

МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 631.671.1

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ГИС «МСХО»

Н.К.Вахонин, кандидат технических наук
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: мелиоративный сельскохозяйственный объект, информационная система, ГИС, GPS-съемка, данные дистанционного зондирования, мониторинг, книга истории полей

Введение

Перевод сельского хозяйства и составной его части капиталоемких мелиоративных мероприятий на экономические критерии может быть осуществлен только при условии перехода планирования, проектирования и реализации бизнес-процессов в мелиорации и сельхозиспользовании с нынешнего преимущественно бумажно-ручного способа на использование современных информационных технологий. Без этого невозможно надежное информационное обеспечение и осуществление многовариантных расчетов для выбора оптимальных решений, контроля их эффективности после реализации.

Мелиоративные сельскохозяйственные объекты (МСХО) включают четыре неразрывно связанные подсистемы: мелиоративная сеть, мелиорированные земли, сельскохозяйственная растительность, изменяемая окружающая среда. Для информационного обеспечения принятия решений необходимы данные по структуре, параметрам, переменным процессам во всех подсистемах МСХО. Хранение и обработка этой информации (различных ее частей) может осуществляться в различных типах информационных систем: геоинформационных системах (ArcGIS, MapInfo, AutodeskMap, Intergraph Geo и т.д.), специализированных базах данных под управлением различных СУБД (Oracle, MS SQL, Interbase и т.д.), электронных таблицах (Ecsel).

МСХО представляет собой объект с распределенными параметрами, с протекающими во времени во всех подсистемах взаимосвязанными процессами, имеющими различные характерные времена изменения: быстроизменяющиеся переменные водного, воздушного, теплового, химического режимов почв, водотоков, растений и медленно изменяющиеся под их влиянием естественно природные и искусственно созданные параметры. Исходя из этого, для организации хранения информации, служащей для оценки состояния, моделирования протекания любых процессов и принятия решений по эксплуатации, реконструкции, сельхозиспользованию МСХО эффективно использование пространственно-временной геореляционной информационной системы [1, 2], включаю-

щей ГИС для хранения структуры и параметров объекта и базу данных временных рядов для хранения быстроизменяющихся переменных процессов, с возможностью автоматизированного формирования наборов данных для дополнительных видов обработки с использованием любых программ: универсальных (Excel), специализированных (статистических, оптимизационных, прогнозных моделей и т.д.), бухгалтерских (1С, Галактика) и т.д.

Следует также отметить, что информационная система должна обеспечивать возможность хранения и обработки временных данных в двух видах представления времени: время-момент и время-интервал. Абсолютно аналогичны два вида представления пространственных данных: пространство-точка, пространство-интервал (в ArcView – это соответственно координаты, хранимые в shp файлах и линейные размеры (длина, ширина, глубина), хранимые в dbf таблицах атрибутивных данных).

1. Хранение структуры МСХО, отражающей пространственные и топологические отношения между его подсистемами и их элементами наиболее эффективно в ГИС в виде набора векторных тематических слоев точечных, линейных, площадных объектов в наиболее строгом представлении с учетом топологических связей – сетевая (проводящая и регулирующая сеть и сооружения на ней) и планарная (сельскохозяйственные поля и ограничивающие их каналы) топологии. В соответствии с этим для формирования структуры МСХО в ГИС необходимы следующие тематические слои.

А) Подсистема мелиоративная сеть:

а) каналы, реки; б) водоемы; в) шлюзы; г) трубы-регуляторы; д) переездные сооружения; е) насосные станции; ж) дренажно-коллекторная сеть; з) колодцы на дренаже; и) дамбы; к) дороги; л) любые другие сооружения в одной теме или отдельных темах для каждого типа сооружения; м) объекты с виртуальными границами – МСХО в целом.

Б) Мелиорированные земли:

а) условно принятые (виртуальные) участки земной поверхности: элементарные участки, клетки, системы, рабочие участки; б) поля севооборота агропредприятий; в) почвы; г) рельеф поверхности в нескольких возможных вариантах представления: точки замера высоты, горизонталы, матрица рельефа, TIN; д) гидрогеология.

В) Сельскохозяйственная растительность:

виды культур по годам.

Г) Внешняя среда:

а) экспликация угодий (сельхозугодья, леса, болота, населенные пункты); б) дороги; в) объекты инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий (склады, гаражи, фермы, места переработки сельскохозяйственной продукции и т.п.).

Структура МСХО может храниться в ГИС либо упрощенно в виде отдельных вышеперечисленных классов объектов (тематических слоев ArcView), либо с наиболее пол-

ной информативностью – в виде топологически связанных наборов классов (база данных геоданных ArcGIS [3]) – линейных (реки-водоприемники, проводящие каналы, коллекторы, дрены), точечных (сооружения на них), площадных (ограниченные ими поля) объектов.

Альтернативные варианты способов формирования структуры МСХО в ГИС представлены на рисунке. Формирование тематических слоев целесообразно начинать с мелиоративной сети, которая является удобной подложкой при формировании слоев расположенных на них сооружений и ограничивающих их сельскохозяйственных полей.

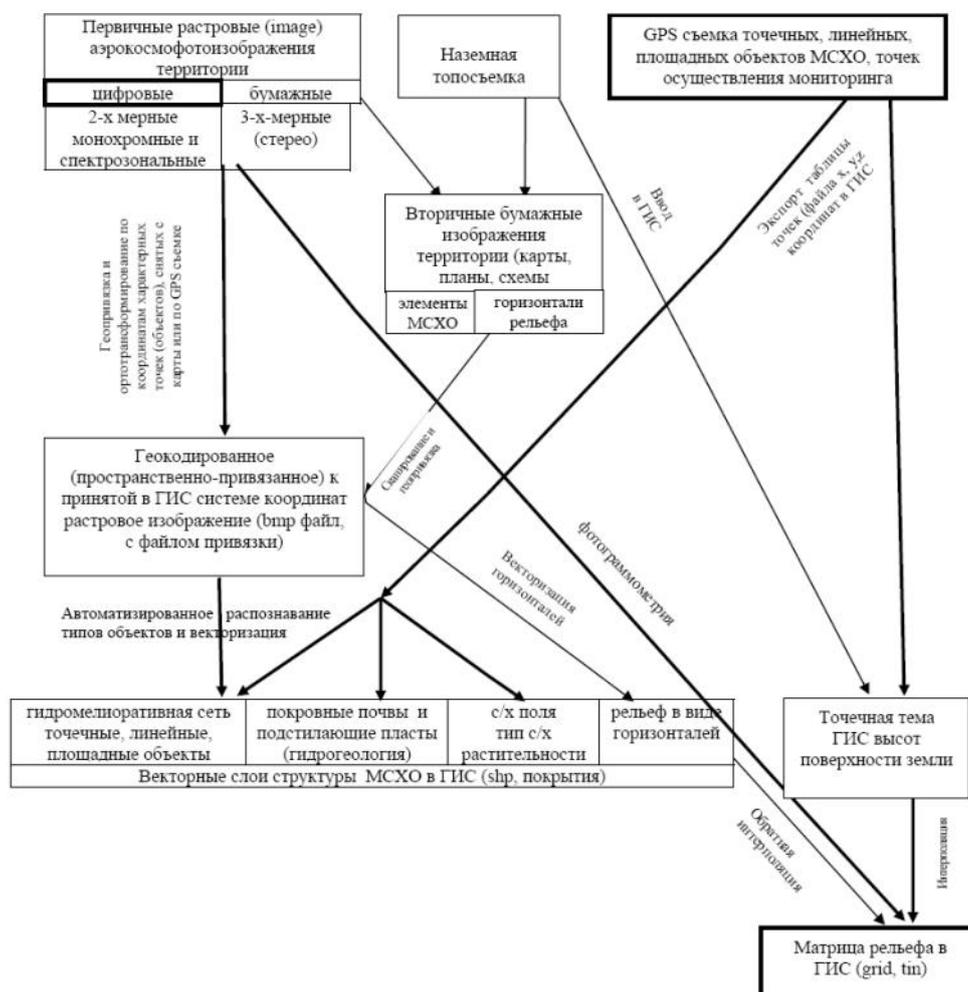
При идентификации сети каналов необходимо учитывать, что все они независимо от размеров изображаются на картах, только начиная с десяти тысячного масштаба и крупнее, а также учитывать различное их именование на топографических картах (**орографические** ????имена) и на мелиоративных картосхемах и планах (составные имена, включающие первые буквы всей сети каналов, начиная с водоприемника). В создаваемой атрибутивной таблице ГИС целесообразно создавать поля для хранения обоих вариантов имен каналов.

Следует отметить, что наиболее надежным и точным является формирование структуры МСХО по аэрокосмоснимкам достаточного уровня разрешения, так как на них непосредственно представлены все реально существующие на данный момент объекты и пространственно-топологические отношения подсистем и элементов МСХО. Тогда как на картах, схемах и планах могут присутствовать запланированные, но не построенные каналы и, наоборот, отсутствовать дополнительно прорытые при реконструкции и т.д.

Геопривязка космоснимков в ГИС наиболее точно может быть осуществлена, используя GPS позиционирование на местности хорошо распознаваемых на них характерных объектов (узлов пересечения дорог и т.п.). При последующем формировании тематических слоев векторизацией снимка, его привязка по умолчанию определяет общую для всех векторных тем координатную систему.

Формирование тематических слоев структуры МСХО (расположение объектов – подпорных сооружений, трасс каналов, контуров полей) может также осуществляться по результатам GPS съемки их координат. Следует подчеркнуть, что главной целью GPS съемки и дистанционного зондирования должно являться прямое их использование для создания тематических слоев ГИС: непосредственный экспорт определенных GPS съемкой координат в ГИС, автоматизированное, а не ручное распознавание и векторизация объектов по космоснимкам. При хранении их результатов вне ГИС и ручной обработке эффективность использования данных дистанционного зондирования и GPS съемки резко снижается.

В принципе для идентификации в ГИС структуры всей мелиоративной сети Республики Беларусь достаточно разового дешифрования набора космоснимков требуемого разрешения на всю территорию, с осуществлением последующего редактирования в



Источники пространственно-топологической информации для формирования структуры МСХО в ГИС (предпочтительные современные методы получения выделены утолщенными линиями)

соответствии с проводимой реконструкцией.

При редактировании существующих тематических слоев – нанесении новых объектов (подпорных сооружений, каналов и т.п.) они могут наноситься либо в абсолютных координатах, получаемых в результате их GPS съемки, либо в относительных координатах, принимая за начало отсчета уже имеющиеся точечные или линейные объекты (азимут и расстояние от них, или расстояния Δx и Δy от двух взаимоперпендикулярных каналов). Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки по критериям: точность измерения – затраты.

Эти же варианты привязки (в относительных или абсолютных координатах) возможны при формировании площадного тематического слоя «затапливаемые понижения» для случая их визуальной фиксации или на местности, или на космоснимках. Следует четко определить, что в этом способе непосредственного оконтуривания фиксируется не всё бессточное понижение, а площадь затопления в данный момент, соответствующая данной интенсивности поверхностного стока (обеспеченности величины осадков, талых вод или уровней воды в водоприемнике).

Другим расчетным способом (без непосредственного наблюдения затопления поверхности) является построение матрицы рельефа по результатам топосъемки земной поверхности в нерегулярной (или регулярной) сети точек, в том числе с помощью GPS приемников, автоматизированным расчетом по ней и оконтуриванием средствами ГИС бессточных понижений, определяющих предельную площадь затапливаемых понижений на рассматриваемой территории. Очевидны бесспорные преимущества для дальнейшего использования последнего способа нахождения местоположений (контуров) бессточных понижений на основе матрицы рельефа, однако при условии обеспечения высокой ее точности, для достижения чего необходима достаточная густота, особенно в местах резкого изменения рельефа, и высокая точность замера координат и высоты точек, по которым она рассчитывается.

Помимо структуры системы, представляемой графически на электронных картах тематическими слоями, в соответствующих им атрибутивных таблицах ГИС может храниться информация по параметрам (ширина, глубина канала и т.п.) этих объектов, а также по переменным протекающим в них процессам. Однако атрибутивная таблица ГИС оптимизирована на хранение данных по объектам с сосредоточенными параметрами – одного значения любого параметра, относящегося к объекту в целом (или в ограниченном числе точек – местоположений по маршруту (route), к примеру, по пикетам от устья к истоку канала), а в реальности линейные и площадные объекты МСХО имеют распределенные, непрерывно изменяющиеся в пространстве естественно-природные и искусственно созданные параметры (мощность водоносного пласта, коэффициенты фильтрации, шероховатости, ширина и глубина каналов и т.п.), к тому же изменяющиеся во времени. Очевидно, что измерение их может быть осуществлено только в дискретном числе точек, лимитируемом технико-экономическими возможностями при наземных измерениях и ценой аэро-космоснимков территории и их разрешающей способностью (размером пикселя) при использовании данных дистанционного зондирования земли.

Информационно правильным является организация в ГИС тематических слоев для хранения данных исходных точечных наблюдений с автоматизированным расчетом по ним средствами ГИС агрегированных (сосредоточенных) параметров объектов для заполнения атрибутивных таблиц тематических слоев структуры МСХО. Однако при отсутствии в ГИС тематических слоев исходных точечных наблюдений неизбежным явля-

ется «ручной» расчет агрегированных данных для занесения в атрибутивные таблицы тем структуры.

2. Организация хранения данных по параметрам и процессам в ГИС

Логическая модель информационной системы мониторинга должна отражать отношения трех его главных сущностей: вид наблюдаемого показателя – «Что», наименование (местоположение) объекта (точки) наблюдений – «Где» и момент (дата) осуществления замера – «Когда», к которым и относятся (однозначно идентифицируются) результаты замера.

В ГИС ключевой является сущность, отражающая пространственное местоположение «Где». При этом в ГИС тематические слои точек наблюдений могут организовываться по принципу:

- отдельные тематические слои точек по каждому виду измеряемых параметров (переменных процессов) МСХО сразу для всех линейных (или площадных) объектов, с указанием или без в атрибутивной таблице имени МСХО, к которому они относятся. К примеру, это слои точек наблюдений типов почв, коэффициентов фильтрации, мощности плодородного слоя, коэффициентов шероховатости канала, осадков, расходов воды в каналах и т.д.

В случаях интегрального измерения показателя, к примеру определения урожайности, не в точке, как это осуществляется комбайном с GPS приемником в точечном земледелии, а с поля в целом, «точкой» темы данного вида мониторинга является площадной объект – отдельное сельскохозяйственное поле до уровня которого сразу и «сосредоточен» параметр (урожайность);

- отдельные тематические слои точек для каждого линейного (площадного) объекта сразу для всех видов мониторинга, что, в частности, удобно в случае осуществления всех видов наблюдений в одних и тех же точках.

Хранение данных в ГИС, начиная с исходных тематических замеров в точечных темах, является основой построения эффективной информационной системы мониторинга, так как при этом обеспечивается возможность автоматизированной интерполяции точечных значений количественно измеримых данных, причем с использованием различных алгоритмов сглаживания, с получением регулярных (Grid) и нерегулярных (TIN) сеточных тем (матрица рельефа, матрица УГВ и т.п.), представлением их в виде изолиний (горизонталей, гидроизогипс, концентраций питательных элементов и т.п.) с возможностью автоматического зонирования и отображения на карте с любым желаемым шагом градации величин, а также агрегирования (запрос в теме по теме, резюмирование) до любых площадных размеров, выделяемых по любому системообразующему принципу (участок–поле–хозяйство–район, или по видам почв, или по водосборам и т.п.).

Именно таким автоматизированным образом, а не вручную должны агрегироваться данные и заноситься в качестве сосредоточенных параметров в упоминавшиеся выше тематические слои структуры МСХО, а также при создании слоев ГИС объектов все

большого уровня общности (мелиоративные объекты, мелиорированные земли и т.д.). Такая правильная организация иерархии системы мониторинга является условием эффективного редактирования данных, сохранения их целостности, взаимосвязи и возможности расширения системы до различного иерархического уровня общности, вплоть до мелиоративной отрасли и сельхозугодий республики в целом.

2.1. Точечные темы точек измерения параметров МСХО

В соответствии с вышеизложенным для площадных и линейных объектов подсистем МСХО необходимо создание точечных тем точек измерения различных параметров в подсистемах МСХО, определяющих протекание природно-технических процессов (водный, воздушный, тепловой, радиационный, химический, биологический режимы), влияющих на экономико-экологические показатели бизнес-процессов в мелиорации и сельхозиспользовании мелиорированных земель.

А) Мелиоративная сеть:

а) параметры (управляемые и неуправляемые) каналов по створам (ширина, глубина, заложение откосов, зарастание ДКР и ее характеристики, слой заиления и т.п.), данные по выполнению работ по эксплуатации, реконструкции на них по годам;

б) параметры дренажно-коллекторной сети и данные по выполнению работ по эксплуатации, реконструкции на ней по годам.

Б) Мелиорированные земли:

а) почвогрунты: тип, агрофизические, агрохимические параметры, по турам почвенных обследований;

б) пласты: водно-физические параметры (мощность, коэффициенты фильтрации, водоотдачи);

в) гидрогеологические районы питания и разгрузки;

г) отметки поверхности рельефа земли;

д) концентрация элементов, питание, гумус и т.п. по турам агрохимобследований.

В) Внешняя среда:

параметры инфраструктуры, параметры водотоков и земель, аналогичные пунктам А) и Б) на территориях, прилегающих к мелиоративному объекту.

2.2. Точечные темы мониторинга процессов (переменных состояния, входных, выходных воздействий) в подсистемах МСХО

В зависимости от решаемых задач могут быть необходимы различные переменные процессов, формирующих водный режим, урожайность культур и экологическое состояние. Их мониторинг также осуществляется в дискретной сети точек. Соответственно, в ГИС для хранения необходимы соответствующие точечные тематические слои.

А) Мелиоративная сеть:

а) водные измерения:

- наблюдения за переменными типа уровня (отметки, глубины воды)

- наблюдения за переменными типа потока (расходы, скорости воды)
- б) тепловые измерения в водотоках;
- в) химические и биологические измерения в водотоках.
- Б) Мелиорированные земли:*
- а) водные измерения:
 - переменные типа уровня (влажность почвы и воздуха, УГВ, УВК);
 - переменные типа потока (испарение, инфильтрация, подпитка, перетоки, поверхностный сток, грунтовый сток);
- б) тепловые измерения по глубине почвы и над ней;
- в) химические, биологические измерения в почве и почвенной воде;
- В) Сельскохозяйственная растительность:*
- а) фенофазы;
- б) нарастание биомассы;
- в) водные, химические, биологические показатели состояния растений;
- г) болезни, вредители сельскохозяйственных растений;
- д) используемые урожаеобразующие факторы;
- е) урожайность.
- Г) Окружающая среда:*
- а) атмосферное давление;
- б) ветер;
- в) солнечная радиация;
- д) переменные состояния в водотоках, почвогрунтах, биосфере на окружающей территории.

3. Принципы и источники формирования тематических слоев ГИС МСХО

Вышеперечисленные переменные процессов измеряются с различной периодичностью, при максимальной частоте – сутки и часы. Атрибутивные таблицы ArcView не ориентированы на хранение таких объемов данных (ограничение – 256 колонок). Агрегирование данных исходных замеров во времени и занесение в атрибутивные таблицы ГИС может осуществляться и вручную. Однако, как и для агрегирования в пространстве, агрегирование во времени для получения переменных любого иерархического уровня общности правильнее и эффективнее рассчитывать автоматизированно по хранимым в информационной системе исходным данным мониторинга. В соответствии с этим для хранения данных мониторинга реализована специализированная БД временных рядов [4], средствами которой исходные срочные замеры переменных могут быть агрегированы во времени до месячных, сезонных, годовых многолетних периодов, количество значений которых реально для хранения в вышеприведенных атрибутивных таблицах соответствующих тематических слоев.

Источниками данных по параметрам и переменным процессов в различных подсистемах МСХО являются результаты регулярного мониторинга, туров обследований, инвентаризаций, изысканий и т.п., осуществляемых различными учреждениями: агрохимслужбы – туры агрохимобследований; землеустроители – почвенные обследования, съемка рельефа; ПМС – обследования и инвентаризации технического состояния мелиоративных систем, планы и исполнительная документация по реконструкциям, ремонтным и уходным работам; проектные институты – параметры мелиоративных систем при изысканиях и рассчитанные при проектировании; гидрометцентр – входные агрогидрометеорологические воздействия; агропредприятия – сельскохозяйственное использование земель, его интенсивность и т.д.

При преобладании в настоящее время источников в бумажной форме некоторая часть данных имеется в электронном виде, в том числе и в виде тематических слоев ГИС. В частности, часть необходимых для ГИС МСХО характеристик (мелиоративные каналы, почвы и т.п.) имеется в некоторых тематических слоях, сформированной ГИС-оболочке для ряда районов Госкомитетом по имуществу, так называемой земельной информационной системы (ЗИС). Однако, так как формирование слоев ЗИС осуществлялось не под строго сформулированные задачи, то для удовлетворения информационных потребностей конкретных мелиоративных задач они нуждаются в редактировании и дополнении данными в соответствии с вышеизложенными требованиями.

Ввод данных в систему и хранение целесообразно осуществлять по месту осуществления мониторинга, т.е. формируя отдельные блоки единой распределенной информационной системы МСХО по его подсистемам и этапам жизненного цикла. При этом все они независимо от ведомственной принадлежности должны формироваться в ГИС в соответствии с вышеизложенными принципами, в результате чего обеспечивается возможность беспрепятственной интеграции по определению совместимых требуемых массивов данных, независимо от ведомств, осуществлявших их измерения. Это обеспечивает эффективное, информационно надежно обоснованное решение любых практических задач: бизнес-планирования мелиоративных мероприятий, сельхозиспользования, проектирования реконструкции, оценки их результатов посредством компоновки конкретной конфигурации тематических слоев в ведомстве, решающем конкретную задачу (проектная организация, агропредприятие и т.п.) с дополнительным привлечением необходимых для ее решения тематических слоев, сформированных различными организациями.

По характеру изменения своих пространственных размеров существующие естественно-природные и антропогенные объекты могут быть подразделены на непрерывно эволюционирующие (сельхозрастение, изменяющее свою структуру, форму и размер от посадки до уборки), дискретно изменяющиеся (перенарезка сельскохозяйственных полей по годам), частным случаем является деление-соединение объектов (к примеру, разделе-

ние подей севооборота в отдельные годы на полуполя), с неизменными во времени границами.

По занимаемому положению в пространстве объекты разделяются на динамические – перемещающиеся в пространстве и статические – с неизменными координатами; по функциональному предназначению – с постоянным и изменяющимся по годам предназначением. При одном и том же неизменном объекте может периодически изменяться его имя (названия сельхозпредприятий).

В ГИС МСХО необходимо обеспечивать хранение информации с учетом всех этих особенностей таким образом, чтобы однозначно идентифицировались сами объекты, их местоположение, основное функциональное предназначение (вид культуры) по годам, а также все атрибутивные данные, необходимые для принятия решений.

Функционально полный объект МСХО в целом имеет не изменяющиеся во времени размеры, неизменные координаты, на протяжении долгого промежутка времени не изменяющееся функциональное предназначение (осушительно-увлажнительная функция для мелиоративных систем двухстороннего действия, до момента выхода из строя увлажнительной сети, после чего они переходят в чисто осушительные системы).

Подсистема «мелиоративная сеть» включает ряд элементов точечных (управляющие устройства, мелкие сооружения), линейных (реки, каналы, дренажи), площадных (водохранилища), имеющих неизменные во времени координаты, но размеры которых могут с годами изменяться.

Основным объектом подсистемы «мелиорированные земли» являются сельскохозяйственные поля (параметры почв по турам обследований фиксируются и по более мелким площадным объектам: элементарным, рабочим участкам и т.п., которые должны храниться в первоначальном виде – автоматизированным агрегированным до размеров поля. Обычно объекты «сельскохозяйственные поля» имеют не изменяющиеся координаты и размеры. Однако в общем случае они являются дискретно изменяющимися – периодически может осуществляться их перенарезка. Получаемые новые объекты для сохранения информационной преемственности, кроме нового уникального имени каждого вновь образованного поля, должны иметь колонки с именами «полей родителей», слиянием которых они были получены. Основной характеристикой подсистемы «сельхозрастительность» является вид культуры, изменяющийся в севообороте по годам. Как правило, в пределах поля севооборота выращивается одна культура, в остальные годы оно может засеиваться частями. В этом случае, помимо имени поля, необходимо вводить колонку с дополнительными именами полчастьей (трети, четверти), занимаемых одной культурой.

Следует отметить, что в общем случае поле севооборота может в тематическом слое ГИС представляться не только геометрически единым площадным объектом, но и регионом – набором «островных», не граничащих друг с другом участков, отнесение кото-

рых к одному полю определяется тем, что в каждом году периода ротации севооборота они занимают одну культуру.

По умолчанию сельскохозяйственные процессы полагаются имеющими годичный цикл, в результате чего вид выращиваемых на полях культур, их урожайность, а также все остальные атрибутивные данные по технологиям и мониторингу однозначно идентифицируются годом. Однако, если в году выращиваются и убираются две культуры (под покров или пожнивные), то все колонки с данными в атрибутивной таблице по второй культуре должны иметь отличительный признак, к примеру дополнительную составную часть к имени типа «культура 2». Однозначная идентификация **измерений** ??? в вышеуказанных случаях обеспечивается использованием сложного ключа поле–год или даже поле–год–культура.

Конкретно уровни агрегированности объектов, наборы тематических слоев из вышеперечисленных и составы колонок таблиц атрибутивных данных должны определяться содержанием задачи (перечня задач) и соответствующих им зависимостей, информационное обеспечение которых должна обеспечивать создаваемая информационная система.

Для подсистемы *мелиоративная сеть* выделяются ГИС трех уровней генерализации. На верхнем уровне общности принятым Законом «О мелиорации земель» от 23.07.2008 г. вводится требование учета мелиоративных систем посредством их паспортизации. Единый реестр всех систем от района до республики в целом может быть реализован в ГИС одним площадным тематическим слоем «паспорта мелиоративных систем», в качестве площадных объектов в нем выступают отдельные мелиоративные системы в целом. Атрибутивные данные представляют собой характеристики, генерализованные до уровня объекта в целом. Минимальный состав колонок регламентирован в Законе «О мелиорации земель» и может быть дополнен любыми другими, как агрегированием, так и более детальными характеристиками объектов. Генерализованная до такого уровня информация предназначена не для конкретного расчета системы или ее элементов, а для общей оценки состояния, формирования отчетно-статистических документов (вид системы, год строительства, площадь, протяженность сети, сметная стоимость). Этот наиболее общий уровень агрегированности системы ориентирован на органы управления сельским хозяйством и мелиорацией.

Второй уровень системы ориентирован на информационное обеспечение принятия решений по планированию уходовых и ремонтных работ на каждом конкретном мелиоративном объекте и контролю их реализации, для чего необходима информация по проектному и текущему состоянию сети, осуществляемых ежегодных мелиоративных мероприятиях (вид, объем, конкретные участки исполнения). В Законе о мелиорации к нему относятся два понятия: инвентаризация (раз в 5 лет), обследования (ежегодно). Конкретный состав тематических слоев и соответствующих им атрибутивных данных зависит от **используемой в расчетах модели, определяющие параметры, требующиеся для осуществления расчетов** ??????. Очевидно, что для планирования уходовых-ремонтных работ и контроля их осуществления (балансов и стоимости удаления заиления, древесно-

кустарниковой растительности и т.д.) необходима детализация тематических слоев до уровня отдельных элементов и точек (поперечных сечений) осуществления замеров (толщина слоя наилка, густота ДКР по каждому откосу и т.п.) для каждого мелиоративного объекта, формирование которых должно проводиться в соответствии с вышеизложенными принципами хранения в ГИС данных по структуре и параметрам систем. Очевидно, что формирование этой части информационной системы целесообразно осуществлять по месту планирования и реализации эксплуатационных работ – районных предприятиях мелиоративных систем.

При этом информация по техническому состоянию и эксплуатационных мероприятий по отдельным отчетам может автоматизированно генерализоваться до районного, областного и республиканского уровня. В случае осуществления управления водным режимом с помощью подпорных сооружений по алгоритмам, включающим переменные процессы, дополнительно необходима организация вышеописанных тематических слоев для хранения требующихся для расчета переменных состояния.

Третий, наиболее детальный блок информационной системы, должен реализовать информационное обеспечение проектирования. Он должен включать данные по процессам и параметрам, требующимся при осуществлении и расчетах по реконструкции и ремонтам мелиоративных систем. Организация его целесообразна в проектных институтах. Очевидно, что при решении конкретных задач планирования и проектирования должен осуществляться автоматизированный обмен данными (shp файлами) между всеми подсистемами.

Автоматизированная Книга истории полей, предназначенная для ведения в агропредприятиях, дополненная тематическими слоями по турам обследований земель, является исчерпывающим информационным обеспечением по комплексу мелиорированные земли и сельскохозяйственная растительность, необходимым для оптимизации сельскохозяйственного использования, оценки эффективности использования любых урожаеобразующих факторов (мелиорации, внесения удобрений, средств защиты и т.п.).

Повсеместное ведение автоматизированной Книги истории полей превращает производственные посеы в единый непрерывный эксперимент на всех сельскохозяйственных полях сразу. При этом, если распространение результатов деляночных опытов возможно только на поля с аналогичными условиями, доказательство чего необходимо осуществлять с учетом всего набора урожаеобразующих факторов в совокупности (тип почвы, водный, воздушный, тепловой, пищевой режимы и т.п.), что представляет отдельную проблему, то при ведении Книги истории полей фиксируемая урожайность автоматически интегрирует влияние на урожай всех естественных условий каждого конкретного поля, причем при различных погодно-климатических воздействиях за ряд лет. В результате этого получение многофакторной зависимости урожайности для каждого поля упрощается в связи с необходимостью учета в них исключительно управляющих урожаеобразующих воздействий (сроки сева, вносимые удобрения и т.д.), генетически однородные выборки для получения которых представляются данными по каждому полю-культуре за многолетие. При этом с течением лет и удлинением статистического ряда по урожайно-

сти на данном поле, точность получаемой по нему многофакторной зависимости растет. Очевидно, что при решении основной практической задачи сельхозиспользования: размещения культур по полям по годам и выбора интенсивности их выращивания – распределения средств по урожаеформирующим факторам (дозы удобрений, формирующие пищевой режим, параметры мелиоративных систем, формирующие водный режим и т.д.) использование в расчетах реальных многофакторных зависимостей урожая каждого конкретного поля–культуры обеспечивает качественно более эффективный способ в сравнении с условиями принятия их по аналогии. Для решения более общих задач оптимизации деятельности агропредприятия в целом логистике требуются дополнительные слои ГИС по инфраструктуре, транспортной сети и т.д.

Для реализации вышеупомянутых информационных систем для различных подсистем МСХО могут использоваться ГИС с различным уровнем функциональности. В настоящее время на уровне ПМС и агропредприятий решение задачи не требует поддержания топологии, использование поддерживающих ее наиболее дорогостоящих ГИС типа ArcGIS избыточно по функциональности, предельно сложно для неподготовленных пользователей. Поэтому на первом этапе достаточно использования ArcView, а для ввода и редактирования данных разработанной специализированной light-версии ГИС «Shpedif [5], имеющей набор словарей для автоматизации ввода данных.

Выводы и предложения

1. Автоматизированная система информационного обеспечения принятия решений по мелиорации должна охватывать все подсистемы и этапы жизненного цикла: мелиоративную сеть, земли, растительность, окружающую среду при планировании, проектировании, эксплуатации на основе ГИС и БД.

2. Автоматизированная система должна быть распределенной с формированием отдельных блоков по месту сбора информации (ПМС, агропредприятия, агрохимслужба и т.п., по сформулированным типизированным правилам хранения данных по структуре, параметрам, переменных процессов в тематических слоях ГИС, что обеспечивает возможность автоматизированной интеграции данных различных ведомств, необходимых для решения любых конкретных задач.

3. Информационная система должна организовываться, начиная с хранения в ГИС данных исходных замеров в точках, с обеспечением автоматизированного формирования, использованием их тематических слоев, объектов и соответствующих им атрибутивных данных, агрегированных в пространстве (поле–МСХО–район–область и т.д.), во времени (день–месяц–год–многолетие и т.д.) и по функциональности (культура–тип культур и т.д.) до любого иерархического уровня общности.

4. Для формирования в ГИС структуры подсистем МСХО, данных по их параметрам должны использоваться современные способы получения пространственно-топологической информации, GPS съемка, данные дистанционного зондирования высокого разрешения, являющиеся эффективными не при «бумажно-ручном» использовании, а именно при автоматизированном формировании ГИС.

5. По подсистеме *мелиоративная сеть* целесообразны три уровня детализации информационной системы на ГИС основе: реестр мелиоративных объектов (паспортов) для министерского уровня, имеющий справочно-статистический характер; система хранения результатов инвентаризаций и обследований по всем элементам мелиоративной сети, параметров реализованных мелиоративных мероприятий, предназначенная для планирования уходных и ремонтных работ по каждому мелиоративному объекту – кадастр технического состояния, формируемый и наполняемый на уровне предприятия мелиоративных систем.

Информационная система по параметрам и процессам, формируемая в проектных организациях для обеспечения проектных расчетов по реконструкции ????

Особую актуальность имеет повсеместная организация ведения в хозяйствах разработанной автоматизированной Книги истории полей, являющейся основой «практически бесплатного» (информация в хозяйствах собирается, но безвозвратно теряется и нужно только сформировать ее в ГИС), качественно более высокого уровня обоснованности выбора решений по сельхозиспользованию мелиорированных земель, а также контроля эффективности инвестиций в мелиоративные мероприятия, удобрения и т.д.

Литература

1. Вахонин, Н.К. Автоматизированная георегиональная система информационного обеспечения принятия решений в агропроизводстве на основе мониторинга./ Н.К.Вахонин// Стратегия формирования информационного общества в Республике Беларусь. 2003. – С.209-212.
2. Вахонин, Н.К. Проблемы перехода на экономические критерии при принятии решений по мелиорации и сельскохозяйственному использованию мелиорированных земель/ Н.К.Вахонин // Мелиорация. – 2010. – №1(63) – С. 5-15.
3. Бос, Б. Построение **Баз Геоданных** ???/Б.Бос, С.Крозиер, Г.Кларк, А.Макдональд. ESRI. 1999. – 426 с.
4. Вахонин, Н. К., Сороговец ?
5. Вахонин, Н.К. Развитие геоинформационных средств для информационного обеспечения принятия решений по реконструкции и сельхозиспользованию мелиорированных земель / Н.К.Вахонин, В.В.Бонцевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1(55).– С.5-11 .

Summary

Vakhonin N. Principals of organization of spatially distributed data agricultural reclamation in the system of information support of decision-making

Methodological principles of information system and environmentally sound decisions and assess the effectiveness of their implementation in the reclamation and crop production – GIS “Reclamation agricultural objects” are developed on the basis of system analysis.

In detail the organization of storage of information on the structure, parameters, variables of processes, reclamation objects, methods and sources of information, including remote sensing and GPS surveys are presented. Levels of unified information system, the subjects forming them (agribusinesses, PMS, design institutes, the Ministry) are allocated. The principles of their information on the basis of automated aggregation on initial observation data are substantiated.

Поступила 12 августа 2015г.