенсивные методы управления и принятия решений чрезвычайно трудоемки, что не дает возможности их полноценного использования. Поэтому создание и внедрение в практику комплекса типовых алгоритмов необходимо осуществить на основе максимального использования агрометеорологической информации и реального приближения пользователя к компьютеру для оптимизации принимаемых решений в зависимости от складывающейся фитосанитарной ситуации поля, региона и охраны окружающей среды от необоснованных пестицидных воздействий. Эта информация достаточно стандартизирована, имеется возможность ее получения в полном объеме и в кратчайшие сроки.

Анализ литературных источников показал различные подходы к построению и функционированию систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов и проведению консультаций о защитных мероприятиях на этой основе [2, 15]. Основное внимание ученых стран ближнего зарубежья направлено на решение лишь отдельных фрагментов управле-

The two-level model of phytosanitary situation of agrocoenoses management is considered. It is made of hydro-meteorological data, an ecological normalization of pesticides, species composition of noxious objects, knowledge base on protective measures. The complex of algorithms for inside the farm and regional levels of management is considered. The information model for republican level of management is indicated.

ния фитосанитарной ситуацией поля и региона. Прежде всего разрабатываются информационно-советующие компьютерные системы для отдельных культур, алгоритмы автоматизации отдельных видов прогнозов, имитационные модели для конкретных вредных объектов. Критерии принятия решений не учитывают экологических последствий применения пестицидов, не реализованы алгоритмы выбора отдельных методов и обоснование их применения в зависимости от конкретных хозяйственных условий.

Все сказанное объективно говорит о необходимости принципиально нового подхода к построению системы управления агроценозами. Основными теоретическими предпосылками для этого являются концепция интегрированной защиты растений, методология принципов прогнозирования, а также основные достижения последних лет в области моделирования процессов, реализация которых направлена на использование современных аппаратно-программных комплексов.

К разрабатываемой нами системе управления предъявлялись следующие требования: число иерархических звеньев в структуре системы должно быть минимальным; система управления должна быть гибкой и способной видоизменять структуру при изменении целей управления, условий функционирования, техники и технологии производства; движение информации должно выполняться по кратчайшим путям; каждая элементарная функция должна выполняться одним подразделением системы; степень конструкции функций в системе управления должна, с одной стороны, обеспечить полноту использования как профессиональных знаний работников, так и технических средств, а с другой, — обеспечить оперативность управления. В соответствии с изложенными условиями проектировалась иерархическая структура системы управления агроценозами.

При этом мы исходили из того, что функциональная деятельность специалистов по защите растений при проведении защитных мероприятий на уровне поля существенно отличается от функциональной

деятельности специалистов региона. С учетом этого предлагаемая нами модель управления фитосанитарной ситуацией агроценозов рассматривается как двухуровневая. На внутрихозяйственном уровне осуществляется решение задач на конкретных полях, на региональном уровне — это решение управленческих задач для специалистов районного, областного и республиканского звена. Предлагаемая двухуровневая по структуре построения информационная модель управления охватывает всю систему сельскохозяйственного производства и является наиболее простой при ее реализации. С точки зрения разработчика этой модели здесь не имеет значения, например, где разрабатывается прогноз сроков борьбы с объектом: в зоне обслуживания пункта сигнализации и прогнозов (ПСП), области или республике, поскольку эти уровни различаются лишь числом структурных составляющих их единиц. С другой стороны, функциональная деятельность при проведении защитных мероприятий на уровне поля существенно отличается от функциональной деятельности специалистов областной или районной станции защиты растений.

В соответствии с предлагаемой выше двухуровневой структурой системы управления фитосанитарной ситуацией поля и региона предложены алгоритмы комплекса задач соответствующих уровней (рис 1). Для регионального уровня управления это алгоритмы долгосрочного и многолетнего прогнозов, оценки фитосанитарной ситуации региона, планирования и распределения ресурсов, консультационного типа, прогноза сроков борьбы в регионе и их контроль, картирования засоренности посевов в регионе, определение ареала и плотности вредных объектов и кон-

троль за изменением этих параметров, оценка экономической и энергетической эффективности проведенных защитных мероприятий в сезоне.

Для внутрихозяйственного уровня управления это алгоритмы фитосанитарного мониторинга поля и оценка складывающейся здесь фитосанитарной ситуации, оптимизации принятия решений по управлению фитосанитарной ситуацией поля на основе прогноза вредоносности, оптимизации сроков и условий проведения защитных мероприятий, прогноза фенологии культуры и объектов, фитодиагностики. Они реализованы для комплекса модельных объектов (культура — ячмень) и достаточно подробно изложены ранее [6].

Наиболее общей компонентой системы управления являются базы данных, позволяющие хранить, обрабатывать, оперативно использовать данные больших объемов с различной их структурой. База гидрометеорологических данных (БГМД) для персональных компьютеров предназначена для создания новых нормативов в структуре автоматизированных рабочих мест специалистов различных направлений, эксплуатации регламентных задач в сезоне, оценки фитосанитарной ситуации в регионе, моделирования основных процессов, автоматизации получения и использования гидрометеорологических данных по определенным направлениям деятельности специалистов аграрного сектора [11]. Функциональный состав БГМД обеспечивает получение в диалоговом режиме и накопление более 20 суточных гидрометеорологических показателей. Поскольку наше стратегическое направление исследований состоит в разработке типовых моделей на основе максимального использования метеорологической информации, предложен



Рис. 1. Структура и алгоритмы системы управления фитосанитарной ситуацией поля и региона

общий алгоритм их построения [5].

Целью создания базы данных экологического нормирования пестицидов (БД ЭНП) в защите сельскохозяйственных культур является сокращение сроков поиска данных и предоставление специалисту по защите растений логически обоснованной информации об эколого-токсикологических, санитарно-гигиенических и других параметрах защитных мероприятий, а также обеспечение пользователя инструментарием, позволяющим в режиме «запрос-ответ» оперировать с культурой, вредным объектом, препаратами и их характеристиками. БД ЭНП включает основные технологические, санитарно-гигиенические и токсикологические параметры разрешенных к применению пестицидов [1].

При разработке базы знаний о защитных мероприятиях и целесообразности их проведения мы исходили из того, что основная цель разработки заключалась в имитации на ПЭВМ складывающейся фитосанитарной ситуации и предоставлении некачественно информированному пользователю логически обоснованной информации о целесообразных средствах борьбы, прогнозировании их эффективности в зависимости от фактической ситуации поля [9].

Для проведения полевых учетов и обработки первичной информации разработана база видового состава и структуры доминирования вредных организмов в посевах зерновых культур (БД ВСВО). В соответствии с опубликованными рекомендациями «Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков» (Барановичи, 1998) для большинства вредных объектов приводится система наблюдений и учетов фитосанитарного состояния зерновых культур в соответствии с фазой развития растений. В зависимости от складывающейся фитосанитарной ситуации поля структура БД ВСВО построена следующим образом. С помощью алгоритмов прогноза фенологии культур определяются прогнозируемые сроки и схема учетов фитосанитарной ситуации на конкретной культуре, а с помощью комплекса алгоритмов [6] оптимизируются принимаемые решения в зависимости от складывающейся фитосанитарной ситуации поля.

Исходные параметры необходимо заполнить в разработанный нами первичный документ «Паспорт фитосанитарного состояния посевов» (рис. 2). Он содержит такие общие характеристики, как наимено-

1. Общие характеристики

Район	Минский	Вредный объект	Вредители
Хозяйство	им. Гастелло		Болезни
Севооборот	1		Сорняки
Номер участка	2		
Площадь	43		
Предшественник	Картофель		
Культура	Ячмень		
Плановая урожайность	50		

2. Вредители

2.1. Учет плотности

Фаза культуры	Объект	Дата учета	Обследовано растений	Заселено растений	Плотность
3 листьев	минер	10/05/98	50	30	80
Конец кушения	шведская муха	26/05/98			70
Конец кушения	тля	30/05/98	50	25	30

2.2 Учет состава популяции

Имаго	Яйцо	Личинка 1-го возраста	Личинка i-го возраста	Куколка
30	120	30	0	0

3. Болезни

Фаза культуры	Объект	Дата учета	Обследовано растений	Заражено растений	Степень развития
1 узла	Септориоз	26/06/98	100	20	20
3 листьев	Ринхоспориоз	19/05/98	100	80	80

4. Сорняки

Фаза культуры	Дата учета	Видовой состав	Плотность
Конец кушения	20/05/98	Чистец болотный	48
	20/05/98	Ромашка непахучая	30
	20/05/98	Мятлик однолетний	39
	20/05/98	Гореч птичий	23
	20/05/98	Щетинник сизый	40
	20/05/98	Просо куриное	35
	20/05/98	Гореч шероховатый	20

Рис.2. Паспорт фитосанитарного состояния посевов

вание района, хозяйства, год возделывания, севооборот, поле, номер участка и его площадь, возделываемая культура и ее предшественник, сорт, планируемая урожайность. Для вредителей и болезней в документе введены такие показатели, как наименование объекта, фаза культуры, дата учета. При необходимости предусмотрена возможность его заполнения для вредителей такими показателями, как плотность на единицу учета или состав популяции, для болезней — степень ее развития.

Для сорной растительности определены такие реквизиты, как фаза культуры, дата учета, видовой состав сорняков и их плотность на квадратный метр. Процедура заполнения «Паспорта фитосанитарного состояния посевов» достаточно проста, поскольку использует систему встроенных окон с имеющейся нормативно-справочной информацией. Например, необходимо заполнить БД ВСВО по сорнякам. В верхней части документа «Общие характеристики» пользователю необходимо набрать лишь числовые данные (номер участка, севооборот, площадь и плановая урожайность), поскольку другие реквизиты (культура, предшественник, вредный объект) выбираются путем отметки курсором из соответствующего справочника. Для заполнения нижней части документа пользователю необходимо набрать такие числовые данные, как дата учета и плотность сорняков, так как фаза культуры и видовой состав сорной растительности отражаются на дисплее в виде соответствующей нормативной информации. Для вредителей и болезней в нижней части предложенного документа пользователю необходимо заполнить количество обследованных и заселенных (зараженных) растений. Для функционирования регламентных задач предусмотрена возможность заполнения документа при учете состава популяции вредного объекта.

Для функционирования БД ВСВО под управлением системы управления базой данных «ACCESS» реализован запрос «Культура - фаза культуры - вредный объект - метод учета, единица измерения». Пользователь делает этот запрос с помощью алгоритма, составленного по принципу модели структурного дерева: «Культура - фаза культуры - вредный объект - метод учета». При организации поиска каждая вершина построенного нами структурного дерева решений видна на дисплее ПЭВМ. Ветвления от вершин соответствуют альтернативным ответам на вопросы пользователя. Программное обеспечение алгоритма осуществляет переход от вопроса к вопросу до тех пор, пока не будет найдено целесообразное решение или исчерпаются возможности перехода от одного иерархического уровня к другому.

Такой подход удобен, поскольку имитирует процесс принятия решений при выборе одной из альтернатив. Например, пользователю необходимо в БД ВСВО получить методику учета и единицу измерения при проведении учетов шведской мухи в фазу «3-й лист». При выходе в заданный режим система предлагает пронумерованный список культур, причем в

данном случае курсором необходимо отметить последовательно «Зерновые», «Ячмень», «Фаза-3-й лист». После этого осуществляется переход в основное «меню», где в первой строке экрана высвечиваются выбранные показатели. При повторном входе в режим «вредный объект» программное обеспечение включает в список для выбора только те значения, которые совместимы с ранее выбранными. При дальнейшей работе на дисплее высвечивается метод и единица измерения — «Кошение сачком (по 25 в 4-х местах)». Если пользователь отказывается от дальнейшего просмотра, система запомнит необходимые реквизиты для всех названных запросов. Кроме этого основного запроса для управления фитосанитарной ситуации осуществляется выбор полей с плотностью вредного объекта выше заданной величины, которая может выступать в качестве экономического порога вредоносности (ЭПВ) или эколого-экономического порога целесообразности (ЭЭПЦ) вредных объектов. Для оценки фитосанитарной ситуации региона рассчитываются средневзвешенные показатели по объектам за определенный период. Для долгосрочного и многолетнего прогнозов осуществляется выборка по годам за ряд лет, в разрезе административных регионов (поле, хозяйство, район, зона обслуживания ПСП, область, республика). Разрабатывается также запрос, касающийся получения площадей с различными градациями заселенности, процента заселенности растений, средних, максимальных показателей по каждой стадии, культуре и в целом по региону, расчета коэффициента заселения. Возможности СУБД «ACCESS» позволяют отразить эти характеристики в графической форме и в виде различных диаграмм.

Общий методический подход к построению конкретного типового алгоритма представлен в [5]. Однако в соответствии со спецификой решения и целевым назначением каждой задачи их необходимо объединить в локальные группы, каждая из которых будет характеризоваться типовым методом их решения и используемыми средствами. К первой группе следует отнести задачи тех предметных областей, где возможно использование традиционных методов и структура данных логически определена. Это задачи фитодиагностики, баз данных различного целевого назначения, используемые для консультаций специалистов различных уровней управления службы защиты растений и т.п. Поиск решения здесь осуществляется на основе построенных деревьев решений. При использовании этого подхода в алгоритме протоколируется последовательность вопросов, задаваемых пользователю. Такой протокол представлен в виде дерева, каждая вершина которого является вопросом пользователя, а ветвления, исходящие из вершин, соответствуют альтернативным ответам на вопросы и ведут, в свою очередь, к новым вопросам. Алгоритм осуществляет переход от вопроса к вопросу до тех пор, пока не будет найдено компромиссное решение.

Структура типового алгоритма фенологического прогноза предполагает реализацию нескольких эта-

пов. На первом этапе методом классического корреляционного анализа устанавливаются зависимости между длительностью межфазных периодов и температурными показателями. На втором этапе с помощью регрессионного анализа рассчитываются эти зависимости, определяется значимость входящих в регрессионное уравнение переменных. Для различных уровней управления и вредных объектов целесообразно использовать следующие структуры знаний. Для вредителей это структура — «Отправная точка прогноза — длительность межфазных периодов — критерий борьбы по фенологии вредителя». Для оптимизации сроков проведения учетов на поле на основе прогноза фенологии культуры необходимо использовать структуру знаний — «Фаза культуры - объект - защитные мероприятия (метод учета) - условия их проведения». Для сигнализации сроков борьбы в регионе использовали структуру «Динамика сева в регионе — длительность межфазных периодов культуры — критерий борьбы по охвату территории соответствующей фенофазой культуры» [4].

Для задачи районирования территорий по фитосанитарным и экологическим характеристикам необходимо использовать программное обеспечение по кластерному анализу. В общем виде ее решение предполагает установление правил отнесения объектов к одному или нескольким классам на основе определения некоторого набора его признаков. При этом наиболее эффективным применением кластерного анализа оказывается в условиях отсутствия априорной информации, когда заранее неизвестно ни исходное распределение объектов, ни их классы, возможное число и описание. Алгоритм в общем виде состоит в первоначальном определении максимально допустимого и минимально возможного числа классов. После разделения объектов на максимальное число кластеров необходимо объединить два самых близких кластера, тем самым уменьшив их количество на единицу.

За основу долгосрочного прогноза динамики популяции вредителей берется их состояние после прекращения массовых опрыскиваний. Учитывая основное целевое назначение данного вида прогноза, планируемые объемы защитных мероприятий основываются на определении площадей и кратности опрыскиваний. В зависимости от динамики популяции вредителей и агрометеорологических показателей находятся функциональные уравнения определения выше-названных параметров. Для их расчета в конкретном сезоне по фенологическому прогнозу определяются сроки необходимых маршрутных обследований и учетов на стационарных участках ПСП. Показатели заселенности площадей, которые определены по данным маршрутных обследований в прогнозируемом интервале, служили основой прогнозируемых объемов защитных мероприятий в регионе.

Для составления многолетнего прогноза в качестве методического подхода к построению логической модели служило положение о том, что рассматриваемая динамика популяции вредителя в регионе содержит

три основные компоненты. Основная тенденция развития вредителя (трендовая компонента) определяется биотическими факторами популяции и сложившейся стратегией управления вредителем. Межгодовые колебания динамики популяции вредителя обусловлены соответствующей изменчивостью метеорологических факторов. Случайные колебания небольшой интенсивности описывают ошибки определения состава популяции вредителя в полевых условиях [3].

Алгоритм обработки данных существующей отчетности упрощает процедуру составления отчетов за счет ликвидации арифметической обработки первичных документов, увеличивает достоверность представляемой информации, ориентирует пользователя на управляющий характер информационных потоков. Использование существующего экономического порога вредоносности вредного объекта в алгоритме дает возможность оперативно оценить площади, подлежащие обработке пестицидами. Применение графического отображения информации дает пользователю наиболее удобные выходные формы.

Целью разработки информационного обеспечения системы управления агроценозами являлось создание необходимых предпосылок ее функционирования в реальных условиях. Для того, чтобы успешно выполнять эту сложную функцию, информационное обеспечение разрабатывалось с учетом ряда требований и критериев. Важнейшими из них являлись: обеспечение достаточной по объему и одновременно минимальной информации; ее достоверность и точность; своевременность сбора, передачи и обработки входных данных; максимальная степень использования конечных результатов.

Анализ систем управления показал, что на республиканском уровне управления в оперативном режиме можно получить достаточно репрезентативную агрометеорологическую информацию. Здесь же с помощью технических средств диспетчерской службы осуществляется сбор данных статистической отчетности, в частности, информация о ходе посевных работ. Наличие исходной информации, а также функциональных зависимостей развития вредных организмов от исходных показателей позволяет с минимальными затратами прогнозировать сроки обследований по основным вредным объектам. Имеется также возможность оповещения соответствующих подразделений через республиканскую лабораторию фитосанитарного мониторинга и уточнения поступающей фенологической и гидрометеорологической информации. С учетом этого информационное обеспечение управления фитосанитарной ситуацией агроценозов на республиканском уровне следует представить в виде следующей схемы (рис. 3). Движение информационных потоков здесь должно осуществляться: по вертикали — по иерархическим уровням системы, по горизонтали — внутри уровней.

Согласно данной схеме в республиканском НИИ на персональной ЭВМ целесообразно обрабатывать опытные данные, на основании которых в соответ-

ствии с предложенной методологией осуществляется построение типовых алгоритмов по основным вредным объектам. Используя входные данные, поступающие из Минсельхозпрода РБ, управления гидрометеорологии, службы защиты растений на региональном уровне, необходимо обрабатывать первичную информацию для получения прогнозируемых показателей о сроках обследований в сезоне. Важно подчеркнуть, что такие расчёты могут производиться непосредственно в НИИ защиты растений, поскольку архитектура и объём памяти современных ПЭВМ позволяют в настоящее время оперировать с необходимым количеством информации.

Обработка первичной информации в республиканском НИИ защиты растений позволит привлечь ведущих специалистов в качестве экспертов для совместного анализа выходной информации, в кратчайшие сроки ввести необходимую корректуру, при необходимости оказать консультативную помощь при обследовании и анализе фитосанитарной ситуации. Использование соответствующих математических методов интерполяции позволяет значительно расширить и дополнить выходные показатели. Наличие нормативно-справочной информации и специалистов различных направлений даёт возможность республиканскому НИИ защиты растений самостоятельно разрабатывать типовые алгоритмы управления фитосанитарной ситуацией поля. Используя имеющуюся в наличии систему оперативного управления областных управлений сельского хозяйства имеется возможность доведения выходных параметров алгоритмов республиканского уровня управления до областей и районов.

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что наиболее приемлемой информационной моделью управления фитосанитарной ситуацией поля и региона яв-

ляется ее реализация для внутрихозяйственного и регионального уровней управления. На каждом структурном уровне система управления должна осуществлять соответствующие функции. Для реализации этих функций необходим обмен информацией между уровнями. Наиболее общими компонентами информационной модели управления являются базы гидрометеоданных, экологического нормирования пестицидов, видового и количественного состава вредных объектов, базы знаний о защитных мероприятиях и целесообразности их применения. На их основе построены комплекс типовых алгоритмов управления фитосанитарной ситуацией агроценозов. Для создания программного обеспечения типовой модели управления фитосанитарной ситуацией поля и региона необходимо выбрать наиболее важные объекты, для которых в первую очередь необходима разработка исследовательского прототипа системы управления фитосанитарным состоянием агроценозов в соответствии с предложенной выше структурой и единым интерфейсом системы. Разработка функциональной структуры базы данных видового и количественного состава и использование основных алгоритмов типовой модели управления фитосанитарной ситуацией агроценозов при проведении защитных мероприятий даст возможность создать программными средствами единую интерфейсную оболочку этой модели для большинства культур и комплекса вредных объектов.

Литература

1. База данных для экологического нормирования пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве/ Самерсов В.Ф., Карташев В.Н., Трепашко Л.И. и др. — Минск: БФ ВНИТЭИагропром, 1994. — 4 с.
2. Захаренко В.А., Ченкин А.Ф. Концепция фитосанитарного мониторинга агроценоза в связи с экологизацией защиты растений//Агрохимия. — 1996. — №2. — С.76-83.

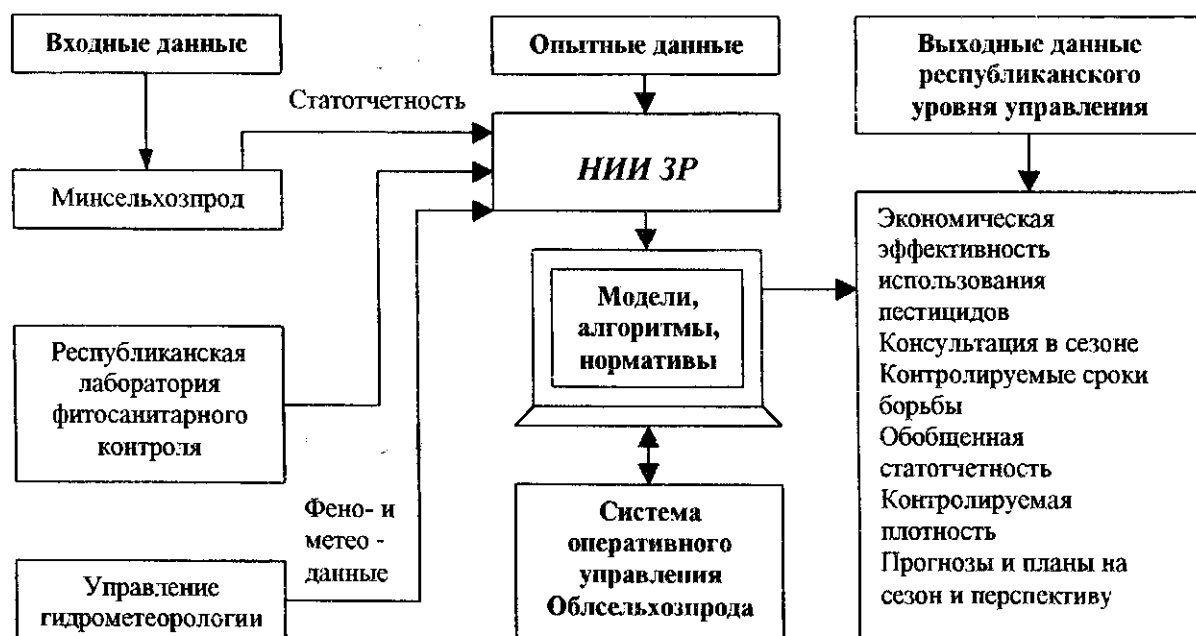


Рис.3. Модель информационного обеспечения управления фитосанитарной ситуацией агроценозов на республиканском уровне

- 3.Карташевич В.Н. Модель многолетнего прогноза динамики популяции колорадского жука // Сб.науч.тр./Белорус. НИИ защиты растений.—1994.— Вып.18.— С.176-183.
- 4.Карташевич В. Н. Типовой алгоритм фенологического прогноза//Сб.науч. т./ Белорус. НИИ защиты растений.—1994.— Вып.20.—С.212-219.
- 5.Карташевич В.Н. Методический подход к реализации типовых алгоритмов в защите растений // Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий: Тез. докл.международной науч.-техн. конф.— Минск: 1998.— С.32-35.
- 6.Разработка и внедрение типовой информационно-вычислительной системы по рациональному применению средств защиты растений в интенсивной технологии возделывания зерновых культур: Метод.указания/Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н., Трепашко Л.И. и др.—Минск: БелНИИНТИ, 1991.—52 с.
- 7.Самерсов В.Ф.,Карташевич В.Н. Основы создания автоматизированного рабочего места специалиста по защите растений //Вестн. с.-х. науки. — 1989.— №11.— С.71-78.
- 8.Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н. Структура информационно-вычислительных систем //Защита растений.— 1990.— №9.— С.6-9.
- 9.Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н. База знаний о защитных мероприятиях // Защита растений. — 1991.— №11.— С.15-16.
- 10.Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н. Проблемы и пути внедрения современных средств информатики в практику //Весці ААН Беларусі.—1993.—№1.—С.118-122.
- 11.Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н. База гидрометеорологических данных на персональных компьютерах для прогнозирования защиты растений и снижения пестицидной нагрузки.— Минск: БФ ВНИИТЭИагропром,1993.— 4 с.
- 12.Самерсов В.Ф., Карташевич В.Н. Принципы построения системы управления фитосанитарной ситуацией поля и региона//Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий: Тез. докл. международной науч.-технич.конф.—Минск: 1998.—С.28-31.
- 14.Сидорович В.А., Синкевич А.Г., Прохорчик В.С. Информационные технологии в АПК Республики Беларусь/ Весці ААН Беларусі.—1998.—№2.—С.58-62.
- 15.Экономические и организационные основы управления фитосанитарным состоянием агроценозов. Методические указания. —Москва: РАСХН, 1994.—38 с.