

# **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ с дистанционным потоком информации**

Москва – 1990

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

Географический факультет

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
С ДИСТАНЦИОННЫМ ПОТОКОМ ИНФОРМАЦИИ.  
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ  
НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

Под редакцией Ю.Г.Симонова

Издательство Московского университета  
1990

Геоинформационные системы с дистанционным потоком информации.  
Географическое обеспечение управления народным хозяйством / Под ред.  
Ю.Г. Симонова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. — 182 с., 23 ил.  
ISBN 5-211-02393-5

В сборнике статей "Геоинформационные системы с дистанционным потоком информации. Географическое обеспечение управления народным хозяйством" обобщены результаты исследований авторского коллектива ППГЭ географического факультета за последние пять лет. Сборник посвящен проблемам организации географической информации для обеспечения управления народным хозяйством. Он может быть полезен как научным работникам, занимающимся теоретическими проблемами создания геоинформационных систем для целей управления, так и работникам-практикам.

Рецензенты: д-р геогр. наук В.С.Тикунов,  
канд.геогр. наук Г.А.Зайцев

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Московского университета

077(02) - 90 - заказное  
ISBN 5-211-02393-5

© Московский государственный  
университет, 1990

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый сборник статей является продолжением монографии "Космическая география. Полигонные исследования", опубликованной в 1988 г. В сборнике представлены результаты исследований того же коллектива авторов, но главное внимание уделяется проблемам создания геоинформационных систем (ГИС), информационное обеспечение которых будет базироваться не только на космических данных, хотя они остаются одним из важных информационных потоков. Создание таких геоинформационных систем — дело ближайшего будущего. Уже разработаны их принципиальные схемы, ориентированные на существующие системы технических средств. Опыт создания подобных систем имеется у нас в стране и за рубежом. В настоящее время, однако, у нас в стране этот опыт имеет явно выраженную ведомственную направленность. Эффективность работы таких ГИС низка, так как данные не стандартизированы, а функционирование систем определено техническими возможностями, которые имеются "под рукой" у авторов локальных проектов, поэтому они не справляются с задачами, которые встают перед нашей страной на данном этапе ее развития. Авторы сборника в течение многих лет работают над общей концепцией ГИС. Результаты этих исследований неоднократно докладывались на конференциях и совещаниях и публиковались в виде тезисов. Однако ряд аспектов создания ГИС в печати освещался, так как они были побочным результатом конкретных исследований, которые проводились по поручению Госкомгидромета в связи с проектом создания космической геоинформационной системы. В данном сборнике рассматриваются задачи создания региональных географических систем, но не исключается использование космической информации.

В силу этого мы считаем целесообразным начать сборник с рассмотрения географических оснований создания региональных ГИС, затем привести результаты специального географического районирования и на примере европейской территории СССР показать, как ее природно-хозяйственные особенности предопределяют возможное пространственное размещение учреждений региональной геоинформационной службы, и только после этого перейти к описанию принципиальной схемы региональной ГИС и особенностям ее функционирования.

В сборнике рассматриваются как теоретические проблемы, так и конкретные предложения и разработки, которые могут быть полезны для

обоснования концепции региональных геоинформационных систем и для проектирования конкретных их блоков. Вместе с тем сборник статей, как бы тщательно он не был спланирован, имеет определенные рамки, и его материалы еще нельзя назвать проектными. Для более высокого уровня исследований необходимо более конкретное техническое обоснование ГИС, которое часто делают специалисты другого профиля. Поэтому в публикуемых материалах мы старались выдвинуть такие аспекты проблемы, которые могли бы привлечь внимание к собственно географическим ее основаниям, заинтересовать не только географов, но и тех специалистов, которые занимаются созданием и проектированием технических средств, не видя всей проблемы в целом, не имея на эту систему научно обоснованного специального заказа.

Наряду с чисто прикладными результатами авторы этого сборника подводят очередной итог многолетней теоретической работы одного из комплексных коллективов географов Московского университета.

Авторы выражают свою признательность сотрудникам отделения географии ИГФ АН УССР, УкрНИИОЗ, Херсонского филиала агропромышленного комитета, Херсонского филиала Укрземпроекта, Всесоюзного института защиты растений, Верхнерогачикского и Великолепетихинского районных агропромышленных объединений и совхоза "Рогачик" за предоставление необходимых материалов.

Авторы благодарят за помощь в подготовке сборника Н.А. Евланову, Л.М. Девейкис, Т.Н. Непоклонову, Т.Н. Телушкину, Т.М. Чернышеву, И.Ю. Щевляхову.

Ю.Г.Симонов

## ГЕОГРАФИЯ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Радикальная экономическая реформа, демократизация и гласность нашего общества, возрастающая активность общественного мнения, особенно в области экологии, выдвигают перед наукой новые задачи, решать которые надо быстро и фундаментально. Есть среди этих задач и собственные задачи географии. Теперь уже можно говорить, что кроме тех фундаментальных проблем, которые всегда решались географами, возникли новые, требующие особого внимания ученых. Если к первым всегда относилось раскрытие сущности явления, то вторые связаны с эффективным использованием научных знаний, которые были накоплены наукой на всем предыдущем этапе ее развития. Как известно, специальные географические знания охватывают происхождение и историю развития природы, хозяйства и населения, которые существуют на поверхности нашей планеты и взаимодействуют друг с другом. В результате этого взаимодействия образовались конкретные их ассоциации — территориальные комплексы, которые, по существу, представляют собой среду существования общества с ее тремя взаимосвязанными природной, хозяйственно-технологической и социальной составляющими. Эти три главных аспекта тесно связаны друг с другом. И теперь уже становится очевидным, что любое изменение этой среды обязательно имеет природные, хозяйственно-экологические и социальные последствия. Так, естественные колебания климата неизбежно сказываются на эффективности различных видов производств и прежде всего — на производстве продуктов питания и сырья. Изменение природной среды в результате производственной деятельности человека выросло теперь в целую экологическую проблему. Изменение технологий, как результат решения экономических и социальных проблем, приводит к заметному изменению хода природных процессов.

Важно подчеркнуть взаимосвязанность этих изменений и неоднозначность возможных последствий, так как одно и то же изменение любого элемента этой триединой системы в различных географических условиях дает неодинаковый эффект. Последний может сопровождаться и нежелательными побочными явлениями. Казалось бы, это про-

тые истины и о них не следует писать, но невнимательное отношение именно к ним оборачивается бедой. И люди начинают осознавать это лишь в экстремальных, а иногда и катастрофических ситуациях.

Вот совершенно свежий пример: 17 апреля 1989 г. в Татарской АССР в 5 ч 22 мин по местному времени произошло землетрясение силой в 5–6 баллов. Явление, не принесшее крупных разрушений и жертв, вызвало большое общественное волнение, причиной которого, на наш взгляд, было отсутствие у общественности необходимой информации. Казалось бы, одна из центральных областей Восточноевропейской равнины. Это не Армения, расположенная в современных быстрорастущих Горах. Откуда здесь сейсмическое явление? И мало известно, что это одна из активных геологических зон, в которой есть свои области опускания и поднятия. В этой области давно и интенсивно эксплуатируются богатства недр. Созданы и функционируют два крупных водохранилища — Куйбышевское и Нижнекамское. Этот район густо населен, и в его пределах размещается большое количество промышленных предприятий. Добыча нефти сопровождается изменением объемов пород — идет их уплотнение, изменяется режим подземных вод, что не может не вызывать изменения напряженности горных пород. На это накладывается динамическая нагрузка, возникающая от изменения объема (а стало быть, и веса) воды при "сработке" уровней обоих водохранилищ. И это тоже тривиальная ситуация. Но удивительным является то, что эта простая взаимосвязь явлений не находится под постоянным вниманием должностных лиц. А возникающий у общественности вопрос — можно ли в этом случае продолжать строить Татарскую АЭС, особенно, если она расположена в пределах растущего Татарского свода в зоне активного Камского глубинного разлома земной коры, — не получает ответа несмотря на высокую научную изученность этого природного феномена. Естественно, дополнительно встает обоснованный вопрос о том, как же был утвержден проект АЭС и кто должен нести за это ответственность? И самое главное, следует ли продолжать строить АЭС, и снова с неоправданными грандиозными затратами? Вероятно, со временем будет получен ответ и на эту серию вопросов.

Но уже сейчас очевидно, что для своевременного получения ответа на эти или подобные вопросы, необходима служба информационного обеспечения, в которой накапливается бы и обрабатывался систематический материал о природе, хозяйстве и населении малых и больших территорий. Естественно, такая служба должна быть построена по региональному принципу и включать некоторый комплекс информации, рациональный объем которой должен быть научно обоснован. Кроме того необходима система образовательно-воспитательных мероприятий, главная цель которых заключалась бы в постоянном напоминании са-

мых очевидных вещей. И в том числе о том, что любое наше действие незамедлительно или через определенный промежуток времени обязательно вызывает природные, хозяйственныe и социальные последствия. Только результаты некоторых действий сказываются достаточно быстро, а другие имеют отдаленные последствия. Именно здесь и нужны фундаментальные географические знания, которые иногда содержатся в тривиальных высказываниях.

Если эта система мероприятий будет осуществлена на деле и законодательно закреплена, то можно было бы снять большинство современных экологически кризисных ситуаций у нас в стране и за рубежом. Человек всегда живет сегодняшним днем, но и пытается проникнуть в ближайшее будущее, так как стремится к предупреждению нежелательных следствий разнообразных видов своей деятельности. Однако мало кто из нас, производя ежедневно одну и ту же серию трудовых и нетрудовых операций, задумывается о том, что почти каждая из них имеет свои последствия в природной, хозяйственной и социальной области. И только когда возникает необходимость что-то кардинально изменить, создаются проекты, меняющие характер деятельности, а иногда и землепользования, только тогда (по крайней мере, в настоящее время) оказывается необходимой экологическая экспертиза, охватывающая прежде всего отношения человека и природы. При ее проведении необходимо ответить на вопрос, можно ли осуществлять тот или иной проект. Если это промышленный объект, то на его размещение пока оказывают влияние прежде всего экономические факторы. В их числе — наличие развитой инфраструктуры, наличие трудовых ресурсов и др. Экономическая, социальная и природная целесообразность далеко не всегда совпадают. И пока экономика берет верх, это, как показала практика последних лет, обличивается убытками. Все это позволяет поставить проблему необходимости систематической оценки ситуаций, сложившихся в окружающей нас среде с ее природным, экономическим и социально-политическим единством.

В идеальном случае то или иное решение, принятое на любом уровне, должно опираться на необходимый и достаточный объем информации о природной, хозяйственной и социальной его rationalности. Эти решения могут быть оперативными, т.е. относиться к одному из циклов определенного производства, стратегическими — представлять определенное звено в системе целевых долгосрочных изменений. Естественно думать, что объем информации и ее характер в каждом конкретном случае должны быть индивидуально обоснованными. В настоящее время в Советском Союзе существуют законодательно организованные информационные службы. Главной из них является служба, определяющая сбор информации преимущественно в сфере экономики. Сбор, обработка и анализ информации этого типа осуществляется Государствен-

ным Комитетом по статистике. На информацию этого вида, по-видимому, опирается Госплан, а также другие центральные ведомства. Кроме того, имеется и внутриведомственная информация Минздрава, Мингео и ряда других министерств и ведомств, т.е. отраслевой подход к управлению хозяйством нашей страны: создал для себя и отраслевое информационное обеспечение. И только охрана природы осуществляется по региональному типу, и для обоснования ее мероприятий создаются региональные схемы.

Необходимость информационного обеспечения, построенного по территориальному принципу, становится очевидной при перестройке органов управления сельскохозяйственным производством. При переходе на коллективный подряд и аренду в руки отдельного коллектива или семьи переходят те или иные земли. Успех нового движения заключается прежде всего в том, чтобы предоставить основным производителям относительную самостоятельность. Вместе с тем, хорошо известно, что изолированных земель нет. И использование земель в одном месте вызывает целую цепочку изменений взаимосвязанных процессов и явлений. Так, например, полив посевов в одном месте может вызвать (а может и не вызывать) подтопление и заболачивание земель в другом. То же относится и к дренажу подземных вод. Размещая по соседству сельскохозяйственные и лесные угодья, мы создаем один вид их взаимодействия, а соседствующие сельскохозяйственные и промышленные объекты образуют совершенно иной вид взаимодействия. Между отраслями хозяйства, отдельными видами производств, между территориями, на которых осуществляется одна и та же производственно-хозяйственная деятельность, могут возникать различные отношения, вплоть до конфликтов. И чтобы управлять хозяйственной деятельностью различных производств на конкретной территории, необходимо опираться на определенную региональную информацию о природе, хозяйственной деятельности и о социально-политической обстановке в ее пределах.

Информация такого типа может быть получена лишь на географической основе. Однако, чтобы вся работа была эффективной, необходимо точно осознать, каким образом должна быть подготовлена географическая информация, чтобы она стала основанием для принятия тех или иных управленческих решений. Для этого прежде всего необходимо провести исследование по выявлению соответствия уровней географической иерархии объектов и уровней их хозяйственной координации и управления. Например, лесхоз, колхоз или совхоз всегда располагаются на некоторой местности, которая состоит из ряда ПТК различных уровней. В составе совхоза мы имеем поля, луга, пастбища, фермы, усадьбы, дороги и др. Каждый из элементов этой хозяйственной

системы располагается в пределах некоторого территориального элемента ПТК – на вершине холма, на склоне, в днище балки и т.д. Границы элементов природных и хозяйственных систем, как известно, обычно не совпадают. Такой совмещенный природно-хозяйственный объект является объектом управления и входит в ведение определенного лица или группы лиц – субъекта управления. Субъект управления в соответствии с характером его деятельности принимает те или иные решения. Они относятся к определенным видам производственных операций (обработка почв, внесение удобрений, сев, уборка и др.) или касаются других, иногда не относящихся к производству, видов деятельности. Решения могут касаться подчиненных или быть адресованы самому принимающему решения. Для нас важно обратить здесь внимание на то, что субъект управления принимает решение, практически всегда имеющее отношение к территориальному объекту. Отсюда оно неизбежно имеет не только хозяйствственно-технологическое следствие, но и природное. Географический подход к анализу принимаемых решений неизбежно приведет нас к тому, что каждый природно-географический объект входит в поле зрения некоторого субъекта управления народным хозяйством. И, вероятно, для каждого объекта есть конечное число возможных, альтернативных принимаемых решений. Иногда принимаемые решения, отнесенные к определенной территории и конкретному отрезку времени, можно даже картографировать и получать карты управления народным хозяйством.

Нетрудно показать, что не только лесное и сельское хозяйство, но и промышленность, дорожное и водное хозяйство и другие виды хозяйственной деятельности так или иначе связаны с территорией и теми или иными территориальными объектами. Следовательно, и решения, принимаемые в ходе их хозяйственной деятельности, так или иначе связаны с природно-географическими территориальными объектами. Так, принимая решения о увеличении выпуска продукции, мы неизбежно увеличиваем транспортную активность на определенном отрезке дорог, увеличиваем загазованность воздуха и создаем дополнительный импульс для загрязнения почв. В этой статье не приводятся соответствующие цифры, но они могут быть легко получены.

Любое решение принимается на основе некоторой информации, которая может иметь различный вид – технологические схемы, карты, таблицы, результаты специальных наблюдений и опыта проведения работ. Последний опирается на определенные знания, которые также можно рассматривать как информацию в той или иной форме, накопленную и проверенную практикой. Поэтому одной из задач географии, возникших при анализе проблем управления народным хозяйством, является анализ потоков географической информации как базиса для решения. Здесь есть три важные стороны проблемы: во-первых, географи-

ческая информация содержится в существующих потоках, но не ясно, насколько она принимается в расчет; во-вторых, необходим анализ возможных потоков географической информации, и в-третьих, информация может учитываться или отвергаться субъектом, принимающим решение, по тем или иным причинам: отсутствие начальных знаний о географической информации, неуважительное ее качество и несвоевременность ее поступления и др.

Географические объекты, также как и хозяйственные системы, отличаются определенным территориальным охватом. С ростом размеров территории возрастает и структура принимаемых решений. Уже на уровне области территориальный охват оказывается огромным, так как число элементарных землепользователей достигает нескольких сотен тысяч. В силу этого отчетливо прослеживается необходимость в иерархии субъектов управления и в типизации геоинформационных материалов как базиса принимаемых решений. Для решения этих задач необходим специальный географический анализ указанных проблем. Этому и посвящены материалы, публикуемые в данном сборнике.

Т.А.Воробьева, Е.Б.Левина,  
Н.А.Рождественская, Г.В.Мурашкинцева

## ПРИРОДОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ДИСТАНЦИОННЫМ ПОТОКОМ ИНФОРМАЦИИ

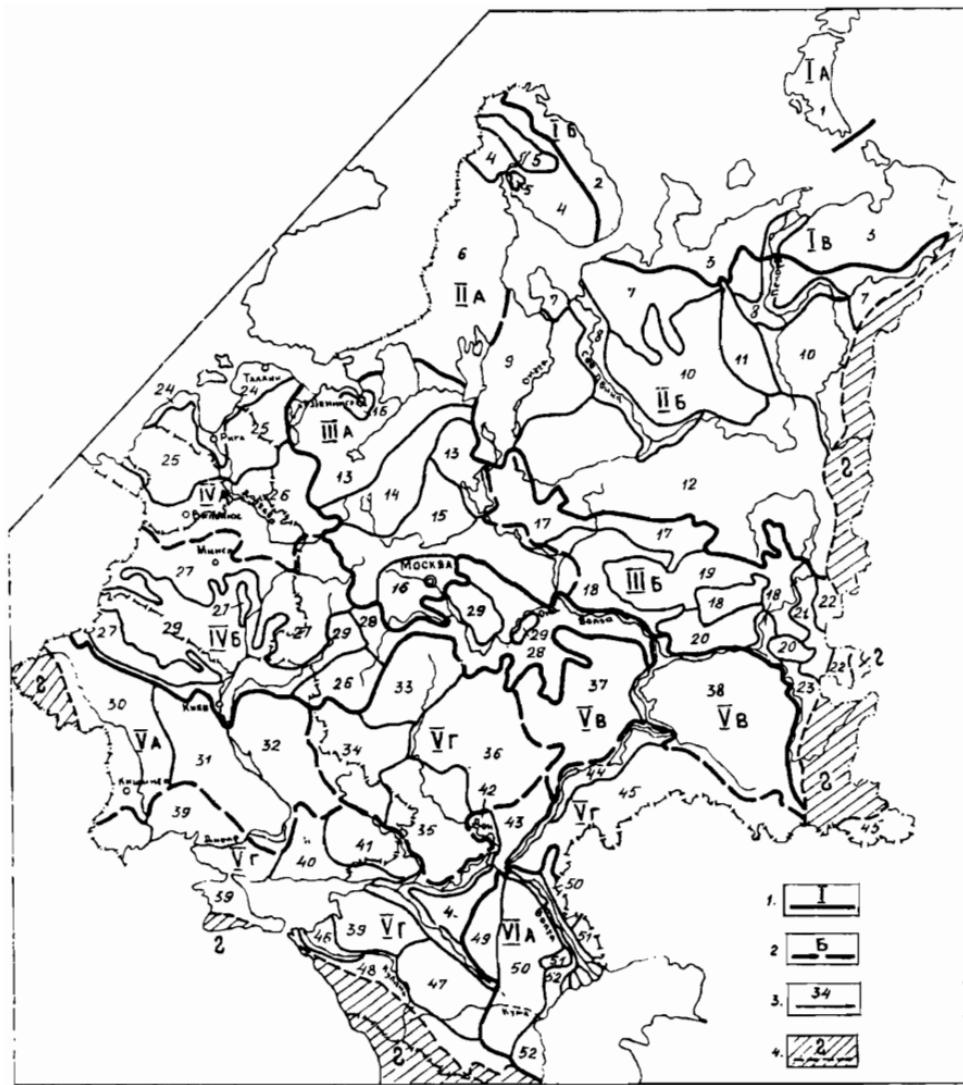
В связи со все усиливающимся воздействием человека на природную среду в последние десятилетия резко возросла необходимость комплексного изучения территории, особенностей сложившегося природопользования в каждом регионе. Ухудшение состояния среды обитания человека, сокращение запасов природных ресурсов и ухудшение их качества диктуют необходимость коренной перестройки хозяйства на ресурсно-природосберегающей основе. Для ее успешного осуществления необходимо знание сложившейся к настоящему времени специфики регионального природопользования, соответствия территориальной организации хозяйства ресурсным и экологическим возможностям региона, что открывает пути совершенствования территориальной структуры природопользования и оптимизации функционирования хозяйственных систем. Решению этих проблем в значительной степени может способство-

вать создание геоинформационных систем с применением аэрокосмической информации в целях управления народным хозяйством. Значительные размеры страны, пространственная неоднородность природных условий и ресурсов, различная история и характер освоения территории обусловили региональные различия природопользования, следовательно, и предопределили существенные различия в организации и функционировании аэрокосмического мониторинга. Помимо развития технических средств для получения и обработки аэрокосмической информации необходимо специальное географическое основание, включающее широкий спектр вопросов – от выявления объектов и задач мониторинга, круга потребителей информации различных территориальных уровней до определения видов и содержания выходной продукции и создания географической информационной базы данных для тематической обработки и станционной информации.

Для этих целей проведено специальное природохозяйственное районирование на основе дешифрирования космических материалов, отражающее реальную картину дифференциации территории страны (или крупных регионов) на районы с различной пространственно-временной структурой природопользования, исторически сложившейся в определенных природных и социально-экономических условиях. Это особый вид природохозяйственного районирования, предложенный И.И.Невяжским /11/, в основу которого положен структурно-текстурный (морфологический) принцип анализа космических и картографических материалов, заключающийся в дифференциации территории по различиям в составе и расположении элементов, слагающих тот или иной рисунок. Под структурой понимается состав и количественное соотношение морфологических частей, а под текстурой – расположение этих частей в пространстве /9/.

Специальное природохозяйственное районирование проводилось на трех уровнях обобщения: в масштабе 1:8 000 000 на территорию страны /12/; в масштабе 1:2 500 000 на крупные регионы европейской части (ЕЧ) СССР – Украинская ССР, Нечерноземная зона РСФСР, Северо-Кавказский экономический округ и т.д. /2/; в масштабе 1:1 000 000 на территории отдельных административных областей. В результате этих исследований составлена карта природохозяйственного районирования ЕЧ СССР в масштабе 1:4 000 000 (рис.). За операционную единицу принят район – территориальный комплекс с определенной природной морфологической структурой, в различной степени преобразованной антропогенным воздействием и имеющей характерный рисунок изображения на снимках, относительно однородный на данном уровне исследования.

Природохозяйственное районирование осуществлялось на основе дешифрирования космических снимков с ИСЗ "Метеор" (050) среднего разрешения порядка 200 м в ближнем инфракрасном 0,7–1,1 мкм и крас-



Карта специального природохозяйственного районирования европейской части СССР (авторы карты: Воробьева Г.Л., Левина Е.Б., Евланова Н.А., Мазаник И.А., Мурашкицева Г.В., Невяжский И.И., Рождественская Н.А.):

- 1) номера и границы природохозяйственных зон; 2) индексы и границы природохозяйственных провинций; 3) номера и границы природохозяйственных областей; 4) горные территории

## I. Оленеводческая зона

А – Новоземельская провинция (1); Б – Кольская провинция (2); В – Северо-европейская провинция (3).

## II. Лесохозяйственная зона

А – Кольско-Карельская провинция. Области: 4 – Южно-Кольская, 5 – Горно-Кольская, 6 – Карельская.

Б – Двинско-Печорская провинция. Области: 7 – Северная Двинско-Печорская, 8 – Печорская, 9 – Онежская, 10 – Южная Двинско-Печорская, 11 – Тиманская, 12 – Сухоно-Вычегодская

## III Лесо-сельскохозяйственная зона

А – Валдайско-Приладожская провинция. Области: 13 – Чудско-Ильменская, 14 – Валдайская, 15 – Верхневолжская, 16 – Московско-Ленинградская. Б – Заволжско-Камская провинция. Области: 17 – Вологодско-Кировская, 18 – Ветлужско-Кильмезская, 19 – Вятско-Камская, 20 – Нижнекамская, 21 – Уфимско-Тулгимская, 22 – Кунгурская, 23 – Бельская

## IV. Сельско-лесохозяйственная зона

А – Прибалтийская провинция. Области: 24 – Приморско-Балтийская, 25 – Центральноприбалтийская, 26 – Прибалтийско-Белорусская. Б – Полесско-опольская провинция. Области: 27 – Западно-опольская, 28 – Центральноопольская, 29 – Полесская

## V. Сельскохозяйственная земледельческая зона

А – Центральноукраинская провинция. Области: 30 – Подольская, 31 – Приднепровская, 32 – Полтавско-Приднепровская.

Б – Среднерусская провинция. Области: 33 – Северная Среднерусская, 34 – Центральная Среднерусская, 35 – Южная Среднерусская, 36 – Окско-Донская. В – Приволжско-Заволжская провинция. Области: 37 – Сурско-Приволжская, 38 – Бугульминско-Белебеевская. Г – Южно-Украинско-Кубанская провинция. Области: 39 – Причерноморско-Кубанская, 40 – Приазовская, 41 – Донецкая, 42 – Придолинная Донская, 43 – Волго-Донская, 44 – Придолинная Волжская, 45 – Волго-Уральская, 46 – Дельтовая Кубанская, 47 – Ставропольская, 48 – Предгорная Кавказская.

## VI. Сельскохозяйственная пастбищная зона

А – Прикаспийская провинция. Области: 49 – Ергенинская, 50 – Прикаспийская, 51 – Нижневолжская, 52 – Дельтовая Волжская

ном 0,5–0,7 мкм спектральных диапазонах, масштаб снимков 1:2 500 000. Кроме того, по многим участкам дополнительно использовались снимки более крупного масштаба и высокого разрешения: в четырех спектральных диапазонах (0,8–1,1; 0,7–0,8; 0,6–0,7; 0,5–0,6 мкм) спутника "Ландсат" масштаба 1:1 000 000 с разрешением на местности 30 м и с орбитальной станции "Салют-4" масштабы 1:1 000 000 и 1:2 500 000. Для работы также привлекались снимки и более мелкого масштаба 1:5 000 000, полученные со спутника "Метеор" (050) на узкой пленке.

В целом вся территория ЕЧ СССР оказалась довольно равномерно обеспеченной снимками системы "Метеор" (050), но, к сожалению, разнородными по времени (годам, сезонам и месяцам) съемок, а также далеко не все снимки имелись в обоих спектральных диапазонах. В результате просмотра нескольких сотен снимков со спутника "Метеор" (050) было отобрано около 200 экземпляров, наиболее пригодных для работы (свободных от облачности и удовлетворительного качества) и несколько десятков со спутников "Ландсат" и "Салют-4". Наиболее полно обеспеченными снимками оказались южные территории ЕЧ СССР, особенно Северный Кавказ, видимо, из-за благоприятных метеорологических условий. В процессе работы по каждому изучаемому участку проводилось сопоставление снимков, различных по сезонам и годам съемок, в разных масштабах, что повысило остроту восприятия фотоизображения и увеличило их информативность. По снимкам более крупного масштаба и высокого разрешения были уточнены рисунок фотоизображения и границы районов на участках с нечетким изображением. Они позволили выявить хозяйственную нагрузку территории (видны нарезка полей, сады, пастбища, лесополосы, районы нефте- и газодобычи), получить четкое представление об инфраструктуре территории, об эрозионной сети, размещении естественной растительности (лесов, лугов), болот и песчаных массивов. Укрупнение масштаба помогает распознаванию объектов, но приводит к усложнению рисунка деталями, в то время как более мелкий масштаб, за счет генерализации объектов, придает большую четкость и выразительность границам различных районов.

Для раскрытия географического содержания дистанционных материалов использовался обширный картографический, статистический и литературный материал. Широко применялся метод рекогносцировочного обследования территории, сбор фоновых материалов\*, специальные консультации и обсуждения результатов работы на местах в органах управления, подразделениях гидрометеослужбы, научно-исследовательских институтах, университетах.

\* В сборе и обработке материалов принимали участие также Н.А. Евланова, И.А. Мазаник, Н.М. Шевелева.

На карте природохозяйственного районирования масштаба 1:8000000 на территории ЕЧ СССР выделено 35 районов, а масштаба 1:4000000–1:80, т.е. дробность деления увеличивается примерно в 5 раз. В масштабе 1:1 000 000 дробность деления увеличивается еще в 3–4 раза.

Критерием выделения природохозяйственных районов служит рисунок изображения, являющийся достаточно устойчивой интегральной морфологической характеристикой, отражающей особенности взаимодействия природы и хозяйства. На космических снимках среднего и высокого разрешения выделено три основных вида фотоизображения: пятнистый, фиксирующий размещения главным образом естественной растительности; полигональный, с преобладанием пятен угловатых очертаний, отражающих небольшие по площади поля, населенные пункты, горные разработки, вырубки; ортогональный, с упорядоченным чередованием прямоугольников, образующих четкую сетку и отражающих размещение крупных полей в равнинных степных районах. Различные сочетания выделенных видов рисунков с определением соотношения, размеров (мелкие, средние, крупные), формы (округлая, удлиненная, звездчатая, неопределенная), ориентировки, густоты размещения (частые, редкие), характера очертаний (извилистые, геометрические), четкости изображения (неясно выраженные, четкие) элементов рисунка, а также рисунка эрозионной сети (извилистый, ветвистый, веерный, древовидный) и составляют все многообразие рисунка изображения подстилающей поверхности.

Основные факторы, определяющие формирование облика территориальной структуры природопользования, — геолого-геоморфологические, биоклиматические и антропогенное воздействие. Наиболее устойчивым фактором является рельеф, особенности которого определяют рисунок эрозионной сети, характер размещения природных и антропогенных образований, их размеры, формы, ориентировку и проявляются в различных модификациях рисунков изображения. Растительный покров отражается пятнистым рисунком изображения. Зональная смена растительного покрова характеризуется расположением пятен, их размерами, формой, фонтом. Антропогенное воздействие, охватившее практически всю территорию ЕЧ СССР и в разной степени трансформирующее природную среду, в значительной мере ограждает облик подстилающей поверхности и является важным фактором формирования рисунка. Вклад антропогенного воздействия на морфологию природопользования определяется характером использования территории с учетом продолжительности и интенсивности воздействия. Различные виды хозяйственного использования по-разному формируют облик территории и могут проявляться в полигональном и ортогональном рисунке изображения при земледельческом использовании, в специфической пятнистости и полигональности при промышленном лесопользовании и т.п. В районах

интенсивного земледельческого освоения практически полностью изменяется природный облик территории и создается сплошной ареал полей сельскохозяйственных культур с различной нарезкой полей севооборотов, которые проявляются в рисунке в виде четкой сетки прямоугольников.

Как указывалось выше, на территории ЕЧ СССР выделено 180 районов, каждый из которых отличается типом сложившегося природопользования, особенностями природных и социально-экономических условий, рисунком изображения и, следовательно, определенным составом, соотношением, размещением и функционированием объектов космического мониторинга. Содержательная структурно-функциональная характеристика районов осуществлялась как на основе опубликованных картографических, литературных и статистических данных, так и с помощью специальных дополнительно составленных карт структуры земельного фонда, лесов, сельскохозяйственного использования, степени распаханности территории и лесистости, районирования территории по сочетанию основных сельскохозяйственных культур /1, 14, 17/. Для характеристики выделенных районов применена разработанная структура описаний, включающая административную и зональную привязку; рисунок изображения, отражающий особенности пространственной организации территории района; характеристику ресурсно-производственной структуры, природных условий, оказывающих влияние на ведение хозяйства; дегрессионных явлений, вызванных производством (наличие процессов эрозии, засоления, подтопления). Кроме того, для каждого района определены задачи аэрокосмического мониторинга.

Полученная сетка районов и их структурно-функциональная характеристика позволяют выявить региональные особенности территориальной структуры природопользования на разных уровнях обобщения. В первую очередь по фотоизображению выделялись равнинные и горные территории. Для равнинных территорий приняты четыре таксономические единицы, иерархически соподчиненные друг с другом: природохозяйственные зоны, провинции, области и районы.

Природохозяйственная зона — высшая единица районирования. Она выделяется по преобладанию типа рисунка изображения, обусловленного зональным типом растительности и почв, пред определившим основной (фоновый) тип природопользования. На территории ЕЧ СССР размещается 6 зон: оленеводческо-промышленная, лесохозяйственная, лесосельскохозяйственная, сельско-лесохозяйственная, сельскохозяйственная земледельческая и сельскохозяйственная пастбищная. Оленеводческо-промышленная зона (I) выделяется по неясно выраженному пятнистому рисунку тундровой растительности, болот, предтундровых редколесий с вкраплением четких мелких пятен многочисленных озер. Рисунок зоны отражает особенности тундровой растительности и рельефа.

Хозяйственное воздействие в рисунке космических снимков не выражено. Для лесохозяйственной зоны (II), расположенной в пределах распространения северо- и среднетаежных темнохвойных лесов, характерен пятнистый рисунок, различные вариации которого зависят от структуры лесной растительности и особенностей рельефа. Местами этот рисунок дополняется пятнами геометрических очертаний антропогенного происхождения — разновозрастных рубок. В местах интенсивного лесозаготовительного производства формируется четко выраженный шахматный рисунок. В лесо-сельскохозяйственной зоне (III), охватывающей более обжитые территории средней и южной тайги, в пятнистый рисунок лесов, болот, вырубок включаются пятна геометрических очертаний сельскохозяйственных земель. Роль антропогенного фактора в формировании рисунка увеличивается. В сельско-лесохозяйственной зоне (IV) на территории смешанных и широколиственных лесов к пятнистому рисунку добавляются крупные пятна угловатых очертаний сельскохозяйственных земель с внутренней неясно выраженной мелкополигональной текстурой мелких контуров пашен, лугов, пастбищ, населенных пунктов. В отдельных районах, где распашка достигает 30% от общей земельной площади, а средние размеры полей составляют 15–20 га, появляется мелкопятнисто-полигональный рисунок. Влияние антропогенного фактора на формирование рисунка изображения проявляется наряду с влиянием естественной растительности и рельефа. Сельскохозяйственная земледельческая зона (V) с высокой распаханностью лесостепных и степных ландшафтов преимущественно на черноземных почвах, выделяется полигональным и ортогональным рисунком, сформированным в основном антропогенным фактором. Рисунок обусловлен земледельческим типом освоения с распашкой 60–80%, крупными размерами полей — 30–40 га на севере и 100–200 га в центральной и южной части зоны. Вариации рисунка зависят от особенностей рельефа и применяемых систем земледелия. На территории пастбищной сельскохозяйственной зоны (VI) рисунок формируется главным образом естественными полупустынными и пустынными ландшафтами. Преобладает пятнистый рисунок пастбищ, солончаков, песков с отдельными вкраплениями ареалов пашен.

Приронохозяйственная провинция — часть приронохозяйственной зоны, характеризующаяся морфологическими особенностями зонального вида рисунка и имеющая определенную территориальную организацию природопользования, обусловленную крупными геолого-геоморфологическими структурами, преобладающим набором групп растительных формаций, а также социально-экономическими условиями и историческими особенностями освоения территории. Всего выделено 14 провинций с внутризональными морфологическими особенностями природопользования (см.рис., табл. 1). Так, например, в сельско-лесохозяйственной зоне

Таблица 1

Структура природопользования территориальных единиц (зоны, провинии, области) природохозяйственного районирования европейской части СССР

Преобладающие типы природопользования и типы рисунков изображения	Тип территорииной организации природопользования	Сочетание основных типов природопользования	Соотношение основных земельных угодий, %*			Число природохозяйственных районов	
			Л	ЕКУ	П		
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Оленеводческий, промысловый Пятнистый, неясновыраженный рисунок	A. Частичное охотопромысловое использование на арктических островах	1. Промысловый	50		50	50	2
	B. Охотопромысловое использование с ареалами оленеводства – сезонного использования южных тундровых и лесотундровых ландшафтов возвышенных равнин под выпас оленей	2. Промысловый, оленеводческий	60		40	40	1
	B. Охотопромысловое использование с ареалами оленеводства – сезонного (летнего) использования типичных и южных тундровых ландшафтов низменных равнин и холмисто-моренных возвышенностей	3. Оленеводческий, промысловый	60		40	40	4

\* Л – леса; ЕКУ – естественные кормовые угодья; П – пашни; Пр. – прочие.

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
II. Лесохозяйственный рисунок лесов с пятнами различных размеров и форм, с вкраплениями пятен угловатых очертаний разновозрастных вырубок	A. Лесохозяйственное, преимущественно лесозаготовительное использование сосновых лесов (занимающих более половины территории) северотаежных ландшафтов, с ареалами сезонного оленеводства в лесоступидровых и горных тундровых ландшафтах; локализованными горными разработками и вкраплением мелкоочагового сельского хозяйства с преобладанием скотоводства вблизи населенных пунктов в приозерных понижениях	4. Лесохозяйственный оленеводческий, промысловый	50	50	50	2	
	B. Лесохозяйственное, преимущественно лесозаготовительное использование еловых лесов северо- и среднетаежных ландшафтов с ареалами сезонного оленеводства в лесотундровых и северотаежных ландшафтах, с мелкими очагами приданного сельского хозяйства скотоводческого и овощеводческого направления вблизи населенных пунктов; и отдельными участками горных разработок	5. Лесохозяйственный заготовительный, горнодобывающий	60	10	30	1	
		6. Лесохозяйственный заготовительный и промысловый с мелкими очагами сельского хозяйства	60 (10)*	40	40	4	
		7. Лесохозяйственный оленеводческий, промысловый с локализованными горными разработками	50	10	40	4	
		8. Лесохозяйственный заготовительный, оленеводческий с очагами сельского хозяйства	60 (10)	10	30	2	

\* Площади вырубок или гарей.

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
		9. Лесохозяйственный заготовительный с мелкими очагами сельского хозяйства	60 (10)		40	3	
		10. Лесохозяйственный заготовительный с локализованными горными разработками	80 (10)		20	4	
		11. Лесохозяйственный заготовительный с очагами горных разработок	90 (10)		20	51	
		12. Лесохозяйственный заготовительный с очагами сельского хозяйства	80 (10)		20	5	
		13. Лесохозяйственный, местами лесозаготовительный и сельскохозяйственный	60	10	10	20	3
		14. Лесохозяйственный заготовительный, сельскохозяйственный	50	10	30	10	1
<b>III. Лесохозяйственный и сельскохозяйственный рисунок лесов, болот в сочетании с пятнами звездчатой формы или ареалами мелко пятнистого</b>							

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
полигонального рисунка сельскохозяйственных земель	ные земли приурочены к дренированным, часто приречным участкам или краевым частям водоразделов низменных озерно-ледниковых песчаных равнин или низменных и возвышенных моренных равнин. Преимущественное направление сельского хозяйства — скотоводство, картофелеводство, льноводство, зерновое хозяйство	15. Сельскохозяйственный и лесохозяйственный	30	10	40	20	3
	B. Лесохозяйственное, местами лесозаготовительное использование елово-пихтовых, осиново-березовых лесов южно-таежных ландшафтov, с крупными ареалами сельскохозяйственных земель на возвышенных эрозионных равнинах или с равномерным размещением среди лесов небольших участков сельскохозяйственных земель на моренных равнинах. Примущественное направление сельского хозяйства — скотоводство, картофелеводство, зерновое хозяйство	16. Промышленный, лесохозяйственный с сельским хозяйством промышленного типа	40	10	30	20	3
		17. Лесохозяйственный заготовительный, сельскохозяйственный	40 (10)	20	30	10	2
		18. Лесохозяйственный заготовительный с очагами сельского хозяйства	60 (10)	10	20	10	2
		19. Сельскохозяйственный лесохозяйственный	15	10	70	10	3
		20. Сельскохозяйственный лесохозяйственный с очагами нефтедобычи	20	15	55	10	2
		21. Лесохозяйственный заготовительный с очагами сельского хозяйства	60 (10)	10	20	10	2

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
IV. Сельскохозяйст- венный и лесо- хозяйственный Пятнисто-ю- лигональный рисунок сель- скохозяйст- венных зе- мель, лесов, болот	A. Сельскохозяйственное и лесо- хозяйственное использование подтаежных ландшафтов с рав- номерным мозаичным разме- щением мелкоконтурных или более крупноконтурных пашен, естественных кормовых уго- дий и лесов. Преимуществен- ное направление сельского хо- зяйства — скотоводство, зер- новое хозяйство, льноводство, картофелеводство. Отдельные отаги горных разработок. Аре- алы рекреационного природо- пользования	22. Сельскохозяйственный, лесохозяйственный, 15 15 65 5 2 23. Лесохозяйственный, сельскохозяйственный, 40 15 40 5 2 24. Лесохозяйственный, и рекреационный с сча- гами горной добычи 55 20 15 15 2 25. Сельскохозяйственный и лесохозяйственный (мелкоконтурный) 25 20 40 15 4 26. Сельскохозяйственный и лесохозяйственный (крупноконтурный) 30 15 35 20 6	B. Сельскохозяйственное и лесохо- зяйственное использование под- таежных и широколиственных лесов с чередованием полес- ских (заболоченные зандровые равнины с выборочным харак- тером земледельческого осве- ния, естественными кормовы- ми пятнами угловатых очертаний с внутренней	27. Сельскохозяйственный, местами лесохозяйст- венный с ареалом горнодобывающего ис- пользования 25 15 50 10 7 28. Сельскохозяйственный, лесохозяйственный, 20 15 60 5 4			

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
Пятнисто-полигональной структурой сельскохозяйственных земель	ми угодьями и лесами) и опольских (дренированные моренные равнины с высокой земледельческой освоенностью) ландшафтов. Преимущественное направление сельского хозяйства — скотоводство, зерновое хозяйство, картофелеводство	29. Сельскохозяйственный и лесохозяйственный	40	20	25	15	5
V. Сельскохозяйственный земледельческий Полигонально-ортогональный рисунок пахотных земель	A. Высокое земледельческое освоение широколиственных и лесостепных ландшафтов (пашни 50—70%), средние размеры полей 20—40 га. Естественные кормовые угодья приурочены к долинам рек, балкам и оврагам. Небольшие массивы лесов природоохранного значения. Преимущественное направление сельского хозяйства — зерновое хозяйство, свеклопроизводство, мясо-молочное скотоводство	30. Земледелие, скотоводство	15	10	55	20	6
	B. Высокое земледельческое использование лесостепных и степных ландшафтов (пашни 60—75%), средние размеры полей 30—40 га. Естественные кормовые угодья и природо-	31. Земледелие, скотоводство	10	10	70	10	4
		32. Земледелие, скотоводство	10	10	65	15	3
		33. Земледелие, скотоводство	5	10	75	10	4
		34. Земледелие, скотоводство, горнодобывающая промышленность	10	15	60	15	3

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
охранные леса в долинах рек, по западинам и балкам. Преимущественное направление сельского хозяйства — зерновое хозяйство, скотоводство, молочно-мясное скотоводство. Отдельные ареалы горных разработок.	35. Земледелие, скотоводство	10	15	70	5	3	
	36. Земледелие, скотоводство	5	15	65	15	4	
B. Высокое земледельческое освоение широколиственных и лесостепных ландшафтов (пашни 50—60%), средние размеры полей 30—40 га. Естественные кормовые уголья приурочены к долинам рек и оврагов. Отдельные массивы лесов природоохранного использования. Преимущественное направление сельского хозяйства — зерновое хозяйство, картофелеводство, молочно-мясное скотоводство	37. Земледелие, скотоводство, лесное хозяйство	25	15	50	10	4	
	38. Земледелие, скотоводство, нефтедобывающая промышленность	10	20	60	10	5	
G. Высокое земледельческое освоение земель (пашни 60—75%). Крупные массивы пашен (средний размер 80—200 га) с сетью полезащитных лесонасаждений и местами сетью оросительных каналов с включением естественных кормовых уголь, вододеление с большой долей орошаемых земель (третья часть площади), скотоводство с полевым кормопроизводством, рекреация	39. Интенсивное земледелие с большой долей орошаемых земель (третья часть площади), скотоводство с полевым кормопроизводством, рекреация	10	10	75	85	10	

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
и почвоохранных лесов по долинам рек, балкам и подам. Примущественное направление сельского хозяйства – зерновое хозяйство, масличные культуры, овощеводство, скотоводство, рисоводство, молочно-мясное скотоводство		40. Интенсивное земледелие и скотоводство с полевым кормопроизводством, рекреация	10	70	20	3	
		41. Земледелие, скотоводство, горнодобывающая промышленность	10	50	25	15	3
		42. Скотоводство, овцеводство, земледелие с орошением.	10	50	25	15	3
		43. Земледелие, скотоводство, овцеводство	25	60	15	2	
		44. Скотоводство и орошающее земледелие. Приодолинский	50	30..	20	1	
		45. Земледелие с орошением и скотоводством	30	60	10	4	

Продолжение табл.

**Примечание:** индексация таблицы соответствует карте

не, для которой характерен пятнисто-полигональный рисунок, выделяются Прибалтийская и Полесско-Опольская провинции. Для первой, где территориальная организация природопользования выражается в мозаичном мелкоконтурном размещении пашен, естественных кормовых угодий и лесных массивов, характерен равномерный пятнисто-полигональный рисунок. Для второй провинции, где природопользование представлено сочетанием полесского и опольского типов использования, свойственен пятнистый рисунок лесов, болот в сочетании с крупными пятнами угловатых очертаний с внутренней мелкопятнисто-полигональной структурой сельскохозяйственных земель и лесов.

Природохозяйственная область – часть провинции, характеризующаяся определенным рисунком изображения с однородной структурой и расположением элементов рисунка, обусловленным структурой основных типов природопользования, однородным сочетанием различных типов рельефа, определенным набором основных растительных формаций. Выделено 52 природохозяйственные равнинные области, которые можно разделить на 3 группы: в 1-ю группу входит большинство областей, объединяющих смежные природохозяйственные районы, приуроченные, как правило, к крупной орографической единице и имеющие сходные черты природопользования. Ко 2-й группе относятся области, объединяющие разобщенные в пространстве районы. Например, районы с ландшафтами "полесского" типа объединены в Полесскую область. Они представляют собой плоские и всхолмленные песчаные равнины с сосновыми лесами, обширными болотами, озерами, реками и имеют сходный тип природопользования – лесохозяйственный с очагами сельского хозяйства. Эти особенности определили преобладание пятнистого рисунка лесов, болот, лугов с крупными пятнами неправильной и удлиненной формы в сочетании с мелкими пятнами угловатых очертаний пашен и торфоразработок. К 3-й группе относятся области, состоящие из одного района и не имеющие аналогов по рисунку изображения на исследуемой территории. Например, Донбасс из-за особенностей рельефа и хозяйственного освоения образует отдельную область, пространственная морфология которой представлена сочетаниями мелкого ортогонально-полигонального рисунка пашен и пятнистого рисунка лесов, лугов, горных разработок, населенных пунктов и водоемов.

Природохозяйственный район – часть области с относительно однородным (на данном уровне обобщения) рисунком изображения, имеющим признаки, присущие рисунку области, с учетом размеров, формы, ориентировки, густоты размещения и характера очертаний элементов рисунка. Эти признаки рисунка обусловлены структурой и размещением территориально выраженных элементов хозяйственных систем, а также однородным сочетанием форм рельефа и особенностями размещения растительного покрова.

Горные территории разделены на 4 горные области, каждая из которых имеет специфический полосчато-пятнистый рисунок различной ориентировки, обусловленной направлением горных хребтов и межгорных котловин. В пределах горных областей выделяются природохозяйственные районы, учитывающие вертикальную зональность. Выделено 17 горных природохозяйственных районов.

Структурно-текстурный анализ космических снимков и проведенное на его основании районирование позволило выделить регионы, где антропогенное воздействие в настоящее время в такой степени трансформировало природную среду, что выступает ведущим фактором в формировании облика территории, отраженного в рисунке изображения на космических снимках. Районы с преобладающей ролью хозяйственной деятельности в формировании рисунка образуют сплошной ареал на юге, в сельскохозяйственной земледельческой зоне. В сельско-лесохозяйственной зоне районы антропогенного преобразования преобладают, а районы, рисунок которых сформирован естественной растительностью, образуют отдельные включения (например, районы полесий). В лесо-сельскохозяйственной зоне, переходной к лесной, число районов с сельскохозяйственным преобразованием уменьшается. Они расположены отдельными островами ополий среди лесной территории. В северной лесозаготовительной зоне только отдельные районы имеют четкое проявление антропогенного влияния — интенсивных рубок. Кроме того, районы крупных промышленных агломераций, рисунок которых определен различными видами хозяйственной деятельности, имеют интразональное и локальное размещение.

Проведенное районирование отличается по целям, содержанию и методике проведения от имеющихся редких пока опытов природохозяйственного районирования, выполненных на основании многофакторного анализа экономических и природных показателей, как правило, в пределах административных границ, и предназначенных для определения эффективности природопользования и прогнозирования его оптимизации.

К ним, в первую очередь, относится природно-хозяйственное районирование страны Ю.Г.Саушкина, в котором экономические факторы районирования дополнены природно-ресурсными характеристиками /16/.

Природно-хозяйственное районирование, созданное в целях рационализации природопользования Дальнего Востока, основано на комплексном анализе природных, природно-ресурсных и социально-экономических структурных уровней организации территории, соответствующих иерархически соподчиненным таксономическим единицам районирования /13/.

В основу природно-экономического районирования территории РСФСР в целях управления рациональным природопользованием положен принцип выделения районов при сохранении целостности данного территориального природного комплекса с учетом существующей и перспективной

антропогенной нагрузки, а подрайонов -- специфики природной составляющей или характера хозяйственного освоения, обуславливающих особенности взаимодействия природы и общества /4/. Всего выделено 12 комплексных районов, объединяющих по названным признакам группы административно-национальных единиц уровня областей, краев, автономных республик.

Отраслевыми разновидностями природно-хозяйственного районирования являются агроэкологическое /3/ и лесохозяйственное районирование /22/, основанные на сопряженном исследовании природных условий и ресурсов и форм хозяйственного использования.

Природохозяйственное районирование, проведенное с учетом существующей теоретической и практической базы природного и экономического районирования /5, 6, 7, 8, 19, 20/, а также на основе разрабатываемой теории по изучению пространственных структур и их картографических и фотографических образов /10, 15, 18, 21/, в максимальной степени отвечает задаче интегральной целостной характеристики территории, отражающей региональную специфику природопользования, имеющего определенное отображение на космических снимках.

Региональная специфика территориальной структуры природопользования того или иного региона обусловлена особенностями природно-ресурсных и социально-экономических систем, а также историческими особенностями его освоения. Взаимодействие этих составляющих (его результат) формирует иную территориальную структуру, отличную от структур природно-территориального и территориально-производственно-го комплексов (ПТК и ТПК), сохраняющую их черты, но не повторяющую их полностью. Следовательно, и границы природохозяйственных районов не повторяют полностью границ природных, экономических, социально-экономических, политico-административных районов и лишь в отдельных случаях совпадают с ними.

Совпадение с природными границами чаще всего прослеживается при смене контрастных природных условий, что подчеркивается и изменением характера освоения территории, например, на границах степной и полупустынной зон, тундровой и лесотундровой, а также горных и равнинных природно-территориальных комплексов. Совпадение с границами ПТК прослеживается у районов, приуроченных к отдельным хорошо выраженным орографическим единицам во всех географических зонах: к возвышенностям (Калачская, Валдай, Тиманский кряж), низменностям (Приильменская, Окско-Донская, Полесская), а также к крупным долинным понижениям (Северо-Двинская, Печорская, Донская и т.д.).

Совпадение с границами экономических районов и административных подразделений связано, как правило, с особой сложившейся формой территориальной организации хозяйства, например, с границами между

Эстонской ССР и Псковской областью в связи с сохранившимися чертами "хуторской" системы эстонского природопользования; между Литовской ССР и Белорусской ССР благодаря распространению в последней "полесского" типа природопользования; с границами Донецкой области из-за специфики ее рельефа и освоения: сочетания небольших массивов пашен, горных выработок, лесов, водоемов, лугов, с густо расположенной сетью населенных пунктов и дорог на возвышенном плато с останцово-холмистыми формами, сильно расчлененном речной и овражно-балочной сетью и т. д., а также в тех случаях, когда границы административных областей, краев, республик совпадают с границами резких смен природных комплексов и проходят по четко выраженным природным рубежам – орографическим, гидрологическим: границы Калмыкской АССР, частично границы Ставропольского края, Удмуртской АССР и т.д.

Для территориальной организации аэрокосмического мониторинга необходимо выделение природохозяйственных подразделений соотнести с экономическими районами, принятыми Госпланом СССР, а также с политико-административным делением ЕЧ СССР. На исследуемой территории насчитывается 14 экономических районов и 80 единиц административного деления. Сопоставление сеток природохозяйственных и экономических районов позволяет различать последние по степени сложности природохозяйственной структуры территории (табл. 2). Северный экономический район, самый большой по площади, включает 42 природохозяйственных района. Сходными по сложности природохозяйственной структуры являются Центральный, Поволжский, Северо-Кавказский и Уральский – 23–29 районов. Меньше всего районов (5) в Молдавской ССР. Сопоставление сложности территориальной структуры природохозяйственного районирования с политико-административным делением ЕЧ СССР в пределах экономического района позволяет увидеть, что число единиц на уровне природохозяйственных областей вполне соизмеримо с числом политико-административных единиц на уровне автономных республик, краев, областей, а число природохозяйственных районов значительно их превышает (в 3–6 раз).

Таким образом, проведенное районирование отражает существующую региональную специфику территориальной организации природопользования как всей территории ЕЧ СССР, так и ее отдельных экономических районов, а также республик, областей, краев. С помощью сетки выделенных районов и их природохозяйственной характеристики можно определить специфику рабочих программ региональных ГИС, потенциальных потребителей информации, наборы объектов и задач мониторинга, режимы работ ГИС.

Таблица 2

Сравнительная сложность территориальных структур  
экономических районов ЕЧ СССР

Экономические районы	Число политико-административных единиц (на уровне областей, краев, автономных республик)	Число природохозяйственных единиц	
		областей	районов
Северный	5	15	42
Северо-Западный	3	5	7
Центральный	11	11	25
Центрально-Черноземный	5	6	12
Поволжский	9	12	26
Волго-Вятский	5	8	17
Северо-Кавказский	7	15	29
Уральский*	4	14	23
Донецко-Приднепровский	9	6	14
Юго-Западный	12	10	19
Южный	4	2	10
Молдавская ССР	1	3	5
Белорусская ССР	6	4	10
Прибалтийский	4	7	12

\* Без Центрального и Восточного подрайонов (Свердловская, Челябинская области)

## Л и т е р а т у р а

1. Воробьева Т.А. Территориальные сочетания земельных угодий // Космическая география. Полигонные исследования. / Под ред. Ю.Г.Симонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 23–26.
2. Воробьева Т. А., Левина Е. Б., Рождественская Н. А. Специальное природо-зяйственное районирование масштаба 1:2 500 000 по отдельным регионам страны. // Космическая география. Полигонные исследования. / Под ред. Ю.Г.Симонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 31–37.
3. Зворыкин К. В. Агрономическое районирование для кадастровых целей. // Территориальная дифференциация и типы сельского хозяйства. М.: Мысль, 1978. С. 11–37.
4. Ивадова Т. А., Мельникова Г.Л., Ситнина Е. Н. Природопользование как объект управления в СССР. Препринт. М., 1987. 47 с.
5. Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л., 1985. 320 с.
6. Исаченко А. Г. Ландшафтная структура экономических районов СССР. // Изв. ВГО. Т. 120, вып. 1, 1988. С. 14–32.
7. Колсовский Н. Н. Теория экономического районирования. М.: Мысль, 1969. 335 с.
8. Михайлов Н. И. Физико-географическое районирование. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 184 с.
9. Невяжский И. И. Методика выявления площадей с однотипными условиями геологического дешифрирования // Бюлл. ИТИ ГГК СССР. 1964, № 59. С. 36–42.
10. Невяжский И. И. Геометрия ареалов воздействия на среду // Вопросы современной биогеографии. М., 1975. С. 37–40.
11. Невяжский И. И. Методы природно-хозяйственного районирования. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1980, № 4. С. 41–46.
12. Невяжский И. И., Воробьева Т. А. Специальное природо-хозяйственное районирование территории СССР масштаба 1:8 000 000 // Космическая география. Полигонные исследования / Под ред. Ю.Г.Симонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 29–31, 33.
13. Поярков Б. В., Бакланов Н. Я., Арзамасцев И. С. и др. Природно-хозяйственное районирование Дальнего Востока // Рационализация природопользования на Дальнем Востоке. Вл-к, ДВИИ АН СССР, 1984. С. 6–18.
14. Рождественская Н. А. Территориальные группировки лесорастительных комплексов // Космическая география. Полигонные исследования / Под ред. Ю.Г.Симонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 26–27.

15. Салищев К. А. Картография. М.: Высшая школа, 1971.
16. Саушкин Ю. Г. Природно-хозяйственные районы Советского Союза. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1980. № 4. С. 3–13.
17. Симонов Ю. Г., Воробьева Т. А. Рождественская Н. А. К вопросу планирования работы космической системы ИПРЗ // Вопросы сбора, систематизации и использования априорных данных при цифровой обработке многозональной космической информации. Вып. 17. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. С. 14–19.
18. Солнцев Н. А. Морфологическая структура ландшафтов // Труды II съезда ВГО. М., 1948. С. 258–269.
19. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1974. 291 с.
20. Физико-географическое районирование. Характеристика региональных единиц. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 329 с.
21. Фридланд В. М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 424 с.
22. Шейнгауз А. С., Дорофеева А. А., Ефремов Д. Ф. Сапожников А. П. Комплексное лесохозяйственное районирование. Владивосток, 1980. 142 с.

Ю.Г.Симонов, И.Р.Спектор,  
Т.А.Воробьева, Н.А.Рождественская

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ

Интенсивное развитие народного хозяйства СССР, внедрение в практику достижений научно-технического прогресса обусловливают коренные изменения в технологическом способе взаимодействия различных элементов производительных сил. Система производительных сил обогащается новыми чертами общественного (связанного с организацией труда), технического (новые технологии и технические средства) и естественного (расширение естественной области предметов и средств труда) характера, которые должны вывести народное хозяйство на качественно новый уровень технологичности. В этой связи особое значение приобретает совершенствование управления как организующего начала производства и одновременно фактора его интенсификации. Су-

ществующую систему управления, основанную преимущественно на административных методах регламентации всех сторон производства, в относительно короткие сроки должна заменить система с преобладанием экономических методов руководства и четким разделением задач управления между органами центральных, средних и низовых уровней. Перестройка повышает требования к качеству информационного обеспечения как по объективности и срокам поступления информации, так и ее дифференцированности по уровням управления в соответствии со спецификой решаемых задач.

## Управление и географическая информация

В системе различных видов информации, используемых в управлении, особое место занимает географическая, которая охватывает территориальные сферы ресурсов, природных условий, организации функционирования и результатов производства. В административной системе управления информация о длительных процессах пространственно-временной динамики хозяйственных объектов, ресурсов и условий развития используется главным образом для целей прогнозирования, средне- и долгосрочного планирования и соответствующих видов контроля, т.е. ориентируется на нужды стратегического управления. В оперативном управлении использование географической информации ограничивается некоторыми видами осредненной по территории гидрометеоинформации.

Таким образом, современное производство информации в сфере природопользования характеризуется раздробленностью по компонентам, ведомственной направленностью и преимущественно экстенсивным характером. В формирующейся экономической системе управления роль географической информации резко возрастает. Решение стратегических задач обуславливает более жесткие требования к целенаправленности, системности и объективизации в пространственно-временном разрезе традиционных прогнозов, рекомендаций, справочных данных, оценок и т.д. с приятием им все более проектно-нормативного характера. Одновременно с увеличением экономической самостоятельности первичных звеньев производства растет потребность в географической информации для целей оперативного управления, т.е. информация должна своевременно реагировать на изменения ресурсов, условий и хода производства, охватывать все аспекты хозяйствования на конкретных территориях. Оперативное информационное обслуживание должно осуществляться в жестких рамках производственного режима, а информация, поступающая потребителю, иметь форму, позволяющую использовать ее для принятия решений (количественные характеристики ресурсов и условий в хозяйственно значимых диапазонах, варианты рекомендаций и т.д.). Географическая информация (ввиду отсутствия специальной ин-

формационной службы} в несистематизированном виде поступает в органы управления от различных географических учреждений, а в рамках сложившихся ведомственных информационных служб имеет специфическую параметрическую форму.

Насущная задача -- создание геоинформационной среды с интенсивным целевым производством информации в соответствии с возникающими потребностями. Отсутствие производственной базы получения первичных данных и необходимость гигантского объема измерений, вытекающих из разнообразия природно-экономических ситуаций, с одной стороны, предопределяют необходиимость координации прикладных географических исследований и систематизации информации в региональных базах данных, а с другой -- стимулируют поиск новых методов ее получения.

Широкие перспективы получения качественной информации открываются по мере развития дистанционных средств измерений и создания на их основе информационных систем. Очевидные достоинства дистанционных материалов -- единовременный охват обширных территорий, высокая оперативность, потенциальная множественность определяемых параметров, возможности автоматизации обработки информации, картографическая форма продукции -- дают возможность существенно улучшить качество традиционной ресурсной информации и решить проблему получения новой "оперативной" географической информации новыми средствами.

При несомненной потребности в детальной пространственно-временной дистанционной информации особое место в комплексе работ по развертыванию космической системы изучения природных ресурсов Земли (ИПРЗ) занимают вопросы определения целевых установок, определяющих конкретные программы работы системы. Нормативный подход, исходящий из задач управления ресурсами, реализован в американских программах на 80-е гг. ХХ. В еще большей степени он отвечает задачам управления функционирующими и развивающимися системами, которые предъявляют более жесткие требования к составу, качеству и режиму поступления информации. В этой связи в основу нормативного подхода к формированию космической системы ИПРЗ, который в течение ряда лет разрабатывается на географической факультете МГУ, был заложен принцип комплексного использования дистанционных материалов для контроля взаимодействующих разнородных объектов территории.

Традиционные подходы, характерные для большей части исследований в области космического природоведения, исходят из возможностей дистанционных средств и направлены, в первую очередь, на получение информации, позволяющей глубже проникнуть в существо тех или иных природных процессов на земной поверхности. В новых видах информа-

ции научного и практического назначения реализуется потенциал дистанционных средств, а вопрос непосредственного практического использования, как правило, остается на втором плане. В нормативных разработках этот вопрос выходит на первый план. Не случайно в публикациях группы авторов, работающих в области использования дистанционной информации в сельском хозяйстве, в качестве пути внедрения такой информации рассматриваются проблемы создания информационно-управляющих систем /2, 3/.

В оперативных информационно-управляющих системах может использоваться информация только в систематизированном и пригодном для текущего потребления виде, что соответственно диктует конкретные запросы к уровню технических средств космического и наземного комплексов. Учитывая возможности НТР, развитие технических средств – функция времени, финансирования и экономической эффективности использования дистанционной информации. Разворачивание таких систем будет проходить поэтапно, с учетом существующего уровня технических средств и финансовых ресурсов, с постепенным включением информации от наиболее выигрышной (опасные для производства факторы и явления) до полной (необходимой для управления производством на интенсивной основе).

Среди исследований по созданию дистанционных оперативных систем изучения природных ресурсов Земли центральное место занимают вопросы определения объемов и задач мониторинга, организации технической обработки данных, которые составляют географические основания системы. Мы намеренно акцентируем внимание на этом обстоятельстве в противовес преобладающей у разработчиков точки зрения о доминирующем значении технических средств, определяющих состав и качество выходной продукции.

## Объекты и задачи дистанционного мониторинга

Возрастающие технические возможности дистанционных средств обеспечивают получение все более разнообразных нетрадиционных образов (спектрально-яркостных, тепловых), которые в комплексе дают интегральное представление о событиях, протекающих на территории. Решающую роль в оперативных системах, предопределяющую характер тематической обработки дистанционных данных, как уже отмечалось, имеет целевая установка. Поскольку для управления необходима информация о состоянии объектов управления, то в качестве базовых объектов мониторинга, естественно, выступают первичные звенья производства, которые мы рассматриваем как целостные территориальные хозяйствственные системы (ТХС). Значение территориальной составляющей, как пространственного базиса управления производством, зависит от его 36

специфики и дифференцирует все хозяйствственные системы в зависимости от взаимоотношений производства с природными свойствами территории. С этих позиций ТСХ делятся нами на три основные группы: 1) территориальноемкие ТСХ, использующие возобновимые природные ресурсы как ресурсную основу производства — сельское хозяйство, лесное хозяйство, гидроэнергетика, водоснабжение, лесозаготовки, рыбная промышленность; 2) территориальномуемкие линейные ТСХ, испытывающие активное влияние природных условий территории на ход производства — транспорт, линейное и водохозяйственное строительство, связь, энергосети; 3) территориальномуемкие узловые ТСХ, интенсивно преобразующие свойства территории — теплоэнергетика, горнодобывающая и ряд отраслей обрабатывающей промышленности.

В этой классификации первичные звенья производства объединены в крупные отрасли, включающие большие группы предприятий, обладающих общностью функций в системе разделения труда и однородностью производимой продукции. Более детальная систематизация ТСХ требует учета характера использования территории, формы, специализации и технологических особенностей производства. Так, в сельском хозяйстве выделяются 2 основные формы производства — земледелие и животноводство, базирующиеся на использовании, соответственно, пахотных земель и кормовых уголов (пастбищ и сенокосов). Земледелие включает 6 типов производства по специализации (зерновой, хлопководческий, свекловичный, овощекартофелеводческий, виноградарский, плодовоягодный, кормовой) и 3 типа в животноводстве (скотоводство, оленеводство, овцеводство) /4/. Формы ведения и специализации сельского хозяйства тесно связаны с зональными особенностями территории. В лесной зоне преобладают хозяйства животноводческой специализации, базирующиеся на полевом кормопроизводстве, луговых пастбищах и сенокосах. Земледелие ведется в условиях избыточного увлажнения и недостатка тепла. Пахотные земли составляют 20—40% земельных угодий, характеризуются низким естественным плодородием, переувлажненностью, закустаренностью, мелкоконтурностью. Основной вид мелиорации — осушение земель. В лесостепной зоне с умеренным увлажнением и более высоким плодородием земель преобладают хозяйства растениеводческой специализации. Пахотные земли составляют 40—60% земельных угодий, характеризуются усилением эрозионных процессов, среднеконтурностью. В степной зоне господствуют зерновые растениеводческие хозяйства. Пахотные земли составляют до 70—80% земельных угодий, поля крупные. Земледелие ведется в условиях неустойчивого увлажнения, интенсивной водной и ветровой эрозии. Основные мелиорации — орошение земель, лесомелиоративные работы. В тундровой и лесотундровой зоне основная форма ведения сельского хозяйства — оленеводство; в сухих степях, полупустынях и горных районах — овцеводство.

Наиболее существенные отличия изображения на космических снимках связаны с особенностями использования земель, соотношение и структура которых формируют физиономический образ территории. В основе локализации типов производства лежит деление Единого государственного земельного фонда на земли различного хозяйственного назначения, находящиеся в ведении различных пользователей (сельскохозяйственные земли, лесной фонд, водный фонд, земли транспорта, земли промышленности и населенных пунктов и т.п.). Общая задача дистанционного мониторинга – слежение за динамикой состояний первичных звеньев производства – раскрывается через комплексы параметров, характеризующих их структуру и функционирование ТСХ, которые состоят из множества участвующих в производстве элементов и представляют собой полиструктурные образования. С позиций управления нами предлагается объединить задачи в группы, которые соответствуют территориальным структурам производства с природной средой территории: ресурсно-производственную (элементы производства – ресурсные элементы территории), эколого-производственную (элементы производства – влияющие природные элементы и процессы) и производственно-экологическую (элементы производства – нарушаемые природные элементы и процессы). Конкретные задачи мониторинга – слежение за характеристиками компонентов этих структур, раскрывающих динамику и функционирование ТСХ.

Выделение в хозяйственных системах структурных взаимоотношений позволяет всесторонне контролировать ход производства с использованием данных мониторинга. Например, для сельского хозяйства в первую группу объединены задачи мониторинга ресурсных компонентов агросистем: учет и оценка состояния земельного фонда, сельскохозяйственных угодий, пахотных земель, посевных площадей и паров, многолетних насаждений, естественных кормовых угодий, защитных лесонасаждений, почв. Основные операционные объекты – пахотные и пастбищные земли – оцениваются по большому числу параметров, прослеживаются также агротехнические мероприятия и гидротехническая мелиорация, раскрывающие особенности технологии производства. Вторая группа включает задачи слежения за экологическими компонентами – агрометеоусловиями (режим увлажнения территории и почв, тепловые условия поверхности, неблагоприятные явления и процессы) и режимом водных объектов. В третью группу вошли задачи слежения за дегрессионными компонентами (нарушениями состояний природной среды) – деградацией почв, растительности и водоемов, текущими загрязнениями почв, поверхностных вод и атмосферы.

В дальнейшем необходимо учитывать требования органов управления к качеству информации, исходя из критериев ее полноты, объективности, содержательности и целенаправленности, что позволяет придать

задачам дистанционного мониторинга необходимую пространственно-временную конкретность и параметричность. Такая разработка, проведенная нами для сельского хозяйства, выявила обширный круг потенциальных проблем дистанционного мониторинга, существенные отличия их состава на разных этапах годового производственного цикла для различных уровней и задач органов управления.

### Организационные проблемы создания оперативных геоинформационных систем

В СССР в течение ряда лет ведутся работы по созданию государственной системы исследования природных ресурсов и охраны окружающей среды на базе космической техники (ИПРЗ). Система ИПРЗ состоит из космического (нескольких космических подсистем) и наземного сектора, включающего государственные подсистемы первичной и ведомственные подсистемы тематической обработки дистанционных материалов /6/. Уже на первом этапе развертывания системы ИПРЗ работа главного и региональных центров приема и обработки спутниковой информации, передающих дистанционные данные по крупным регионам СССР для тематической обработки в министерства и ведомства, столкнулась с большими трудностями внедрения дистанционных материалов и, в первую очередь, в оперативное управление. В ряду причин следует выделить разорванность управления функциональными блоками ИПРЗ, отраслевую концепцию организационной структуры системы, а также недостаточный учет структуры потребителей, их запросов и степени подготовленности к восприятию новых видов информации.

О разорванности функциональных блоков свидетельствует структурная обособленность секторов космического, первичной и тематической обработки, которая приводит к возрастающему отставанию средств обработки информации как по мощностям переработки информации, так и, в еще большей степени, по возможностям тематической интерпретации. Отраслевые организации помимо недостаточной оснащенности средствами обработки сталкиваются с большими сложностями тематической интерпретации как в плане возможностей влияния на качество дистанционных данных, так и в содержательной оценке меняющихся по территории факторов, формирующих дистанционные изображения. Эти обстоятельства существенно затрудняют получение информации удовлетворительного качества и тем самым ограничивают область использования выходной продукции системы как по оперативности, так и по составу и уровням потребителей. Все это свидетельствует о том, что практическое применение дистанционных методов получения информации решющим образом связано с научным обоснованием организации ИПРЗ. При решении вопросов организации системы, на наш взгляд, необходимо

мо учитывать особенности ее функционально-блочной структуры, структуру потребителей информации и структуру объектов дистанционного мониторинга.

Функционирование ИПРЗ (и информационных систем на ее основе) – специфический процесс производства информации, объединяющий процессы получения дистанционных данных, их тематической обработки и передачи выходной информации потребителям. Система должна обладать механизмом инновации, включающим специальные научные разработки, экспериментальное производство новых видов информации и их апробацию у потребителей. Центральное место в ней занимает наземный комплекс, состоящий из блоков обработки дистанционных данных, наземной текущей информации, базы данных научного обеспечения и выходной продукции. Наземный комплекс обеспечивает содержательность обработки дистанционных данных. Множественность определяемых параметров в одних и тех же первичных материалах при тематической интерпретации в интересах различных потребителей потребует соответствующих гигантских мощностей всех составляющих наземного комплекса. Исходя из этого, очевидна необходимость его структурного расчленения на систему центров по отраслевому либо территориальному принципу. Более эффективной в перспективе считаем межотраслевую территориальную обработку, позволяющую комплексно использовать дистанционные данные. Иерархия потребителей предопределяет необходимость расчленения системы в соответствии с их структурой. Хозяйственное управление в современных условиях все более становится сферой компетентности региональных органов (общего руководства функциональных и хозяйственных) среднего и низового уровней, а также концентрируется непосредственно в первичном звене. Это обстоятельство ограничивает круг потребителей территориальными хозяйственными, советскими и некоторыми отраслевыми органами управления, построенными по региональному типу. В состав данных отраслевых органов входит ряд органов союзно-республиканских министерств и комитетов, республиканских министерств, союзных министерств добывающей промышленности, министерств транспорта и др. Если дополнительно учесть необходимость организации обслуживания потребителей в производственном режиме, то становится очевидной важность соответствия организационной структуры системы ИПРЗ структуре управления. Таким образом, ИПРЗ должна быть организована как система межотраслевых центров обработки дистанционных данных (ТЦОД), осуществляющих геоинформационное обслуживание конкретных потребителей, т.е. разделение территории страны на зоны обслуживания ТЦОД должно основываться на закономерностях территориальной интеграции хозяйства и органов управления различных типов, учитывать технические параметры системы, размер проектируемого радиуса приема дистанционной информации и т.п. При

отсутствии в настоящее время единых органов управления, охватывающих все стороны хозяйствования на территории, объективные основания интеграции органов управления определяются особенностями территориальной организации народного хозяйства. В качестве основного принципа выделения зон обслуживания ТЦОД принимается экономическое деление территории страны.

Главные единицы экономического деления — современные и перспективные экономические макрорайоны, представляющие собой крупные территориально-хозяйственные комплексы, тесно связанные с естественной основой территории. Интенсификация взаимоотношений между хозяйственными и природными системами в эпоху НТР позволяет говорить о расширении объективной основы экономического района до природно-хозяйственного комплекса, целью развития и функционирования которого становится обеспечение эффективного развития хозяйства при условии рационального природопользования /7/.

С учетом схем экономического районирования, структуры административно-политических единиц и проектируемого радиуса приема дистанционной информации европейская часть страны была разделена на 29 ТЦОД, в том числе 8 республиканских, 16 в составе РСФСР и 5 в составе УССР /3/.

Существующие границы 14 экономических районов согласуются с границами союзных республик. При этом наблюдаются три варианта согласований: 1) крупные республики разделяются на систему районов (РСФСР — 8, УССР — 3); 2) средние республики выделены как самостоятельные экономические районы (БССР); 3) сравнительно небольшие республики объединяются в один район (Прибалтийский, Закавказский). Более дробные уровни экономического деления используются в предплановых разработках (схемах развития и размещения производительных сил, районных планировках и т.п.).

Территории экономических районов в настоящее время не имеют соответствующих полноценных органов управления, а являются сферой деятельности предприятий и производственных объединений центрально-го подчинения, отраслевых органов среднего звена, построенных по региональному типу, и территориальных административно-хозяйственных органов. С позиций дистанционного мониторинга важно, что отраслевые органы регионального типа управляют хозяйственными системами первой и второй группы, а в компетенцию территориальных органов входит контроль производственно-экологической структуры предприятий всех групп. Поэтому даже при современной структуре управления на территории районов существует та или иная региональная структура потребителей дистанционной информации.

В процессе перестройки структуры управления предлагаются различные пути совершенствования территориального управления. Первый

путь связан с приведением административно-политических границ в соответствие с экономическим делением. В настоящее время административно-политические звенья 2 и 3 уровней чрезмерно раздроблены. Так, в пределах европейской части СССР при наличии 10 республик на 2-м уровне относятся 89 единиц (16 АССР, 2 края, 67 областей, 3 АО, 1 национальный округ), к 3-му уровню — 2205 единиц (низовые административные районы). Кратность единиц по уровням составляет 1:9:25. Раздробленность административно-политических единиц в сочетании со значительной дробностью отраслей приводит к снижению полноты управления территориальных органов и возникновению у центральных органов множества проблем на "стыках" пересечения административных единиц с отраслями. Решение этих противоречий по мнению большинства специалистов в области экономического районирования и территориального управления связано с укрупнением административных звеньев в 3–4 раза /7, 8/.

Другой путь основывается на создании системы органов управления, соответствующих сферам управления, — отраслевой, территориальной и социальной. При сохранении существующей системы административно-политических органов и укрупнении первичных звеньев отраслевых органов предлагается создать органы территориального хозяйственного управления, занимающиеся задачами комплексирования производства и производственной инфраструктуры. Иерархия этих органов должна соответствовать единицам экономического районирования /9/.

И в том, и в другом случае территории экономических районов получают систему органов управления, обладающих необходимой полнотой управления и заинтересованных в новой геоинформационной базе.

Исходя из перспективной схемы экономического членения территории, современной и перспективной структуры органов регионального управления, зоны обслуживания ТЦОД должны соответствовать экономическим макрорайонам и союзным республикам. Идеальный случай — совпадение границ экономических районов с высшим уровнем административно-политического управления — наблюдается в единственном варианте (БССР). В Прибалтийском и в Закавказском районах, а также в Молдавской ССР количество ТЦОД устанавливается соответственно числу союзных республик несмотря на небольшие размеры территорий (30–90 тыс. км<sup>2</sup>). РСФСР и УССР разделяются на системы экономических районов, которые включают группы административно-политических единиц областного уровня. Алгоритм выявления зон обслуживания ТЦОД в этом случае состоял в последовательном учете: а) размеров территории района с учетом проектируемого радиуса захвата ТЦОД (300–500 км); б) границ экономических мезорайонов в случае, если территория района не охватывается одним ТЦОД; в) границ перспективных макрорайонов.

При радиусе захвата 500 км зоны 8-ми ТЦОД охватили территории экономических районов; для Поволжского и Северо-Кавказского района необходимо создание двух ТЦОД в каждом районе; для Северного района – трех, что составило в сумме 15 ТЦОД, размещение которых привязывается к крупнейшим индустриальным и научным центрам соответствующих экономических районов. Учитывая назревшую необходимость пересмотра современного экономического районирования, сеть ТЦОД на территории РСФСР и УССР была расширена на 6 ТЦОД. Таким образом, с учетом 8-ми республиканских центров потенциальная сеть на территории европейской части СССР включила 29 ТЦОД /3/.

Организация работы конкретных ТЦОД требует специальных географических исследований, включающих определение потребителей и состава информационного обеспечения, создание географической базы данных о территории, определение состава комплексов наземного и научного обеспечения, режима работы ТЦОД и т.п.

В зависимости от особенностей взаимодействия хозяйства и природной среды в зонах обслуживания ТЦОД сформировались закономерные сочетания территориальных хозяйственных систем (ТХС), являющихся объектами дистанционного мониторинга. При этом содержание информационного обслуживания органов управления ТЦОД существенно различается из-за большой изменчивости по территории европейской части страны естественной основы производства, заселенности и характера производства, обусловливающих существенные различия в характере природопользования. Выявление региональных сочетаний хозяйственных систем и задач мониторинга проводится в рамках специального природохозяйственного районирования, которое одновременно используется для информационного обеспечения ТЦОД. Предлагаемый проект сети ТЦОД и специальное природохозяйственное районирование, отражающее исторический процесс интеграции ТХС, позволяют определить конкретные объекты и задачи дистанционного мониторинга, ведущие программы информационного обеспечения потребителей, оценить степень подготовленности тех или иных районов для развертывания ТЦОД, дают основания для разработок проектов их функциональной структуры. По характеру основных задач геоинформационного обеспечения, обусловленных сочетаниями основных видов природопользования, 180 природохозяйственных районов ЕЧ СССР (объединенных в 52 равнинных и 4 горных области) сгруппированы в 9 типов:

- I. Северо-морской промысловый;
- II. Тундрово-пастибщный;
- III. Лесохозяйственный;
- IV. Лесо-сельскохозяйственный;
- V. Сельско-лесохозяйственный;
- VI. Сельскохозяйственный земледельческий (в лесостепной зоне)

**VII. Сельскохозяйственный земледельческий (в степной зоне)**

**VIII. Полупустынно пастбищный**

**I X. Промышленный (районы крупных промышленных агломераций и горных разработок).**

Совмещение сеток зон обслуживания ТЦОД и природохозяйственных районов, анализ динамики контролируемых компонентов ТХС и требований органов управления к качеству и своевременности поступления информации позволили установить природно-хозяйственную структуру зон обслуживания и обосновать состав и режим информационного обеспечения (табл.).

Особого внимания заслуживают вопросы стратегии развертывания ТЦОД. При недостаточной научно-технической обеспеченности и необходимости больших затрат на создание и функционирование системы, на наш взгляд, целесообразна поэтапная стратегия развертывания ТЦОД. Первая очередь ТЦОД создается для апробирования научно-технических средств и организационных структур информационных систем, проверки оперативных возможностей дистанционных измерений и средств обработки, определения форм взаимоотношений с потребителями информации и для оценки экономической эффективности системы. При отборе первоочередных ТЦОД должен быть учтен ряд объективных и субъективных факторов. В качестве объективных факторов решающее значение имеют: актуальность задач мониторинга; принципиальная возможность их решения современными техническими средствами; наличие в предлагаемой зоне обслуживания научно-исследовательских учреждений, способных обеспечить работу ТЦОД. В качестве субъективных факторов исключительно важен учет степени заинтересованности местных органов управления в организации ТЦОД и использовании его продукции.

Наиболее актуальными задачами дистанционного мониторинга на территории европейской части СССР являются контроль зернового хозяйства, водопользования, лесопользования и состояния окружающей среды. Эти задачи определяют состав ведущих программ информационного обслуживания ТЦОД. Первоочередные ТЦОД определены нами для каждой из этих задач в типичных и одновременно особо важных для народного хозяйства районах. Предлагается сформировать первую очередь системы в составе 6 ТЦОД, в том числе Московской ТЦОД с четырьмя программами, Донецко-Приднепровский с двумя и 4 ТЦОД с одной программой (см. табл.).

В качестве примера можно привести структуру работы Южно-Украинского ТЦОД, расположенного в земледельческой зоне со сплошной распашкой, с ведущей сельскохозяйственной культурой — озимой пшеницей, с полями крупных размеров (100–200 га), что нашло отражение в полигонально-ортогональном рисунке изображения на снимках. Территория, обслуживаемая ТЦОД, расположена в зоне недостаточного увлажнения.

Состав и режим работы первоочередных ТПОДов на европейской части СССР

Пункты размещения ТПОД	Прододохозяйственные промышленные, обслуживающие ТПОДом	Основные типы природопользования	Основные задачи		Время и периодичность работы ТПОД
			5	4	
Архангельск	Северо-европейская (I В) и Двинско-Петрорусская (II Б)	Морской промысел, оленеводческий, лесохозяйственный с промышленными лесозаготовками	Учет земельного фонда, земельных угодий. Выявление заболоченных и переувлажненных земель. Оценка состояния оленых пастищ — запасов фитомассы, степени нарушенности тундровой растительности. Слежение за состоянием снежного покрова, водных объектов. Слежение за состоянием лесов, за лесозаготовками	Весенне-летне-осенний период (с апреля по октябрь), 1 раз в 10 дней	
Москва	Валдайско-Приладожская (III А), Полеско-Опольская (IV Б)	Лесохозяйственный, сельскохозяйственный, сельскохозяйственно-промышленный	Учет земельного фонда, земельных угодий. Выявление переувлажненных земель. Оценка состояния посевных площацей (ржи, яровой пшеницы, кормовых). Слежение за развитием овражно-балочной сети, состоянием снежного покрова; за состоянием лесов, загрязнением вод и атмосферы	Весенне-летне-осенний период (с апреля по ноябрь), 1 раз в 5–10 дней.	
Минск	Полесско-Опольская (IV Б)	Сельскохозяйственный, лесохозяйственный	Учет земельного фонда, земельных угодий, выявление переувлажненных, заболоченных, эродированных земель. Оценка состояния посевных площацей. Оценка состояния осушенных земель. Слежение за агрометеосусловиями. Слежение за снежным покровом, водными объектами, за состоянием лесов	Зимний период (декабрь–март) 1 раз в 10 дней	

Продолжение табл.

			1	2	3	4	5
Куйбышев	Приволжско-Заволжская (VB), восточная часть Южно-Украинской (VГ)	Сельскохозяйственный	Учет земельного фонда, земельных угодий: Оценка состояния посевных площадей (яровой пшеницы, ржи). Слежение за состоянием снежного покрова, за развитием овражно-балочной сети, состоянием охраненных лесов, за загрязнением вод и атмосферы	Сельскохозяйственный, горнодобывающий	Учет земельного фонда, земельных угодий. Выявление эродированных земель, Оценка состояния посевных площадей (озимой пшеницы, ячменя, кукурузы). Оценка агрометеоусловий. Выявление последствий пыльных бурь и суховеев. Следование за развитием овражно-балочной сети, загрязнением вод и атмосферы. Оценка состояния охранных лесов.	Круглый год с апреля по ноябрь – 1 раз в 5 дней. С ноября по февраль – 1 раз в 10 дней	Круглый год с апреля по ноябрь – 1 раз в 5 дней, с декабря по март – 1 раз в 10 дней
Донецк	Центральная часть Южно-Украинской (VГ)	Сельскохозяйственный, горнодобывающий	Учет земельного фонда, земельных угодий. Выявление засоленных, зеродированных подтопленных земель. Оценка состояния посевных площадей (озимой пшеницы, ячменя, подсолнечника). Оценка агрометеоусловий. Выявление последствий ливней и градов, суховеев, пыльных бурь. Следование за развитием овражно-балочной сети. Оценка состояния орошаемых земель. Оценка состояния садов и виноградников, полезащитных насаждений	Сельскохозяйственный	Учет земельного фонда, земельных угодий. Выявление засоленных, зеродированных подтопленных земель. Оценка состояния посевных площадей (озимой пшеницы, ячменя, подсолнечника). Оценка агрометеоусловий. Выявление последствий ливней и градов, суховеев, пыльных бурь. Следование за развитием овражно-балочной сети. Оценка состояния орошаемых земель. Оценка состояния садов и виноградников, полезащитных насаждений	Круглый год с апреля по ноябрь – 1 раз в 5 дней, с декабря по март – 1 раз в 10 дней	Круглый год с апреля по ноябрь – 1 раз в 5 дней, с декабря по март – 1 раз в 10 дней
Одесса	Западная часть Южно-Украинской (VГ)						

нения и имеет равнинный слаборасчлененный рельеф. Основные задачи мониторинга — слежение за посевными площадями озимой пшеницы; влагообеспеченностью; за последствиями неблагоприятных процессов — метеорологических (пыльные бури, суховеи) и биогенных (фитозоопатологические); за мелиорацией; за последствиями хозяйственной деятельности (засоление, эрозия, подтопление и т.п.).

Особое значение имеет создание Московского ТЦОД ввиду его близости к центральным органам управления, наличия мощной научно-технической базы, сложности проблем природопользования в регионе. Вместе с тем эксплуатация этого ТЦОД сопряжена с рядом сложностей как технического (мелкоконтурность наблюдаемых объектов), экономического (преобладание охранного характера задач затрудняет определение экономической эффективности работы системы) и организационного (проблемы ведомственной подчиненности) характера, так и природного — ограничение использования космической информации, связанное с большим числом облачных дней.

Переход к производственному обслуживанию народного хозяйства осуществляется с вводом в эксплуатацию второй очереди центров, которая включает все республиканские ТЦОД и ТЦОД важнейших экономических районов.

Требования к составу и характеристикам технических средств ТЦОД должны определяться, исходя из необходимого потребителю качества выходной продукции системы. Поэтому обоснование сети и программ работы ТЦОД включает вопросы собственного обеспечения центров. По современным представлениям структура ТЦОД должна состоять из 4-х основных блоков: комплекса приема дистанционных данных, комплекса обработки, комплекса наземного информационного обеспечения и комплекса формирования тематической информации для конкретных потребителей. Содержательность тематической обработки определяется возможностями комплекса наземного информационного обеспечения, а эффективность использования информации — механизмом включения произведенной информации в систему управления.

Значительные природно-хозяйственные отличия районов обслуживания ТЦОД и усложнения задач по мере развертывания системы весьма ограничивают возможности типового программного обеспечения. В связи с этим эффективная организация работы всех блоков ТЦОД с учетом региональной специфики возможна при включении в структуру центров специального комплекса научного обеспечения. Выявление необходимых элементов комплексов наземного и научного обеспечения, определение возможностей подключения к работе системы существующих информационных служб и научных организаций позволяют оценить степень подготовленности тех или иных районов к развертыванию системы ИПРЗ и одновременно дают основания для определения проектов организационной структуры конкретных ТЦОД.

## Л и т е р а т у р а

1. Бельчанский и др. О системе комплексной обработки аэрокосмической информации для сельского хозяйства // Исследования Земли из космоса. 1982. № 4. С. 5–11.
2. Бельчанский и др. Использование дистанционных оптических измерений в сельском хозяйстве // Исследование Земли из космоса. 1984. № 5. С. 8–24.
3. Воробьева Т. А., Симонов Ю. Г., Спектор И. Р., Рождественская Н. А. Географическое обоснование использования дистанционной информации в оперативном управлении // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1987. № 4. С. 3–9.
4. Ежков В. В., Киенко Ю. П. О построении и эксплуатации наземного сектора государственной космической системы исследования природных ресурсов Земли // Исследования Земли из космоса. 1985. № 1. С. 3–9.
5. Калашникова Т. М. Экономическое районирование. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 216 с.
6. Общесоюзный классификатор. Отрасли народного хозяйства (175018). М., Статистика, 1976. 186 с.
7. Попов Г. Х. Эффективное управление. М.: Экономика, 1985. 235 с.
8. Хорев Б. С. Территориальная организация общества (актуальные проблемы управления и территориального планирования в СССР). М.: Мысль, 1981. 319 с.
9. Чизмен Ч. Е., Келлер Д. У. Всеобщая система использования земных ресурсов в 1980-х годах (взгляд в будущее) // Космическая геология. Материалы симпозиума НАСА по исследованию ресурсов Земли. Л.: Недра, 1979. С. 302–345.

Г.И.Барвынь

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Региональные геоинформационные системы являются научно-организационно-технической информационной базой для принятия оперативных решений по управлению новым хозяйственным механизмом региона, улучшению его экологической обстановки, по межотраслевому территориальному управлению природопользованием.

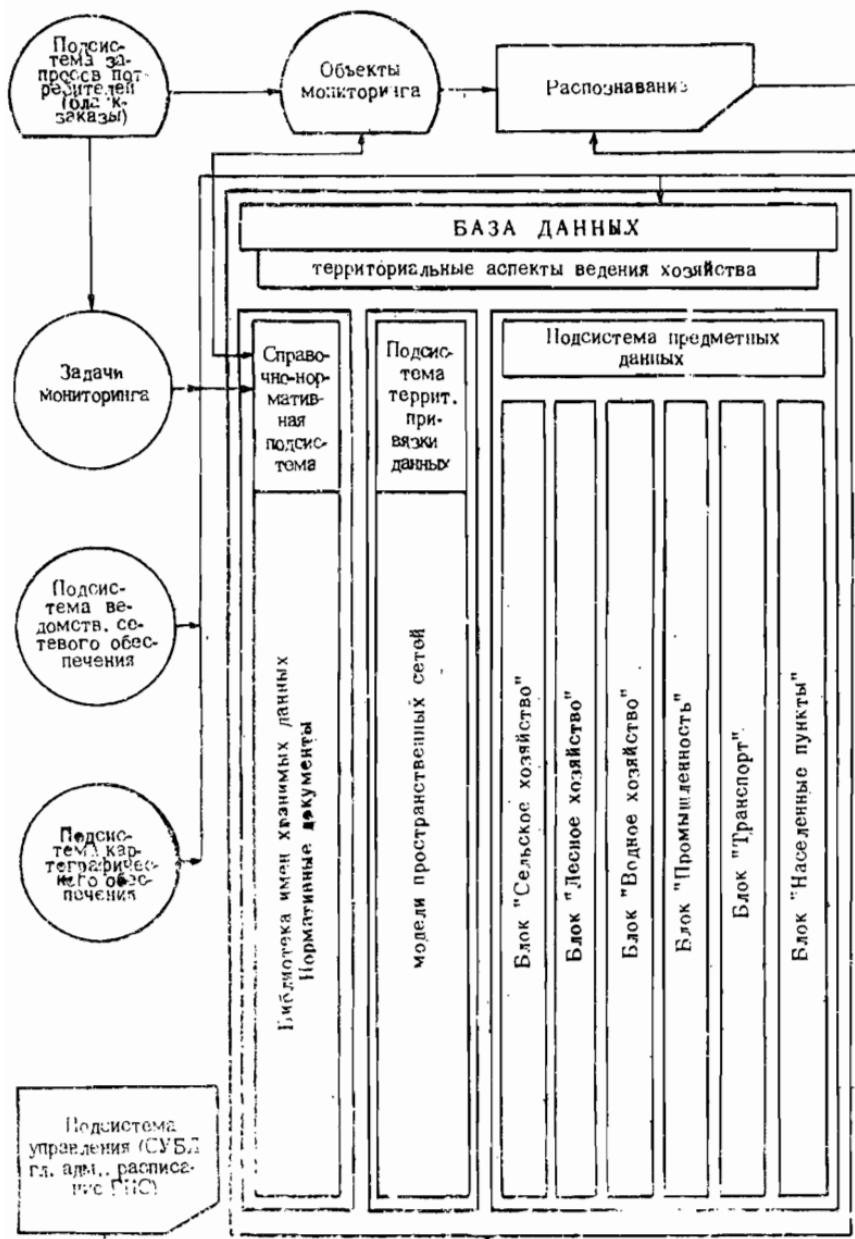
Проектирование региональных геоинформационных систем, независимо от ведущего типа природопользования в регионе, обслуживаемом ГИС, должно быть основано на некоторых общих, типовых принципах. Первая версия проектных решений и ее развитие в области организации структуры, информационного и программного обеспечения ГИС была изложена в серии статей Ю.Г.Симонова и Г.И.Барынь /2, 7–10/.

*Территориально-отраслевой принцип организации информации.* Как известно, исходная информация ГИС принадлежит, с одной стороны, определенной территории (региону) со свойственной ему спецификой природных условий и хозяйственной деятельности, с другой – эта информация собирается и используется по каждой из отраслей народного хозяйства и в этом плане имеет отраслевую ориентацию. Этот "дualизм" в сфере информационной деятельности долгое время разрешался в пользу преобладающего развития отраслевых информационных систем. В настоящее время, когда все большее значение придается целевым программам регионального развития, предлагаемый территориально-отраслевой принцип предполагает обеспечение страны сетью региональных ГИС и соответствующих им распределенных баз данных (БД), информационное обеспечение которых должно быть построено по отраслевому принципу путем выделения в базе данных блоков "Сельское хозяйство", "Лесное хозяйство", "Водное хозяйство", "Промышленность", "Транспорт" и т.д. (рис.).

Такой подход позволяет сохранить территориальную целостность изучаемого региона, показать территориальные аспекты природопользования и охраны окружающей среды и одновременно отразить в базе данных отраслевую структуру и функционирование его природно-хозяйственного комплекса. Кроме того, территориально-отраслевой принцип делает возможным создание типового структурного каркаса для каждого из блоков ГИС, что позволило бы в дальнейшем проектировать региональные системы любого профиля за счет составления разнообразных сочетаний блоков БД в зависимости от ведущего типа природопользования в обслуживаемом ГИС регионе /1/.

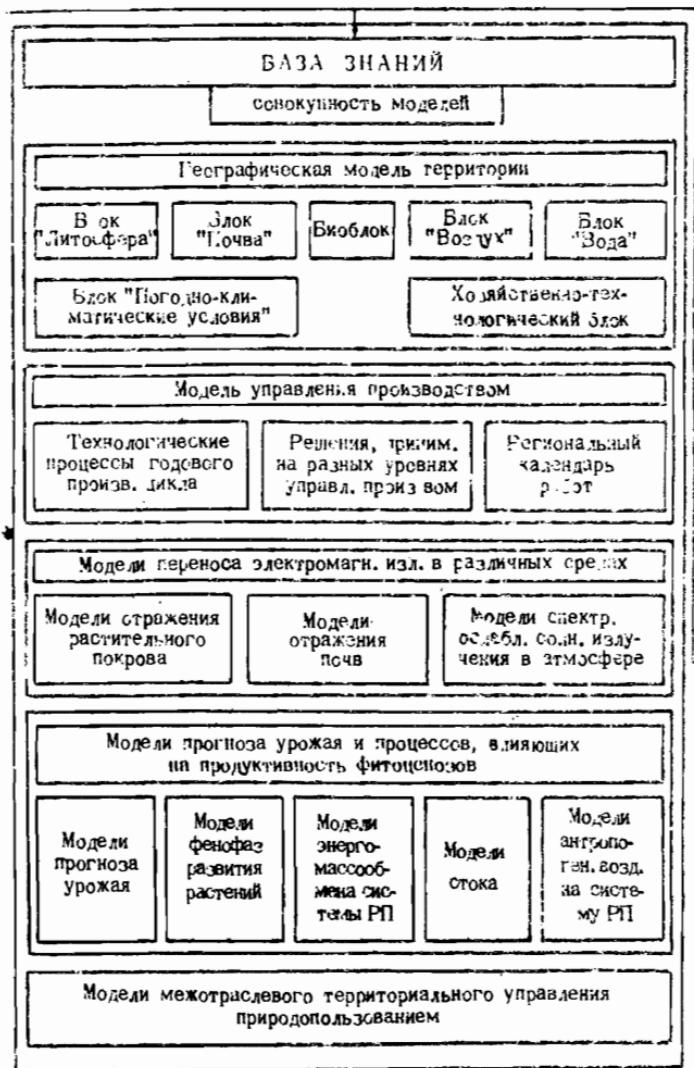
*Необходимость включения основных структурно-функциональных единиц (подсистем) в структуру типовых региональных ГИС с дистанционным потоком информации:* запросов потребителей (состав потребителей, задачи и объекты мониторинга, бланк-заказы потребителей на решение конкретных задач); ввода данных дистанционного зондирования (ДДЗ); сбора и передачи опорных подспутниковых данных (подспутникового обеспечения); сбора и организации ведомственной сетевой информации; подсистемы картографического обеспечения; базы данных и базы знаний; подсистемы управления (СУБД, главный администратор системы, расписание работ ГИС, организация данных, процедуры); обработки данных (в том числе процедур распознавания и тематической ин-

## РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА



Структурные и функциональные обеспечение типовой региональной

АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА



Аэрокосмическое обеспечение

Подсистема подсчета налогового обеспечения

Статистическое обеспечение

Техническое обеспечение

терпретации ДДЗ); создания выходной продукции; подсистемы использования информации и принятия оперативных решений по управлению народным хозяйством, природопользованием, охраной окружающей среды в регионе.

*Обеспечение единства информационной базы* типовых региональных ГИС за счет включения в состав каждой из них основных видов географического информационного обеспечения: картографического, сетевого, аэрокосмического, статистического, специального подспутникового экспериментального обеспечения. Стандартизация способов конструирования форматов представления соответствующих информационных массивов на носителях путем разработки гибкого языка описания данных.

*Сочетание базы данных и базы знаний* в структуре типовых региональных ГИС. База данных ГИС отражает территориальные аспекты природопользования, ведения хозяйства, экологической обстановки в регионе. Ее основной задачей является "поддержание динамической информационной модели состояния сложных управляемых природно-хозяйственных систем территории и обеспечение опорными данными технологического процесса обработки и интерпретации аэрокосмической информации" /7, с.103/.

База знаний типовых региональных ГИС состоит из совокупности различного рода моделей систем реального мира (см. рис. – географическая модель территории; модели управления производством; модели переноса электромагнитного излучения в различных средах; модели межотраслевого территориального управления природопользованием в регионе; модели прогноза урожая и процессов, влияющих на продуктивность фитоценозов и др.). Помимо этого в базу знаний должны входить также в виде системы решающих правил знания специалистов-экспертов по целому ряду конкретных вопросов, связанных с ведением хозяйства, правовым регулированием конфликтных ситуаций природопользования и др. Последний круг вопросов предполагается решать в ГИС путем совместной разработки с юристами соответствующего блока экспертной системы, задачей которого является обеспечение арендных коллективов и отдельных фермеров юридическими знаниями и организация их правовой защиты /6/.

Именно сочетание территориальных аспектов ведения хозяйства и природопользования (базы данных) с совокупностью моделей и узко специализированными экспертными системами (базы знаний) позволит типовым региональным геоинформационным системам максимально использовать все информационные ресурсы территории в целях ее рациональной организации, экологического мониторинга за состоянием ТХС, оперативного управления расположенным на территории видами хозяйственной деятельности.

*Многоуровневая структура* региональных ГИС соответствует иерархической структуре управления народным хозяйством и определяет ранги элементарных территориальных единиц сбора информации, размерность наблюдаемых территориально-хозяйственных систем, состав информационного обеспечения базы данных по каждому из уровней, разрешение дистанционных материалов и масштабы выходной продукции ГИС /1/.

*Блочный принцип* организации информации предполагает поэтапную разработку и внедрение каждого из блоков ГИС (блок "Сельское хозяйство", блок "Лесное хозяйство" и т.д.) на фоне создания общей, единой концепции региональной геоинформационной системы, что позволит в дальнейшем интегрировать эти блоки в единую структуру /5, 9/.

*Обеспечение интерфейса с ведомственными организациями*, продукцирующими основные потоки информации для региональных ГИС, является ведущим принципом для многих зарубежных ГИС, таких как OGIRS (США, штат Оклахома /3,11/, LUNR (США, штат Нью-Йорк /3,12/) и других, где информация поступает из ведомственных информационных служб в ГИС отдельных штатов USA в едином совместном формате на магнитных носителях. В условиях СССР необходимость извлекать значительную часть информации из ведомственных потоков связана как с организационными трудностями, так и с дополнительной работой по географическому редактированию, приведением этих данных к единому совместимому формату, адаптации этих данных к условиям ГИС, геокодированию перед их вводом в базу данных и др.

*Принцип разделения описания отношений между объектами и описание самих объектов и их состояний* находит свое отражение в создании справочно-нормативной подсистемы базы данных и подсистемы предметных данных БД региональных ГИС, отношения между которыми устанавливаются посредством файла связи /7/. При этом в справочно-нормативной подсистеме БД устойчивые отношения между объектами фиксируются в совокупности иерархических классификационных графов природных, природно-хозяйственных объектов и административно-территориальных единиц, а подсистема предметных данных БД содержит собственную информационные файлы, описывающие в виде таблиц отношений сами объекты и их состояния.

*Специализация информационного обеспечения ГИС на описание контурных, линейных и точечных объектов.* При организации информационного обеспечения ГИС предусмотрено цифровое представление и хранение данных, описывающих площадные структуры (природные, природно-хозяйственные и административные), структуры линейного класса (дороги, реки, линии разломов и т.д.), а также объекты, локализованные в конкретных точках (населенные пункты, не имеющие плановых очертаний).

ний; гидрометеорологические станции и посты и т.д.). При этом описание метрических атрибутов всех трех классов структур содержится в подсистеме территориальной привязки данных БД; семантические атрибуты (за исключением имен хранимых данных) содержатся в подсистеме предметных данных БД региональных ГИС.

*Обеспечение программными средствами интерфейса между различными структурно-функциональными единицами* региональных ГИС позволяет проецировать информацию о пространственных объектах на определенные пиксели "зображения" (формирование обучающей выборки), существенно обогащать описание контурных объектов информацией, полученной в точках наблюдения, и, наоборот, экстраполировать точечные данные на определенные площадные структуры / 4, 7/.

*Специализация информационного обеспечения ГИС на текущую и долговременно хранимую информацию.* Первая часть будет использоваться для текущих задач тематического анализа изображений, вторая ("исторические файлы") – в основном для задач исследования динамики природных и природно-хозяйственных объектов и прогнозных задач.

*Разделение описаний статических и динамических характеристик объектов.* Имеется ввиду выделение файлов или логических блоков (сегментов) внутри файлов по принципу частоты обновления содержащейся в них информации, что существенно облегчает процесс обновления динамической составляющей региональных ГИС.

*Выделение комплексов программных средств различного функционального назначения и модульность программного комплекса* обеспечивает возможность дальнейшего расширения программных средств и использования отдельных программных модулей в различных сочетаниях при решении региональными ГИС разнообразных функциональных задач.

За счет перечисленных выше принципов достигается единство информационной базы ГИС, простота ведения баз данных и эксплуатации всей геоинформационной системы в целом, а также возможность дальнейшего ее расширения на единых основаниях.

#### Л и т е р а т у р а

1. Барвый Г. И. Логическая структура региональной базы данных системы космического мониторинга на примере сельского хозяйства // Внедрение достижений научно-технического прогресса при оптимизации землепользований. Таллин, 1986. С. 15–18.
2. Барвый Г. И. Принципы построения региональных геоинформационных систем при дистанционном экологическом мониторинге // Принципы и методы экоинформатики. М., 1986. С. 142–144.

3. Барвый Г. И., Коннова М. В. Международный опыт создания геоинформационных и сельскохозяйственных систем с дистанционным потоком информации. // Деп. ВИНИТИ АН СССР 21.03.88, № 2218-В 88. М., 1987. 76 с.
4. Деревянко Н. Ф. Организация вычислительного процесса при формировании карты распределения стейнов // Методы автоматизированной обработки материалов аэрокосмической съемки в задачах дистанционного зондирования сельскохозяйственных ресурсов. Тр. ВНИПТИК. М., 1981. Вып. 1. С. 98-103.
5. Кошкарев А. В., Каракин В. П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 45 с.
6. Побежимова Н. И., Барвый Г. И. Географические аспекты правовых проблем развития сельскохозяйственной кооперации в СССР // Правовые проблемы развития сельскохозяйственной кооперации СССР. В свете решений XIX Всесоюзной партийной конференции. Т. 1. М., 1989. С. 93-101.
7. Симонов Ю. Г., Деревянко Н. Ф., Барвый Г. И. Некоторые подходы к организации банка данных системы изучения природных ресурсов земли из космоса // Исследование Земли из космоса. М., 1984. № 4. С. 103-109.
8. Симонов Ю. Г., Барвый Г. И. Региональный банк географических данных // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1981. № 4. С. 24-30.
9. Симонов Ю. Г., Барвый Г. И. Концепции построения информационной базы банка опорных данных (на примере блока "Сельское хозяйство") // Вопросы сбора, систематизации и использования априорных данных при цифровой обработке многозональной космической видеинформации. Тр. ГОСНИИПР. 1984. Вып. 17. С. 29-40.
10. Симонов Ю. Г., Барвый Г. И., Бурков В. П. Методологические предпосылки создания информационной базы банка данных системы ИПРЗ из космоса // Исследование гравитационного поля и природных ресурсов Земли космическими средствами. Львов, 1984. С. 41-43.
11. Stephen J. Walsh. Geographic information system for natural resource management // Int. Journ. of Soil and water conservation. March - April 1985. P. 202-205.
12. Tomlinson R. F., Calkins H. W., Marble D. F. Computer Handling of geographical data. // Unesco Press, Natural Resources Research Series. 1976. № 13. 384 p

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

Сельскохозяйственное производство, занимающее центральное место в АПК, к началу 80-х гг. практически исчерпало возможности экспансивного роста. Об этом убедительно свидетельствует низкая и снижающаяся экономическая эффективность и неустойчивость производства, рост кризисных экологических ситуаций. В ряду причин, обусловивших неудовлетворительное состояние аграрного сектора, особое место занимает несовершенство технологического способа производства с преобладанием архаичных технологий и организационных форм, не позволяющих рационально распорядиться громадными ресурсами,ложенными в сельское хозяйство.

В ряду важнейших направлений интенсификации производства особое значение придается внедрению прогрессивных интенсивных технологий. Важнейшие особенности интенсивных технологий /2/ – использование современных средств интенсификации (мелиорации, химизации, комплексной механизации, достижений биотехнологии, генной инженерии и т.п.); освоение научно обоснованных зональных систем земледелия; максимальная дифференциация технологий не только с учетом региональных условий, но и конкретных особенностей каждого поля, вида и сорта культурных растений, а также в зависимости от быстроменяющихся факторов (текущих погодных условий, состояния почвы и др.); управление процессами формирования урожая на всем протяжении жизни растений.

Таким образом, по сути интенсивная технология является геотехнологией, поскольку производственный процесс рассматривается как функция рационального использования и воспроизводства природно-ресурсной основы производства. Управление интенсивной технологией с учетом ее геотехнологической сущности, территориальной дифференцированности и конкретности становится возможным при наличии достоверной информации, позволяющей принимать оптимальные и своевременные решения. При этом в первую очередь резко возрастает объем необходимой информации о быстротекущих процессах и факторах, влияющих на ход производства.

Изменения в технологической основе производства сопровождаются процессами преобразования организационной структуры АПК. Углубляется специализация и кооперирование, усиливается агропромышленная интеграция, что вызывает резкое увеличение разнообразия организационных форм производства. Во-первых, на уровне основного звена про-

изводства (колхозов, совхозов) идет интенсивный процесс обособления специализированных основных и обеспечивающих подрядных подразделений (первичных ячеек). Опыт показал, что наибольшая эффективность функционирования первичных ячеек достигается при специализации на полном производственном цикле. В связи с этим первичные ячейки производства все больше обособляются в растениеводстве по севооборотам. Разворачивающийся процесс организационно-производственного дробления адекватен специфике сельскохозяйственного производства и природе арендного подряда, создает необходимые организационные условия для рационализации существующих технологий, внедрения интенсивных технологий. Таким образом, в рамках колхозов и совхозов наблюдается закономерное снижение территориальной размерности производственных ячеек при одновременном возрастании кооперирования между ними и обслуживающими подразделениями, что приводит к преобразованию и организационной формы сельскохозяйственных предприятий (агрофирмы, кооперативы). Одновременно начали появляться самостоятельные крестьянские хозяйства на основе долгосрочной аренды.

Во-вторых, развиваются разнообразные организационные формы, обеспечивающие рациональное межхозяйственное кооперирование и агропромышленную интеграцию на районном и региональном (областном, краевом, республиканском) уровнях. В настоящее время идет лавинообразный процесс создания на районном уровне агрокомбинатов и производственно-кооперативных объединений. Первые такие формирования появились в конце 1986—начале 1987 гг., в настоящее время их насчитывается в стране около 200 /3/. Начался процесс преобразования организационных форм и на региональном уровне. Так в Тульской области формируется новая организационная основа производства в форме районных агропромышленных объединений, государственно-кооперативных производственных и научно-производственных объединений, специализированных кооперативов и комбинатов, систем научного обеспечения АПК /4/.

Не менее существенные изменения происходят в системе управления АПК — хозяйственном механизме и организационной структуре. Изменения в технологическом способе и организационных формах производства ускоряют процесс преобразования командно-административной системы в систему экономических методов управления с максимальным расширением самостоятельности хозрасчетных хозяйственных звеньев. Фактически снизу разворачивается процесс демонтажа существующей организационной структуры управления при постепенном вытеснении административной вертикали хозяйственной горизонталью. Уже в настоящее время РАПО интенсивно замещаются кооперативными агропромышленными объединениями и агрокомбинатами, формирующими собственные хозрасчетные структуры управления. Органы управления этих формирований, в отличие от РАПО, не командуют производителями, а предостав-

ляют им управленческие услуги на принципах хозрасчетной ответственности. При этом производитель получает возможность самостоятельно вести хозяйство, обращаясь к управленческой структуре только по поводу тех вопросов обеспечения производства, которые не может решить сам.

В сфере совместного хозяйствования, выходящей за рамки низовых административных районов, также появились первые альтернативные Агропрому управленческие структуры на кооперативной основе — территориальные и межтерриториальные (ассоциации, консорциумы). Так, СМ РСФСР в июне 1988 г. поддержал предложение комбинатов "Кубань", "Раменское" и объединения "Ставропольское" о создании Агроконсорциума, в состав которого вступило более 30 комбинатов и объединений РСФСР /3/. Для управления Агроконсорциумом создаются хозрасчетные структуры, координирующие производственную и коммерческую деятельность, изучение и внедрение научно-технических достижений, технологии, торговли, создание совместных предприятий и т.д. Таким образом, к настоящему времени организационная структура управления АПК чрезвычайно противоречива, так называемые новые управленческие структуры на низовом уровне (сфера распространения которых неуклонно расширяется за счет отмирания РАНО) сочетаются со сложившимися ведомственными структурами управления на региональном и союзном уровнях, которые испытывают кризис. В решениях Мартовского (1989 г.) Пленума ЦК КПСС /5/ и Постановлении СМ СССР от 5 апреля 1989 г. З/ч четко сформулирована новая аграрная политика, предусматривающая коренные изменения в производственно-экономических отношениях и системе управления АПК. Развитие АПК на основе многообразия форм собственности, с предоставлением полной самостоятельности основному производственному звену, сопровождается передачей функций управления производством союзным республикам, разграничением государственных и хозяйственных функций, перестроикой организационной структуры управления путем образования органов хозяйственного самоуправления.

Концепция экономической реформы, изложенная в программных документах, и опыт новых экспериментальных подходов к организации и управлению АПК в разных районах страны позволяют увидеть основные контуры новой организационной структуры экономического управления АПК: органичное сочетание структуры государственных органов, соединенных по иерархическому административно-территориальному принципу, со структурами хозрасчетных хозяйственных органов, соподчиняющихся по уровням услуг, предоставляемых производителям и охватывающих территориальные сферы хозяйствования независимо от административных границ.

Структура государственных органов ориентирована на регулирование производства экономическими методами — ценами, налогами и процентными ставками, стандартами, госзаказами, централизованно выделяемыми ресурсами и имеет 3 уровня — центральные, республиканские и региональные службы в автономных республиках, краях и областях.

Органы хозрасчетных структур управления в отличие от государственных органов ориентированы на интересы хозрасчетных производителей и предоставляют им на экономических основаниях различного рода услуги, касающиеся различных сторон функционирования и развития производства. В практике экспериментов просматриваются следующие уровни хозрасчетных организационных структур: низовые (в рамках агропромышленных объединений и комбинатов), региональные и межрегиональные с различными задачами обслуживания производителей. Таким образом, важнейшая черта становления организационной структуры экономического управления — четкое разграничение функций и задач управления между органами управления различных типов и уровней.

Все процессы преобразований в технологии, организации и управлении производством объективно приводят к возрастанию роли информационной сферы, пересмотру содержания сложившегося информационного обеспечения и его организации. Эффективная реализация целевых функций основных звеньев производства, государственных и хозрасчетных структур управления становится возможной только при наличии достоверной информации, позволяющей принимать квалифицированные решения по ведению, регулированию и обеспечению производства. Для производителя владение информацией обеспечивает рост и устойчивость производства при снижении затрат труда и материально-технических ресурсов; для государственных органов управления — решение задач обеспечения продовольствием и сырьем; для хозрасчетных органов управления — эффективное обслуживание производителей. В связи с осознанием возрастающего значения информации она все большее приобретает статус специфического ресурса.

Новые требования к качеству информации формируются как на уровне производителей (и их внутренних производственных ячеек), так и в органах формирующейся организационной структуры управления. Наиболее очевидные современные требования к качеству информации — достоверность и организованность. Уровень достоверности информации связан с объективностью отражения состояния и функционирования объектов управления, а также динамики действующих на него факторов. Достоверность информации предполагает наличие соответствующих членов об объектах управления и средств сбора информации. Уровень организованности информации — оценка соответствия информационного обеспечения функциями и задачами того или иного субъекта управления. Обеспечение необходимой организованности зависит от имеющихся

возможностей своевременного производства и предоставления информации, а также ее дифференцированности по типам и уровням органов управления, т.е. от организации и функционирования обеспечивающих управление информационных служб. Система информационного обеспечения АПК в настоящий момент не имеет целостной организационной структуры, состоит из разветвленной группы межотраслевых и отраслевых служб различных ведомств.

Основные ведомства — Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет), Государственный агропромышленный комитет СССР (Госагропром), Государственный комитет СССР по статистике (Госкомстат), Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, Государственный комитет СССР по лесному хозяйству, в составе которых сформировались специализированные информационные службы, проектные и научно-исследовательские системы. Специализированные информационные службы — агрометеослужба, агрохимическая, фитологическая, липспетчерская, гидромелиоративная — производят первичную информацию, осуществляют оперативное обслуживание компонентной информацией потребителей и имеют дробную административно-территориальную структуру, соответствующую уровням организационной структуры управления. Проектные системы на основании информации специализированных информационных служб и собственных первичных данных производят ресурсную и рекомендательную информацию. Такие системы сформировались в Госагропроме: Государственные проектные институты по землеустройству, ВИСХАГИ, АИУС "Агроресурсы" (земельные, почвенные, геоботанические ресурсы, использование земель); Минводхозе — Бодопроект, Гипрводхоз (водные ресурсы, мелиорация земель); Гослесхозе — Союзгипролесхоз, Леспроект (лесные ресурсы, лесомелиорация). Ресурсная и рекомендательная информация поступает также и из Госкомгидромета (агроклиматические и водные ресурсы). Проектные системы в отличие от производственных информационных служб ориентированы на региональный уровень управления, которому соответствуют их базовые организации, характеризуются среднесрочными по времени и неравномерными по территории циклами обновления информации; имеют, как и информационные службы, регулярную, но более редкую собственную опорную сеть для сбора первичной информации.

Ресурсная информация научных организаций АН СССР, ВАСХНИЛа, Агропрома и других ведомств более комплексно отражает агропотенциал территории и возможности его использования с учетом совершенствования технологического способа производства. В научных организациях обобщаются данные информационных служб, проектных организаций, а также собственная первичная информация опытных станций, хозяйств, экспедиций и т.п. Информация носит преимущественно стратегический

характер, ориентирована на центральные и крупнорегиональные уровни управления, характеризуется наиболее длительными по времени и крайне неравномерными по территории циклами обновления. Базовая и опорная сеть организаций научных информационных систем, ориентированных на АПК, в настоящее время слабо взаимосвязана, малочисленна и размещена по территории страны крайне неравномерно, что вступило в противоречие с задачами интенсивного развития АПК. В 1989 г. ИК КГСС и СМ СССР были приняты решения о создании целостной иерархической системы научного обеспечения АПК.

Анализ содержания современного оперативного информационного обеспечения с позиций актуальных задач системы управления и требований к качеству информации /7/ показывает наличие серьезных недостатков существующего информационного базиса. Во-первых, вследствие ведомственно-компонентного продуцирования информации о едином природно-хозяйственном комплексе АПК не обеспечивается необходимая полнота информации о состоянии, использовании и направленности изменений агропотенциала территории. Во-вторых, явно недостаточен уровень информационного отражения пространственно-временной динамики состояния производства и ряда важнейших факторов формирования урожая — агрометеорологических (температура и влажность почвы, покрытость почвы водой и ледяной коркой и т.п.); агробиологических (фенология растений, состояние посевов, пораженность посевов болезнями, вредителями и сорняками и т.п.); агрохимических (содержание питательных веществ в почве, засоленность и т.п.); агромелиоративных (уровень грунтовых вод, вторичное засоление и т.п.); агротехнических (качество, объемы и сроки проведения работ, севообороты и т.п.). В-третьих, подавляющая часть информации ведомственных служб отражает естественные свойства отдельных ресурсов и условий производства и недостаточно организована в хозяйственно-значимые формы с позиций требований потребителя, что наряду с отсутствием необходимого сопряжения с другими видами информации затрудняет ее использование для принятия решений. Кроме того, ряд видов информации запаздывает, что делает невозможным эффективное оперативное вмешательство. В-четвертых, разрозненность производства информации, существование многочисленных информационных источников, в том числе и по-токов, организационно ненаправленных на обеспечение органов управления АПК, приводит, при отсутствии целевой организации данных, к недостаточному использованию произведенной информации. Следствия упрощения информационной базы принятия решений — недостаточные эффективность информационного обеспечения АПК и эффективность управления.

Необходимый уровень достоверности и организованности информации может быть обеспечен при коренном преобразовании существую-

щей информационной службы. В качестве важнейших направлений перестройки информационной сферы следует выделить теоретико-методологический пересмотр содержания объекта управления в связи с изменением технологического способа производства; привлечение современных научно-технических средств сбора (включая дистанционные), хранения и целевой обработки информации о состоянии и функционировании объекта управления; создание новых структур информационного обеспечения.

Осознание объекта управления как сложной природно-хозяйственной системы приводит к принципиальной невозможности ведения его информационного образа в голове управляющего. Это обстоятельство наряду с резко возросшими объемами информации, необходимыми для принятия решений, поставило на повестку дня проблему создания геоинформационных систем (ГИС). ГИС – современная организационная форма информационного обеспечения управления территориальной природно-хозяйственной информацией. В качестве обеспечивающей подсистемы ГИС должна войти непосредственно в состав системы управления, обеспечивая систематический планомерный сбор, анализ, производство и передачу информации органам управления.

Стратегия создания ГИС предусматривает установление ее функциональных задач, которые направлены на обеспечение необходимых и достаточных условий производства достоверной и организованной информации необходимого уровня. Необходимое условие – создание и ведение динамической информационной модели управляемой природно-хозяйственной системы. Достаточные условия – организация информационного обеспечения ГИС текущей информацией (включая дистанционную); производство и целевая организация информации в соответствии с запросами органов управления на основе информационной модели объекта управления.

Таким образом, продуцирование географической природно-хозяйственной информации в ГИС осуществляется на основе проблемно-ориентированной модели управляемого объекта с привлечением данных ведомственных информационных служб и потока дистанционной информации. Наземная параметрическая компонентная и ресурсная информация в ГИС выполняет функции сетевого и базового обеспечения, одновременно необходимого для обработки дистанционных данных в целях их тематической интерпретации.

Специфика задач органов управления различных территориальных уровней диктует целесообразность создания ГИС двух типов – низового (для решения преимущественно оперативных задач) и регионального (для решения преимущественно стратегических задач), отличающихся особенностями генерализации информационной модели объекта, организацией информационного обеспечения и составом выходной информации.

В системе управления ГИС может играть роль либо информационно-справочного фонда с преобладанием инвентаризационной информации, либо системы поддержки решений с преобладанием диагностической, рекомендательной и непосредственно управляющей информации. На современном этапе начинать целесообразнее с создания инвентаризационных ГИС. Выведение экспериментальной ГИС на производственный режим позволит начать работы по ее преобразованию в систему поддержки решений.

## Л и т е р а т у р а

1. Кошкарев А. В., Каракин В. П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 126 с.
2. Об аграрной политике КПСС в современных условиях. Постановление Центрального Комитета КПСС от 16 марта 1989 г. "Правда", № 91, 1 апреля 1989 г.
3. Об улучшении продовольственного обеспечения населения страны на основе коренного повышения эффективности и дальнейшего развития агропромышленного производства. Постановление СМ СССР от 5 апреля 1989 г. "Правда", № 101, 11 апреля 1989 г.
4. Программа Коммунистической партии Советского Союза (Новая редакция). Материалы XXVII съезда КПСС. М.: Политиздат, 1986. 80 с.
5. Сельское хозяйство в условиях научно-технического прогресса. // Научно-технический прогресс. М., 1987. С. 224–245.
6. Спектор Н. Р., Коробов А. В. Качество современного информационного обеспечения управления сельским хозяйством // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 44–50.
7. Улюкаев А. Можно ли хозяйствовать без ведомств? "Коммунист", 1988, № 16, С. 32–41.

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИС, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

### Функции и структура ГИС

Стратегия создания ГИС предусматривает определение ее функциональных задач, направленных на обеспечение необходимых и достаточных условий производства достоверной и организованной информации регионального уровня. Важнейшее условие – разработка содержательной основы ГИС, т.е. создание и ведение динамической информационной модели управляемой природно-хозяйственной системы; достаточные условия – организация обеспечения ГИС текущей информацией (включая дистанционную), а также производство и целевая организация информации в соответствии с запросами органов управления на основе информационной модели объекта управления.

Предлагаемая структура ГИС включает блоки сбора, обработки, хранения информации и передачи ее потребителю (рис.1). Основной принцип работы системы сводится к установлению порядка хранения базовой информации и ее обновления, предусматривающего обработку и анализ оперативных данных. Выявление комплексов природно-хозяйственных проблем и формирование необходимой потребителю выходной продукции обеспечивается в данной структуре ГИС на основе создания статичных (фоновых) и динамичных оперативных моделей состояния объектов слежения и их сопоставления, позволяющего выявлять динамические характеристики и параметры управляемых объектов.

Особое место в ГИС занимает блок базы данных, который предназначен для хранения в систематизированном виде статичной и динамичной информации, а также нормативно-регламентирующих документов и обеспечения этими данными блока "Обработка и анализ информации" в соответствии с бланк-заказом (характером решаемой задачи). База данных включает в себя паспорт территории, который представляет собой целевой комплекс информационных документов, составленных на базе соответствующим образом организованной априорной информации о состоянии и устойчивой динамике природных и хозяйственных объектов. Паспорт территории раскрывает содержание статичной фоновой модели территории, которая отражает исходное состояние природно-хозяйственного комплекса территории и его элемен-

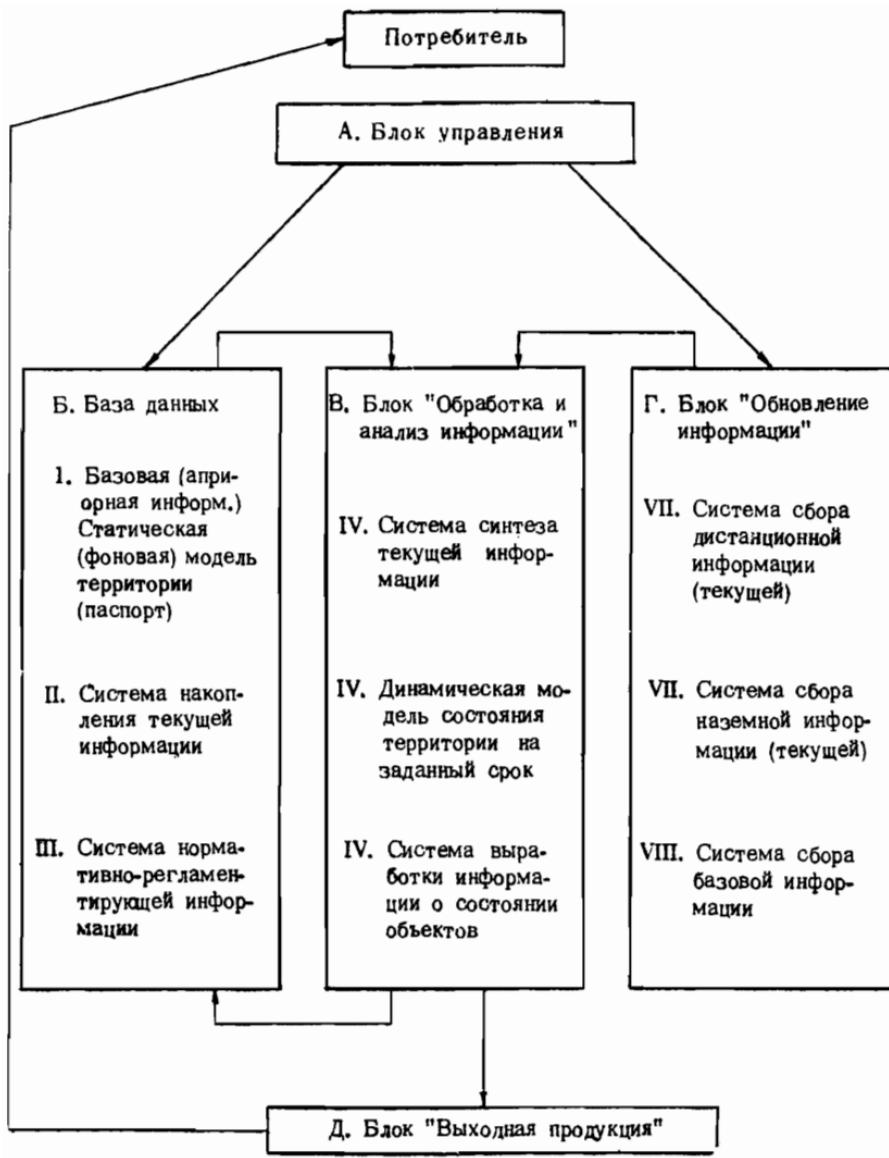


Рис. 1. Принципиальная схема работы ГИС по сбору, обработке, анализу и передаче информации

тов на момент формирования ГИС и систематически обновляется на основе поступающих оперативных данных. В паспорте территории со- средоточен оптимальный набор информационных документов, являющихся базовыми для решения основного перечня задач системы, тем самым он представляет собой каркасную часть базы данных (рис.2). Информация разового или несистематического пользования не входит в паспорт территории и хранится в тематических отделах базы данных – системе накопления текущей оперативной информации и системе нормативно-регламентирующей информации. Такая организация базы данных, на наш взгляд, позволит не перегружать излишне паспорт территории в связи с поступлением обновленной информации и освобождать его от потерявшей актуальность информации. В систему накопления текущей информации поступают после соответствующей обработки данные сетевых и подспутниковых служб, а также дистанционные материалы, использованные для составления оперативных сводок о состоянии объектов на заданные сроки и для обновления паспортных данных. Нормативно-регламентирующая информация представляет собой набор документов, которые регламентируют форму организации (хранения) информации и ее передачу в блок обработки, содержит наборы классификационных и оценочных нормативов, в соответствии с которыми готовятся и хранятся информационные документы в базе данных.

В блоке "Обработка и анализ информации" осуществляется синтез текущей наземной и дистанционной информации, построение "динамической модели" состояния территории и объектов контроля и на основе сравнения динамической и статичной моделей в соответствии с нормативно-регламентирующими документами формируется информация о состоянии объектов на заданный срок, а обновленная базовая информация в заданных параметрах направляется в блок базы данных. Таким образом, динамичная модель преобразовывается по ряду параметров в статичную модель для нового исходного срока (к примеру, на конец пятилетки, года и т.п.). В результате сравнения устанавливаются границы динамичных параметров, выявляются "тревожные параметры". Полученная в блоке итоговая информация передается в блок "Выходная продукция", где в соответствии с требованиями нормативно-регламентирующих документов и потребителя продуцируются итоговые документы для принятия решений.

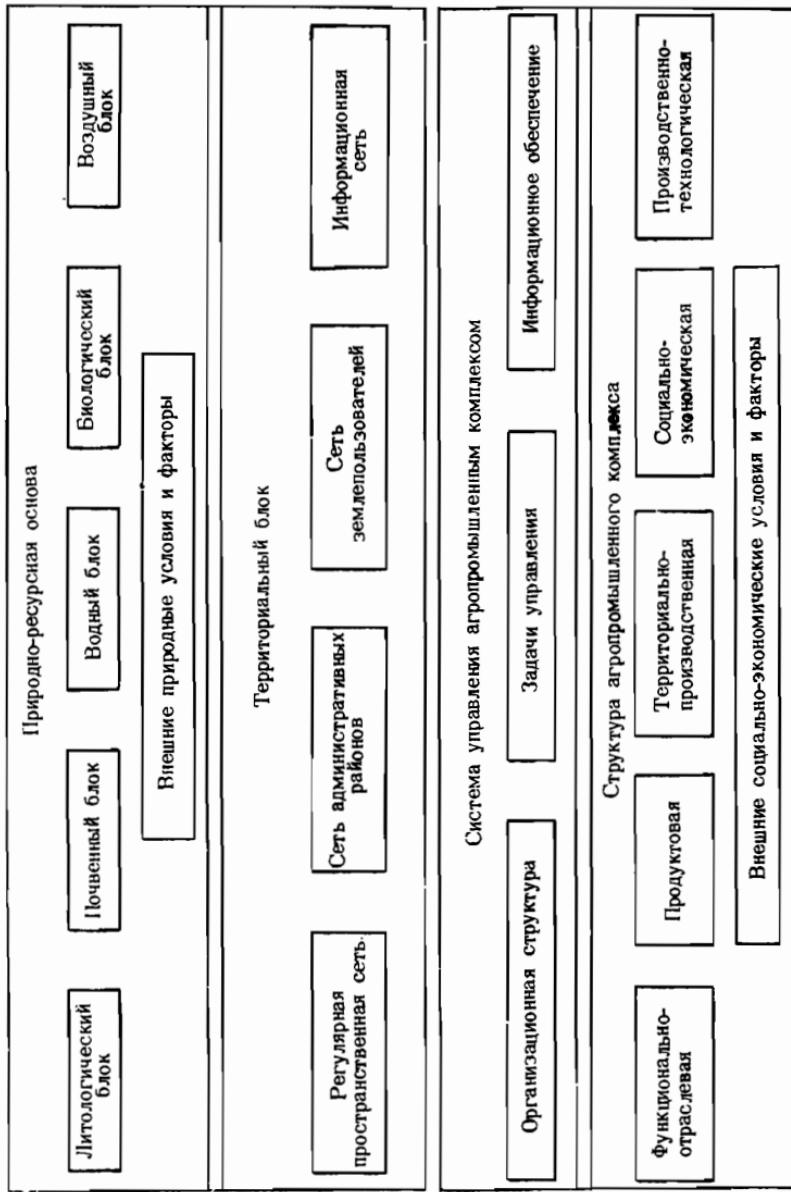


Рис. 2. Блок-схема паспорта территории сельскохозяйственного производства

## Территориальная организация природно-хозяйственного комплекса

Для обеспечения потенциальных потребителей необходимой информацией структура ГИС должна быть построена с учетом специфики сложившегося на данной территории природно-хозяйственного комплекса. Для формирования информационного обеспечения ГИС, его структуры, содержания и территориальной привязки "управляющим" документом служит картографическая модель организации территории, раскрывающая конкретную структуру территориально-производственного комплекса, пространственное размещение территориальных хозяйственных систем (ТХС) и, следовательно, различные типы их взаимосвязей с природно-ресурсной основой территории. Проект подобной картографической модели разработан и использован нами для составления карты на исследуемую территорию (Херсонская область) с преобладанием высокоразвитого земледелия /. Сельскохозяйственное производство, являясь территориальноемким природопользователем, с одной стороны, использует ресурсную земельную базу как основу производства и оказывает значительное воздействие на природную среду (вызывая часто необратимые нарушения), а с другой стороны, подвержено сильному влиянию текущих природных условий, во многом определяющих ход производства в годовом цикле. Некоторые территориально-малоемкие производства также могут оказывать значительное воздействие на природную среду и тем самым изменять агропотенциал и экологическое состояние территории. В связи с этим на карте показано размещение территориальных хозяйственных систем различных функциональных типов, организующих различные формы природопользования: производственные (сельскохозяйственные, лесохозяйственные, гидроэнергетические, гидромелиоративные, горнодобывающие и т.п.), селитебно-промышленные (города с промышленностью, поселки городского типа, сельские поселения), ресурсоохраняющие (полезащитные лесополосы, лесные полосы на берегах водных объектов, массивы лесов на крутых склонах), средообразующие (заповедники, заказники, зеленые зоны городов) и рекреационные (курортные зоны). Поскольку конкретные территориальные хозяйственные системы в соответствии с характером использования территории, формами, специализацией и технологией производства состоят из структурных элементов, выполняющих различные функции как в цикле производства, так и во взаимодействии с природно-ресурсной основой (пашни орошаемые и богарные, сады, виноградники, пастбища, лесные полезащитные полосы, животноводческие фермы, каналы, дороги, пруды и т.д.), на карте должны быть отражены в реальных территориальных границах не только первичные хозяйства.

ственные звенья, но и их структурно-функциональные элементы. Именно на уровне технологической структуры происходит взаимодействие производственных и природных систем.

С помощью карты можно определить особенности размещения потенциальных потребителей информации и конкретных объектов управления — элементов производственно-технологической и природно-ресурсной структур ТХС, установить их пространственную локализацию, взаимосвязи, осуществить территориальную "привязку" проблем природопользования и задач, которые могут решаться с помощью географической информации, и тем самым определить состав необходимой для их решения базовой и текущей (в том числе дистанционной) информации.

В связи с вышеизложенным картографическая модель является одной из базисных карт для формирования и использования геоинформации в решении конкретных хозяйственных задач. Второй базисной картой должна быть карта ландшафтной структуры территории, характеризующая особенности пространственного размещения природно-территориальных комплексов различного ранга /1/

### Принципиальная географическая модель территории

Создание геоинформационных систем различного целевого назначения и территориальная организация требуют исследования особенностей функционирования природных и природно-хозяйственных комплексов, формализации сложных многокомпонентных отношений между элементами природно-территориального комплекса, вещественными и энергетическими связующими их потоками. Принципиальную географическую модель любой территории в формализованном виде можно представить как систему взаимодействующих между собой блоков /2/. Анализ их взаимодействия дает представление о структуре функционирования системы в целом, позволяет выделить ведущие и второстепенные процессы и явления. Все многообразие природных составляющих природно-хозяйственного комплекса в формализованном виде мы в указанных выше работах объединили в три ведущих группы блоков: первая группа ("А") объединяет ведущие природные компоненты, являющиеся материальными носителями свойств природного комплекса: I — литоблок, II — почвенный блок, III — водный блок, IV — биологический блок, V — воздушный блок. Их взаимодействие происходит на фоне конкретных погодно-климатических условий и определенного хозяйствования на территории. Погодно-климатическая обстановка так же, как и хозяйственная деятельность человека (социально-экономические условия), выступающие в географической модели территории как факторы развития и функционирования, выделены нами в самостоятельные

блоки: "В" – внешние природные условия и факторы (погода и климат) и "С" – хозяйственные условия и факторы ("хозяйственно-технологический блок") с социально-экономическими условиями его функционирования. Материальным носителем в хозяйственно-технологическом блоке являются средства производства и производительные силы территории в целом. Этот блок объединяет все многообразие типов антропогенного воздействия на ландшафт, причем у каждого типа есть свой комплекс материальных носителей и их свойств. Эти типы объединены нами в природно-хозяйственные системы, включающие в себя как природные, так и определенные хозяйственные элементы. Такое структурирование природно-хозяйственного комплекса позволяет рассматривать данную модель как универсальную, с расширяющимся или сужающимся комплексом хозяйственных воздействий, включенных в блок "С".

В связи с тем, что главным критерием выделения геоблоков являются материальные носители свойств, в целевых моделях должны охватываться структурные элементы, которые в той или иной степени реагируют на внешние природные и хозяйственные воздействия – с одной стороны, а с другой – являются определяющими в организации и функционировании данных природно-хозяйственных систем. Так, в целевой модели, предназначенной для ГИС управления сельскохозяйственным производством, блок "С" включает хозяйственно-технологические системы агропромышленного комплекса, 4 структурных элемента литоблока, 3 – почвенного, 4 – биологического, по 3 – водного и воздушного, 4 элемента из состава внешних факторов блока "В", характеризующих условия погоды и климата территории в их многолетнем, годовом, сезонном и суточном циклах.

Выделенные геоблоки отличаются по степени динамичности свойств – от наименее динамичного – литологического, до высокодинамичного – воздушного. Такое расчленение природно-хозяйственного комплекса позволяет установить особенности прямых и обратных связей его структурных элементов, выделить возникающие комплексы природно-хозяйственных проблем. Конкретное структурирование и детальность геоблоков принципиальной географической модели территории должно соответствовать размерности территории и целевым функциям ГИС.

## Функционирование ГИС

На основе принципиальной географической модели территории, отражающей взаимосвязь структурных элементов природно-хозяйственного комплекса, а также моделей ландшафтной структуры и пространственной организации природопользования формируется необходимый состав информационного обеспечения и функционирования ГИС (рис.3).

Логика формирования структуры информационного обеспечения ГИС строится от целевой установки решаемых задач трех типов — выдача справки о состоянии объектов контроля, анализ причинно-следственных связей, прогноз будущих состояний. Второй и третий типы задач, как более сложные, требуют создания соответствующих моделей взаимодействия, позволяющих поэтапно анализировать причинно-следственные связи между элементами природно-хозяйственной системы и формировать в модели перечни природно-хозяйственных проблем. Так, для прогноза в соответствии с разработанным алгоритмом из блоков базы данных извлекаются документы, характеризующие конкретные свойства элементов и процессов в природно-хозяйственном комплексе, необходимые для составления прогноза. Например, близость к поверхности горизонта минерализованных грунтовых вод (водный блок) в условиях западинного рельефа (литоблок) при выпотном водном режиме почв (почвенный блок и блок погодно-климатических условий) при переполиве (хозяйственно-технологический блок) вызывает вторичное засоление пахотного горизонта. Отсюда становится ясным перечень необходимых документов для прогноза будущего состояния почвенного покрова — с одной стороны, и задачи управления, контроля — с другой. Подробно проанализировав цепочку взаимосвязи в системе элементы блока — свойства элементов блока — взаимодействие элементов (через модели), мы устанавливаем комплекс природно-хозяйственных проблем и набор информационных документов, обеспечивающих решение данной задачи. В качестве производных этого анализа формируются задачи сбора информации, контроля и управления. Причем для каждой конкретной территории, а также в зависимости от ранга ГИС, набор элементов в блоках будет неоднозначен.

Особо следует остановиться на блоке "Обновление информации" (см.рис.1), так как программа его работы и целевая направленность обусловлены главной функцией геоинформационной системы — производством информации. Вне зависимости от потребителя информации (но с учетом его возможных потребностей) на основе концепции географической модели территории, по ее структурным блокам и соответствующим программам, а также на основе моделей взаимодействия этот блок определяет целевую установку на задачи и регламент производства оперативной информации, в том числе и на данные дистанционного зондирования, которая после обработки и систематизации размещается в структурные ячейки базы данных. Таким образом, блок обновления информации служит для актуализации базовых документов на основе оперативных материалов и новых данных системы научного обеспечения, а также для регламентации сбора оперативной информации в режиме функционирования системы на основе запросов потребителей.

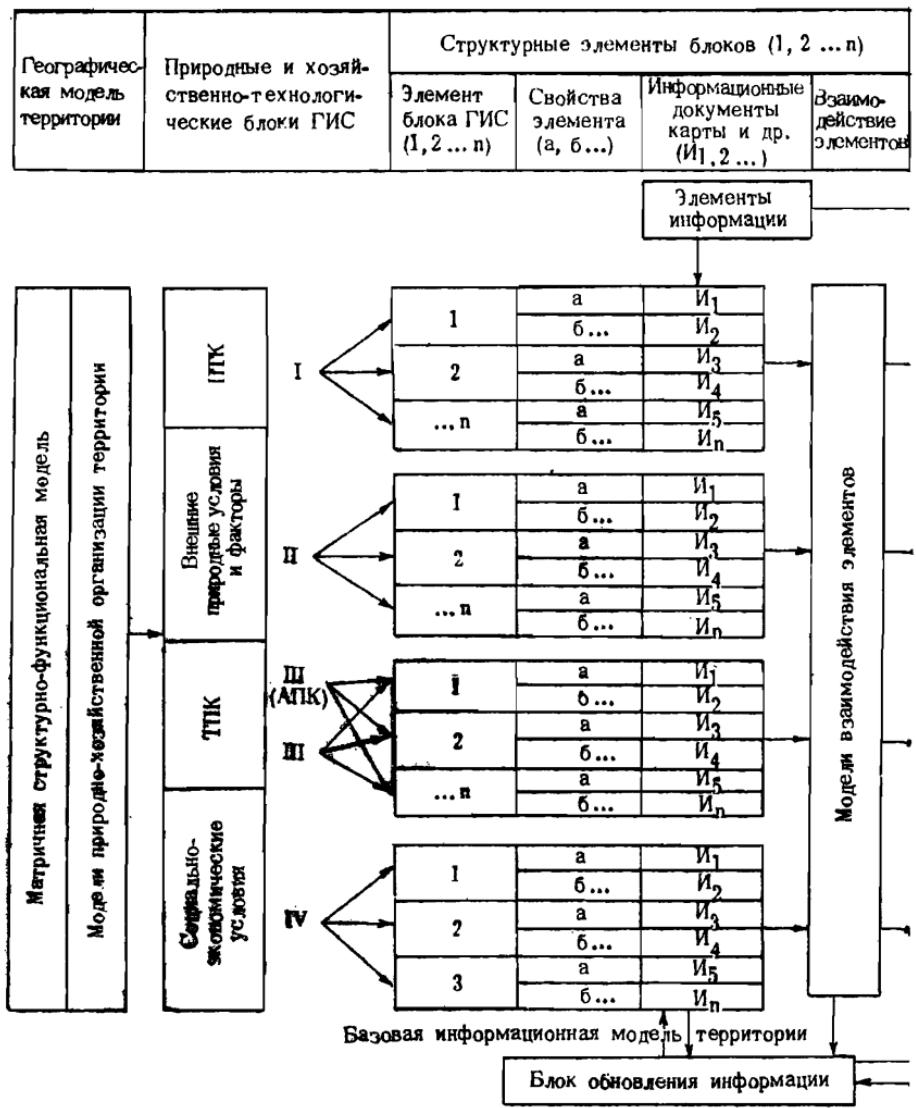
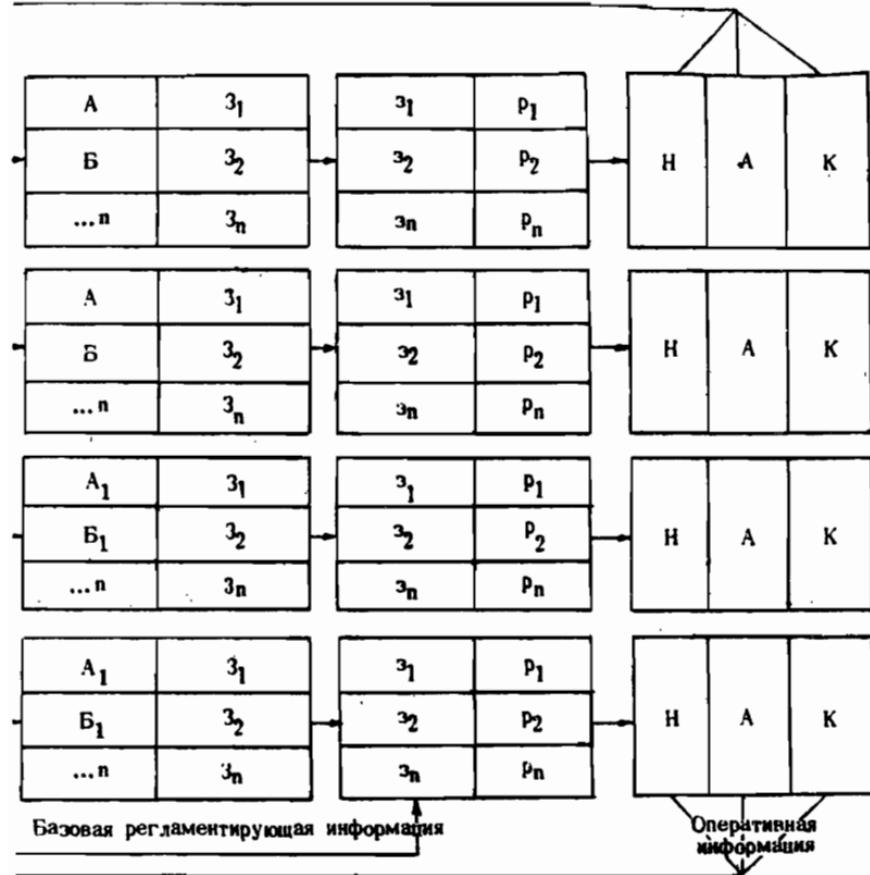


Рис. 3. Концептуальная модель

Результат взаимодействия структурных элементов		Задачи производства информации ( $\exists_1, 2, \dots, n$ )	Регламент производства информации ( $p_1, 2, \dots, n$ )	Методы оперативного контроля (наземные-H, аэро-A, космические-K)
Природные и хоз. проблемы (A, B, ..., n)	Задачи управления ( $\exists_1, 2, \dots, n$ )			



функционирования геоинформационной системы

Важное место в концептуальной модели ГИС занимает блок "Модели взаимодействия". Он является "регулятором", помогающим вычленить из базы данных нужный для решения данной проблемы или задачи управления пакет информации. Вместе с тем, он может выполнять и функции "анализатора" причинно-следственных связей. Здесь можно говорить и об экспертном анализе (экспертных моделях), о проектно-инструктивных документах, нормативах и т.п. Однако, как показывает практика, во многих случаях достаточно экспертного анализа для выбора алгоритма подбора соответствующих документов. Важная функция этого блока — оценка интенсивности динамичных процессов и регламентация сбора оперативных данных.

Таким образом, блок моделей взаимодействия связывает блоки проблем и задач управления с блоками информационных документов базы данных, обеспечивает целевое функционирование ГИС.

На данном этапе состояния научно-исследовательских работ мы особо выделяем две важнейшие составляющие информационного обеспечения ГИС. Первая — создание географической модели природно-хозяйственного комплекса территории и ее отражение в базе данных как сопряженного комплекса информационных документов, характеризующих статичную информационную модель объекта управления. Вторая составляющая — формирование механизма обновления информации, обеспечивающего "введение" в ГИС динамической информационной модели, отражающей реальное функционирование и развитие природно-хозяйственных систем. Следующая стадия исследований, обеспечивающая выход ГИС на производственный режим, требует разработки алгоритмов производства конкретных выходных данных, ориентированных на задачи управления, а также алгоритмов тематической обработки в ГИС первичной текущей информации, включая дистанционную.

### Л и т е р а т у р а

1. Воробьева Т.А., Поливанов В.С., Поспелова Е.Б., Симонов Ю.Г., Спектр И.Р. Географическая концепция создания геоинформационных систем для управления народным хозяйством // Вестн. Моск.ун-та. Сер. География. 1989. №4. С.3-8.
2. Поливанов В.С., Симонов Ю.Г., Спектр И.Р., Иванова А.И. Географическая модель территории и формирование базы данных геоинформационных систем для целей оперативного управления сельскохозяйственным производством // Мелиорация ландшафтов. М., 1988. С.48-60.

## ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В БАЗЕ ДАННЫХ ГИС

Для организации географической информации в качестве содержательной основы ГИС предлагается принципиальная географическая модель территории, состоящая из взаимосвязанных природных и хозяйственных блоков и раскрывающая их функциональную связь с задачами управления хозяйством и оптимизации природной среды. Предлагаемая модель позволяет устанавливать необходимые комплексы информационных документов и режимы их продуцирования, требования к содержанию информационного обеспечения базы данных ГИС. Значительная роль в модели отводится хозяйственному блоку. Для определения необходимого минимально оптимального объема информации базы данных в целях управления сельскохозяйственным производством необходимо в первую очередь дать структурно-функциональную характеристику производственно-технологического блока аграрно-промышленного комплекса (АПК), представляющего совокупность элементов производства и технологических способов их соединения для получения продукции: земельные и естественные кормовые ресурсы (сельскохозяйственные уголья), а также водные и лесные ресурсы, важнейшие элементы основных производственных и оборотных фондов, системы земледелия и животноводства и т.п.

*Производственно-технологическая структура АПК* представляет собой триединую структуру: основных производственных и оборотных фондов, природно-ресурсную и структуру технологического базиса производства. Не вдаваясь в детальный анализ структуры производственных фондов, характеризующих материально-техническую оснащенность АПК, рассмотрим специфические особенности природно-ресурсной и технологической структур.

По характеру взаимоотношений с природно-ресурсной основой территории в составе АПК выделяются 3 группы хозяйственных систем, относящихся к различным сферам функционально-отраслевой структуры АПК: I – территориальноемкие системы, использующие и преобразующие возобновимые природные компоненты в качестве ресурсов производства: сельское хозяйство, водное и лесное хозяйство, рыбная промышленность; II – территориально малоемкие системы, подверженные активному воздействию природных условий на ход производства: транспорт, энергоснабжение, связь, водохозяйственное, культурно-техническое и линейное строительство, дорожное хозяйство; III – локальные системы, интенсивно преобразующие природные компоненты территории: добыча

строительного сырья, промышленность строительных материалов, ряд производств легкой и пищевой промышленности.

Центральное место в АПК занимает сельскохозяйственное производство, тесно связанное с природно-ресурсной основой территории. Используемые сельским хозяйством земли, являясь природным образованием, одновременно служат средством производства и предметом труда. Особенности естественного плодородия земель и сезонная динамика природных процессов оказывают существенное влияние на специализацию, ход и результаты производства. Сельскохозяйственное производство во многом вынуждено приспосабливаться и использовать режимы природно-ресурсных циклов и сезонную динамику погодных условий. Созданные человеком агроценозы опираются на потенциал всего природно-территориального комплекса (ПТК) территории, выступающий в качестве агропотенциала — комплекса факторов жизни и условий среды культурных растений. Природные факторы жизни (ресурсы) делятся на энергетические (свет, тепло) и материальные (вода, питательные вещества, воздух). Условия среды — почвенные, фитологические и агротехнические /4/.

Установление ресурсных отношений АПК с ПТК территории осуществляется через раскрытие экономической и природной сущности агропотенциала. В ходе осуществляющейся перестройки экономического механизма в сфере природопользования вводятся платежи за пользование земельными ресурсами, намечается зачисление земельных угодий на баланс сельскохозяйственных предприятий с введением рентных платежей в соответствии с их оценкой согласно государственному земельному кадастру. Одновременно намечается установление платежей за использование водных ресурсов и возмещение расходов предприятий по охране, воспроизводству и улучшению природных ресурсов /3/. Тем самым агропотенциал территории включается в производство как специфический экономический ресурс, что предопределяет качественно новый подход к оценке его роли как специфической составляющей производственно-технологической структуры АПК.

Важнейшие хозяйствственно значимые составляющие агропотенциала — почвенное плодородие, агроклиматические ресурсы и погодные условия, запасы поверхностных и подземных вод, ландшафтная структура территории — являются интегральными характеристиками и зависят от комбинаций свойств природных компонентов различных блоков ПГК. Для каждой конкретной территории можно выделить базовые (устойчивые) и лимитирующие (высокодинамичные) естественные факторы, которые имеют характерную цикличность или направленность, приводящую к различной реализации агропотенциала в производстве. В связи с этим эффективное использование агропотенциала в сельскохозяйственном производстве связано с максимальным учетом лимитирующих факторов и возмож-

ностями их урегулирования или компенсации на данном уровне развития производительных сил.

Выявление и конкретизация лимитирующих факторов для конкретного цикла сельхозпроизводства становится возможным при комплексном анализе взаимодействия всех элементов АПК региона.

Агропотенциал территории -- величина в достаточной степени динамичная, зависящая от погодно-климатических условий конкретного года, характера и технологии природопользования во всех отраслях регионального хозяйства. Следствие динамики агропотенциала -- колебания урожайности, являющейся результатирующим показателем реализации агропотенциала сельскохозяйственным производством.

Важнейшая составляющая технологического базиса регионального АПК -- научно обоснованная система земледелия. В соответствии с принятыми программными документами развития АПК научно обоснованные системы земледелия разрабатываются как комплексные организационно-технологические региональные системы с использованием достижений научно-технического прогресса.

Система земледелия -- комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, характеризующихся интенсивностью использования агропотенциала территории; восстановлением и повышением плодородия почв, охраной природной среды. Основные звенья системы земледелия: организация территории -- структура сельскохозяйственных угодий, структура использования пашни, структура севооборотов; состав сельскохозяйственных культур (виды и сорта); системы обработки почвы и мероприятий по защите почв от эрозии, удобрений, мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками, семеноводства, мелиорации, технология выращивания важнейших сельскохозяйственных культур, система машин /2/.

*Организация территории.* Все земли СССР входят в единый государственный земельный фонд, являющийся пространственным базисом производственной деятельности. В основе локализации хозяйственных систем лежит деление земельного фонда в соответствии с его ресурсным потенциалом на 6 категорий земель различного хозяйственного назначения, находящихся в ведении различных пользователей: 1) земли сельскохозяйственного назначения, предоставленные в пользование колхозам, совхозам и другим землепользователям для сельскохозяйственных целей; 2) земли населенных пунктов -- городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов; 3) земли промышленности, транспорта, курортов, заповедников и иного несельскохозяйственного назначения; 4) земли государственного лесного фонда; 5) земли государственного водного фонда; 6) земли государственного запаса /1/.

Каждая из этих категорий земель имеет собственную структуру, отражающую качественное состояние земельных массивов, характер их реального использования, природные и экономические особенности. Для учета земельного фонда принято подразделение земель на угодья – участки земли, систематически используемые для конкретных хозяйственных целей. При этом названия угодий соответствуют или конкретным видам использования земель – пашни, сенокосы, настбища и т.п., или природным особенностям земель, влияющим на возможность их использования и ценность – леса, болота, пески и т.д. /1/.

Таким образом, структура земельного фонда территории отражает конкретную пространственную картину размещения различных видов природопользования и одновременно территориальную структуру взаимодействия хозяйственных систем с НГК. Анализ пространственного базиса АПК через структуру земельного фонда территорий позволяет зафиксировать его место и значение в общей структуре природопользования региона, а раскрытие структуры сельскохозяйственных земель – формы, интенсивность и рациональность производства, отражающиеся в определенных соотношениях земельных угодий в рамках хозяйств, районов и т.п.

Структура использования пашни (соотношение культур и паров) определяется как особенностями агрономического потенциала территории, так и специализацией и уровнем материально-технической оснащенности производства. Конкретная региональная характеристика структуры использования пашни в течение сельскохозяйственного года одновременно дает представление о локализации и соотношении агроценозов различных типов по доминантным культурным растениям. Отличительной чертой научно обоснованного земледелия является закономерное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени (через каждое поле) и в размещении на полях, которые объединяются в системы севооборотов. Наличие в рамках хозяйств систем севооборотов в сочетании с другими земельными угодьями позволяет максимально использовать агрономический потенциал территории и повышать плодородие почвы. В разных почвенно-климатических и экономических условиях применяются различные системы севооборотов, отличающиеся по видам продукции (полевые, кормовые, специальные), набору культур и ротационным схемам (от 3-х до 12 полевых). С учетом систем севооборотов распределение агроценозов по территории приобретает пространственно-временную изменчивость, а для каждого угодия – закономерную цикличность.

Поэтому итоги, отметим, что организация территории тесно связана с особенностями природно-ресурсной основы, что проявляется в ее ярко выраженной зональной специфике. Так, в лесной зоне преобладают хозяйства животноводческого профиля, базирующиеся на полевом кормопроизводстве, луговых настбищах и сенокосах. Находящиеся в зоне

ют 20–40% земельных угодий, характеризуются низким естественным плодородием, переувлажненностью, закустаренностью, мелкоконтурностью. Ведущие культуры — кормовые, зерновые (озимая рожь, овес, ячмень, лен-долгунец, картофель). Ведущие системы севооборотов — кормовые 4–7-польные. В степной зоне господствуют зерновые растениеводческие хозяйства. Наиотные земли составляют до 80% земельных угодий, характеризуются высоким естественным плодородием, эродированностью, засушливостью, крупноконтурностью. Ведущие культуры — озимая пшеница, кукуруза, рис, подсолнечник, кормовые, овоще-бахчевые. Главные системы севооборотов — полевые 8–12-польные.

*Система обработки почвы* состоит из последовательного комплекса механических агротехнических мероприятий, направленных на создание оптимального состояния наихотного слоя, защиту и повышение почвенного плодородия применительно к типу севооборота и почвенно-климатическим условиям территории. Система обработки почвы, формируя почвенные условия для культурной растительности, взаимодействует с компонентами почвенного блока ПГК, вилюизменяя их структуру и характер функционирования.

*Система удобрений* включает комплекс мероприятий по внесению в почву органических и минеральных питательных веществ, направленных на компенсацию вынесенных эрозионными процессами и культурными растениями питательных элементов и повышение почвенного плодородия. Система удобрений определяется типом и качеством почвы, агроклиматическими и погодными условиями, особенностями питания культурных растений в системах севооборотов. Одновременно внесение удобрений существенно модифицирует геохимические циклы ПГК.

*Система мероприятий по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями* охватывает агротехнические, биологические и химические способы и представляет собой сочетание определенных систем обработки почв и севооборотов с применением гербицидов и пестицидов. Выбор системы защитных мероприятий обусловливается комплексом статичных и динамичных природных компонентов биоблока и погодных условий, характером использования сельскохозяйственных земель и применяемой агротехникой, уровнем обеспеченности ресурсами защиты растений. Борьба с вредителями и сорной растительностью приносит большой хозяйственный эффект, выражавшийся в росте урожайности. Вместе с тем существует и обратная связь — изменение геохимических циклов веществ и содержания ядохимикатов в почве, водах, растениях; упрощение структуры агроценозов и сопряженных с ними природных ценоэзов.

*Система мелиораций* — комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на коренное улучшение сельскохоз-

## Ресурсный базис производства

Агропотенциал территории

Агроклиматические  
условия

Ландшафтная структура

Почвенное плодородие

Факторы, лимитирующие  
сельскохозяйственное  
производство

Продуктивность земель  
(урожайность)

Земельный фонд

Структура  
землепользователей

Структура  
земельных угодий

Структура орошаемых  
(осушаемых)  
земель

Характеристика качества  
земель  
(эродированные,  
переувлажненные,  
засоленные и др.)

Общая концептуальная модель блока

## Технологический базис производства

### Система земледелия

Видовой и сортовой состав сельскохозяйственных культур

Структура использования пашни

Система севооборотов

Система обработки почв и мероприятий по защите почв от эрозии

Система внесения удобрений

Система мероприятий по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур

Технологии выращиваемых культур

Система машин

### Система животноводства

Структура кормовой базы

Структура стада

Способы содержания скота

Использование кормовых угодий

Культуротехническое состояние кормовых угодий

### Коренная мелиорация

Гидромелиорация

Агролесомелиорация

Контурно-мелиоративная

"Производственно-техническая структура АПК" для базы данных

зяйственных земель. Гидротехническое строительство и создание мелиоративных систем (орошения, осушения) направлено на регулирование водно-воздушного режима в агроценозах, являющегося главным лимитирующим фактором в основных сельскохозяйственных районах. Мелиорация обуславливает переустройство всех составляющих технологического базиса производства на интенсивные формы, превращение территории в мелиоративную территорию, где взаимосвязаны мелиорируемые земли, водные объекты, мелиоративные сети, водные приемники дренажных вод, дорожные сети, лесополосы, гидротехнические сооружения, технические средства полива и сельскохозяйственные земли в зоне влияния мелиоративных систем. Реализация потенциальной возможности производственного регулирования основных факторов и условий формирования урожая на мелиорируемых территориях достигает наибольшего уровня и приводит к резкому возрастанию агропотенциала территории. Однако, поскольку функционирование мелиоративных систем коренным образом затрагивает функциональную основу ИТК, то агропотенциал становится крайне неустойчивым. Его высокий уровень должен все время поддерживаться индустриальной технологией, максимально учитывющей особенности природно-ресурсной основы территории. Фактически, технология превращается в геотехнологию, при нарушении которой агропотенциал резко снижается вследствие засоления, подтопления, заболачивания, ирригационной эрозии и т.п., вплоть до деградации агроценозов и выбытия земель из эксплуатации. Другой вид коренной мелиорации — агролесомелиорация — не несет негативных последствий, и при правильной территориальной организации сети полезащитных лесных полос можно значительно снизить потери посевов от засух и суховеев, пыльных бурь, защитить почвы от эрозии. Лесные полосы — один из важных элементов агроценоза, влияющих на сохранение и повышение плодородия почв, сохранность посевов, их продуктивность, что повышает урожай и улучшает его качество. Особенно положительного результата можно достичь при создании полезащитных лесополос на орошаемых землях.

Таким образом, каждое звено системы земледелия учитывает особенности природно-ресурсной основы территории и направлено на создание наиболее благоприятных условий функционирования агроценозов и формирования урожая. В то же время, агроценозы являются мощным дестабилизирующим фактором функционирования и развития ИТК территорий как в прогрессивном, так и в регressiveном направлении. Поэтому большое значение имеет выявление направленности изменений агропотенциала, и в первую очередь, состояния почвенного плодородия и водных ресурсов, связанного с эрозионными процессами, динамикой запасов гумуса и элементов питания в почвах, эффективностью мелиораций и обработки почвы. Однако даже повышение агропотенциала территории и искусственного плодородия почв может сопровождаться деструктивными

явлениями в сопряженных природных компонентах и тем самым ухудшать природно-ресурсную основу других отраслей народного хозяйства, экологические условия среды обитания населения.

Проведенный анализ позволил определить набор объектов, их взаимосвязи и функционирование, о которых должна собираться информация для подсистемы предметной области базы данных ГИС по блоку производственно-технологической структуры сельскохозяйственного производства (рис.). Общая схема концептуальной модели названного блока в базе данных состоит из трех основных групп структурных элементов, характеризующих природно-ресурсную базу производства — агропотенциал территории, сложившуюся территориальную организацию использования земельного фонда — пространственный базис производственной деятельности и технологический базис производства.

### Л и т е р а т у р а

1. Земли, термины и определения. Госстандарт СССР ГОСТ 17, 505—80. М., 1980. 40 с.
2. Иванух Р. А., Нантелейчук М. Ш., Попович И. В. Справочник экономических показателей сельского хозяйства. Киев, 1983. 181 с.
3. Петраков Ю. Я., Ясин Е. Г. Экономические методы центрального планового руководства // Реформа управления экономикой. М.: Экономика, 1987. С. 68—97.
4. Румянцев В. И. и др. Землеведение с основами почвоведения. М.: Колос, 1979. 367 с.

Т.А.Воробьева

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БАЗЕ ДАННЫХ ГИС

Для решения многих стратегических и оперативных задач управления с помощью дистанционной информации необходимо обосновать в первую очередь оптимальный базовый объем информации в ГИС, характеризующий применяемую систему земледелия — важнейшую составную часть производственно-технологической структуры агропромышленного комплекса; определить состав и содержание информационных документов, а также регламент их обновления с учетом особенностей технологичес-

ких процессов сельскохозяйственного производства. Система земледелия включает следующие основные звенья: организация производства – структура использования пашни, система севооборотов; система обработки почвы; система внесения удобрений; система мероприятий по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, система мелиорации.

Логика организации информационного обеспечения блока в базе данных ГИС формировалась в соответствии с существующей структурой организации производства, применяемых технологий и существующего информационного обеспечения управления производством, а также особенностями взаимосвязи последнего с природно-ресурсной основой. Информация данного блока должна быть комплексной, характеризовать с достаточной полнотой различные аспекты сложившейся системы земледелия; взаимоувязанной в пространственно-временном отношении; территориально привязанной (для решения задач областного уровня – к району и хозяйствам, для районного уровня – к хозяйствам и к конкретному полу севаоборота); адаптированной к решению хозяйственных задач с применением дистанционных материалов.

Главное требование к базовой информации блока – это создание комплекса информационных моделей, раскрывающих специфику сложившейся к определенному времени системы земледелия конкретной территории и установившейся периодичности применения тех или иных технологических приемов, т.е. создание базовой "фоновой" информации для интерпретации поступающей оперативной – сетевой и дистанционной – информации. Кроме того, должна учитываться информация о нормативных требованиях к технологическим системам в целях регламентации их применения во избежании снижения природно-ресурсного потенциала территории.

Информационные документы могут быть представлены в виде тематических карт, характеризующих тот или иной элемент системы, статистических данных, организованных в таблицы или графики, и текстов, содержащих нормативно-регламентирующие сведения. Составление необходимых базовых информационных документов проводилось на основе сбора и обработки фоновых материалов. На территории Херсонской области разработана зональная областная система земледелия с учетом местных условий и ведется дальнейшая ее разработка и освоение в конкретных почвенно-климатических, ландшафтных и экономических условиях каждого района и хозяйства /2/.

На примере трех\* основных структурных элементов блока – систе-

\* Информационное обеспечение блока "Мероприятия по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями растений" в сборнике не рассматривается.

мы севооборотов, обработки почв и внесения удобрений\* — рассмотрим, как определялась базовая информация в ГИС.

*Система севооборотов.* Территориальным базисом научно обоснованной системы земледелия является размещение пахотных земель, структура их использования и освоенные севообороты — закономерное чередование сельскохозяйственных культур и паров по полям и во времени в пределах специально отведенной для них территории /3/. Выбор рациональной структуры использования пахотных земель (набор сельскохозяйственных культур и их размещение) определяется особенностями агропотенциала территории, специализацией и уровнем материально-технической базы производства. Соблюдение рациональных севооборотов наряду с другими агротехническими приемами (обработка почвы, внесение удобрений, режим орошения и др.) обеспечивает высокую продуктивность культур и является также основным способом борьбы с сорняками и лучшей защитой от болезней и вредителей.

В разных агроклиматических, геоморфологических и экономических условиях применяются типы севооборотов, которые разделяются по видам получаемой продукции на полевые (возделывание зерновых, картофеля, технических культур), кормовые (возделывание трав, кукурузы и др.) и специальные (овощные, рисовые и др.). В районах недостаточного и неустойчивого влагообеспечения, где применяется система орошения, севообороты подразделяются на богарные и орошающие с различным набором культур, их соотношением, схемами ротации, размерами и формами полей и участков севооборотов. В районах с повышенной эрозионной опасностью среди полевых и кормовых севооборотов выделяются почвозащитные севообороты с оптимальным составом, размещением и чередованием культур, обеспечивающим получение высоких урожаев и защиты почвы от эрозии.

По набору и соотношению основных культур севообороты делятся по видам: зерновые, зернопаропропашные, зернотравяные и др.; по количеству полей, участвующих в ротационной схеме: 3-12-польные. Состав и площади культур и паров, их чередование по полям в севооборотах дифференцированы по хозяйствам и районам (различное соотношение зерновых, кормовых, пропашных культур) и определяются биологическими свойствами культур, а также агроклиматическими условиями, рельефом, экономической целесообразностью и организационными возможностями хозяйства. Территориальная организация севооборотных земель — характер размещения и размеры полей севооборотов, их форма, размещение полезащитных лесополос, дорог, мелиоративных каналов — опреде-

\* Информационное обеспечение элементов блока — обработка почв и система удобрений — рассмотрено в двух последующих статьях.

ляется как природными факторами, главным образом, характером расчлененности местности, ее залесенностью, различными уклонами пахотных земель и степенью их эродированности, так и типом их использования и способами воздействия на среду выращивания растений.

Разработка организации и содержания информационного обеспечения блока "Системы севооборотов" проводилась на основе существующих информационных документов, продуцируемых в хозяйствах и районах области. Основной источник – книга истории полей севооборотов – агропроизводственный документ, отражающий историю каждого поля севооборота и достигнутый уровень культуры земледелия. Ведется она на основе агротехнических карточек полей севооборотов. По каждому севообороту даются площади посева культур по годам, предшественники культур, характеристика почв, рельефа, углы наклона, степень смытости почв, агрохимическое и физическое состояние почв, обеспеченность ее питательными веществами и микроэлементами, фитосанитарное состояние полей и их засоренность, т.е. регистрируется фактическое использование полей и весь комплекс агротехнологических работ. К книге придается карта размещения культур по полям севооборотов с границами и номерами севооборотов, полей, участков и посевными площадями культур, а также населенными пунктами, фермами, дорогами, лесозащитными полосами, каналами. Каждый план сопровождается схемой севооборотов – определенным набором и чередованием культур и паров по полям и годам на весь ротационный цикл. Ежегодно осенью и весной карты и схемы уточняются. Границы полей севооборотов, их номера и площади показаны также на планах землепользования хозяйств. Однако принимать их в качестве единственной информации не рекомендуется, так как обновление и уточнение планов происходит 1 раз в 10–15 лет. На уровне района агрономическая и землеустроительная документация ведется два раза в год (в июне и ноябре). Составляется районная книга учета севооборотов с целью проверки разработок и освоения севооборотов, соблюдения правильного чередования культур, ведения книг истории полей в хозяйствах. На уровне области составляются сводные ведомости на основе технической документации хозяйств и районов, содержащие данные о количествах и площадях различных типов севооборотов, структуре их посевных площадей.

Херсонская область, расположенная в зоне засушливого земледелия, специализируется на производстве товарного зерна в сочетании с производством технических культур, кормовых, овощей и бахчевых. Соотношение площадей зерновых, кормовых и технических культур – 6:4:1. Основные сельскохозяйственные культуры – озимая пшеница, кукуруза, ячмень, подсолнечник, многолетние и однолетние кормовые травы. На севере области применяются пары, на юге – орошение. В настоящее время в хозяйствах области введены и осваиваются 1714 севооборотов на

площади 1684,5 тыс.га, в том числе на орошаемых землях 714 севооборотов на площади более 420 тыс.га. Наибольшее распространение (на площади 1325 тыс. га) имеют 6–10-польные севообороты, наименьшее — 3-польные (30 севооборотов на площади 3,2 тыс.га) и 12-польные (54 на площади 109,2 тыс. га) (табл.). Среди полевых и кормовых севооборотов выделяются почвозащитные: 26 севооборотов на площади 19,6 тыс. га. 5–8-польные почвозащитные севообороты, площадью каждый от 600 до 1200 га, имеют поля меньших размеров, чем обычные — в среднем 160–190 га, кормовые — 50–70 га. Почвозащитные севообороты освоены только в тех районах, где существует опасность эрозионного смыва или выдувания почв, образования оврагов. Такие районы сосредоточены в северной и северо-западной половине области и характеризуются более расчлененным рельефом (склоны, водохранилища и р. Ингулец).

#### Основные типы севооборотов (Херсонская область) /2/

Типы севооборотов	Количество	Занимаемая площадь, тыс. га	Средний размер поля, га
Полевые	1202	1473,6	170–230
Кормовые	417	175,4	80–120
Специальные	95	35,5	10–30

Число севооборотов, их размеры и форма определяются размерами обрабатываемой площади, природными и экономическими особенностями районов. Наибольшее количество севооборотов (130–150) в юго-восточных районах области (Новотроицкий, Каховский, Генический, Чаплинский), для которых характерна пестрота почвенного покрова, связанная с мозаичным размещением засоленных и переувлажненных земель в подах и на морском побережье. Кроме того, организация поливного земледелия и введение орошаемых севооборотов, как правило, занимающих меньшие площади (от 300–350 га под овощные, 600–800 — под рисовые и до 1000–15 000 под полевые), также увеличивает их общее число. Наименьшее число севооборотов (40–70) и более простая структура внутрихозяйственной организации в северных районах области (Верхнерогачикский, Нововоронцовский, Великолепетихинский, Нижнесерогозский). Соотношение разных типов севооборотов также меняется в зависимости от особенностей природно-ресурсных и экономических условий того или иного района. Например, в южных засушливых районах (Новотроицкий, Чаплинский, Генический) полевые севообороты занимают примерно 95% площади, на долю кормовых и специальных приходится 5%. В районах рисо-

разведения (Каланчакский, Цюрупинский, Скадовский) полевые севообороты занимают 70–80 %, на долю рисовых приходится до 15 % площади.

Для районов с различными природными условиями разработаны и рекомендованы схемы севооборотов выращивания культур по интенсивной технологии. Эти схемы корректируются в зависимости от погодных условий. Например, структура посевых площадей зерновых культур на конкретный год разрабатывается в хозяйствах с учетом погодных условий осеннего периода: в благоприятные годы площади озимых расширяют, в засушливые — сокращают, увеличивая посевы яровых культур.

Для орошаемых земель применяются специальные схемы севооборотов, учитывающие размеры поливных земель, гидромодуль оросительных систем, сроки наибольшего водопотребления культур. Соотношение зерновых и кормовых культур в структуре посевов на неполивных и поливных землях зависит от размера орошаемых земель в хозяйстве и удельного веса зерновых в структуре посевов. В хозяйствах с небольшой орошаемой площадью максимальное количество кормовых выращивается на поливных землях /2/. Для территорий, подверженных эрозионным процессам, необходим дифференцированный подход в определении структуры посевых площадей севооборотов по хозяйствам и районам. Соотношение пропашных, однолетних культур сплошного сева и многолетних трав в почвозащитных севооборотах существенно отличается от обычных. Отведение земель для различных типов севооборотов в хозяйствах проводится на основе карт уклонов земель с учетом длины склонов /1/. Для почвозащитных севооборотов характерно отсутствие паров, отсутствие или минимальные площади под пропашными, значительные площади (до 50 %) под многолетними травами. На территории районов осваивается обычно 2–5 почвозащитных севооборотов, расположенных на склонах водохранилища и крупных балок.

Таким образом, необходимая базовая информация должна характеризовать применяемую систему севооборотов по следующим трем группам параметров с различной динамикой: 1) территориальная организация севооборотов — размещение полей, их площади, формы, размещение других агротехнических элементов полевой организации (полезащитных лесополос, каналов, дорог и др.); 2) структура посевых площадей и паров севооборотов, последовательные смены культур на полях по годам; 3) типы севооборотов, их количество и занимаемая ими площадь; количество полей в севообороте, их площади и размещение. В соответствии с динамикой объектов информация делится на статичную, устойчивую в течение нескольких лет, и более динамичную, меняющуюся из года в год или 1–2 раза в год, что и определяет частоту ее обновления. К наиболее устойчивой информации относится размещение типов севооборотов, их границы, нарезка полей в севооборотах, их размеры, форма, характер размещения дорог, каналов, лесозащитных полос. Обновление такой

информации требуется проводить 1 раз в 5 лет. Информацию о типах севооборотов можно считать более динамичной, так как она определяет основной состав посевной площади севооборотов и, следовательно, характер его функционирования в течение сельскохозяйственного года. Информация должна уточняться 1 раз в год. Еще более динамичная информация заключена в структуре посевных площадей, а также в ротационных схемах севооборота, так как в соответствии с ними проходит установленное в севообороте чередование культур по полям и годам. По номеру поля, если известны год, с которого началось освоение севооборота, и схема чередования культур, можно определить культуру, выращиваемую на нем каждый конкретный год, а, значит, и систему применяемых технологических приемов. Уточняться информация должна 1-2 раза в год.

Следовательно, можно рекомендовать оптимальный состав и содержание базовой информации с учетом различных уровней управления.

#### Для областного уровня

1. Характеристика применяемой системы севооборотов на территорию области и по административным районам, где в табличной форме приводятся данные о количестве, типах и площадях введенных севооборотов и их соотношении.

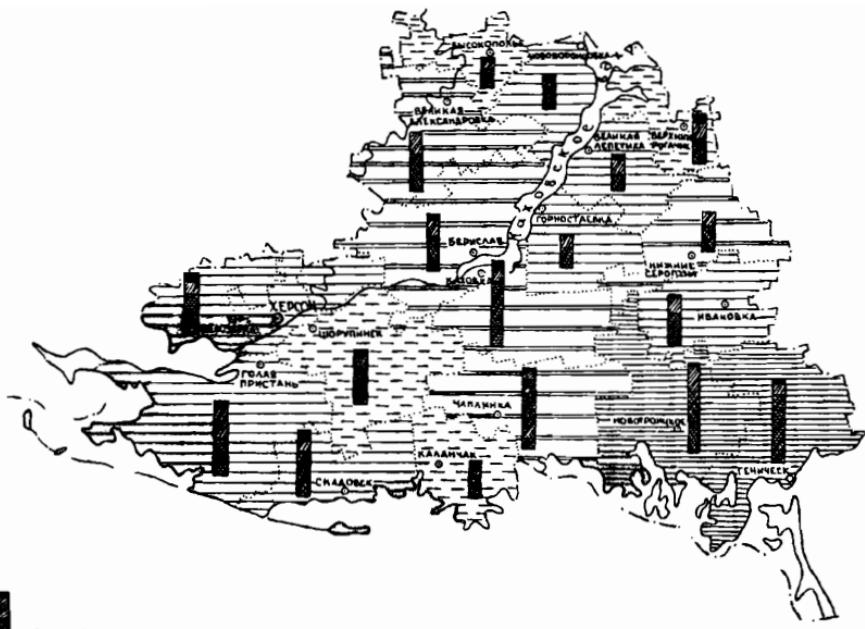
2. Наборы основных типовых схем севооборотов для богарных и орошаемых земель, рекомендуемых в районах со сходными агроклиматическими условиями, включая нормативно-регламентирующую информацию – структуру посевных площадей севооборотов и предшественников под озимую пшеницу.

3. Применяемые системы севооборотов по районам области в картографическом изображении в масштабе 1 : 1 000 000 (рис.1). Эти документы (таблицы и карта) раскрывают соотношение применяемых типов севооборотов по районам и на территории области, дают общее представление о степени освоенности земель под различными типами севооборотов и о характере территориальной организации земледелия в области.

#### Для районного (а также и хозяйственного) уровня

1. Характеристика применяемой системы севооборотов в районе на внутрихозяйственном уровне, где помимо данных, необходимых для областного уровня, собраны данные о количестве и среднем размере севооборотных полей по хозяйствам в табличной форме.

2. Карта внутрихозяйственной территориальной организации районного агропромышленного комплекса в масштабе 1 : 100 000, перспективное размещение структурно-функциональных элементов территориальной организации сельскохозяйственного производства. С помощью составленной карты можно определить особенности размещения элементарных операционных объектов дистанционного мониторинга (поле или группа полей),



1 км - 10 севооборотов

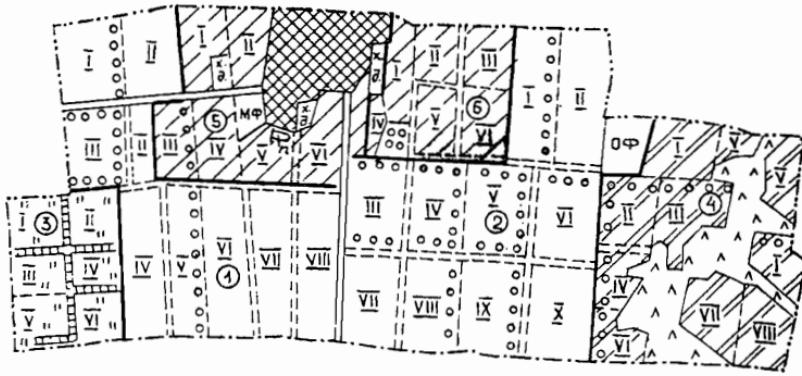


Рис. 1. Карта применяемых систем севооборотов.

Общая площадь земель в обработке (тыс. га): 1 – 50–70; 2 – 70–90; 3 – 90–120; 4 – 120–150. Типы севооборотов: 5 – полевые; 6 – коромыловые; 7 – специальные (овощные, рисовые). 8 – границы административных районов

установить их территориальную локализацию и функциональную значимость, выявить особенности взаимосвязи с природными условиями и ресурсами при сопряженном анализе с картами природных блоков, определить динамику их функционирования в годовом цикле сельскохозяйственных работ и на более длительные сроки. Содержание карты составляют элементы территориальной организации земледельческого производства, животноводства, других несельскохозяйственных производств – водного и лесного хозяйства, а также населенные пункты, дороги и т.д. (рис. 2).

3. Для определения функционирования севооборотов в течение всего ротационного цикла (от 3 до 12 лет) необходима следующая информация (в пределах хозяйств): типы и номера севооборотов, дата начала освоения ротации севооборотов, номера полей, схема чередования культур по полям и годам в каждом конкретном севообороте (табличная форма).



1. ① 2. - - II 3. 4. // 5. " " 6. // / 7. ○○○ 8. MФ 9. ===  
 10. ^ ^ 11. ОФ 12. МФ 13. ○○○ 14. ⚡ 15. ■■■ 16. X. 8. 17. = 18. - - -  
 19. - - -

Рис. 2. Фрагмент карты территориальной организации районного агропромышленного комплекса. Элементы территориальной организации земледельческого производства. Границы и номера: 1 – севооборотов; 2 – полей севооборотов. Типы и виды севооборотов: 3 – полевые богарные зерноварочные и зернопропашные (зерновые занимают 60–80%, площади, кормовые до 30%); 4 – кормовые богарные зернотравяные (кормовые – 60–70%), 5 – орошаемый травяно-зерновой (кормовые – 70–80%); 6 – кормовой почвозащитный травяно-зерновой, отчасти с полосным размещением культур (кормовые – 70%, зерновые – 30%). 7 – полезащитные лесные полосы; 8 – каналы; 9 – полевые хозяйственныe дороги. Элементы организации животноводства: 10 – естественные кормовые угодья по балкам с весенним и летним (по стерне) выпасом овец, отчасти крупного рогатого скота. Фермы: 11 – овцеводческая; 12 – молочно-товарная. Прочие элементы хозяйственной организации: 13 – сад тутовника; 14 – пруд; 15 – населенный пункт; 16 – хозяйствственные дворы; 17 – шоссейная дорога. Границы: 18 – хозяйства; 19 – района

Таким образом, информационные документы блока "Система севооборотов" должны обеспечивать выполнение следующих функций блока в общей системе сельскохозяйственного производства: 1) территориально-организационную, обеспечивающую размещение элементов сельскохозяйственного производства, их локализацию; 2) производственно-технологическую, определяющую технологическую систему производства на

основе ротационных схем — чередования культур по полям и годам; 3) научно-производственную, определяющую рациональность и эффективность применяемых севооборотов на основе научно-экспериментальных разработок и анализа продуктивности агроландшафтов; 4) контрольную, проверяющую степень освоенности рекомендуемых севооборотов, соблюдение научно обоснованной схемы чередования культур с учетом предшественников и различных сортов культур; 5) экологическую, обеспечивающую сохранение плодородия земель на основе размещения типов и видов севооборотов в строгом соответствии с природными условиями местности, введения почвозащитных севооборотов и сохранения площадей многолетних трав.

Информацию о структуре и размещении применяемых севооборотов, отражающую внутрихозяйственную целевую организацию земледелия и передающую реальное размещение и функционирование конкретного сельскохозяйственного поля (или группы полей) — минимальной элементарной операционной единицы управления сельскохозяйственным производством, следует рассматривать в качестве базовой. Она необходима при решении большого числа задач, поскольку все элементы применяемой системы земледелия — способы обработки почвы, внесения удобрений, системы защиты растений от болезней и вредителей — привязаны к конкретным полям севооборотов. Однако значимость такой информации различна. Для решения оперативных задач, связанных с наблюдением за изменением состояния культур, управлением ходом сельскохозяйственных работ, контролем за проведением агротехнических мероприятий, информация используется в качестве вспомогательной, как фон, на котором происходят наблюдаемые явления, и способствует их идентификации и территориальной локализации. В качестве основной базовой информация будет использоваться при решении многих как стратегических (например, определение реальных размеров посевных площадей зерновых культур в целях прогноза урожая текущего года), так и оценочных задач (например, определение степени освоенности севооборотов, динамики площади многолетних трав в почвозащитных севооборотах, рациональности и эффективности применяемых севооборотов). Кроме того, она является основной при решении инвентаризационных задач — учета динамики структуры посевных площадей, территориальной организации сельскохозяйственных систем, учета площадей паров, а также для интерпретирования снимков и их привязки.

## Л и т е р а т у р а

1. Заславский М. Н. Эрозиоведение. Основы противоэррозионного земледелия. М.: Высшая школа, 1987. 476 с.

2. Научно обоснованная система земледелия Херсонской области. Херсон, 1987. 447 с.

3. Сигов В. И., Шурыгина Т. Л. Словарь по земледелию. М., 1987. 222 с.

Г.В.Мурашкинцева

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЛОКА "ОБРАБОТКА ПОЧВ"

Для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур важное значение имеет правильная обработка почвы, которая существенно улучшает агрофизические свойства, а также ее водный, воздушный и тепловой режимы, является одним из основных способов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. Особое внимание уделяется сохранению и накоплению почвенной влаги, повышению противовоздействия устойчивости почвы. От качества и своевременности проведения обработки почвы зависит также эффективность использования таких агротехнических мероприятий, как применение удобрений, севооборотов, разных сортов культур. Под системой обработки почв понимают совокупность научно обоснованных приемов обработки почвы под культуру в севообороте. Она зависит от почвенно-климатических условий, биологических особенностей возделываемых культур, их размещения в севообороте, засоренности и эродированности почвы /5/.

В земледелии обработка почвы подразделяется на основную, предпосевную и послепосевную, которые тесно связаны между собой, но различны по своему назначению. Основная осуществляется наиболее глубокую механическую обработку поля, которая может существенно изменить почвенный профиль и поверхность почвы. Задача этой обработки -- придать поверхности поля рыхлое комковатое состояние, что способствует накоплению влаги и уничтожению сорняков. Она состоит из двух последовательных приемов -- лущение (дискование) стерни и вспашка с боронованием. По мере отрастания сорняков проводят также культивацию. Основная обработка проводится осенью, реже весной, и во многом определяет всю дальнейшую агротехнику выращиваемой культуры. Обработка почвы перед севом способствует тщательной разделке посевного слоя (мелкокомковатость почвы, равномерность глубины обработки, выровненная поверхность поля), а также уничтожению сорняков. В это время проводят культивацию, боронование, шлейфование, прикатывание. Послепосевная обработка почвы предусматривает уход за посевами (наи-

более трудоемкий – за пропашными культурами) и включает приемы, уничтожающие сорняки и создающие лучшие условия для развития растений – прикатывание, боронование, окучивание, междурядное рыхление /5, 6/.

На землях, подверженных эрозии и лефляции почв, применяют почвозащитную систему обработки, предупреждающую развитие этих неблагоприятных процессов, а также восстанавливающую плодородие на разрушенных почвах. Это, в первую очередь, отвальная всенашка с дополнением ее почвоуглублением, лункование, прерывистое бороздование зяби, поделка микролиманов, щелевание, прикатывание. Другим вариантом почвозащитной обработки является безотвальное, или бесплужное, земледелие, когда производится обработка почвы без оборота пласта с сохранением стерни и других растительных остатков после уборки урожая /2/. На территории Херсонской области безотвальная обработка почвы используется в среднем на 37% площади пашни. Свои особенности имеет система обработки почвы на орошаемых землях, которая приводит к увеличению засоренности посевов и изменению строения и свойств пахотного слоя /3, 6/.

Все имеющиеся варианты системы обработки почвы складываются из определенно сочетающихся способов (приемов) обработки, каждый из которых проводится в разные календарные сроки, на разную глубину обработки и разными типами сельскохозяйственных орудий.

Каждая система обработки почвы строится под определенную культуру с учетом ее места в севообороте. Это связано с тем, что биологические особенности как возделываемой культуры, так и предшественника (строение корневой системы, начало вегетации, сроки посева, созревания, уборки, отношение к недостатку воды, элементов питания в почве, способность подавлять сорные растения и т.д.) определяют агротехнику данной культуры. При этом обязательно учитываются почвенно-климатические показатели каждой из природных зон территории, влияющие на технологию обработки почвы. Выбор способа обработки обуславливается также типом и степенью засоренности почвы и посевов, которые зависят от преобладания того или иного вида сорной растительности. На полях с разным типом засоренности применяют и соответствующую агротехнику для уничтожения сорняков, различных по срокам и способам размножения, строению корневой системы, по всхожести и т.д. Наиболее распространен малолетний тип засоренности, когда преобладают однолетние и двулетние сорняки, и многолетний – при появлении преимущественно корнеотпрысковых или корневищных сорняков. В значительной мере правильная агротехника на поле зависит от степени зернированности почвы, ее мехсостава, плотности, влажности, от степени оккультуренности поля, его микрорельефа, а также от конкретно сложившейся агрометеорологической обстановки, что связано, главным образом, с

увлажнением территории, сроками начала полевых работ, сева, уборки и т.д. На технологию обработки существенно влияет внесение минеральных удобрений и гербицидов, что приводит к уменьшению числа применяемых способов и их глубины. С учетом перечисленных выше факторов используют для обработки почвы соответствующие марки сельскохозяйственных машин.

Таким образом, правильная, тщательно разработанная система обработки почвы под конкретную культуру после определенного предшественника должна оптимально сочетаться со всеми факторами внешней среды, определяющими целесообразность выбора того или иного способа обработки, его глубину, кратность, сроки выполнения и тип сельскохозяйственного орудия.

Информация о системе обработки почвы под определенную культуру приводится в рекомендациях, практических руководствах, разработанных научно-исследовательскими организациями, где наряду с вопросами по обработке почвы рассматриваются и другие мероприятия по технологии возделывания сельскохозяйственных культур (биологические особенности, место в севообороте, защита от вредителей и болезней и т.д.). На основе рекомендаций составляются типовые технологические карты-схемы возделывания и уборки сельскохозяйственных культур применительно к данной природной (почвенно-климатической) зоне. Технологическая карта представляет собой таблицу, содержащую последовательное перечисление работ по производству сельскохозяйственного продукта, их качественную характеристику, объемы, средства для выполнения, количество обслуживающего персонала /5, 6/. В карту вносятся данные о составе машин, сельскохозяйственных орудий, о сроках проведения и продолжительности каждой операции в рабочих днях, а также производственные показатели (затраты труда, сменная норма выработки и т.д.). Эти типовые карты уточняются в областях, районах и конкретных хозяйствах в зависимости от имеющегося парка машин, трудовых ресурсов, производственных навыков, а также корректируются в ходе полевых работ, учитывая особенности местного земледелия. Таким образом, в системе обработки почвы по районам и тем более хозяйствам могут быть отклонения от типовой технологической карты. Более того, опыт передовых хозяйств говорит о том, что эффективность обработки почвы значительно лишь при учете состояния конкретного поля.

В Херсонской области наибольшие посевые площади в севооборотах занимают озимая пшеница, яровой ячмень, кукуруза на зерно и силос, подсолнечник (около 70% от всей посевной площади области). Структура посевов основных полевых культур по предшественникам в целом для области неизменна, хотя процент от посевной площади культуры по каждому предшественнику по районам может колебаться в определенных пределах. Озимую пшеницу чаще всего размещают по черному и занятому пару. Ее высевают также после гороха и кукурузы на силос. Яро-

вой ячмень хорошо выращивать после озимых и кукурузы. Лучшими предшественниками кукурузы являются колосовые. Часто она идет по кукурузе. Подсолнечник дает хороший урожай также после колосовых и кукурузы на силос.

Как известно, любая из выбранных систем обработки почвы эффективна лишь в том случае, если своевременно и качественно выполнены все агротехнические приемы обработки. В рекомендациях и практических руководствах по освоению интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур приводятся основные агротехнические требования к важнейшим видам обработки почвы: срок выполнения, отклонение фактической глубины обработки от заданной (см), выровненность поверхности поля, высота гребней и глубина борозд (см), появление сорняков (%), наличие огрехов и необработанных полос. Оценка качества обработки почвы или агробракераж проводится в балах в зависимости от допустимых отклонений при выполнении задания. Нормативы при оценке качества выполненной работы могут изменяться в зависимости от погодных условий и от свойств почвенного покрова.

Исходя из всего сказанного, можно сделать вывод, что блок "Система обработки почвы" должен включать статичную и нормативно-регламентирующую информацию, представленную в виде пакета вариантов схем обработки, различающихся между собой определенным набором и последовательностью технологических операций, сроками их проведения, глубиной обработки и типами применяемых сельскохозяйственных орудий. Статичная информация складывается из вариантов, составленных под определенную культуру с учетом ее места в севообороте применительно к данной природной зоне (табл.). Число вариантов зависит от количества основных сельскохозяйственных культур и их главных предшественников. Нормативно-регламентирующая информация определяет возможные сценарии схем обработки почвы под определенную культуру, присущие данной конкретной территории. Она должна включать такие показатели, как степень и тип засоренности, степень эродированности почвы, влажность, механический состав и плотность почвы, микрорельеф поля, сведения о погодных условиях данного года, сезона, декады, а также об использовании удобрений и гербицидов. Различные нормативы данных показателей могут значительно изменить типовые схемы обработки, составленные на основе статичной информации. Например, для степной зоны УССР при возделывании ярового ячменя после кукурузы на орошаемых почвах в зависимости от механического состава почвы полкорезная обработка ведется на глубине 12–14 см (на легких почвах) и 25–27 см (на почвах тяжелого механического состава /7/).

Таким образом, базовая информация может быть использована при выборе той или иной схемы обработки под определенную культуру в зависимости от сложившейся природной обстановки на всем протяже-

# Схема обработки почвы под яровой ячмень /1, 4, 7/

Предпосевовой -- озимые. Тип засоренности -- многолетние сорняки.

Способ обработки	Сроки проведения обработки	Глубина обработки, см	Марки сельскохозяйственных машин	Примечание
I лущение стерни	Вслед за уборкой	6–8	ЛДГ–5, ЛДГ–10, ЛДГ–15	
II лущение стерни	Через 10–12 дней после I лущения	10–12	ЛДГ–5, ЛД–20 КИЭ–3, 8А  ППЛ–10–25 ППЛ–5–25	При наличии корневищных сорняков  При наличии корнеотпрысковых сорняков
III лущение (по мере необходимости)	Через 2–3 недели после II лущения	12–14	—“—	
Вспашка + боронование	Через 12–14 дней после лущения или 2–3 недели	20–22 или 25–27	ПН–4–35 + БЗСС–1,0	Срок вспашки и глубина зависят от вида сорняков
Шелевание		40–50	ПН–2–140	
Ранневесеннее боронование	При созревании почвы (март)	3–5	БИГ–3 БЗТС–1,0 БЗСС–1,0	При оптимальных условиях
Культивация + боронование (по мере необходимости)	Март	6–8	КИС–4 КИЭ–3,8 + + БЗСС–1,0	На тяжелых переувлажненных почвах -- глубина обработки 10–12 см
Предпосевная культивация + боронование + прикатывание (по мере необходимости)	За 1–2 дня до посева (III декада марта)	6–7	КИС–4 КИП–8 + + БЗСС–1,0 + ВПН–5,6 или РВК–5,4 РВК–3,6	В сухую погоду -- прикатывание
Послепосевное прикатывание	Вслед за посевом	4–6	ЗККШ–6	
Последовательное боронование		4–6	БЗСС–1,0 БМШ–15	При появлении однолетних сорняков и почвенной корки
Последовательное боронование	В фазу 2–3 листьев	4–6	БЗСС–1,0	

нии полевых работ; оценке качества проводимых агротехнических операций, а также, в комплексе с информацией других блоков, при оценке состояния посевных площадей.

### Л и т е р а т у р а

1. Б е л я к о в И. И. Технология выращивания ячменя. М., 1985. 119 с.
2. Каштанов А. Н., Заславский М. Н. Почвовodoохранное земледелие. М., 1984. 462 с.
3. Научно обоснованная система земледелия Херсонской области. Херсон, 1987. 447 с.
4. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания ярового ячменя. М., 1987. 59 с.
5. С и г о в В. И., Шурыгина Т. Л. Словарь по земледелию. М., 1987. 222 с.
6. Система обработки почв. М., 1982. 270 с.
7. Справочник по индустриальной технологии возделывания сельскохозяйственных культур степи Украины. Одесса, 1985. 151 с.

А.И.Поливанова

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЛОКА "СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ"

На современном этапе интенсификации сельскохозяйственного производства среди основных параметров, влияющих на плодородие почв, химмилиорация является, несомненно, ведущей. Как известно, большинство почв не могут удовлетворить требованиям сельскохозяйственных культур к элементам питания, поэтому применение удобрений компенсирует недостачу питательных веществ, необходимых в различные периоды жизни растений. Растение, почва и удобрение находятся между собой в тесном взаимодействии. Так, удобрения действуют не только на растение, но и на почву, ее свойства: подкисляют или подщелачивают ее, изменяют содержание питательных веществ, физические свойства и т.д. В то же время, почва и растения оказывают существенное влияние на удобрения, изменения их растворимость, концентрацию и доступность растениям.

Такая тесная зависимость в системе удобрение – почва – растение создает значительную динамичность комплексных мер (наземных, аэроизуальных, дистанционных) по систематическому контролю за агрохимическим состоянием почв данной сельскохозяйственной территории в целях принятия оперативных решений в процессе формирования урожая.

Современная система земледелия с ее растущими дозами применения удобрений носят двойственный характер: с одной стороны – с увеличением доз удобрений создается мощный дополнительный приток питательных веществ, который компенсирует потери их с урожаем. Более того, урожайность культур в этом случае зависит не столько от запасов биофильных элементов в почве и скорости минерализации органического вещества, сколько от объема, типа и сроков внесения удобрений; почва превращается, таким образом, в субстанцию, перерабатывающую удобрения и транспортирующую их растениям. В этом случае уровень первоначального, естественного плодородия перестает играть роль главного фактора, контролирующего продуктивность сельскохозяйственных угодий /3/. С другой – прогрессирующий рост применения удобрений вызывает падение эффективного плодородия почвы, в связи с чем возникает острая необходимость в систематическом контроле за качеством сельскохозяйственных земель, внесением своевременных корректировок для повышения актуального плодородия или поддержания его на оптимальном уровне.

В этом случае геоинформационная система должна включать следующую цепь взаимосвязанных информационных документов: эффективное плодородие почв (бонитировочные показатели) → запас и баланс питательных элементов (N, P, K) и гумуса → потребность почв в удобрениях → фактическое внесение минеральных и органических удобрений → химическая нагрузка на почву → химическая нагрузка на ландшафт.

Эта группа взаимосвязанных параметров служит наглядным примером наполнения элементов блока "Система удобрений" в паспорте территории, периодичность поступления которых связана с циклами агрохимического обследования в сети агрохимической службы (1 раз в 5 лет) или ежегодными сезонными обследованиями сельскохозяйственных угодий на уровне области, района, группы хозяйств, отдельного хозяйства, ротационного цикла и даже отдельного поля. Параметры выдаются в виде агрохимического очерка и рекомендаций по рациональному применению удобрений, состоящего из идентичного набора документов для каждого иерархического уровня:

### I. Краткие сведения о хозяйстве.

II. Агрохимическая характеристика почв по степени обеспеченности подвижными фосфором, обменным калием, гумусом .

III. Использование агрохимических картограмм.

IV. Научно обоснованные нормы удобрений, обеспечивающие получение запланированных урожаев.

V. Формы, сроки и способы внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры.

VI. Хранение и внесение в почву навоза.

VII Расчет поступления и выноса питательных веществ, система удобрений сельскохозяйственных культур в севообороте.

VIII. Расчет потребности хозяйства в удобрениях.

Наполнение информацией каждого из названных разделов имеет свой, присущий только ему перечень данных. Они могут быть статичные (местоположение центральной усадьбы, набор ведущих культур в хозяйстве, производственное направление хозяйства и др.) и динамичные (урожайность основных сельскохозяйственных культур за 1 год или 5 лет, количество органических и минеральных удобрений, внесенных за сезон, год, 5 лет, агрохимическая характеристика каждого поля севооборота и др.). Нормативные сведения, как правило, получаемые опытным путем на базе агрохимлабораторий, научно-исследовательских учреждений, становятся научно обоснованными нормами внесения удобрений под все культуры для данного зонального типа земледелия. На их основе составляются ежегодно планы использования фондов минеральных удобрений в хозяйствах, конкретно по каждому полю, для каждой культуры с учетом обеспеченности почвы питательными элементами согласно агрохимических картограмм, уровня запланированной урожайности, количества внесенных удобрений за предшествующие годы. Все эти сведения содержатся в книге истории полей. Рекомендательные – в виде очерка, отражающего специфику применения различных категорий удобрений, причем подчеркивается, что использование удобрений под сельскохозяйственные культуры необходимо тесно увязывать с системой обработки почвы, сроками и приемами вспашки, предпосевной подготовкой, уходом за посевами. Без соблюдения оптимальных сроков и качества обработки почвы, посева и ухода нельзя ожидать высокой отдачи от вносимых удобрений. Этот очерк, на наш взгляд, может служить первичным исходным материалом для составления расписания технологии внесения удобрений и являться в то же время нормативно-регламентирующим документом в будущей информационной системе.

Таким образом, круг задач, решаемых при использовании удобрений, многогранен и требует систематизации информационных потоков, формирующих структуру блока "Система удобрений".

Блок "Система удобрений" включает в себя комплекс мероприятий по накоплению, рациональному применению органических и минеральных удобрений, способствующих повышению урожайности, улучшению сельскохозяйственной продукции и поднятию плодородия почв с минимальными

затратами труда и средств. В него входят как заранее спланированные организационно-хозяйственные мероприятия (планы накопления органических удобрений, закупки минеральных удобрений, строительства навозохранилищ и складов для хранения минеральных удобрений, покупки машин, организации труда по использованию удобрений, распределения удобрений по полям севооборота, по отдельным культурам в севообороте, учитывающего видовые и сортовые особенности растений и почв, сроков и способов их внесения), так и выполненные агрохимические обследования почв области, района, хозяйства, отдельного поля в виде картограмм содержания гумуса, фосфора, калия, азота, кислотности и др.

Рекомендуемые варианты внесения удобрений на разных хозяйственных уровнях (район, хозяйство, севооборот, поле) имеют динамичный характер, поэтому они становятся важным объектом слежения за сроками, дозами и технологией использования минеральных и органических удобрений на всех этапах ведения сельскохозяйственного производства.

Пакет документов, обеспечивающих работу блока "Система удобрений", может быть представлен в ГИС как в табличном и текстовом варианте, так и в картографической форме. Последняя предпочтительнее потому, что имеет более информативный характер, раскрывающий пространственную структуру распределения определенных показателей в их временных циклах функционирования. Примером динамичных моделей состояния территорий на заданный срок может служить карта динамики содержания гумуса в почвах, составленная на территорию Херсонской области (рис.1).

В картографическом виде можно так же представить: потребность области, района, хозяйства, севооборота, поля в необходимом количестве удобрений на 5 лет, 1 год, текущую фенофазу, под различные типы обработки почв, сельскохозяйственные культуры и т.д. Карта агрохимической нагрузки почв (рис.2), или иначе – количества внесенных минеральных удобрений на 1 га посевной площади (в среднем за пять лет по районам Херсонской области) может служить примером для создания серии карт по перечисленным выше показателям. Карта агрохимической нагрузки почв отражает реальную картину "химического пресса" на почву и агроландшафты территории. Как видно из карты, перепад величин значителен – от 128 кг/га в Горностаевском районе до 291 кг/га в Скадовском, причем на орошаемых землях эти значения выше, чем на богаре (Чаплинский, Скадовский, Пиропинский, Каховский, Голопристанский). Модуль химической нагрузки почв должен рассматриваться как один из видов сельскохозяйственной антропогенной нагрузки, включающей в себя технические, животноводческие, мелиоративные, хозяйствственные типы нагрузок, дающие суммарное воздействие сельско-

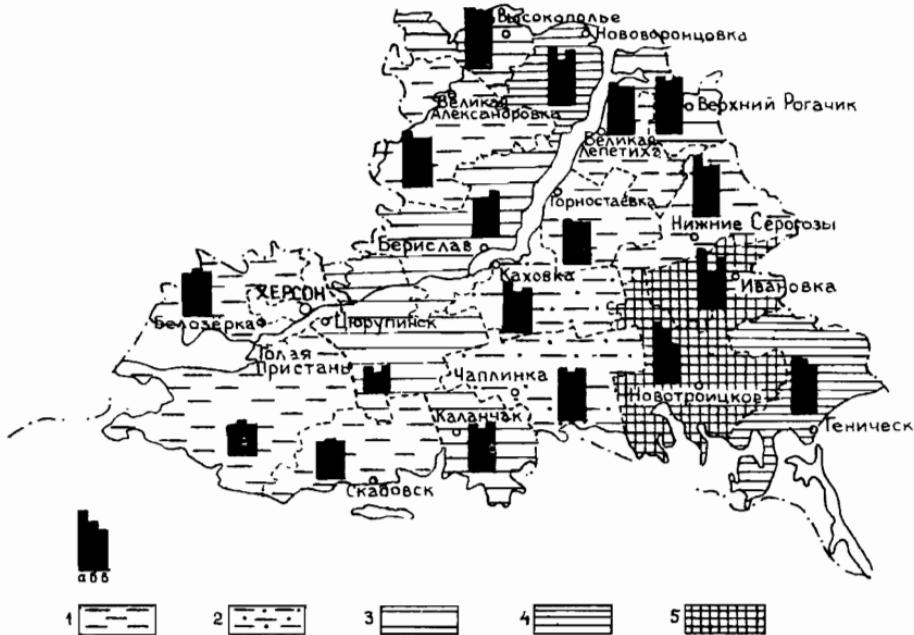


Рис.1. Карта динамики содержания гумуса в пахотном горизонте почв за 1970–1984 гг. Изменение содержания гумуса, %: 1 – 0,03–0,1; 2 – 0,1–0,2; 3 – 0,2–0,4; 4 – 0,4–0,6; 5 – более 0,6. Среднее содержание гумуса: а – за 1970–1974 гг.; б – за 1975–1979 гг.; в – за 1980–1984 гг.  
В 1 см – 5% гумуса

хозяйственной антропогенной нагрузки ( $C_{KAH}$ ) на территорию /2/.

На основании проведенного анализа структуры и содержания информационных документов об использовании минеральных и органических удобрений, о заготовке, хранении, технологиях, нормах и сроках внесения, их эффективности и влияния на окружающий агроландшафт удалось определить место перечисленных групп документов в общей структуре функционирования блока "Система удобрений", являющегося составной частью хозяйствственно-технологического блока системы земледелия в паспорте территории базы данных ГИС.

В связи с этим рассмотрим в общем виде основное содержание функций блока "Состав удобрений". В качестве ведущих функций, которые требуют определенного информационного обеспечения, мы выде-

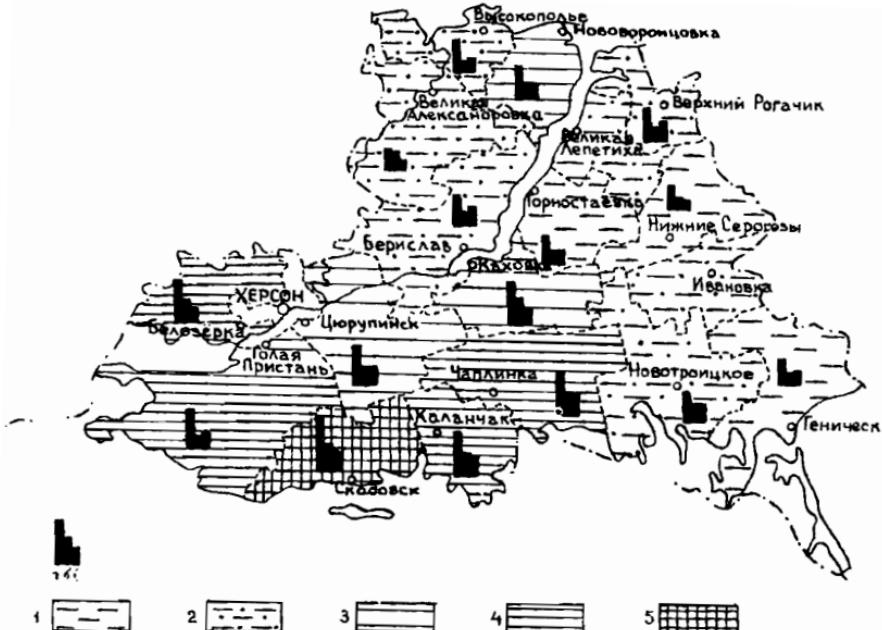


Рис. 2. Карта агрохимической нагрузки почв за 1981–1984 гг. Количество внесенных питательных веществ в среднем за год, кг д.в./га: 1 – 100–135; 2 – 135–170; 3 – 170–205; 4 – 205–240; 5 – более 240; а, б, в – азот, фосфор, калий. В 1 мм – 20 кг д.в.

ляем следующие: I – ресурсная; II – технологическая; III – научно-производственная; IV – контрольная; V – экологическая. Каждая из указанных функций снабжается определенным набором документов, обеспечивающих нормальное их взаимодействие как в самом блоке, так и со смежными блоками "Система земледелия" (рис.3). Ресурсная функция на основе расчета потребности в удобрениях в пределах территории ранга области, района отвечает за обеспечение ее минеральными и органическими удобрениями с учетом на перспективу, резерв (например, поиски внутренних резервов запасов органических удобрений). Технологическая функция на основе научно обоснованных рекомендаций внесения удобрений отвечает за нормы, дозы, сроки, способы внесения и технические средства, обеспечивающие технологию внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры в хозяйстве, в ротационном цикле и др. Научно-произ-



Рис. 3. Структурно-функциональная схема информационного обеспечения блока "Система удобрений"

водственная функция на основе экспериментальных разработок обеспечивает научно обоснованные рекомендации по эффективности использования удобрений. Контрольная функция, базируясь на оперативной сетевой и дистанционной информации, осуществляет контроль за соблюдением правильности выполнения предписанных рекомендаций по нормам, срокам, дозам, видам, способам внесения удобрений, осуществляет контроль за содержанием азота, фосфора, калия по циклам агрохимического обследования и оценивает эффективность разработанных технологий. Экологическая функция контролирует состояния природной среды, так как избыточное поступление химических соединений приводит к усиленному "закислению" почв, снижению pH почвенных растворов. В таких условиях происходит ускоренное разложение и вымывание органических соединений. Этот процесс разеивается на старопахотных, окультуренных почвах и сопровождается потерей самой ценной части почвенного слоя — гумуса. Почвы обессструктуриваются, начинают "пылить", становятся крайне уязвимыми при механическом воздействии /1/. Последнее указывает на то, что в базе данных и, возможно, в паспорте территории необходимо наличие соответствующих карт, раскрывающих динамические процессы загрязнения территории не только в связи с химелиорацией почв, но и с сопутствующими процессами (хранение удобрений и ядохимикатов, влияние сельскохозяйственной авиации, аварийные выбросы и сбросы сельскохозяйственных предприятий и промышленных объектов АИК и др.). Динамические характеристики этих состояний могут стать объектами дистанционного мониторинга.

Предлагаемый в трех последовательных статьях информационный состав блока системы земледелия для базы данных ГИС, раскрывая взаимосвязи между основными звеньями, особенности их пространственного размещения и функционирования, а также характеризуя выполняемые ими функции в сельскохозяйственном производстве, может обеспечить необходимой базовой информацией решение конкретных оперативных и стратегических задач по контролю и управлению сельским хозяйством.

#### Л и т е р а т у р а

- Глазовская М. А. Изучение геохимии ландшафтов в интересах увеличения их биологической продуктивности / / Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1969. №1. С. 10–19.
- Кочуроев Б. И., Иванов Ю. Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района/ / География и природные ресурсы". 1987. №4. С. 49–54.

3. Куракова Л.И., Романова Э.Г., Рябчиков А.М  
Сельское хозяйство и природная среда (региональный аспект) // Гео-  
графия и природные ресурсы". 1988. №1. С. 5-13.

Н.А.Рождественская

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЛОКА АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ

Интенсификация сельскохозяйственного производства повлекла за собой ряд насущных проблем, связанных с организацией рационального природопользования и охраны природных ресурсов. Сплошная распашка на месте степей и сведенных в прошлом лесов уничтожила естественные связи между компонентами ландшафта, обеспечивающие его устойчивость, и вызвала проявление таких негативных природных явлений, как водная и ветровая эрозия, засухи и суховеи, пыльные бури и подтопление. Возникший в результате интенсификации сельскохозяйственного использования территории агроландшафт не может обладать свойствами природных ландшафтов – устойчивостью, способностью к само восстановлению. Для осуществления рационального природопользования, экономически эффективного, с неистощительным использованием природных ресурсов, с обезвреживанием загрязнений, необходима наряду с другими мерами научно обоснованная оптимизация структуры и функционирования агроландшафта. Значительную роль в организации рационального природопользования на сельскохозяйственных землях играет агролесомелиорация. В то время, как огромный парк техники, применение химических веществ, водной мелиорации наряду с бесспорной пользой приводят к неблагоприятным побочным явлениям, агролесомелиорация способна обеспечить устойчивость интенсивного земледелия без отрицательных последствий.

Агролесомелиоративные насаждения являются универсальным экологическим компенсатором: влияют на скорость ветра, влажность воздуха в приземном слое гидротермический режим почвы, испарение с поверхности почвы и водоемов, транспирацию растений, уровень грунтовых вод, характер поверхностного стока. Они защищают пашни, пастбища, способствуя повышению экономического эффекта, а также выполняют социальную функцию, осуществляя благоустройство сельскохозяйственных угодий. Агролесомелиорация может быть везде, где есть сельскохозяйственное производство: в тундре, где лесонасаждения защищают олени пастбища; в лесной зоне для организации опти-

мального размещения угодий с целью улучшения условий среды; в степной и полупустынной – полезащитные и пастьбищезащитные лесонасаждения. Е.С.Зархиной выделяются три генетических типа агролесомелиорации: 1 – адаптивный (приспособительный), предлагающий сохранение, вычленение, реконструкцию естественных лесонасаждений в качестве защитных; 2 – индуктивный (пробуждающий), когда производится лесоразведение на изначально безлесных землях; 3 – редуктивный (восстановительный), предполагающий лесоразведение на антропогенно безлесных землях /1/.

Агролесомелиоративные лесонасаждения на территории земледельческого использования в степной зоне (индуктивного типа) по инструкции /2/ должны образовывать систему – смыкающиеся лесополосы с разрывом в 30 м для прохождения техники. Они должны быть ориентированы с учетом основных направлений ветра. Расстояние между полосами зависит от биоклиматических условий: в менее засушливых районах распространения обыкновенных черноземов оно составляет 600 м, южнее, на южных черноземах – 500 м, на темно-каштановых почвах – 350 м, а на каштановых, в самых засушливых условиях – 250 м между продольными полосами и соответственно 2000 м и 1000 м между перечными. Важным параметром является высота насаждений, так как от нее зависит дальность влияния лесополос. 25 м в подветренную сторону и 5 м в наветренную. Высота зависит от возраста, густоты насаждений, лесорастительных природных условий. Полезащитные лесополосы создаются из различных пород, пригодных для тех или иных условий. На юге Украины в лесополосах чаще всего выращивают акацию, гледичию, ясень, айлант, грекий орех, лох, тополь и др. Лесополосы – линейные, чаще трехрядные посадки с шириной между рядами 3 м. В зависимости от выполняемой роли они могут быть разной конструкции: в районах сильного снегопереноса – продуваемые, без кустарников, с обязательным прохождением рубками ухода; в малоснежных районах – ажурные, с равномерными просветами по всему вертикальному профилю, особенно эффективные для снижения скорости ветра на большом расстоянии; для защиты поселков, ферм, для создания зтишья – непредуваемые, плотные, многоярусные, без просветов насаждения.

Полезащитные лесонасаждения имеют сезонную динамику, как и другие лесонасаждения. Возрастная же динамика их не циклична: будучи антропогенными насаждениями специфической структуры, они не способны к самовоспроизведению и подлежат специальному уходу. Возраст отмирания лесополос зависит от породного состава и в значительной мере от ухода за насаждениями.

Агролесомелиорация является обязательным компонентом в организации земледельческого освоения степных территорий. Полезащитные лесонасаждения находятся в ведении сельскохозяйственных предприятий,

расположены на пахотных землях. Посадки полезащитных лесонасаждений планируются Земстроектом на богарных землях и Гипроводхозом — на орошаемых, а осуществляются предприятиями лесного хозяйства. До 5–6 летнего возраста, до смыкания крон, лесополосы выращиваются лесниками после чего передаются хозяйствам. В дальнейшем забота о их состоянии, учет их площади, списывание погибших лежит на хозяйствах — колхозах или совхозах. Несмотря на бесспорную пользу агролесомелиоративных лесонасаждений — благоустройство территории, повышение урожайности сельскохозяйственных культур, повышение "качества жизни" (защита от загрязнения воздуха, почвы) — культура проведения агролесомелиоративных работ падает. Среди руководителей сельскохозяйственным производством различных рачгов, от которых зависит судьба агролесомелиорации, она не популярна, так как требует затрат средств, которые окупаются не сразу.

Регулярная информация о лесополосах (площади полезащитных лесонасаждений) существует лишь в отчетах о землеустройстве территорий любого ранга. При этом отсутствие заинтересованности в проведении агролесомелиоративных мероприятий ведет к неточному учету — не списываются погибшие и усыхающие или разреженные лесополосы, не выполняющие свою защитную функцию. И тем не менее даже эта ежегодная информация не обрабатывается и не анализируется, а остается в отчетах в виде единиц измерения площади (га), практически непригодных для использования. Поскольку агролесомелиорацией наряду с гидромелиорацией является обязательным элементом территориально-производственного комплекса в структуре ГИС, которая разрабатывается для обеспечения работы космического мониторинга, пами предлагается структура информационного обеспечения блока агролесомелиорации на примере территории Херсонской области.

Для правильной организации и планирования агролесомелиоративных работ необходимо наладить получение как количественных (информация о площадях), так и качественных (информация о состоянии) характеристик полезащитных лесонасаждений. Для анализа данных о площадях лесополос надо перенести их в относительные показатели каковым является традиционный в агролесомелиорации показатель полезащитной лесистости — отношение площади лесополос к площади пашни. Картографический способ анализа полезащитной лесистости позволяет особенно наглядно показать пространственное размещение земель с различной полезащитной лесистостью. На карте полезащитной лесистости для территории Херсонской области (рис. 1), где хорошо видны ареалы районов с малой лесистостью — юго-восточная часть области с солонцеватыми каштановыми почвами, где лесоразведение особенно трудно и защитная роль полос особенно велика; самой большой — на Нижнеднепровских песках, где лесонасаждения легче выращивать, но

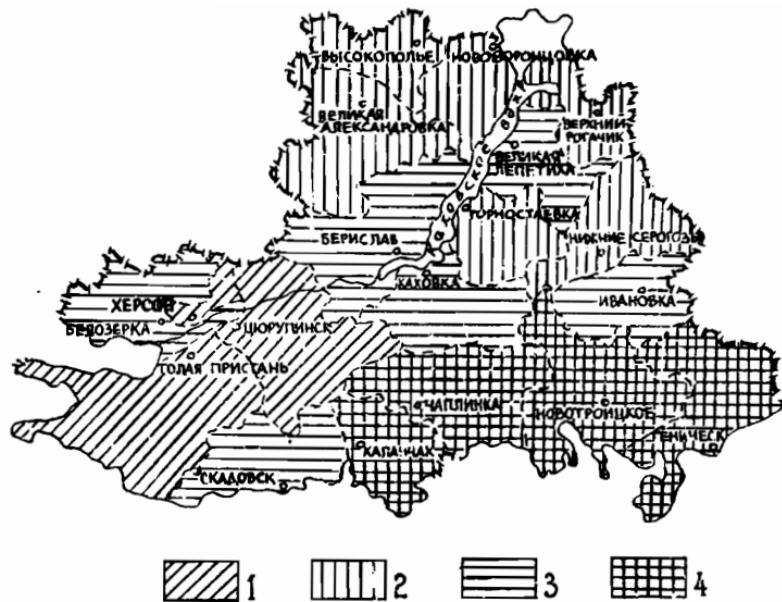


Рис. 1. Полезахистна лесистость Херсонської області (%):  
 1 – от 1,0 до 1,5; 2 – от 1,6 до 2,0; 3 – от 2,1  
 до 2,5; 4 – больше 2,5

число их должно быть увеличено, так как они закрепляют пески. Средний показатель полезащитной лесистости для области – 1,9%, для районов колеблется от 1,0 до 3,6%. Карта полезащитной лесистости составлена и в другом, более подробном варианте. Операционной единицей в ней является не район, а хозяйство, которых на территории Херсонской области свыше 300. В 2-х хозяйствах (на юго-востоке области) полезащитная лесистость всего 0,1%, в 8 – до 0,5%; от 0,6 до 1,0% – в 33 хозяйствах. Самое большое число хозяйств (165) имеет показатель полезащитной лесистости от 1,0 до 2,0%, от 2,0 до 3,0% – 72 хозяйства, выше 3,0% – 43. При этом увеличение площади пахотных земель сопровождается снижением полезащитной лесистости. Средняя площадь пашни в хозяйствах с полезащитной лесистостью от 3 до 5% – около 4700 га, от 2,0 до 3,0% – 5200 га. Наиболее низка лесистость в хозяйствах, где средняя площадь пашни около 7500 га. Хозяйства с полезащитной лесистостью выше 5% имеют площадь пашни от 1400 до 80 га, к ним относятся специализированные хозяйства, опытные станции, подсобные хозяйства. Карту полезащитной лесистости можно сделать для

территории любого ранга. Возобновлять ее рекомендуется 1 раз в 5 лет.

Абсолютный показатель полезащитной лесистости недостаточен для оценки облесенности пашни, так как нормы лесистости неодинаковы и зависят от природных условий. На территории Украины лесорастительные условия ухудшаются с запада на восток и с севера на юг. В агролесомелиоративном районировании территории Украины /5/, проведенном по почвенно-климатическим критериям, определяющим лесорастительные условия, выделяется 15 районов, 4 из которых захватывают и Херсонскую область, причем один — Нижнеднепровские пески — расположен целиком. В северной половине Херсонской области, на южных черноземах, лесополосы достигают оптимальной высоты 12–15 м, и норма полезащитной лесистости для этой территории 3%. В то же время на юге, в Приазовье и в Присивашье на солонцеватых каштановых почвах высота лесополос около 6–8 м и норма лесистости 5%. Особые требования к полезащитной лесистости на песках, где велика опасность ветровой эрозии (норма 4%). Показатель полезащитной лесистости в различных районах может быть одинаковым, но в одном случае он характеризует территорию с облесенностью пашни, близкой к норме, а в другом — с облесенностью, выполненной наполовину. Необходим показатель, который позволил бы оценивать полезащитную лесистость с учетом особенностей природных условий, а значит и норм лесистости. Таким показателем может быть предлагаемый нами показатель дефицита полезащитной лесистости, определяемый как разность между нормой и показателем существующей полезащитной лесистости. Карта дефицита полезащитной лесистости приведена на рис. 2. Ареалы районов со сходным показателем дефицита лесистости имеют иную конфигурацию, чем на карте полезащитной лесистости. Самый большой дефицит на юго-востоке — больше 3%. Показатель дефицита полезащитной лесистости колеблется от 3,5 до 0,4% (по районам). Так же, как и карта полезащитной лесистости, карта дефицита лесистости есть и в более подробном варианте с операционной единицей — хозяйство. Результаты анализа этой карты показали, что самый большой дефицит полезащитной лесистости совпадает с границами распространения темно-каштановых и каштановых почв. Нет дефицита в 36 хозяйствах, большая часть их приурочена к агролесомелиоративному району Нижнеднепровских песков, больше половины территории Херсонской области имеет дефицит лесистости от 1%, до 2%.

Показатель дефицита полезащитной лесистости позволяет оценивать объем необходимых агролесомелиоративных работ на разнородных в природном отношении территориях, чего нельзя сделать, имея только показатель полезащитной лесистости, а тем более только площади под лесополосами, чем владеют землеустроители сельскохозяйственных управлений всех рангов. Но и на карте дефицита полезащитной лесистости

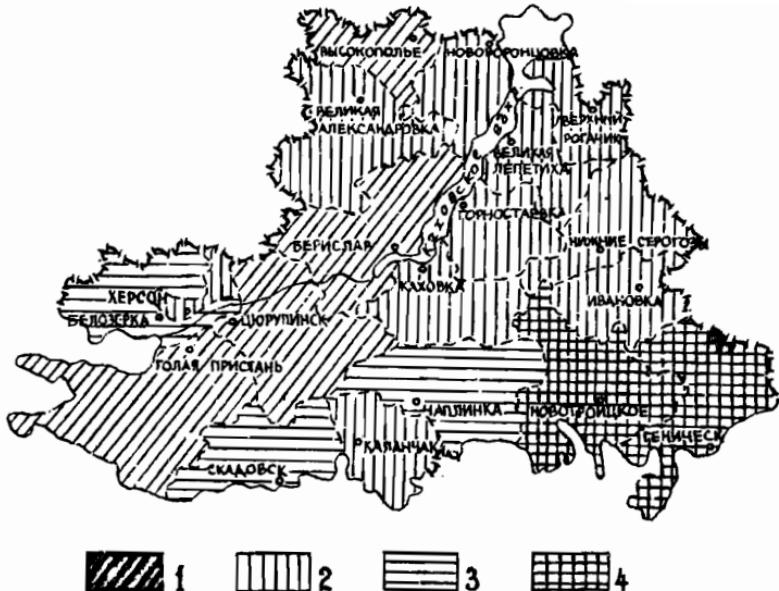


Рис.2. Дефицит полезащитной лесистости Херсонской области (%)  
1 – до 1; 2 – от 1,1 до 2,0; 3 – от 2,1 до 3,0; 4 – больше3.

тости одинаковые показатели не всегда характеризуют одну и ту же стадию завершенности агролесомелиоративных посадок. Так, дефицит полезащитной лесистости в 2% может характеризовать районы с выполнением лесопосадок на 2/3 нормы, а может и наполовину. Чтобы можно было оценить меру необходимых агролесомелиоративных посадок, на- ми предлагается показатель незавершенности полезащитного облесения – отношение дефицита к норме. На карте незавершенности полезащитно- го облесения Херсонской области (рис.3), как и на двух предыдущих картах, выделяется группа районов юго-восточной части области, где этот показатель самый высокий. Кроме того, еще в двух районах меньше чем наполовину проведены посадки лесополос, причем дефицит поле- защитной лесистости в них разный.

Показатель незавершенности облесенности пашни, наряду с показателями полезащитной лесистости и дефицита полезащитной лесистос- ти, характеризует насыщенность лесополосами территории. Все три по- казателя полезащитной лесистости объединяются нами в индекс, ко- торый рассчитывается на основании традиционных сведений о земельных угодьях и не требует дополнительных материалов (например, площадь

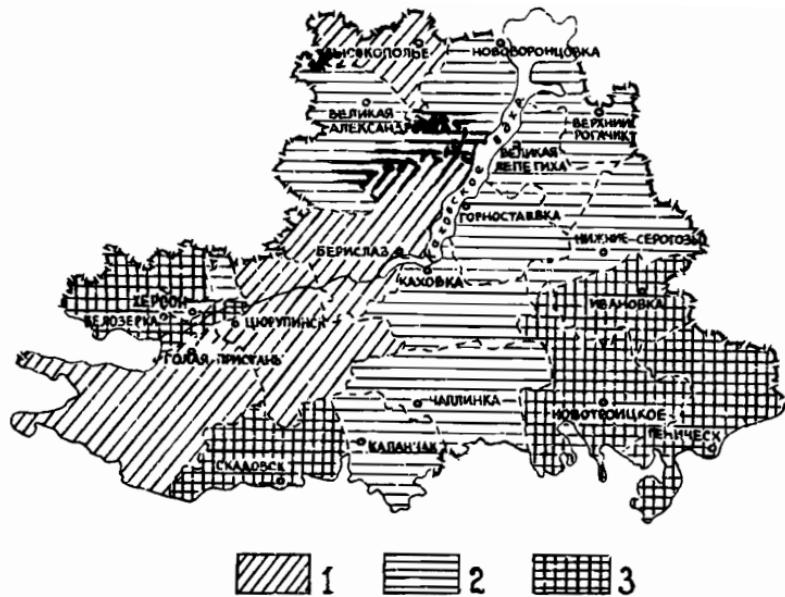


Рис. 3. Незавершенность полезащитного облесения Херсонской области (%): 1 – до 24; 2 – от 25 до 50; 3 – больше 50

полезащитных лесонасаждений в Верхнерогачикском районе – 2 285 га, пашни – 64 436 га: показатель полезащитной лесистости 1,8%, норма полезащитной лесистости – 3%, поэтому дефицит будет 1,2%, а показатель незавершенности облесения пашни – 40%), индекс полезащитной лесистости –  $\frac{1,8}{1,2} \cdot 40$ . При вычислении показателя дефицита полезащитной лесистости нами принимались нижние пределы нормы полезащитной лесистости. При существующем стремлении к интенсификации ведения сельскохозяйственного производства, к сокращению пахотных земель и увеличению лесонасаждений нормы могут меняться лишь в сторону их увеличения. Ни новое агролесомелиоративное районирование, над которым работают институты агролесомелиорации как для Украины, так и для территории всей страны, ни принципиально новый контурный подход в организации территории земледельческого использования не меняют предлагаемого нами метода количественной оценки полезащитных лесонасаждений: надо лишь использовать уточненные значения нормы полезащитной лесистости.

Количество агролесомелиоративных лесонасаждений не прямо пропорционально их функциональной значимости. Для определения защитной роли лесополос совершенно необходимы сведения об их состоянии. По инструкции /2/, состояние лесополос должно учитываться раз в пять лет специальным обследованием. Последняя такая инвентаризация лесополос на территории Украины была в 1975 г., анализ ее результатов не используется в организации агролесомелиоративных мероприятий. На сегодняшний день в отделах землеустройства всех рангов — республиканского, областного, районного — данных о состоянии лесополос нет. Необходимость нового подхода получения сведений о состоянии лесополос стала насущной необходимостью, так как только объективные оценки существующего состояния лесополос, понимание причин их недостаточного защитного действия позволят наметить путь к восстановлению и поддержанию их необходимого жизненного уровня.

Для информационного обеспечения блока агролесомелиорации ГИС нами разработаны параметры и проведены оценки состояния лесополос территории Херсонской области. Из-за отсутствия дистанционных материалов достаточного разрешения эта работа проведена аэровизуальным способом. Основные параметры, по которым предлагается оценивать состояние лесополос с позиции функциональной значимости: а) высота насаждений, от которой зависят размеры сферы влияния лесополосы; б) полнота насаждений, уменьшение которой резко снижает защитную роль полос. Породный состав для определения функционального значения роли не играет, для прогноза же сведения о нем необходимы. Важные параметры — системность и конструкция — для больших территорий при оценке состояния могут быть опущены. Косвенно характеристика системности заложена в полезащитной лесистости. Конструкция лесополос на территории Херсонской области чаще всего ажурная. Поскольку высота является функцией возраста, все лесополосы для определения их высоты с самолета, делятся на три класса возраста: I класс — от 6 до 10 лет, высотой 6–8 м; II класс — от 10 до 15 лет, высотой 10–12 м; III класс — старше 15 лет, высотой около 15 м. Полнота насаждений легко определяется как проективное покрытие крон с учетом неравномерности насаждений. При аэровизуальном обследовании лесополосы описываются по следующей схеме: породный состав, класс возраста, проективное покрытие, балльная оценка состояния, которая при обработке уточняется по названным параметрам. Нормы состояния в разных агролесомелиоративных районах различны: если в районе южных черноземов насаждения хорошего состояния имеют высоту около 15 м, то в районе темно-каштановых почв 10–12 м, а на каштановых почвах — всего 8 м. Плохим состояние лесополосы считается тогда, когда она не выполняет свою функцию — из-за большой разреженности не является вегзащитной или из-за небольшой высоты —

защищает необходимую часть поля. К плохим относятся также молодые посадки независимо от их биологического состояния, не достигшие своего возрастного и ценотического оптимума и пока не выполняющие защитную функцию. Такие лесополосы специально отмечаются, что позволяет определить защищенность полей и прогнозировать развитие лесонасаждений в дальнейшем. Нами проводились аэровизуальные обследования полезащитных лесонасаждений двух видов — сплошное, на территории отдельных районов, и выборочное, на территории всей области. В результате этих обследований были определены структуры и сделаны оценки состояния лесополос по хозяйствам и по районам. На карте состояния полезащитных лесонасаждений (рис. 4) показано соотношение полос разного состояния (с учетом молодых посадок) для каждого района.

Данные о состоянии полезащитных лесонасаждений, полученные при аэровизуальном обследовании, служат основой для определения выполняемой ими функции. С помощью показателя защищенности полей, разработанного В.И.Коптевым /3, 4/, можно определить влияние лесополос на урожай. Показатель защищенности можно рассчитать для каждого конкретного поля, для хозяйства, для целого района. Необходимые

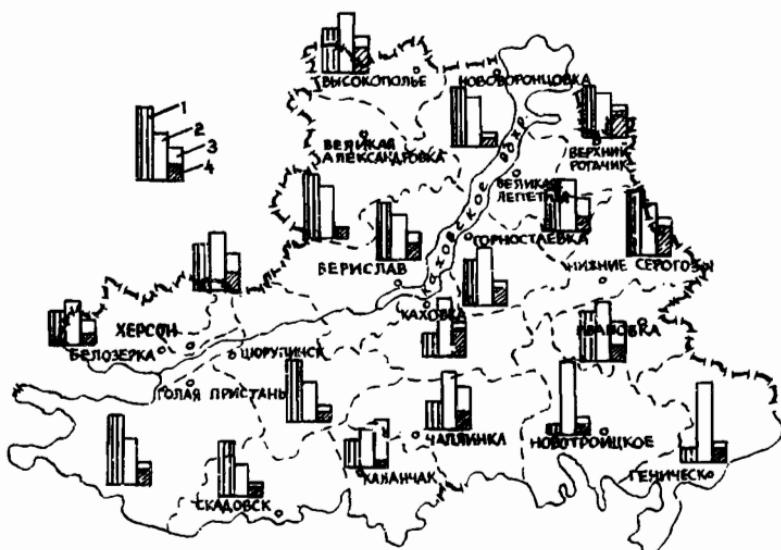


Рис. 4. Оценка состояния полезащитных лесонасаждений Херсонской области: 1 — хорошее; 2 — среднее; 3 — плохое; 4 — молодые лесополосы, не выполняющие защитной функции. 1 мм столбика соответствует 6 %.

для этого данные о длине и высоте полос получаем при оценке состояния. По упрощенной формуле (без коэффициента конструкции и значения синуса угла направления основных ветров) рассчитаны показатели защищенности полей для районов Херсонской области:  $Z = \frac{100 L H}{S}$ , где  $Z$  - показатель защищенности, %;  $H$  - высота полос;  $L$  - длина,  $S$  - площадь территориальной единицы, для которой определяется показатель, в данном случае площадь пашни района. Карта защищенности полей по районам Херсонской области приведена на рис. 5. Почти отсутствует защищенность полей на территории распространения каштановых и темно-каштановых почв, относительно благоподучно состояние полос на песках, а в остальной части области защищенность полей низкая. Одним из результатов предыдущей инвентаризации лесополос было определение средней длины полосы площадью в 1 га - 770 м. Исходя из этого, вычислены длина полос хорошего, среднего и плохого состояний. На примере Верхнерогачикского района предлагаем расчет защищенности полей: полос хорошего состояния - 44%, среднего - 37%, плохого - 19%, общая площадь полос 1185 га:

$$Z = \frac{100 (L_{\text{хоро.}} \cdot 15 + L_{\text{ср.}} \cdot 10 + L_{\text{плох.}} \cdot 6)}{64436} = \frac{100 (6022 \cdot 3069 + 1040)}{64436} = 15,7$$

На территории Херсонской области показатель защищенности пашни колеблется от 4,6 до 39,9 %.



Рис. 5. Защищенность полей Херсонской области (%): 1 - больше 10; 2 - от 16 до 20; 3 - от 10 до 15; 4 - до 10

В результате проведенного исследования определена структура информационного обеспечения блока агролесомелиорации территориально-производственного комплекса ГИС. Вся информация, необходимая для контроля за агролесомелиоративными насаждениями, делится на 2 части: на имеющуюся в существующей структуре организации производства и на информацию, получение которой требует дополнительных мероприятий. Имеющаяся количественная информация, обработанная изложенным выше методом, может быть в картографической и табличной форме (по трем показателям полезащитной лесистости) и может использоваться для планирования посадочных агролесомелиоративных работ и контроля за их выполнением. Она должна возобновляться через 2–3 года и храниться в базе данных. Для получения качественной характеристики полезащитных поленасаждений, с помощью которой можно оценить их функциональную значимость, необходимы или высокого разрешения дистанционные материалы, или специальное аэровизуальное обследование, сплошное, если информация нужна на уровне хозяйств, и выборочное – на уровне районов. Результаты анализа качественных характеристик полезащитных лесонасаждений необходимы для планирования работ по уходу за лесополосами, для корректировки количественных показателей, т.е. для объективной оценки их защитной функции. На примере Херсонской области хорошо видно, что есть районы, в которых опровергена идея агролесомелиорации. Количество лесополос и их состояние таковы, что защищенности пашни там просто нет. Поэтому неубедительны выводы о непригодности этого вида мелиорации и замене его гидромелиорацией: на юго-востоке области гидромелиорация уже привела к пагубным последствиям – быстро нарастающее засоление почв приводит в непригодное для земледелия состояние значительные территории.

Чтобы возродить веру в защитные лесонасаждения в степи, обоснованную и реализованную основателями агролесомелиорации в России В.В.Докучаевым, А.А.Измаильским, П.А.Костычевым, Г.Н.Высоцким и др., надо прежде всего выполнить все требования к размещению и состоянию лесополос, вложить много труда и средств, чтобы сохранить природные богатства нашей земли и создать оптимальные условия существования не только посевам, но и людям, живущим на этой земле.

#### Л и т е р а т у р а

1. Зархина Е. С. Лесные мелиорации в структуре природопользования // Тр. ВНИИ агролесомелиорации. 1982. Вып. 2/76/. С. 19–26.
2. Инструкция по проектированию и выращиванию защитных лесонасаждений на землях сельскохозяйственных предприятий Украинской ССР. Киев, 1980. 39 с.

3. Коптев В. И. Определение степени защищенности полей лесными полосами и ее влияние на урожай озимой пшеницы // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев, 1967. Вып. 13. С. 3–7.
4. Коптев В. И. Эффективность полезащитного лесоразведения на Украине. Автореф. дис... д-ра с/х наук. Волгоград, 1986. 51 с.
5. Логгинов Б. И. Основы полезащитного лесоразведения. Киев, 1961. 351 с.

В.С.Поливанов

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЧВЕННОГО БЛОКА ГИС

ГИС — производство целевой информации для оперативного управления сельскохозяйственным производством. Концептуальная модель ГИС дает возможность осуществлять сбор и выдачу информации в соответствии с регламентированной структурой блоковой географической модели природно-хозяйственного комплекса. Чтобы определить набор информационных документов, необходимых для решения той или иной проблемы, следует четко представлять, взаимодействие каких именно природных или хозяйственных элементов географической модели создают данную проблему. Каждая проблема обуславливает комплекс задач контроля за ресурсными и хозяйственными элементами, а также состав и регламент продуцируемых ГИС документов.

Набор и содержание базовых информационных документов ГИС, характеризующих природно-территориальный комплекс, соответствует структуре его блоковой модели, разработанной и составленной на исследуемую территорию /1, 2/. Учитывая региональную специфику территории и направленность разрабатываемой ГИС, особое значение имеет информация почвенного блока, которая должна с максимальной полнотой отражать свойства почв, учет которых необходим при организации и ведении сельскохозяйственного производства.

Почвенный **блок** включает в себя три основных структурных элемента: комплексы почвообразующих пород, генетических разновидностей почв и комплексы почв по механическому и агрегатному составу. Свойства этих элементов оказывают существенное прямое или опосредованное влияние на эффективное плодородие почв, а также на выбор рациональной системы земледелия и агромелиоративных мероприятий, направленных на максимальное эффективное использование агропотенциала территории. Воздействие этих структур равнозначно, однако их

учет позволяет свести к минимуму возможные неблагоприятные процессы и явления. Необходимость включения перечня свойств в базу данных определялась необходимостью и частотой обращения к ним в связи с решением конкретных задач. Но даже в случае единичных обращений такое свойство элемента блока должно учитываться в базе данных или в паспорте территории как "базовая" характеристика, позволяющая проследить всю цепь взаимодействия природно-хозяйственных элементов территории.

Для территории Херсонской области различия в составе почвообразующих пород невелики, но существенны, поскольку определяют многие ведущие и наложенные процессы почвообразования. Наибольшую площадь занимают лессовые породы четвертичного возраста, которые на юго-западе территории чередуются с небольшими контурами лессовидных суглинков. Существенную площадь на западе территории составляют древние аллювиальные отложения I-й и II-й надпойменных террас в устье Днепра, древней его дельты (Алешкинские пески), на которых со средоточены наименее продуктивные в сельскохозяйственном отношении земли с малоразвитыми песчаными почвами. Остальные категории почвообразующих пород занимают локальные или линейные зоны в виде выходов карбонатных пород лево- и правобережья Днепра в районе Каховского водохранилища, р. Ингулец, где развиты маломощные скелетные почвы на элювии—делювии карбонатных пород, современные морские отложения зоны побережья Черного и Азовского морей. Такие территории частично или полностью не используются в сельскохозяйственном производстве или требуют коренных мелиораций — рекультивационных, заливания и др. В долинах р. Ингулец узкой полосой протянулись современные аллювиальные отложения пойм и I-й надпойменной террасы с маломощными песчаными слаборазвитыми и луговыми почвами. Пространственный анализ состава почвообразующих пород территории необходим при гидромелиоративном проектировании, почвенно-мелиоративном картировании, при прогнозе и картографировании эрозионноопасных земель, расчетах фильтрационной способности почвогрунтов и прогнозировании засоления почв; проектировании культуртехнических мероприятий (кампейборка и др.) и т.п. Почвообразующие породы являются информативным объектом дистанционного мониторинга, поскольку обладают достаточным для выделения набором внешних признаков, различных на аэро- и космических снимках. К элементам группы базовой информации по почвообразующим породам следует отнести их физико-химические свойства (плотность, пластичность, фильтрационная способность) и геохимический состав (обогащенность макро- и микроэлементами, положительно или отрицательно сказывающимися на развитии сельскохозяйственных культур). Эта информация не может быть объектом дистанционного мониторинга (за исключением фильтрационных свойств грунтов).

в тех случаях, когда они не сильно трансформируются в результате почвообразовательного процесса). Однако в базе данных их присутствие необходимо для учета сопутствующих факторов почвообразования, анализа их динамики, интерпретации данных дистанционного зондирования.

Наиболее важной базовой информацией по почвенному блоку является группа характеристик, раскрывающих особенности комплексов генетических разновидностей почв. Для решения различных задач сельскохозяйственного производства из всех почвенных характеристик приоритетную информацию несут карты генетических разновидностей почв, наложенных почвообразовательных процессов (оглеение, глееватость, засоление, солонцеватость, олугование и др.). Как правило, последние отображаются на почвенных картах, но на наш взгляд, эти динамичные характеристики должны наноситься на отдельные карты базы данных и постоянно (по циклам обследования) обновляться. Такая карта, характеризующая наложенные почвообразовательные процессы, отражает чрезвычайное разнообразие почвенного покрова области: солончаковые, солончаковые, солонцеватые в комплексе с другими почвами, солонцы, солоди и луговые почвы, распространенные на значительной части территории, в особенности в 35–40-километровой зоне, примыкающей к Черноморскому и Азовскому побережью. Эти почвы нуждаются в строго контролируемых мелиоративных мероприятиях (при близком залегании грунтовых, **нередко** минерализованных вод) и поэтому становятся важным объектом дистанционного и наземного мониторинга. Многие контуры засоленных почв по комплексу прямых внешних (яркостных, спектральных) и косвенных (по составу фитоценозов) признаков дешифрируются на космических снимках.

Собственно почвенная карта содержит комплексную информацию о состоянии почв территории, раскрывает не только генетическую сущность происходящих процессов, но и дает конкретную информацию о пахотных и подпахотных горизонтах, мощности почвенного профиля, гумусности и т.п. Дистанционный мониторинг вряд ли позволит следить за всем комплексом почвообразовательных процессов – хорошо дешифрируются целинные почвы. На пахотных же землях возможно получение информации лишь о гумусности (с ошибкой, не соответствующей ее многолетней, даже десятилетней динамике), эродированности (с большим успехом) при самолетном дистанционном обследовании, о засолении (как наиболее стабильном показателе), влажности и др.

При разработке мелиоративных проектов, систем земледелия составляются карты эффективного плодородия почв. Это необходимый документ базы данных, раскрывающий как экономическую характеристику их плодородия, так и структуру лимитирующих **факторов**, определяющих комплекс необходимых мелиоративных и агротехнических мероприятий

на данной территории. Поэтому информация по эффективному плодородию почв должна присутствовать в паспорте территории как в среднем (1:500 000), так и в крупном масштабе (по хозяйствам). Эффективность плодородия почв не является объектом дистанционного мониторинга, но для определения комплекса его задач и составления расписания – это показатель необходимый. Важен он также и для решения более конкретных задач (мелиорации, учета влияния лимитирующих факторов на продуктивность сельскохозяйственных культур). В частности, при сопоставлении данных об урожайности с картами эффективного плодородия, можно выявить наиболее уязвимые зоны хозяйствования и выработать комплексы оперативных и долгосрочных решений.

Важным элементом генетических и гидромелиоративных характеристик почв являются их водно-физические свойства: фильтрационная способность, влагоемкость, порозность и др. Эти характеристики определяются не только механическим составом почв: важную роль играют структура верхних и нижних генетических горизонтов, характер почвообразовательных пород, уровень грунтовых вод, микроагрегированность и т.п. К почвенно-генетическим параметрам относятся: глубина залегания солонцовых, глеевых, осолонцеванных, слитых горизонтов с низкими коэффициентами фильтрации, структура и агрегатный состав. Из перечисленных параметров следует выделить агрегатный и механический состав почв, носящий довольно неоднородный характер, особенно в западной части территории – левобережье Днепра, Генический, Скадовский, Цюрупинский, Голопристанский и другие районы, где отмечаются так же и существенные различия в водно-физических свойствах почв. При дистанционном зондировании в контрастные погодно-климатические периоды хорошо фиксируется на снимках переувлажнение почв, вымокание и полегание (в связи с переувлажнением) культур, подтопление и т.п., что является косвенной характеристикой водно-физических свойств почв. Поэтому информация о механическом составе и его производных характеристиках является базовой для сопоставления с текущей дистанционной и наземной информацией, позволяющей конкретизировать зоны контроля и ускорить процесс принятия оперативных решений.

В качестве дополнительной информации (возможно, в табличном или частично в картографическом виде) в базе данных следует иметь характеристики механического и микроагрегатного состава подпахотных горизонтов, а также структуры пахотного горизонта. Известно, что в результате применения нерациональных севооборотов, агротехники, при отсутствии лесомелиоративных и других мероприятий пахотный горизонт почв существенно трансформируется, в особенности его структура и микроагрегатный состав. Разрушение почвенных агрегатов, пылеватость, а при осолонцевании – глыбистость способствуют сильному выдуванию поверхностного слоя почвы, образованию корки после обильных дождей,

препятствующей воздухообмену и теплообмену в почве. Это важный динамичный параметр, как и содержание органического вещества, он требует систематического контроля. При аэровизуальных работах возможно составление карт, характеризующих структуру и микроагрегатный состав почвы (по полам, хозяйствам), в зоне активного земледелия. Однако подобного типа анализ требует детальных опытно-методических проработок. В настоящее время можно с уверенностью говорить лишь о данных наземных площадных обследований структуры и микроагрегатного состава пахотных земель.

Последней важной и необходимой динамической характеристикой состояния почвы является температурный режим почвы на различных глубинах корнеобитаемого слоя различных культур, который определяется не только погодно-климатическими и микроклиматическими факторами, а во многом зависит от водно-физических свойств почвы – механического, микроагрегатного состава, структуры, влагообеспеченности, воздухонасыщенности и т.п. Поэтому этот показатель отнесен в разряд свойств почвенного, а не погодно-климатического блока географической модели. Существуют определенные закономерности распределения температуры по почвенному профилю в зависимости от физических параметров почвы. Поэтому возможны и определенные экстраполяции данных дистанционного зондирования температурного режима почвенного профиля. Следовательно, в базе данных должен быть предусмотрен комплекс устойчивых параметров термического режима и вертикального распределения температур в характерные периоды года, которые, являясь базовыми, позволяют при сравнении усредненных параметров с данными текущей сетевой или дистанционной информации проводить оценку конкретных ситуаций при принятии соответствующих решений гидромелиоративного, почвозащитного и другого характера.

Таким образом, комплекс информационных документов по почвенному блоку паспорта территории многообразен, но не входит целиком в сферу задач дистанционного мониторинга. Однако в соответствии с географической моделью ГИС, направленной на формирование структуры ее базы данных, этот набор материалов является необходимым, поскольку позволяет не только сформулировать комплекс задач мониторинга, но и сделать его динамичным, гибким, оперативным.

#### Л и т е р а т у р а

1. Воробьева Т. А., Поливанов В. С., Пospelова Е. Б., Симонов Ю. Г., Спектор И. Р. Географическая концепция формирования геоинформационных систем для управления сельскохозяйственным производством // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География, 1989. № 4. С. 3–10.

2. Поливанов В. С., Симонов Ю. Г., Спектор И. Р.,  
Иванова А. И. Географическая модель территории и формирование  
базы данных геоинформационных систем для целей оперативного управ-  
ления сельскохозяйственным производством // Мелиорация ландшафтов.  
М., 1988, С. 48–60.

Г.И. Барвынь

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БАЗЫ ДАННЫХ

В теории информатики имеются многочисленные определения термина "база данных" /11, 14, 28/, как правило, трудно адаптируемые к географическим информационным системам. Согласно терминологии, принятой Государственным Комитетом СССР по стандартам, база данных – это "идентифицируемая совокупность взаимосвязанных данных, предназначенных для многоцелевого использования" /9/. Представляется целесообразным, приняв в общем виде это определение, раскрыть его применительно к региональным геоинформационным системам.

Под базой данных региональных ГИС мы понимаем реализованную с помощью технических средств динамическую информационную модель территории, отражающую пространственно-временную структуру, состоящие природно-хозяйственных систем, а также взаимосвязи между системами и отдельными их элементами. Основной задачей базы данных является информационное отражение текущего состояния управляемых или исследуемых природно-хозяйственных систем, поддержание его в актуальном виде и обеспечение опорными данными всех этапов функционирования ГИС. Наличие дистанционного потока информации в региональных ГИС ставит перед базой данных дополнительную специфическую задачу – обеспечение опорными данными технологической схемы тематической обработки и интерпретации космической информации.

Разработка базы данных региональной геоинформационной системы является длительным, итерационным процессом. Он начинается с построения концептуальной модели данных, описывающей объекты предметной области и их взаимосвязи без указания способа их физического хранения. Согласно Ф.Буйе, концептуальная модель выступает в качестве средства точного выражения человеческих представлений о системах или процессах предметной области реального мира, способствует их пониманию /7/.

В региональных геоинформационных системах предметной областью является территория со всей присущей ей спецификой природных условий, ресурсным потенциалом, расположенными на территории видами хозяйственной деятельности. По неоднородности своей пространственно-временной структуры, многообразию и характеру взаимосвязей, динамичности режима функционирования данная предметная область является одной из сложнейших и в этом смысле сопоставима разве что с информационными системами, отражающими функционирование организма человека. Разумеется, мы можем предложить лишь обобщенный схематический набросок концептуальной модели этой предметной области (рис.).

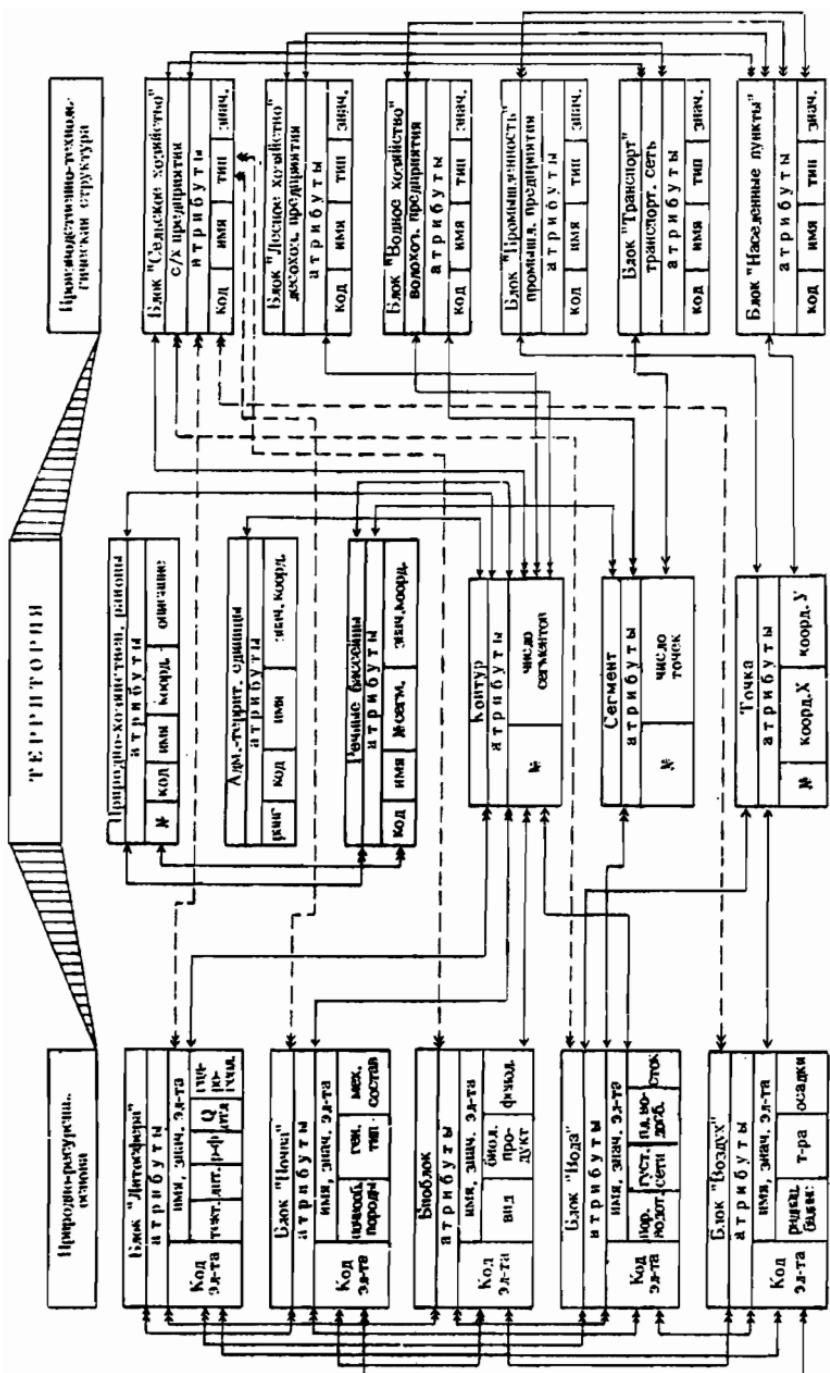
Для организации данных в базе важны не только взаимосвязи, осуществляемые в пространственных системах реального мира, но и основанное на них информационное взаимодействие между структурно-функциональными единицами различных рангов внутри БД. Это требует прежде всего структурирования информации в базе данных на основе определения объектов информационной деятельности. Для пространственных информационных систем, направленных на управление региональным развитием, в качестве таких объектов в нашем коллективе принято рассматривать территориально-хозяйственные системы (ТХС), объединяющие элементы природно-ресурсной основы и производственно-технологической структуры региона и определяемые по ведущему типу природопользования (сельскохозяйственные, лесохозяйственные ТХС и т.д.) /8/\*.

Соответственно концептуальная модель базы данных включает, с одной стороны – группу блоков природно-ресурсной основы, с другой – группу блоков, относящихся к производственно-технологической структуре территории (см. рис.).

Для каждого из блоков концептуальной модели базы данных на рисунке условно показан набор свойств (семантических атрибутов), к которым относятся код и имя объекта или файла, используемые в качестве ключей при организации структуры данных и их поиске в базе, а также собственно качественные или количественные значения атрибутов, описывающих объект.

Центральную часть концептуальной схемы занимают основные пространственные сети (сеть административно-территориального деления, речных объектов, природно-хозяйственных районов), которые связывают различные структурно-функциональные единицы базы данных и позволяют выявить универсальные "операционные" территориальные единицы,

\* А так же см. статью Т.А.Воробьевой, В.С.Поливанова, Ю.Г.Симонова, И.Р.Спектора "Концептуальная схема функционирования ГИС" в этом же сборнике.



Концептуальная модель базы данных типовой региональной геоинформационной системы. Типы взаимосвязей:  $\leftarrow$  один к одному;  $\rightarrow$  многие к одному;  $\leftrightarrow$  один ко многим;  $\leftrightarrow$  многие ко многим

являющиеся, по образному выражению W. Driggers, "основными строительными блоками базы данных" /33/, поскольку каждой из них в БД ставится в соответствие широкий набор данных.

Нижнее звено в центральной части концептуальной схемы представлено типами метрических атрибутов (контур, сегмент, точка), описывающих в БД пространственное положение границ объектов предметной области /24/. Семантическая и метрическая информация находится в функциональной связи, поэтому одной из задач концептуального этапа проектирования БД является установление типов взаимосвязей /8/ – "один к одному", "один ко многим", "многие к одному" и "многие ко многим", – позволяющих описать взаимоотношения как между метрическими атрибутами представления информации и структурно-функциональными единицами БД, так и внутри последних, а также осуществить выбор типологической модели данных. На рисунке эти взаимосвязи показаны только на примере блока "Сельское хозяйство". Перейдем к описанию каждого из элементов концептуальной модели.

Группа блоков природно-ресурсной основы может либо рассматриваться как географическая модель территории и составлять самостоятельную сложнейшую информационную подсистему, либо входить в виде цифровых картографических тематических моделей в блоки производственно-технологической структуры как составная их часть. На настоящем этапе проектирования выбран второй вариант структуры базы данных, что связано с ориентацией системы прежде всего на решение задач управления народным хозяйством региона. Этот вариант предполагает наличие в базе данных 6 основных информационных блоков, каждый из которых соответствует определенному типу территориально-хозяйственных систем (блоки "Сельское хозяйство", "Лесное хозяйство", "Водное хозяйство", "Промышленность", "Транспорт", "Населенные пункты"). Эти 6 информационных блоков принадлежат высшему уровню структурирования данных в базе и именно по ним идет организация всей циркулирующей в ГИС и поступающей извне информации. В первую очередь по этим блокам группируются задачи ГИС и бланк-заказы пользователей, определяется состав информационного обеспечения базы данных, состав выходной продукции ГИС и ее потребителя /4/. Дальнейшее структурирование информации внутри каждого из названных блоков базы данных проводится с использованием аппарата классификационных схем в качестве средства описания содержащейся в них информации. В итоге каждый из названных блоков образует свой инвариантный структурный каркас в виде совокупности классификационных графов, что позволяет в зависимости от природно-хозяйственной специфики обслуживаемого ГИС региона конструировать любые сочетания структурных блоков базы данных (скажем, блоки "Лес" и "Вода" для Московского региона, блок "Сельское хозяйство" для Украины и т.д./5/).

Связь между группами блоков природно-ресурсной основы и производственно-технологической структуры БД осуществляется через природные, природно-хозяйственные, хозяйственные и административно-территориальные пространственные сети, являющиеся средством интеграции разнородных потоков информации. Прежде всего сюда относится сеть административно-территориального деления СССР, имеющая гла-венствующее значение в системе /25, 26/. Присутствующий в них классификационный граф административно-территориальных единиц СССР и его анализ позволил выделить 8 типов и 5 иерархических уровней организации административно-территориальных единиц, что важно для решения вопросов о количестве и размещении сети региональных ГИС на территории СССР /25/. Фрагменты графа в виде словаря административно-территориальных единиц легли в основу справочно-нормативной подсистемы базы данных проектируемой ГИС областного уровня, где административные районы являются основной операционной единицей сбора большого перечня качественных и количественных характеристик, их хранения, организации системы поиска информации /15/, формирования и выдачи потребителями выходной продукции ГИС. Таким образом, административно-территориальное деление дает нам универсальные для всех региональных ГИС операционные территориальные единицы, характеризующиеся расширенным набором атрибутов, специфичным для каждого природно-хозяйственного района территории СССР.

Столь же универсальные операционные единицы для региональных ГИС образует сеть речных бассейнов, относящаяся к ярким представителям природных сетей. Систематизирующая роль этих природных образований и их применение в геоинформатике неоднократно подчеркивалась в целом ряде работ /13, 27, 30/. Так, И.Г.Черванев предлагает в основу логической схемы ГИС широкого профиля положить информацию о рельефе, как наиболее устойчивом компоненте ландшафта, описывая при этом структурные сети тальвегов и водоразделов с помощью специально разработанного Языка Описания рельефа /3/.

Хозяйственные сети относятся к более низкому таксономическому рангу пространственных сетей и не являются универсальными. Использование той или иной сети зависит от ведущего типа природопользования в регионе. Так, для Херсонской области основными сетями этого типа являются сеть сельскохозяйственных предприятий и сеть полей сельхозкультур, ибо именно по этим операционным единицам ведется сбор, хранение и поиск информации в ведущем сельскохозяйственном блоке базы данных. При этом, как показал опыт, полезным для организации информационно-поисковой системы БД является "надстраивание" классификационного графа административно-территориального деления низшими иерархическими уровнями сети сельхозпредприятий, полей

сельхозкультур и описывающих их параметров (атрибутов /26/).

Особые функции в системе выполняет сеть природно-хозяйственных районов (ПХР), выделенных на основании специального районирования территории СССР /1, 16, 27/. Природно-хозяйственное районирование служит основой для размещения сети региональных геоинформационных систем на территории СССР /18/, определения ведущих типов природопользования (а следовательно – специализации ГИС) в регионе, выбора тестовых территорий для сбора опорной информации, экстраполяции данных по территории, определения круга задач, решаемых в обслуживаемом ГИС регионе.

За счет названных выше и других пространственных сетей обеспечивается единство информационной базы региональных ГИС, что является одним из основных требований, предъявляемых к информационным системам /11/.

Как известно, спецификой географических информационных систем и баз данных, в отличие от систем общего назначения, является пространственно распределенный характер информации, что требует описания в базе данных географического положения каждого из объектов предметной области. Местоположение всего набора объектов предметной области может быть описано метрическими атрибутами точечного, линейного и контурного класса /20/. На концептуальной модели базы данных в обобщенном виде отражено соотношение объектов предметной области с этими классами, типы взаимосвязей и сам состав метрических атрибутов (см. рис.). Последними для точечного класса объектов являются координаты X, Y соответствующей точки пространства, сопровождаемые индексом точки (промышленные предприятия, метеостанции и гидрологические посты, населенные пункты, не имеющие плановых очертаний и т.д.).

Цифровое представление линейного класса объектов состоит из упорядоченного ряда пар координат точек, при последовательном соединении которых формируется ломаная линия (сегмент), аппроксимирующая реальный линейный объект – различного класса дороги, речная сеть, линии связи и т.д. /19/. В базе данных предусматривается раздельное хранение массивов координат и массивов отрезков границ, описывающих линейные объекты /20/.

Разработка цифровой формы представления и хранения метрических атрибутов контурного класса проводилась нами в 1979 г. при описании контуров административно-территориальных единиц СССР /26/. В результате было предложено раздельное хранение координат границ контуров (файл "координаты границ") и перечней отрезков, составляющих эти контура, с последующим монтажом любого контура из набора отрезков границ (файл "монтаж отрезков границ"). В последнем файле указывался код описываемой административной единицы, номера отрез-

ков, их общее число, структура записи и направление обхода контура. Независимо от наших исследований, целесообразность именно такого подхода к описанию и хранению контурных объектов в базе данных была подтверждена работами лаборатории автоматизации создания карт кафедры картографии географического факультета МГУ (так называемый сегментный подход /19, 21/). При описании контурного класса объектов семантические атрибуты, отражающие смысловую нагрузку контура, как правило, соотносятся с точкой, фиксирующей условный центр этого контура.

Описанные формы записи и хранения линейных и контурных объектов соответствуют векторному формату представления данных. Помимо этого в ГИС с дистанционным потоком информации предусмотрен растровый формат, в котором цифрование первичных аэрокосмических и картографических источников производится с помощью сканирующих систем высокого разрешения. Растровый формат представления данных обычно является вспомогательным в большинстве зарубежных и отечественных ГИС и в целях экономии машинной памяти преобразуется в векторный (системы IBIS /31/; GRID /32/; система АИУС-Агроресурсы и др. /24/). Обратное преобразование осуществляется, как правило, на этапе формирования выходной продукции, передаваемой потребителю в разрезах административных районов, хозяйств и т.д. /12, 22/.

После построения концептуальная модель подлежит трансформации в логическую модель конкретной базы данных (сетевую, иерархическую, реляционную), что общеизвестно из классических руководств по теории баз данных /3, 10, 14/. Выбор типа логической модели в значительной степени зависит от характера и типа взаимосвязей, отраженных в концептуальной модели. Как упоминалось выше, все существующие связи могут быть отнесены к одному из 4-х типов /8/: "один к одному" (чаще всего между объектом и его наименованием); "один ко многим" (классический пример — область и входящие в нее административные районы); "многие к одному" (поселок и его административное подчинение); "многие ко многим" (форма рельефа — генетические типы почв).

Достоинства и недостатки сетевой, иерархической и реляционной моделей базы данных детально рассмотрены в статье П.В.Петрова /17/ на реальных географических примерах. В частности, в этой работе указано, что сетевая и иерархические модели трудны для реализации взаимосвязей типа "многие ко многим", что в значительной мере характеризует тип взаимосвязей в рассматриваемой нами концептуальной модели предметной области БД (см. рис.). В связи с этим, а также учитывая зарубежную и отечественную практику конструирования баз данных, собственный опыт по разработке иерархической модели базы данных /4, 6/, целесообразным и наиболее перспективным представля-

ется использование логической модели реляционного типа, где объекты и взаимосвязи представлены с помощью таблиц, свойств и отношений /10/.

Лостоинства реляционных баз данных в настоящее время являются общепризнанными. По оценке Дж. Мартина /14/, таковыми являются простота работы с реляционными БД для пользователя, гибкость в обращении с данными, точные методы манипулирования за счет использования таких средств, как алгебра отношений и исчисление отношений, связность атрибутов из различных отношений и файлов, простота размещения плоских файлов на физических носителях, возможность роста и модификации базы данных без изменения прикладных программ и усложнения связей в логической схеме базы данных и др. Тот факт, что до последнего времени реляционные базы данных не имели широкого применения, связан с потребностями в больших объемах памяти и длительности времени выполнения запросов. Однако с повышением производительности современных технических средств и увеличением объемов памяти эти проблемы будут близки к решению /10/. Нельзя не отметить, что целый ряд отечественных ГИС и баз данных основываются именно на моделях реляционного типа /2, 23, 29/.

Более детальный анализ структуры и информационного обеспечения базы данных региональной геоинформационной системы приведен на примере одного из блоков концептуальной модели БД -- блока "Сельское хозяйство" (с. 138--139).

### Л и т е р а т у р а

1. Апостолов Ю. С., Невяжский И. И., Симонов Ю. Г. Районирование территории СССР для реализации программ космического мониторинга // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 22--23.
2. Аскеров Т. М., Агаев А. А. Информационное обеспечение обработки дистанционных и контактных измерений параметров окружающей среды // Изв. АН Аз. ССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук. 1984. № 3. С. 103--108.
3. Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 317 с.
4. Барвый Г. И. Логическая структура региональной базы данных космического мониторинга на примере сельского хозяйства // Внедрение достижений научно-технического прогресса при оптимизации землепользований. Таллин, 1986. С. 15--18.
5. Барвый Г. И. Подходы к созданию географических информационных систем с дистанционным потоком информации // Роль географии в ускорении научно-технического прогресса. Иркутск, 1986. Вып. 2. С. 100--101.

6. Барынь Г. И. Организация региональной базы данных при оценке состояния сельскохозяйственных посевов дистанционными методами // Методы и средства тематической обработки аэрокосмической информации. М., 1986. 25 с.
7. Буйе Ф. Автоматизированная тематическая картография и ее применение // Картография. Использование карт в научных и практических целях в зарубежной картографии. М.: Прогресс, 1983. Вып. 2. С. 161–190.
8. Воробьева Т. А., Симонов Ю. Г., Спектор Н. Р., Рождественская Н. А. Географические основания использования дистанционной информации в оперативном управлении // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1987. № 4. С. 3–9.
9. ГОСТ 14.413–80. Банки данных технологического назначения. Общие требования. М., 1980. 3 с.
10. Дейт К. Введение в системы баз данных. М.: Наука, 1980. 64 с.
11. Информационные системы общего назначения. М.: Статистика, 1975. 471 с.
12. Колесников Ю. С., Попов Г. С., Скоробогатов Ю. Б. Организация работы с информационными потоками в системе автоматизированной обработки данных дистанционного зондирования Земли в интересах сельского хозяйства // Исследование Земли из космоса. М.: Наука, 1983. № 5. С. 85–92.
13. Кошкарев А. В., Каракин В. Н. Региональные неоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 127 с.
14. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. М.: Мир, 1978. 615 с.
15. Меняев А. Ф., Барынь Г. И. Идентификация полей данных на основе неявных связей в структурах инвертированных файлов // Вопросы радиоэлектроники. Автоматизированные системы управления производством и разработками (АСУП). 1988. Вып. 2. С. 66–71.
16. Невяжский И. И., Воробьева Т. А. Специальное природно-хозяйственное районирование территории СССР масштаба 1 : 8 000 000 // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 29–31.
17. Петров П. В. Логические и физические модели картографических данных // Банки географических данных для тематического картографирования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 90–105.
18. Петров П. В., Сербенюк С. Н. Проектирование банков и баз географических данных // Банки географических данных для тематического картографирования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 82–90.
19. Петров П. В., Свентэк Ю. В. Система хранения и поиска картографической информации в АКС // Банки географических дан-

ные для тематического картографирования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 105–113.

20. Салищев К. А. Проектирование и составление карт. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 240 с.

21. Сербенюк С. Н., Тикулов В. С. Автоматизация в тематической картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 112 с.

22. Скоробогатов Ю. Б. Специализированный банк данных в системе автоматизированной обработки данных дистанционного зондирования земельных участков: Автореф. дис... канд. техн. наук. М., 1983. 19 с.

23. Симонов А. В., Сокол В. В. Реляционная модель данных для системного картографирования // Картографическое обеспечение региональных зародышевых программ. Иркутск, 1983. Вып. 1. С. 91–92.

24. Симонов Ю. Г., Леревянко Н. Ф., Барвиль Г. И. Некоторые подходы к организации банка данных системы изучения природных ресурсов Земли из космоса // Исследование Земли из космоса. М.: Наука, 1984. № 4. С. 103–109.

25. Симонов Ю. Г., Барвиль Г. И. Региональный банк географических данных // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География, 1981. № 5. С. 24–30.

26. Симонов Ю. Г., Барвиль Г. И. Концепции построения информационной базы банка опорных данных (на примере блока "Сельское хозяйство") // Вопросы сбора, систематизации и использования априорных данных при цифровой обработке многоゾональной космической информации: Тр. ГОСНИИПР. М., 1984. Вып. 17. С. 29–40.

27. Симонов Ю. Г., Барвиль Г. И., Гаранин Л. С., Кленов В. И. Основные принципы составления информационно-поисковых географических систем // Теоретические вопросы географии. Л., 1975. С. 14–16.

28. Справочник разработчика АСУ. М.: Экономика, 1978. 582 с.

29. Трофимов А. М., Наиссюк М. В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. Казань, 1984. 142 с.

30. Червашев И. Г., Воробьев Б. И. Формализация описания структуры решеба как основа создания геоинформационных систем // Внедрение достижений научно-технического прогресса при оптимизации землепользования. Таджик, 1986. С. 13–15.

31. Втуант N. A., Zobrist A. L. IBIS: A geographic information system based on digital image processing and image raster datatipe // Processing of the LARS Symp. on Machine Processing of Remotely Sensed Data. Lafayette, Indiana, 29 June 1973. Гл. 1.

32. GRID: Concept and implementation: Summary of the Status of the Global Resource Information Database as at August 1984. GEMS/PAC UNEP. Nairobi, 1984. Sept. 57 p. MS.

33. D r i g g e r s W. G. A data base to support crop condition assessment using remotely Sensedly Sensed data//Int. Symp. on Machine processing of Remotely Sensed data, 8, New-York, 1982. P. 486-494.

Ю.Г.Симонов, Г.И.Барвыйн, С.И.Бунякова

## СТРУКТУРА И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Блок "Сельское хозяйство" выбран нами для детальной разработки его структуры и информационного обеспечения в связи с тем, что на современном этапе совершенствование научного обеспечения оперативного управления сельскохозяйственным производством является одной из актуальнейших задач аграрной политики государства.

С точки зрения методологии проектирования баз данных региональных ГИС агрофитоценозы, как объект информационной деятельности, также представляют особый интерес, поскольку по пестроте пространственно-временной изменчивости они наиболее сложны. Контуры агрофитоценозов являются наиболее дробными среди прочих природных и природно-хозяйственных объектов, а динамика растительного покрова достаточно высокочастотной, в результате чего хранение информации об этих объектах в базе данных требует максимальных объемов памяти и четкой организации структуры данных. Тем не менее, методологические вопросы проектирования базы данных, разработанные на примере сельского хозяйства, имеют принципиальное значение при создании БД любых типовых региональных систем различного ранга и профиля.

В общем виде структура базы данных состоит из трех взаимосвязанных подсистем: справочно-нормативная, подсистема территориальной привязки данных и подсистема предметных данных.

### Справочно-нормативная подсистема

Справочно-нормативная подсистема содержит полное описание хранящейся в базе данных информации в виде словарей со списковой струк-

турой, обеспечивающих за счет ключей и кодов доступ к любым структурным и информационным единицам БД. По сути дела, справочная часть подсистемы представляет собой библиотеку имен хранимых данных. Помимо этого, в подсистеме присутствуют нормативные документы, регламентирующие различные виды хозяйственной деятельности и состояние окружающей среды в регионе.

Основой подсистемы являются классификационные графы природных, природно-хозяйственных объектов и административно-территориальных единиц, образующие структурную основу, каркас базы данных. Отсюда структурная основа БД представляет собой графовую иерархическую модель, включающую сложно построенную совокупность графов (совокупность деревьев), закрепленных в базе данных путем их индексированного описания в системе словарей.

Процесс создания системы словарей для региональных ГИС является фундаментальной научной задачей, требующей систематизации географических знаний, разработки региональных классификаций природных и природно-хозяйственных объектов и изучения их взаимосвязей, конструирования географических информационных потоков и их формализованного описания.

Основными функциями словарей в БД являются описание исходных данных на стадии их сбора и анализа; списание концептуальной, логической и физической моделей данных; обеспечение оперативного доступа к ресурсам БД, системы поиска и однозначной идентификации данных; обеспечение связи между любыми структурными единицами информации внутри базы, а также между ЕД и другими функциональными подразделениями ГИС (подсистемой обработки и тематической интерпретации ЛДЗ, подсистемой формирования выходной продукции и т.д.).

Состав словарного запаса справочно-нормативной подсистемы базы данных представлен на рис.1. Структура записи каждого словаря включает имя серии, к которой принадлежит данный словарь, имя описываемого элемента данных, его код, словесное описание смыслового значения элемента данных и его характеристику (длину, формат данных).

К настоящему времени заложен фундамент словарных ресурсов БД. Разработаны адресная серия словарей, серия словарей "Земельный фонд", большая часть тематических сельскохозяйственных словарей.

Создание словарного запаса базы данных является итерационным процессом. Его ресурсы будут пополняться по мере наращивания информационного обеспечения БД и перехода от концептуального к логическому и физическому этапам проектирования базы данных региональных геоинформационных систем.

V. серии

I

СЛОВАРИ

РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗАЧЕТНЫХ БАНК-ЗАКАЗОВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

II

ЧИСЛЕННЫЕ СЛОВАРИ

(адм. единиц, имен с.-х. предприятий, лесхозов, зодхоз., объектов, промышл. предприятий, дорог, населенных пунктов)

III

СЛОВАРИ

ГРУППЫ БЛОКОВ "ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД"

(с.-х. земли, земли госзарезервов, водного фонда и т.д.)

IV

ТЕМАТИЧЕСКИЕ СЛОВАРИ

Наборы словарей для блока "Сельское хозяйство":

"с.-х. культуры-фенофазы-состояния-параметры";  
"почвы"; "агротехника"; "метеорология"; "фитосанитария"

V

СЛОВАРИ КАРТ И ИХ ЛЕГЕНД

(вводимых в Б1 и карт выходной продукции ГИС)

VI

СЛОВАРИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ

ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ВЫХОДНОЙ ПРОДУКЦИИ ГИС

VII

СЛОВАРИ

ВИДОВ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

VIII

СЛОВАРИ

СПИСНИКОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

IX

СЛОВАРИ

ПАКЕТОВ ПРОГРАММ

Рис.1. Серии словарей справочно-нормативной подсистемы базы данных региональной ГИС

## Подсистема территориальной привязки данных

Подсистема территориальной привязки данных обеспечивает строго координированную пространственную организацию данных, входящих в ГИС. Подсистема включает серию цифровых моделей элементов базовой картографической основы любого региона, обслуживаемого ГИС (рис.2). Регулярная пространственная сеть является "универсальным средством пространственной локализации данных" [5], поскольку цифрование, кодирование, вывод и хранение любой тематической информации, представленной площадьми, линейными и точечными классами объектов, осуществляется по ячейкам регулярной пространственной сети.

Регулярная пространственная сеть территории Херсонской области состоит из ячеек, представляющих собой сферические трапеции базовой картографической основы масштаба 1 : 500 000 с угловыми размерами по широте и долготе соответственно  $20'$  и  $30'$ . Нерархическая структура природно-хозяйственных объектов и административно-территориальных единиц нуждается в дальнейшей детализации регулярной пространственной сети ( $10'$  и  $15'$ ;  $5'$  и  $7,5'$ ).

Хранению в базе данных подлежат прямоугольные координаты угловых точек ячеек регулярной пространственной сети. При этом "ноль отсчета" принята левая угловая точка рамки базовой картографической основы с указанием ее географических координат.

В отличие от регулярной пространственной сети при цифровании всех остальных пространственных сетей и всей тематической информации ВД в целом за "ноль отсчета" принимается нижняя левая угловая точка каждой из ячеек регулярной пространственной сети.

Особого внимания в силу своей специфики заслуживают сети, связанные с обеспечением тематической интерпретации, геометрической коррекции данных дистанционного зондирования. Это сеть тестовых участков, обеспечивающих квазисинхронные подспутниковые наблюдения, и сеть опорных объектов.

Сеть тестовых участков имеет скользящие во времени и пространстве границы. Эти цифруемые объекты являются наиболее динамичными, в связи с чем создание цифровых моделей этого типа требует дополнительных исследований по оценке частоты обновления данных. Помимо этого, необходима высокая точность в построении моделей этого типа, так как от нее в значительной степени зависят результаты интерпретации материалов ДЗ.

Сеть опорных объектов представляет собой элементы инфраструктуры территории. Опорными точками могут быть места пересечения дорог, слияния водотоков, пересечения линейных объектов с контурами естественной растительности, землепользований, населенных пунктов и т.д.

**ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ ЭЛЕМЕНТОВ БАЗОВОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ**

**РЕГУЛЯРНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СЕТЬ**

Координаты угловых ячеек регулярной пространственной сети

**СЕТЬ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ**

Координаты границ адм.-тер. единиц различного ранга

**СЕТЬ РЕАЛЬНЫХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ**

Координаты границ контуров землепользований  
(сельско-хоз., промышленн., коммунальн., и др.)

**СЕТЬ СЛУЖБЫ ГОСКОМГИДРОМЕТА СССР**

Координаты гидрометеостанций и постов

**СЕТЬ ТЕСТОВЫХ УЧАСТКОВ НАЗЕМНЫХ ПОДСПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Координаты границ тестовых участков

**СЕТЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Координаты административных центров

Координаты центров землепользований

**СЕТЬ КОНТУРОВ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Координаты границ контуров природных объектов

**СЕТЬ ОПОРНЫХ ТОЧЕК И КОНТУРОВ**

Координаты опорных точек и контуров базовой картографической основы

**ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ**

Координаты узловых и поворотных точек транспортной сети

**СЕТЬ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ**

Координаты границ бассейнов разных порядков

Рис. 2. Подсистема территориальной привязки данных БД

К опорным контурам могут быть отнесены контуры землепользований, водоемов, населенных пунктов, растительности и другие площадные природно-хозяйственные объекты, хорошо читаемые на космических снимках. При их выборе необходимо учитывать динамичность границ этих контуров, вызванную деятельностью человека, сменой гидрометеорологических условий, сезонной динамикой и другими факторами.

К настоящему времени для хранения в базе данных подготовлены цифровые модели и определена структура записи основных пространственных сетей Херсонской области: регулярной пространственной сети базовой картографической основы (с размерами ячеек  $20'' \times 30''$  и  $10'' \times 15''$ ) административно-территориального деления, сети сельхозпредприятий, сети Гидрометслужбы, населенных пунктов.

Представленный перечень цифровых картографических Моделей может быть расширен по мере разработки информационного обеспечения базы данных.

### Подсистема предметных данных

Подсистема предметных данных несет на себе смысловую (семантическую) нагрузку предметной области БД. Согласно концептуальной модели БД, подсистема отражает специфику взаимодействия и функционирования природных и хозяйственных комплексов конкретного региона (рис. 3).

Соответственно, в применении к типовым региональным ГИС подсистема должна включать взаимосвязанные географические и ведомственные потоки информации, описывающие взаимодействие природно-ресурсной основы производства (природные свойства территории и структура использования ее земельного фонда) и производственно-технологической структуры (виды хозяйственной деятельности и технологические способы ее реализации). В общем виде (на уровне "есть"-нет") наличие этих взаимосвязей отражено в адресной матрице взаимодействия блоков географической модели (см. с.69-70). Роль географической модели территории заключается в систематизации природно-ресурсной информации, установлении существующих в пространственных системах реального мира /2/ взаимосвязей между природными компонентами ландшафта и характером технологических процессов ресурсопользования на предпроектной стадии разработки концептуальной модели БД – стадии сбора исходных данных и их анализа /3/.

Применительно к сельскохозяйственному производству среди природных свойств территории наиболее важной комплексной характеристикой является ее агропотенциал, а в структуре использования земельного фонда – площади, занятые сельхозугодьями. Производственно-технологическая структура земледельческих районов включает характе-

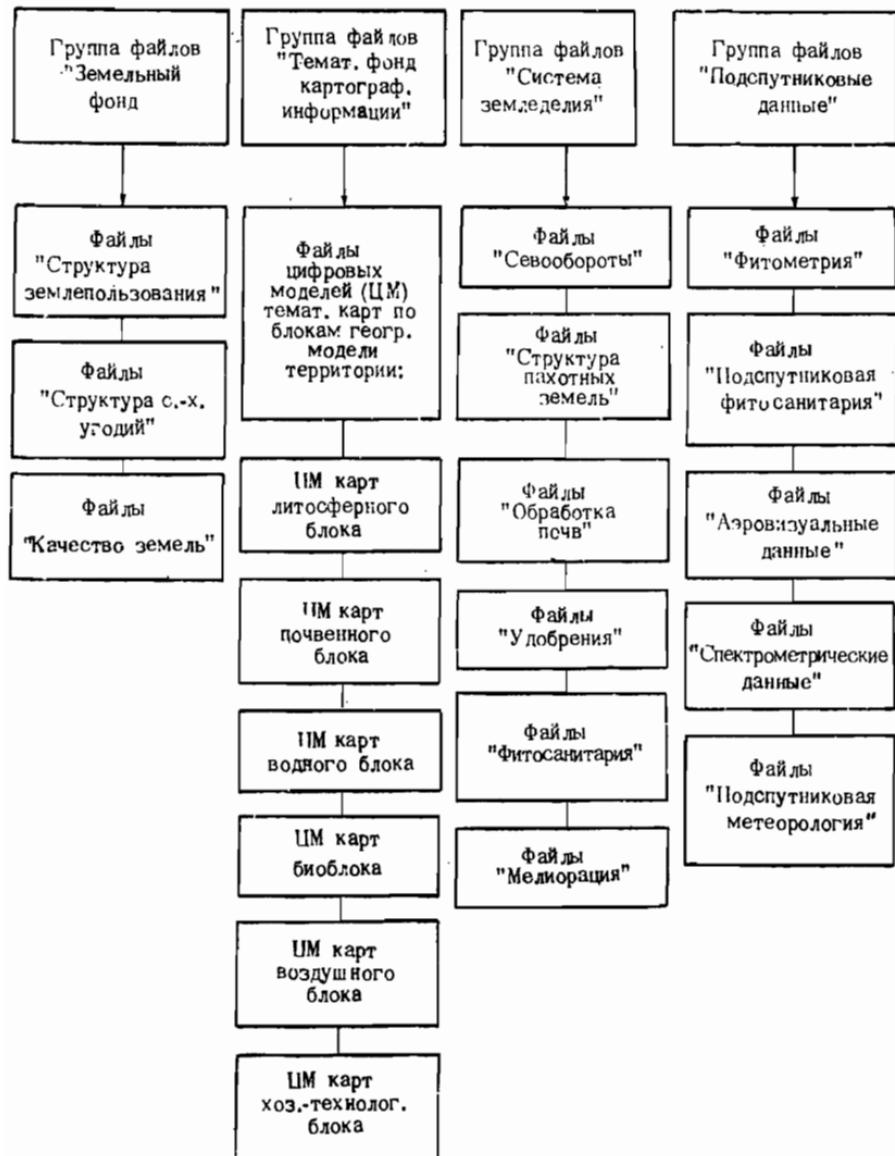
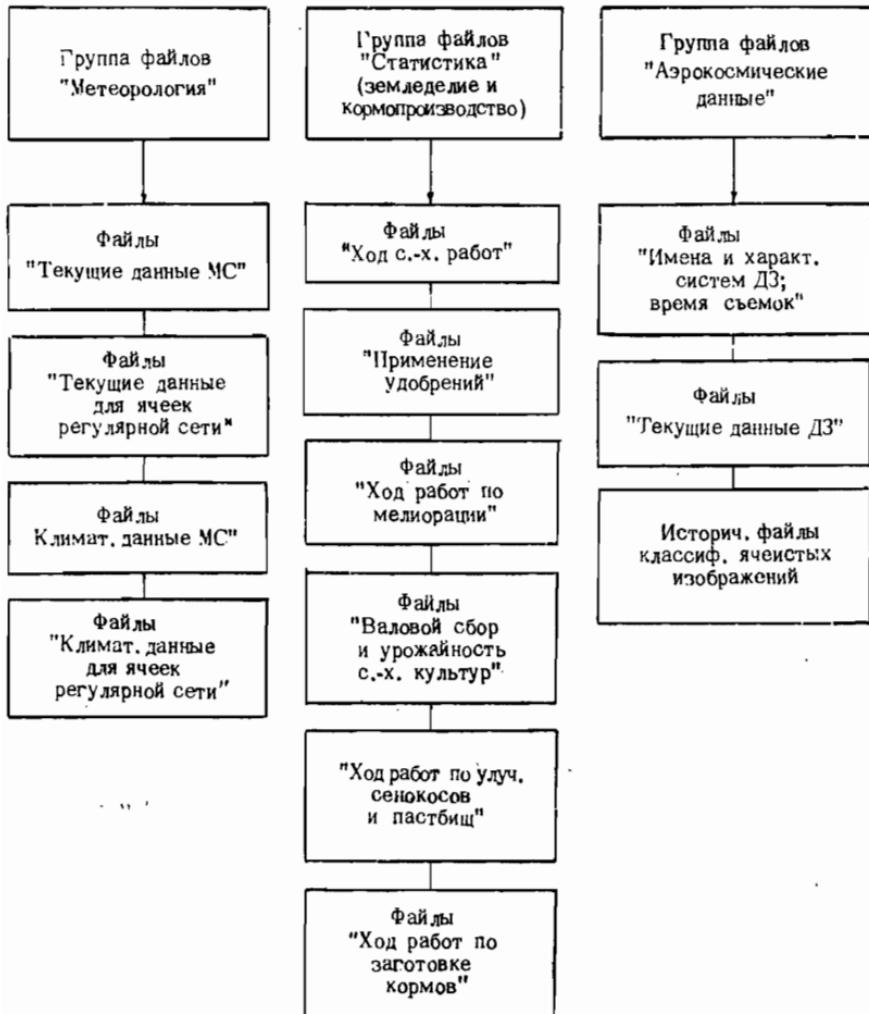


Рис. 3. Состав файлов подсистемы предметных

## ПРЕДМЕТНЫХ ДАННЫХ



данных (блок "Сельское хозяйство" БД)

ристику применяемых севооборотов и структуру посевых площадей сельскохозяйственных культур, систему внесения удобрений, систему обработки почв, мелиоративные мероприятия, а также систему мероприятий по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений /7, 8/. Каждому из названных разделов в подсистеме соответствует описывающая их группа файлов: группа файлов "Земельный фонд территории", группа файлов "Тематический фонд картографических данных", отражающая природно-ресурсную основу территории, и сложно построенная группа файлов "Система земледелия", являющаяся информационным отражением каждого из подблоков производственно-технологической структуры территории (рис. 3).

Особняком в подсистеме выделена группа файлов, описывающих текущую метеостановку и среднемноголетние значения метеоданных в регионе (группа файлов "Метеорология"). Помимо этого, подсистема предметных данных включает группу блоков "Статистика", содержащую результаты статистической отчетности о ходе агропромышленного производства за полный годовой цикл сельскохозяйственных работ.

Как уже указывалось (см. статью "Концептуальная модель базы данных"), специфика БД заключается в необходимости обеспечения ее ресурсами этапа распознавания и тематической интерпретации данных дистанционного зондирования. Проблема "встраивания" в базу данных космической информации и опорных данных, предназначенных для ее обработки и интерпретации, относится к классу не тривиальных проблем региональных ГИС. В проектируемой системе они решаются за счет присутствия в БД группы файлов "Аэрокосмические данные", содержащей текущую информацию и исторические файлы классифицированных ячеистых изображений /11/, а также группы файлов "Подспутниковые экспериментальные данные".

Таким образом, решение экспериментальных задач, в том числе и задач космического мониторинга ТХС в целях управления агропромышленным производством региона, оптимизации природопользования и охраны окружающей среды, обеспечивается за счет хранения в базе данных 7 перечисленных выше основных групп файлов. Информационной базой первых 3-х групп файлов (см. рис. 3) является паспорт территории, отражающий устойчивые характеристики природно-хозяйственного комплекса региона (см. с. 67 и 80–81 этого сборника).

Для организации географической информации дальнейшее ее структурирование внутри каждой из групп файлов и в системе в целом проводится с использованием аппарата классификационных схем в качестве средства описания содержащихся в них данных. Такой подход позволяет провести ранжирование изучаемых объектов, выстроить таксономию региональных задач ГИС, определить для каждого таксономического уровня элементарные операционные единицы сбора и хранения ин-

формации, определить количество структурных информационных единиц в БЛ, их состав и соподчиненность; соответствующий каждому рангу масштаб и содержание выходной продукции, особый состав и структуру потребителей (уровни потребителей /1/).

Остановимся на описании некоторых групп файлов.

*Группа файлов "Земельный фонд"* описывает структуру землепользования и характеристики качества земель региона, являющихся "производственным базисом для размещения всех отраслей народного хозяйства" /3/. Основными атрибутами файла "Структура землепользования" являются площадные характеристики земель различного хозяйственного назначения (земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности, транспорта и т.д.). Структура записи данных в файле для областного уровня включает код типа хозяйственного использования земель, его имя, занимаемую им площадь (га, %).

Для территорий сельскохозяйственного производства в отдельную информационную структуру выделен файл "Структура сельскохозяйственных угодий". В соответствии с данными "Отчета о наличии и распределении земельного фонда по категориям земель, землепользователям и угодьям" (форма № 22 статистической отчетности) сельхозугодья делятся на 5 видов (паши, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища, приусадебные участки), что позволяет определить количество основных структурных информационных единиц блока "Сельское хозяйство" базы данных и соотнести с ними всю характеризующую эти единицы информацию.

Запись данных в файле для уровня административного района включает код района, код сельхозугодья, его имя, площадь (га, %). Форма представления информации в файлах этой границы – таблицы. Часть из них переведена в форму бинарных таблиц, придающих наибольшую гибкость базе данных /6/. Предусмотрены различного рода переформирования записей для получения, скажем, кортежей, характеризующих площади пахотных земель всех административных районов области и т.д.

Файл "Качество земель" включает площади дефляционноопасных, переувядненных, заболоченных, засоленных, солонцеватых земель, а также площади пахотных земель по степени эродированности, крутизне склонов и т.д. Запись данных в этом файле для уровня административного района на примере земель определенной степени эродированности включает код района, код угодья, код признака (эрод.), код степени признака (сл., средн., сильн.), площадь (га, %). Для получения данных из базы в этом случае придется пользоваться сложным буквенно-цифровым ключом, состоящим из четырех простых кодов.

К этой же группе файлов по смысловому значению должны относиться и имена землепользователей (колхозов, совхозов, лесхозов и т.д.).

В связи с внедрением арендного подряда в практику сельскохозяйственного производства особое внимание следует уделить закреплению юридического статуса землепользователя—арендатора и выделению особого типа связей — соотношениям владения /10/. Однако на современном этапе проектирования базы данных целесообразным представляется отнести эти данные в справочно-нормативную подсистему.

В целом же для всей группы файлов "Земельный фонд" имена и коды типов хозяйственного использования земель, видов сельхозугодий, административных районов, сельхозпредприятий, частных землепользователей и т.д. вынесены в виде словарей в соответствующие файлы справочно-нормативной подсистемы. Координаты границ контуров всех площадных характеристик этой группы файлов находятся в подсистеме территориальной привязки данных ВД. Обращение к этим подсистемам осуществляется через файл связи.

*Группа файлов "Тематический фонд картографической информации"* является одной из основных в подсистеме. Она включает цифровые картографические модели, описывающие природно-ресурсную основу Херсонской области по каждому из блоков географической модели территории. Так, в литосферном блоке присутствуют цифровые модели геологической, геоморфологической, морфометрической карт и др. Почвенный блок представлен цифровыми моделями карт — генетических типов почв, механического состава почв, степени эродированности, засоленности почв и др.

В настоящее время по этой группе файлов идет перевод карт из аналоговой формы в цифровую и создание серии цифровых моделей базовых тематических карт Херсонской области масштаба 1: 500 000. Их построение ведется с использованием цифровой модели регулярной пространственной сети, представляющей собой массив координат угловых точек трапеций базовой картографической основы и хранящейся в подсистеме территориальной привязки данных.

Процесс создания цифровых моделей тематических карт включает несколько этапов: формализация контуров исходной тематической карты, построение цифровой модели каркаса формализованных контуров, насыщение каркаса семантической информацией через систему контрольных точек, маркирующих принадлежность цифруемого контура к соответствующему разделу легенды исходной тематической карты.

Соответственно результаты цифрования для любой из тематических карт фиксируются в двух файлах: файл "Координаты отрезков границ контуров", данные которого образуют пространственный каркас контуров тематических карт и файл "Имена тематических контуров и координаты их контрольных точек", описывающий процедуру присвоения имен тематическим выделам. Первый из них подлежит хранению в под-

системе территориальной привязки данных БД, второй – в подсистеме предметных данных БД. Взаимодействие между ними осуществляется через файл связи.

Структура записей в файле "Координаты отрезков границ контуров" включает код ячейки регулярной пространственной сети, номер узловой точки отрезков границ, координаты узловых и поворотных точек, маркер пересечения отрезков границ контуров с координатной сеткой, береговой линией, с границей области, друг с другом.

Структура записей файла "Имена тематических контуров и координаты их контрольных точек" включают: код ячейки регулярной пространственной сети, номер контура на карте, имя контура в легенде карты, координаты контрольной точки внутри контура.

*Группа файлов "Подспутниковые данные"* включает файлы "Фитометрия", отражающие результаты наземных квазисинхронных подспутниковых фитометрических наблюдений; "Подспутниковая фитосанитария", являющиеся результатом специального квазисинхронного обследования полей сельхозкультур; "Аэровизуальные данные", отражающие реальную картину размещения сельскохозяйственных культур и оценку их состояния; "Спектрометрические данные", содержащие результаты наземных и самолетных спектрометрических измерений; "Подспутниковая метеорология", содержащие оперативную метеорологическую информацию, полученную непосредственно на тестовых участках синхронно с космической съемкой.

Для каждого из файлов определен набор атрибутов, подлежащих хранению в базе данных, получены их количественные значения за циклы наблюдений, разработана структура их записи. Форма представления данных в файлах – таблицы, часть из которых переведена в бинарные отношения.

В качестве примера разработки логической и физической структуры данных остановимся на организации информации в файле "Фитометрия" /4/. Файл содержит информацию о годовой динамике фитометрических параметров на каждом из тестовых полей. Физическая запись данного файла формируется из девяти стандартных логических блоков, каждый из которых соответствует определенной фенофазе заданной сельхозкультуры, и одного нулевого блока, содержащего паспортные данные тестового поля (номер поля, его площадь, тип почвы, код культуры-предшественника, код засеваемой культуры, дату сева, способ сева, глубину заделки семян и т.д.).

Стандартный логический блок формируется из даты наблюдения и набора фитометрических параметров, измеряемых в фиксированный момент времени (высота растений, густота стеблестоя, проективное покрытие, вес надземной фитомассы, относительная поверхность фито-

элементов). Состав параметров приведен к определенному стандарту, учитывающему динамику сезонных изменений агрофитоценозов. Этот стандарт определяет последовательность размещения измеренных параметров в логическом блоке. Размер стандартного логического блока для хранения фитометрических параметров составляет 46 слов, размер нулевого блока — 8 слов, длина записи 422 слова. Длина всего массива для 46 тестовых полей исследуемого региона составляет 19,4К слов.

В целом, для региональной ГИС Херсонской области идет накопление фактического материала по каждому из файлов подсистемы предметных данных; определены семантические атрибуты, описывающие набор свойств объектов, информация о которых подлежит хранению в файлах БД; разработана структура записи хранимой информации; определены взаимосвязи между группами файлов, отдельными файлами, записями — как внутри подсистемы предметных данных, так и между последней и структурными информационными единицами подсистемы территориальной привязки данных и справочно-нормативной подсистемы базы данных, а также взаимосвязи БД с базой знаний. Примерами таких взаимосвязей является, в частности, обращение к базе знаний, где предполагается хранить такой необходимый для функционирования сельскохозяйственного блока ГИС элемент, как последовательность технологических операций при возделывании сельхозкультур.

#### Л и т е р а т у р а

1. Барвый Г. И. Логическая структура региональной базы данных системы космического мониторинга на примере сельского хозяйства // Внедрение достижений научно-технического прогресса при оптимизации землепользования. Таллин, 1985. С. 15-18.
2. Германсен Т. Информационные системы для планирования: вопросы и проблемы // Новые идеи в географии. М.: Прогресс, 1976. С. 184-241.
3. ГОСТ 17.5.1.05-80. Земли. Термины и определения // Ростекст СССР по стандартам. М., 1980. С. 1-7.
4. Герекянко Н. Ф., Барвый Г. И. Информационное и программное обеспечение банка данных для задач космического мониторинга в интересах сельского хозяйства // Биосфера и климат по данным космических исследований. Баку, 1982. С. 148-152.
5. Кошкаров А. В., Каракин В. П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 127 с.
6. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. М.: Мир, 1978. 650 с.

7. Научно обоснованная система земледелия Херсонской области. Херсон, 1987. 447 с.
8. Основы агрономии / Под ред. М.Д. Антрошенко. М.: Колос, 1978. 319 с.

9. Петров П. В., Сербенюк С. Н. Проектирование банков и баз географических данных // Банки географических данных для тематического картографирования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 82–90.

10. Саломонссон О. Об идентификации, интеграции и организации данных в городских и региональных информационных системах. // Новые идеи в географии. М.: Прогресс, 1976. С. 223–242.

11. Симонов Ю. Г., Деревянко Н. Ф., Барвый Г. И. Некоторые подходы к организации базы данных системы изучения природных ресурсов Земли из космоса // Исследование Земли из космоса. М.: Наука, 1984. № 4. С. 103–109.

С.И.Бунякова

## БАЗОВОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В структуре комплексного информационного обеспечения региональных ГИС важная роль принадлежит географическим картам. Их целенаправленное использование в сочетании с другими видами информационного обеспечения служит надежным источником для построения различного рода географических моделей, ориентирующих ГИС на оперативное решение определенного комплекса региональных народохозайстvenных задач.

Решение проблемы картографического обеспечения ГИС заключается в разработке принципов отбора, анализа и использования картографической информации как основы тематического фонда базы данных.

Под базовым картографическим обеспечением региональной геоинформационной системы понимается определенный комплекс взаимосогласованных базовых карт, подлежащих обязательному и долговременному хранению в БД и используемых как источники исходной фактической информации об объектах регионального мониторинга. Частота обращения к тем или иным базовым картам

определяется региональными особенностями природопользования и спецификой решаемых системой задач.

Процесс разработки базового картографического обеспечения включает следующие основные этапы:

- анализ существующих на данный регион универсальных топографических и тематических карт и оценка целесообразности вовлечения их в работу системы;
- создание специализированной картографической базовой основы, имеющей многоцелевое назначение в обеспечении работы ГИС;
- составление серии специализированных тематических базовых карт, описывающих природно-ресурсную основу региона по каждому из блоков географической модели территории;
- определение последовательности и частоты обращения к тем или иным элементам базовых карт в соответствии со спецификой и расписанием задач системы;
- разработка технологии цифрования, ввода и способов размещения, хранения, переработки и использования базовой картографической информации ГИС;
- построение серий цифровых базовых картографических моделей;
- определение состава элементов базового картографического обеспечения в выходной картографической продукции ГИС.

Исходная ступень картографического обеспечения ГИС – разработка базовой картографической основы территории. В нее целесообразно включать типовые для всех групп тематических карт общегеографические объекты и дополнять их специальными элементами, подчеркивающими характерные особенности природно-хозяйственной организации конкретного региона. Кроме того представляется необходимым включение в основу элементов пространственно-временной привязки, обеспечивающих возможности взаимоувязанного ввода, хранения, представления и использования всей тематической информации ГИС. Так, наличие координатной сетки обеспечивает пространственно-координированную локализацию всего набора тематических данных ГИС. Наличие на основе таких общегеографических элементов местности, как гидросеть, населенные пункты, каналы, леса, пески, болота, пересечения дорог и т.д. позволяет выбрать необходимые опорные объекты, обеспечивающие в сочетании с координатной сеткой геометрическую коррекцию и географическую интерпретацию аэрокосмической информации /3/.

Как показывают наши исследования, все многообразие комплексных характеристик природно-хозяйственных объектов, составляющих главное содержание базовой основы, затрудняет их полное отображение на одной карте. В связи с этим наиболее целесообразно расчленение этого комплекса на серии специализированных базовых картограф-

фических основ: рельеф и гидросеть; природные контура и хозяйствен- ные угодья; население и транспорт; границы административно-терри- ториальных единиц и землепользований. Эти элементы на базовых картографических основах могут даваться по отдельности или в опреде- ленных комбинациях, дополняться другими природными и социально-эко- номическими характеристиками. Таким образом формируется класс специализированных базовых картографических основ, ориентированных на определенные группы тематических карт. Предлагаемый альтернатив- ный подход к содержанию базовых основ позволяет упростить созда- ние различных тематических карт, облегчает их необходимое согласова- ние, повышает оперативность формирования и использования выходной картографической продукции в рамках региональных геоинформацион- ных систем /2/.

Главные требования, которым должна отвечать базовая картогра- фическая основа, являющаяся фундаментом ГИС, – достоверность, точ- ность, современность, а также полнота и детальность содержания. Все эти параметры должны соответствовать территориальному уровню ГИС и рангу решаемых ею задач /4/.

Базовая картографическая основа, при создании которой учтены по возможности все перечисленные выше требования и подходы, слу- жит надежным источником для последующего цифрования содержащейся в ней информации. Цифрование проводится с учетом различий исполь- зуемых технических устройств и особенностей цифруемых объектов в зависимости от точечных, линейных и контурных классов объектов. Ре- зультатом этого процесса являются цифровые модели базовой карто- графической основы. Критерием качества этих моделей служит точность сня- тия с карты цифровых значений, плотность и способ их расположения, адекватность восстановления исходного картографического изображе-ния /1/

Особой исследовательской задачей является поиск оптимального масштаба цифровых картографических основ. Известно, что излишнее укрупнение масштаба ведет к перегрузке ГИС ненужными деталями, к неоправданной избыточности территориальной информации. Напротив, чрезмерная обобщенность цифровых картографических основ лишает последующие исследования необходимой территориальной конкретности и детальности, ограничивая тем самым круг задач, которые может решить ГИС, уменьшает глубину научных проработок.

Следующая задача – определение содержания цифровых картографических основ. Учитывая круг решаемых геоинформационной системой задач, необходимо ограничить набор цифруемых территориальных ха- рактеристик, установить точность и детальность их цифрования, опреде- лить структуру записи и хранения их в базе данных. Наши исследова-ния показывают, что каждую из характеристик желательно цифровать

и хранить в БД отдельно, формируя особые файлы данных, совокупность которых образует общую базу цифровых моделей картографических основ. Одновременно с записью каждого элемента содержания необходимо проводить тщательное согласование всех записей, в том числе, графическое редактирование различных сочетаний элементов картографических основ.

При цифровании оказывается полезной выработка определенной последовательности в процедуре цифрования картографической основы. Так, вначале производится цифрование гидросети и рельефа, которые во многом определяют привязку всех остальных элементов содержания. Цифрование заметно облегчается, если оно ведется по специально подготовленным картографическим источникам, на которых цифруемый элемент содержания основы представлен на первом плане. Удобно для этих целей использовать серию прозрачных карт-накладок, на каждую из которых выносятся определенные элементы содержания.

Автоматизированное создание карт на базе использования цифровых картографических основ предъявляет к последним особые требования, прежде всего, к современности их содержания. Основными источниками обновления базовых картографических основ служат различные дежурные картографические материалы, регулярно обновляемые планы землепользований, материалы государственной статистики и др. Ценным источником территориальной информации служат данные дистанционного зондирования.

Изложенные выше подходы были проверены при создании варианта комплексной базовой картографической основы на территорию Херсонской области. Масштаб этой основы – 1:500 000 – можно считать оптимальным для решения с помощью космического мониторинга большинства задач сельского хозяйства областного уровня. Такой масштаб позволяет достаточно подробно отобразить каждое сельскохозяйственное предприятие. Главное содержание основы составляют общегеографические элементы государственной топографической карты масштаба 1:500 000. Для обеспечения задач районного уровня целесообразно укрупнение масштаба базовой картографической основы до 1:100 000, который позволяет вести картографирование сельскохозяйственных полей.

Совокупность элементов базовой картографической основы образует каркас, который обеспечивает в дальнейшем привязку всей тематической информации, циркулирующей в ГИС. Его дополняет регулярная пространственная сеть, ячейки которой соответствуют размерам трапеций исходной топографической карты. Каждая ячейка имеет свой индекс (код), а также номера и координаты угловых точек. Сеть используется в ГИС как универсальное средство для пространственно-координированной локализации географических данных. На ее базе осу-

ществляется цифрование и хранение всей картографической информации ГИС. При этом разрешение сети может меняться в зависимости от размеров и общей конфигурации цифруемых объектов /5/.

Учитывая специфику решаемых системой задач, их многоуровненность и привязку представляемой выходной картографической продукции к административно-территориальному делению, целесообразным оказалось включение в базовую картографическую основу сети гидрометеостанций и постов, границ административных районов и землепользований, ранжирование населенных пунктов по типу и подчиненности, выделение шоссейных дорог общесоюзного, республиканского и областного значения и т.д.

Элементы комплексной основы наносились на прозрачные карты-накладки. По существу они представляют собой серию отраслевых базовых картографических основ. Набор элементов каждой из этих основ определялся спецификой содержания и направлением их использования в ГИС. Наличие карт-накладок позволило разгрузить содержание комплексной базовой картографической основы, промоделировать различные комбинации основ для соответствующих тематических карт и, наконец, облегчить процесс создания серии цифровых картографических основ. Совмещение отраслевых базовых основ и тематических карт заметно повышает информативность последних и ориентирует потребителя на их дальнейшее использование.

Разработанная комплексная картографическая основа по характеру, полноте и детальности содержащейся в ней информации приобретает самостоятельное значение как справочная общегеографическая карта широкого диапазона использования. Карта хранится позлементно в виде серии цифровых файлов, образующих особую группу в подсистеме территориальной привязки данных.

Базовое значение в картографическом обеспечении региональной ГИС могут иметь и многие тематические карты — ландшафтные, геологические, геоморфологические, карты гидросферы, атмосферных явлений, общекономические и др. Они используются вместе с базовой основой на различных этапах функционирования системы в качестве исходной информации для создания серий производных тематических карт (факторологических, оценочных, прогнозных, рекомендательных) и в совокупности с ними описывают природно-ресурсную основу региона по каждому из блоков географической модели территории.

В целом все общегеографические и тематические карты образуют единый информационный комплекс, способный обеспечивать решение задач региональной ГИС. Однако необходимо еще раз подчеркнуть, что любая ГИС регионального типа должна иметь на входе, хранить в базе данных, производить в процессе работы и, наконец, выдавать по-

требителю особый набор карт, определяемый спецификой решаемых задач и региональными особенностями природопользования. Каждая из этих карт может прямо или косвенно входить в те или иные управленические решения, обосновывать, дополнять их. При этом базовые карты будут участвовать в той или иной мере в разработке практических всех задач, в разных стадиях процессов моделирования и подготовки решений.

### Л и т е р а т у р а

1. Берлянт А. М., Сербенюк С. Н., Тикунов В. С. Принципы и методика использования географических карт для формирования банков данных // Банки географических данных для тематического картографирования. М., 1987. С. 38–47.
2. Бунякова С. И., Гаранина Г. Ф., Жуков В. Т. Актуальные задачи комплексного картографического обеспечения социально-экономического развития регионов // Картография в эпоху ИТР; теория, методы, практика. М., 1987. С. 177–178.
3. Жуков В. Т., Мурашкина С. И., Тикунов В. С. Особенности использования банков данных для создания тематических карт // Банки географических данных для тематического картографирования. М., 1987. С. 131–140.
4. Комплексные региональные атласы. М., 1976. 638 с.
5. Кошкарев А. В., Каракин В. П. Региональные геоинформационные системы. М., 1987. 127 с.

Е.Б.Поспелова, М.В.Орлов, Н.И.Кочеткова

### ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МЕТОДОЛОГИИ СБОРА ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В РАМКАХ ГИС

Контроль за состоянием объектов, формирующих ИПК и ТИК территории, на которую разрабатывается ГИС, возможен с применением различных методов, предусматривающих разную степень пространственного охвата. Наибольший охват и оперативность свойственны дистанционной информации, поступающей с ИСЗ и высотных самолетов, оснащенных специальной съемочной аппаратурой.

Интерпретация этой информации с целью установления связи между дистанционно полученным образом объекта и содержанием процес-

сов в представляемом им ИТК и ТИК должна быть основана на конкретных (оперативных) сведениях о характере объекта, полученных в результате специальных экспериментальных исследований. Если в самом начале развития дистанционного зондирования земной поверхности как научного направления предполагалось, что использование данных космических съемок может успешно осуществляться при минимуме наземной информации, то при накоплении опыта исследований стала ясна потребность в более подробных и обширных опорных данных.

За последние годы количество работ, связанных с применением аэрокосмической информации в сельском хозяйстве как у нас, так и за рубежом, резко возросло /1/. Однако, если собственно дистанционным методам уделяется большое внимание, то специфических методик сбора опорных данных, учитывающих особенности подспутниковых исследований, в литературе почти нет. Обычно приводятся ссылки на "наземные измерения" отдельных параметров, "полевые наблюдения" и т.д., особенно это характерно для зарубежных источников. Это значительно затрудняет анализ полученных результатов, поскольку различия в методах наземного обеспечения могут привести к несопоставимости выводов.

По нашим представлениям, методика наземного обеспечения подспутниковых экспериментов должна соответствовать качеству поступающей космической информации. Результаты должны быть статистически обоснованными и достоверными, а также метрическими. Этими качествами данные, полученные по широко применяемым в системе Госкомгидромета методикам, не обладают. Исходя из этого, одной из важных задач является создание приемлемой для подспутниковых экспериментов методики сбора опорной информации. На основе многолетних исследований на Херсонском полигоне нами разработана технологическая схема сбора опорных данных, которая осуществляется на базе квазисинхронной стратегии, что связано с несоответствием скоростей получения космической и опорной информации. В рамках этой стратегии на серии тестовых площадей сбор проводится с разрывом не более 2–3-х дней с космической съемкой или другой дистанционной информацией. При этом большинство параметров объекта остается на одном уровне изменчивости, хотя значения некоторых (например, влажность почвы) целесообразно получать только синхронно со съемкой.

При разработке схемы учитывалась специфика подспутниковых работ – необходимость получения информации одновременно для больших площадей (экстраполяция единичных измерений по пространству), оперативность, простота выполнения в совокупности с достаточной точностью.

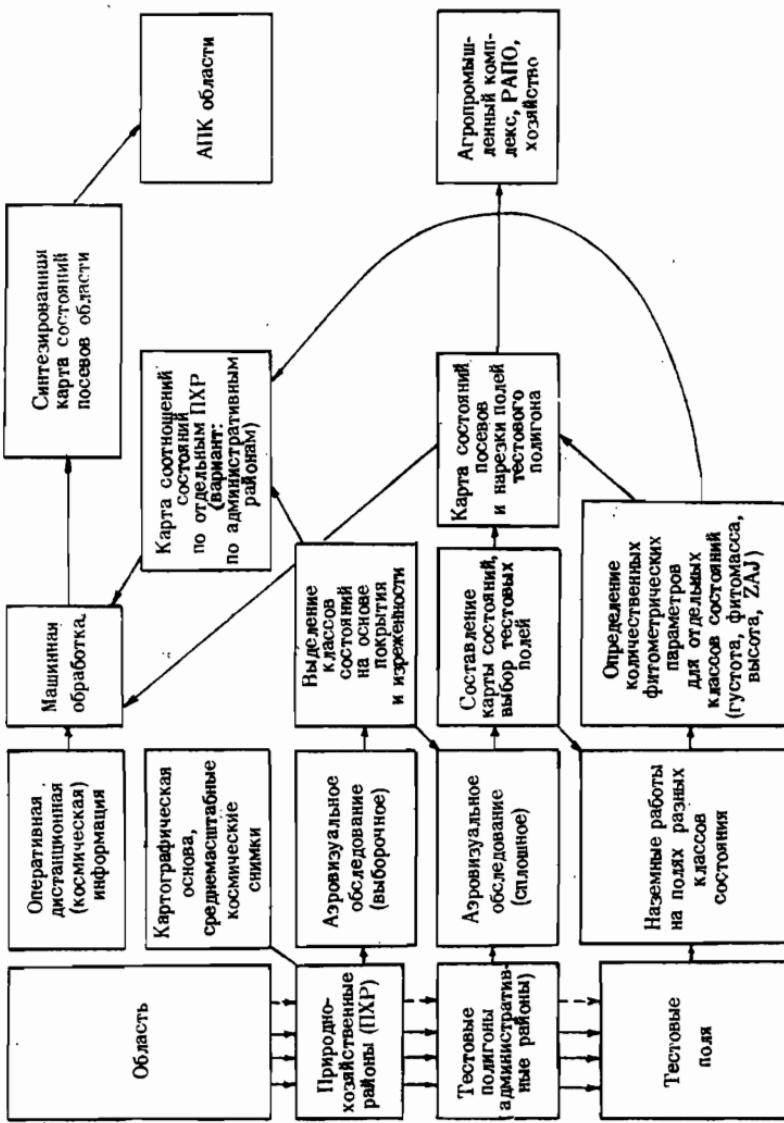
Объектом изучения были посевы озимой пшеницы, являющейся главной площадеобразующей культурой на территории Херсонской об-

ласти, поэтому разработка методов оперативного контроля за ее состоянием является важной задачей в общей системе агрометеорологического космического мониторинга. Основное положение, на которое мы опирались в своих разработках, — необходимость постоянного проведения подспутниковых наблюдений со всей присущей им спецификой и создание для этого специализированной сети специального районирования /2/. Минимальной для станции наземного наблюдения должна быть такая территория, для которой возможна достоверная экстраполяция данных. Система методов сбора, предлагаемая нами, — сочетание аэровизуального обследования (АВО) и выборочных наземных измерений на тестовых полях /3, 4/ — проводится на совокупности тестовых территорий сплошными или выборочными методами с последующей экстраполяцией данных с меньшей территории на большую. В оптимуме она должна включать также фотосъемку с небольших высот, самолетное и наземное спектрометрирование.

При разработке технологической схемы сбора опорной информации основное внимание уделялось: 1) разработке иерархии тестовых территорий, на которых реализуется сбор опорной информации; 2) обоснованию перечня измеряемых параметров для каждого звена схемы; 3) обоснованию операционной единицы и требований к точности измерений; 4) обоснованию требований к периодичности измерений; 5) разработке методик АВО и наземных измерений, приспособленных к условиям подспутникового эксперимента; 6) разработке методов систематизации опорных данных — выделения классов состояний объекта, достоверно различающихся при аэровизуальном обследовании, по средним значениям фитометрических параметров и по урожайности; 7) выявлению тенденций динамики выделенных объектов во времени с целью решения задачи экстраполяции опорных данных о состоянии объекта во времени при различных метеорологических ситуациях; 8) обоснованию возможности пространственной экстраполяции опорных данных.

Предлагаемая схема (рис.) разработана для одного типа объектов (посевов озимой пшеницы) и для одной территории — южностепной зоны СССР, но при необходимости может быть трансформирована для любого другого региона с учетом его физико-географических условий и особенностей применяемой агротехники.

Система тестовых территорий, для которой предусмотрена предлагаемая схема, включает природно-хозяйственный район (ПХР), тестовый полигон, тестовый участок и тестовые поля. Для территории каждого ранга проводится сбор опорной информации, имеющей свою специфику, проявляющуюся в особенностях задач исследований, их содержания, времени проведения по отношению к дистанционной съемке и полученным результатам.



Технологическая схема сбора опорной информации о состоянии посевов озимой пшеницы

Природно-хозяйственный район по площади соответствует группе административных районов. Выявление степени его однородности по изучаемому признаку проводится путем выборочного обследования, сопровождаемого аэроспектрометрированием. Выделяются классы состояния культуры и выявляется их процентное соотношение. Интерпретация классов состояний проводится на основе данных по урожайности за последние 10 лет. Работы на территории ПХР проводятся за 7–10 дней до съемки из космоса.

Тестовый полигон выбирается в пределах ПХР; территориально он может соответствовать любому административному району, однородному по физико-географическим условиям, агротехнике и репрезентативному по отношению к территории более высокого ранга, должен иметь хорошую привязку. Площадь его составляет около 1000 км<sup>2</sup>, которая может быть обследована в течение 2–3 дней. Работа на полигоне – сплошное АВО, квазисинхронное по отношению к съемке. Выходная продукция – карта землепользования и состояния посевов озимой пшеницы, которая может быть использована в качестве "обучающей" при автоматизированном дешифрировании и в то же время сама по себе служит ценной сигнальной информацией, особенно при наличии стрессовых ситуаций на полях.

Тестовый участок (1–2 хозяйства в пределах тестового полигона) должен представлять поля разных состояний культуры в той же пропорции, что и на полигоне в целом. На участке проводится весь комплекс работ, предусмотренных программой эксперимента: аэровизуальные, аэроспектрометрические, наземные фито- и спектрометрические на тестовых полях.

Как указывалось выше, в соответствии с системой принятых тестовых единиц за операционную единицу принята территория поля, как участка определенной площади, занятой одной культурой одного сорта с соблюдением единых сроков и правил агротехники. Тестовые поля выбираются соответственно выделенным классам состояния, количество их должно быть не менее 5–10 на каждый класс, поскольку варьирование значений параметров, особенно в классе полей плохого состояния, довольно значительно.

На тестовых полях определяются средние значения всех фитометрических параметров, характеризующих состояние посева, которые должны определенным образом коррелировать с его спектральной характеристикой. Точность полученных средних при этом должна оцениваться на уровне доверительной вероятности не ниже 0,9. Исходя из этого, рассчитывается объем выборки на тестовых полях с учетом заданной ошибки не более 10–15%. При выраженной естественной неоднородности объекта добиться большей точности затруднительно.

На 1–2-х тестовых полях проводятся специальные работы по изучению внутрифазной динамики роста культуры, позволяющие рассчитать данные на любой день эксперимента с определенной степенью достоверности.

Следует остановиться на смысловом содержании понятия "состояние посева". Поле, засеянное определенной культурой, можно рассматривать как ПТК низшего ранга, тогда под состоянием посева, как и любого ПТК, понимается определенное соотношение его структуры и функционирования в данный промежуток времени, в котором конкретные входные воздействия трансформируются в определенные выходные функции. Другими словами, состояние посева можно определить, как его интегральную качественную характеристику в определенный момент развития, выраженную граничными значениями его основных параметров. Классы состояний – группы посевов, не различающиеся достоверно по значениям отдельных параметров. На разных фазах развития посева число классов может меняться, поскольку наблюдается переход их друг в друга. Связи спектральных характеристик и фитометрических параметров обусловливают специфику спектрального образа класса состояний данной тестовой территории.

Исходя из этого определения, нами разработан перечень параметров, характеризующих состояние посева в момент обследования. При квазисинхронной стратегии сбора измеряются хозяйственno значимые фитометрические параметры, характеризующие культуру с точки зрения возможности прогноза ее конечного состояния – урожайности. Они подразделяются на 2 группы: 1) параметры, характеризующие операционную единицу в целом, которые определяются при АВО, и 2) параметры, имеющие средние статистические значения, определяющиеся на тестовых полях, оцененных с воздуха. Некоторые из них (листовой индекс) тесно коррелируют с оптико-биологическими параметрами, определяющими спектральный образ объекта.

По значениям как первой, так и второй групп параметров выделяются классы состояний. Для их выделения нами разработаны специальные матрицы, построенные на основе значений, полученных за 10-летний срок на Херсонском полигоне. При совпадении классов состояний объектов, выделенных тем и другим способом, можно считать результаты АВО достоверными и экстраполировать количественные параметры на большую территорию.

Методы выполнения специальных подспутниковых аэровизуальных и наземных работ подробно описаны нами в предыдущих публикациях [3, 4, 6]. Периодичность этих работ соответствует наиболее важным для контроля и принятия решений срокам сельскохозяйственного календаря с учетом метеорологических особенностей этих сроков, ко-

торые могут препятствовать осуществлению дистанционного контроля (облачность, туманы и т.д.).

Одним из обязательных звеньев разработанной технологической схемы является АВО, необходимое для оперативного поступления опорной информации на больших территориях. Полученные данные являются промежуточным звеном между изображением на снимке и данными наземной службы сбора, которые в силу трудоемкости не могут быть настолько массовыми, чтобы обеспечить непосредственную интерпретацию снимков.

К достоинствам этого метода относится также и то, что только при наблюдении всей операционной единицы можно оценить ее в сравнении с другими, дать экспертную оценку их сходства и различия. При этом учитывается глазомерная генерализация всех микроструктур, их осреднение в единое значение. При наземном обследовании дискретность границ теряется, образуя нечеткие переходы, и количественное определение многих параметров сопряжено с большими объемами выборки и значительными трудозатратами. Для повышения точности аэроизуальной оценки необходим ее спектрометрический контроль. Однако ведущую роль в такой комплексной самолетной оценке будет по-прежнему играть визуальная часть, поскольку помимо оценки значений отдельных параметров она фиксирует весь их комплекс. Взаимное наложение этих параметров и создает образ, отвечающий определенному классу состояния объекта. "Чистое" спектрометрирование без визуального контроля, как элемента диалогового режима, дает просто массив цифр, который может быть использован при машинной кластеризации, но физическая сущность объектов при этом интерпретируется с невысокой степенью достоверности.

Наземное обследование должно проводиться на полях всех выделенных с воздуха состояний. Наблюдения на постоянных полях наиболее удобны при подспутниковых исследованиях, поскольку поля выбираются по принципу оптимальной привязки. Выделение классов состояний на основе массовых наземных измерений проводится по комплексу параметров с учетом ведущей роли фитомассы.

Каждый из выделенных классов характеризуется с определенной вероятностью граничными значениями проектного покрытия, густоты посева, фитомассы и других параметров. Количество классов состояний различается для разных периодов развития культуры. На ранних стадиях роста, в период прекращения вегетации выделяется 5 достоверно различающихся классов, которые, как правило, соответствуют посевам в различных фенофазах. В весенний период, после возобновления вегетации число классов снижается до 4-х, в последующие периоды достоверно различаются 3 класса.

Вероятность совпадения классов, выделенных при АВО и по результатам наземных измерений на ранних стадиях развития посевов, составляет 0,75–1,0, что позволяет распространять данные наземных измерений на всю территорию тестового района. Однако в дальнейшем (после прохождения фазы колошения) при АВО выделяется большее число классов, чем при наземном. С учетом этого выделены синтезированные единые классы объектов, достоверно различающиеся как с самолета, так и по значениям параметров, измеренных на земле.

Выделенные классы представляют собой реально существующие совокупности полей, различие между которыми обусловлено главным образом неоднородностью экологических условий произрастания культуры, что в свою очередь связано с агротехникой (увлажнением и богатством почв).

Наземная информация с помощью аэровизуальной экстраполируется с тестовых полей на территорию тестового полигона. Полученная карта состояний посевов (одной или нескольких культур) может, помимо базовой карты для интерпретации дистанционных данных, служить автономной оперативной информацией для управленческих целей территории ранга хозяйства, агропромышленного объединения, района. Экстраполяция данных с территории тестового полигона на более крупные осуществляется на основе выборочного АВО, что позволяет создать серию оперативных карт состояния посевов на всю территорию области.

Информация, поступающая с сети тестовых полигонов, носит большей частью оперативный характер, поскольку сельскохозяйственные угодья имеют высокую как погодовую, так и сезонную динамику, и служит для обновления базовой информации, принятия оперативных решений, составления прогнозов на основе динамических моделей взаимодействия.

При необходимости перехода к работе в других регионах, значительно отличающихся от вышеописанного как по физико-географическим условиям, так и по типу природопользования, общий характер принятой схемы сохраняется. Так, на ее основе нами был разработан алгоритм сбора опорной информации для зоны развития северного оленеводства и охотничьего промысла на примере Таймырского автономного округа. Этот регион резко отличается не только природными условиями, но и практически полным отсутствием хозяйственной трансформации ландшафтов, т.е. естественный рисунок подстилающей поверхности сохраняется. Исходя из этого, иерархия тестовых территорий основывается на системе физико-географического районирования и ландшафтной структуре конкретного района. Она включает те же единицы – тестовые полигоны, репрезентативные для ПТК ранга ландшафта, тестовые участки – для ПТК ранга местности, профили и трансекты – для урошищ и фаций. Тестовый полигон выбирается на основе ландшафтной карты,

составленной до уровня местности на основе космических снимков и тематических карт среднего масштаба, тестовый участок выбирается в каждой местности и должен полностью характеризовать присущий ей набор уроцищ и фаций. На его территорию составляется крупномасштабная ландшафтная карта, закладывается серия ландшафтных профилей, на которых проводятся работы под конкретную задачу (в нашем варианте, под бонитировку пастбищных угодий). Размер операционной единицы зависит от масштаба работ и вида выходной продукции, как правило, это минимальный пространственный объект, выделяющийся на ландшафтной карте тестового участка.

Периодичность сбора информации зависит от задачи работ и стратегии сбора: для бонитировки пастбищ он проводится раз в год в период наибольшего развития растительности, для мониторинга – в основные фенологические периоды, соответствующие в основном пастбищным сезонам. При этом наибольшее внимание уделяется тому сезону (и типу кормов), в течение которого конкретная территория наиболее интенсивно используется.

Порядок сбора спорной информации остается таким же, как и в случае работы на полигонах земледельческого профиля, т.е. сочетание сплошного АВО выделенных на карте контуров с наземными работами на профилях, заложенных через серию контуров. При этом набор измеряемых параметров включает характеристику растительного покрова, факторы, прямо или косвенно на него влияющие, а также факторы, обуславливающие доступность пастбищ в разные сезоны выпаса. При обследовании с самолета основное внимание уделяется параметрам, характеризующим контур в целом (цвет, структура, волнистость поверхности, нанорельеф), при выборочном наземном обследовании – это параметры, отражающие состав и продуктивность растительного покрова, т.е. имеющие наибольшее хозяйственное значение.

Как и в описанном выше примере, полученная на тестовых участках информация экстраполируется с определенной вероятностью на более крупные территории соответствующего ранга, что позволяет составить необходимые карты состояний пастбищ. В отличие от сельскохозяйственных регионов, эта информация преимущественно будет носить характер базовой, поскольку является менее динамичной. Любая оперативно полученная информация о состоянии тундровых пастбищ поступает в систему паспорта территории. Например, данные по продуктивности тундр в разные по метеоусловиям годы необходимы для накопления сведений систематического пользования, поскольку тесная связь погоды и прироста биомассы дает возможность оценки последнего по годам-аналогам. И лишь в случае резкого катастрофического воздействия на ПТК и его сильного изменения (вытаптывание, техногенное воздействие) оперативная информация используется для обновления базовой.

В заключение следует еще раз отметить, что только специализированные полевые исследования могут служить основой для правильной интерпретации дистанционных данных, а следовательно, и для успешной работы ГИС на территории ранга области. Мы считаем наиболее целесообразным для успешного функционирования службы сбора сочетание самолетного и наземного звеньев. Отсутствие АВО на больших территориях приведет к невозможности распространения разобщенных данных на большие территории и практически сведет на нет их ценность.

### Л и т е р а т у р а

1. Андronиков В. Л., Королюк Т. В. Исследование дистанционных методов в почвоведении и в сельском хозяйстве // Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Почвоведение. 1985. Т. 5. 179 с.
2. Воробьева Т. А., Левина Е. Б., Рождественская Н. А. Специальное природо-хозяйственное районирование масштаба 1:2 500 000 по отдельным регионам страны // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С.31–37.
3. Васильев Е. А., Калягин П. М., Поспелова Е.Б. Предварительная методика комплексных аэровизуальных и наземных подспутниковых наблюдений за состоянием агрофитоценозов (на примере посевов озимой пшеницы) // Тр. Гос. НИЦИПР, 1984. Вып. 17. С. 40–49.
4. Васильев Е. А., Калягин П. М., Поспелова Е.Б. Уровни и этапы сбора опорной информации // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 91–95.
5. Васильев Е. А., Заева И. П., Калягин П. М., Нечаева Н. С., Поспелова Е. Б. Организация и проведение работ // Космическая география. Полигонные исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. С. 95–106.
6. Методические указания по проведению наземных агрометеорологических наблюдений за состоянием посевов озимой пшеницы при космических исследованиях / Сост. Емельянова Л.Н., Клещенко А.Д., Поспелова Е.Б., Симонов Ю.Г. Обнинск, 1987. 22 с.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ВРЕМЕННОЙ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ОПОРНЫХ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТА

При разработке технологической схемы обеспечения ГИС оперативной информацией существенную роль играют технология экстраполяции полученных на тестовых участках данных на большие территории и на определенные временные интервалы. Поскольку ГИС строится на системе специального природно-хозяйственного районирования территории, то для пространственной экстраполяции оперативных данных требуется доказательство физической однородности выделенных территорий по набору ведущих признаков, а также изменчивость этих признаков на больших площадях.

Необходимость применения в ряде случаев экстраполяции опорных данных во времени вытекает из другого методологического принципа сбора оперативной информации на тестовых участках – его этапности. При этом предполагается поступление дистанционных (космических) данных в базу данных непрерывно в течение года, и оценка состояния объекта (посева) может быть необходима на тот период, когда наземная информация отсутствует. Может также возникнуть ситуация, когда при отсутствии или плохом качестве снимков необходимо использовать данные, полученные в оперативном режиме на более ранние сроки. Приемы временной экстраполяции данных лежат также в основе решения задач прогностического характера – прогнозирования состояния посевов по ранним fazам их развития на более поздние, оценка потенциальной урожайности.

Как временная, так и пространственная экстраполяция оперативных данных основывается на понятии класса состояний (КС), приведенного выше. Согласно нашему пониманию, КС является группой объектов (полей), представляющих собой часть генеральной совокупности полей одной культуры исследуемой территории. Каждый КС характеризуется определенными количественными значениями основных параметров, которые реализуются под действием определенного сочетания внешних условий и обуславливают урожайность полей этого класса в конкретный сезон. Преимущественную роль в комплексе внешних условий играет фактор, являющийся лимитирующим в данной географической обстановке (в данном случае, увлажнение). КС не являются дискретными единицами, поскольку представляют собой состояния одного объекта – экосистемы пшеничного поля, являющегося с географической точки зрения ПТК (точнее, ТПК) низшего ранга.

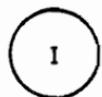
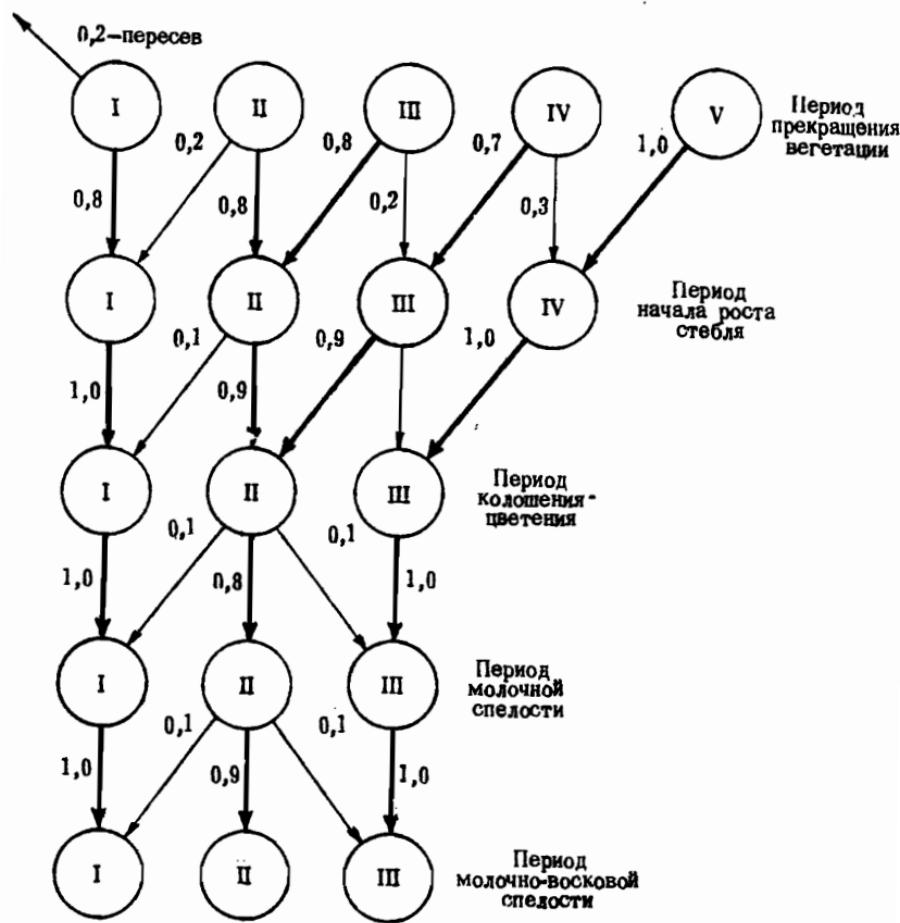
В процессе развития объекты могут переходить из одного КС в другой с определенной вероятностью. Определение степени этой вероятности и закономерностей перехода одного КС в другой и является задачей разработки алгоритма экстраполяции оперативной информации о состоянии объекта во времени.

Наши работы показали, что при отсутствии аномальных метеорологических ситуаций можно уже на ранних стадиях развития культуры по результатам аэровизуального обследования всей площади тестового полигона судить о соотношении площадей посевов разного состояния в течение последующего периода развития и о средней урожайности озимого клина тестовой территории. При возникновении аномальных неблагоприятных метеоусловий наблюдается тенденция к ухудшению, причем это происходит в периоды, непосредственно следующие за ухудшением метеоусловий /1/.

Высокий процент площадей, занятых плохими посевами в позднеосенний период, уже говорит о дальнейшей тенденции к ухудшению, поскольку посевы, не развившиеся до нормы к моменту перезимовки, чаще всего имеют низкую урожайность даже при хороших последующих условиях. Биологически это обусловлено низкой продуктивной кустистостью ослабленных растений, маломощностью развивающихся колосьев и др. Такая ситуация наблюдалась в 1981–1982 гг., когда при относительно благоприятных весенне-летних условиях урожайность была низкой вследствие сухой и холодной осени. На основе анализа многолетних фондо-вых данных можно по результатам аэровизуального обследования давать с определенной ошибкой прогноз средней районной урожайности. Наши первые опыты в этом направлении показали, что ошибка прогноза на уровне области колеблется от 13–16% при прогнозе по ранним стадиям развития до 3% при прогнозе на стадии колошения-цветения (данные по сезону 1987/88 г.). Ошибка прогноза по отдельным районам в 78% случаев составляла < 10%.

Иногда может возникнуть необходимость проведения временной экстраполяции состояния (а конкретнее – значений отдельных его параметров) и для отдельных тестовых полей, т.е. определить количественные характеристики его растительности на любой момент развития, исходя из уже имеющихся сведений, поскольку опорная информация собирается не непрерывно, а в несколько этапов.

Для решения этой задачи нами был проведен анализ данных аэровизуальных и наземных обследований по трем контрастным годам, положенный в основу вероятностной схемы динамики классов состояний в течение вегетационного периода (рис.) Наиболее стабильны во времени поля, относящиеся к классам I и IV(V), промежуточные классы изменчивы и могут с практически равной вероятностью улучшаться или ухудшаться. Поля, на которых средние значения фитометрических парамет-



I      II – номера классов состояний

0,1; 0,9 – вероятность взаимного перехода КС

Графическая вероятностная модель динамики классов состояний в течение вегетационного периода

ров приближаются к середине границы класса, имеют более четкую тенденцию к стабильности состояния, чем те, у которых эти значения в той или иной мере приближаются к граничным. Вероятность стабильности состояния увеличивается по мере развития посева, и на последних стадиях (после колошения) оно практически не меняется.

Пространственная экстраполяция результатов обследования полей тестового полигона представляет собой гораздо более сложную задачу, решение которой связано с обследованием обширных территорий.

Аэровизуальное обследование состояния посевов озимой пшеницы на территории Херсонской области проводилось нами в течение ряда лет, характеризовавшихся очень разнообразными погодными условиями на фоне стабильной агротехники. Анализ данных по среднерайонной урожайности за 20 лет показал ее значительные колебания год от года — максимальные средние значения превышали минимальные в 1,8—2,8 раз по отдельным районам, причем общего тренда изменения урожайности за эти годы не отмечалось. Несколько более высокие значения ее свойственны наиболее благообеспеченным северо-западным районам (среднегодовое количество осадков 400—450 мм), а также орошаемым районам юга области (более 30% посевной площади под орошением); наименьшие — засушливому и слабо орошаемому юго-востоку. Однако в целом картина очень пестрая, так как большую роль в процессе формирования урожая играют локальные погодные отклонения (так, в период сева в 1987 г. на засушливом юге выпало нормальное количество осадков, а на севере области не было ни одного дождя).

Обследование проводилось по случайным не пересекающимся трассам, намеченным в пределах заданных территорий, — природно-хозяйственных (ПХР) или административных районах. Специально проведенные по результатам сплошных облетов расчеты показали, что для достоверной оценки территории ранга района необходимо оценить не менее 1/3 полей культуры (50—70 полей на район при принятых севооборотах). Для экспериментальных работ мы пользовались заведомо большей выборкой (порядка 100 полей на 20 тыс. га при среднем размере поля около 125 га). После каждого обследования на эти территории строились гистограммы распределения, отражающие процентное соотношение полей разных состояний, и вычислялся средневзвешенный балл состояния. Сравнение результатов проводилось по критериям различия при заданном уровне достоверности.

Результаты показали, что на территории области практически во все периоды обследования выделяются участки, достоверно различающиеся по соотношению полей разных состояний и по средневзвешенному баллу. Однако границы этих территорий не стабильны, почти не соответствуют границам ПХР, выделенных при специальном районировании, и варьируют в зависимости от условий конкретного сезона, причем характер

гистограмм распределения для этих территорий также не является стабильным. Это совершенно естественно, поскольку в основу выделения ПХР положен структурно-текстурный принцип, т.е. районирование проводится по морфологическим особенностям рисунка, обусловленного стабильными природными и хозяйственными факторами; это естественный рельеф и гидросеть, а также характер структуры землепользования, обуславливающий форму, размеры и ориентацию полей.

С другой стороны, поскольку агробиоценозы относятся к категории кратковременных экосистем, весь цикл развития которых от начала формирования до отмирания проходит в пределах одного года, на их развитие основное влияние, наряду с характером агротехники, оказывают динамичные и плохо прогнозируемые погодные факторы, в первую очередь – распределение осадков. Поэтому соотношение классов состояний объекта на конкретный момент развития всегда имеет свою специфику, и единожды проведенное районирование, природно-хозяйственное или административное, не позволяет выделить постоянные территории, однородные по этому признаку.

Из этого следует, что при штатной работе ГИС необходимым звеном сбора оперативной информации будет аэровизуальное обследование, которое должно проводиться по случайной выборке в рамках тех территорий, которые будут положены в основу работы ГИС – ПХР, административным районам или для области в целом, в зависимости от уровня потребителя. Как будет показано ниже, для экстраполяции наземных данных, полученных на тестовых полигонах, ранг тестовых территорий не играет существенной роли.

Имея для каждого административного района соотношение полей разных состояний, полученное по данным аэровизуального обследования, можно, проведя наземные работы на серии тестовых полях, охватывающей все выделенные классы состояний, экстраполировать эти данные на всю территорию.

При постановке работ такого рода возникает вопрос, насколько далеко по пространству могут быть экстраполированы значения параметров объекта, определенные на тестовых полях, оцененных сверху одинаково. Исходя из того, что глазомерная оценка осуществляется путем сравнения объекта с мысленным эталоном, одинаковым для всей исследуемой территории, можно предположить, что объекты (поля), оцененные одним и тем же баллом, будут иметь одни и те же физические значения параметров.

Для проверки этого предположения был проведен ряд экспериментальных работ по выявлению сходства и различия количественных значений фитометрических параметров на полях, расположенных в разных, удаленных друг от друга районах и оцененных одинаково при аэровизуальном обследовании. Эти работы проведены на фазах прекращения ве-

гетации и начала весеннего роста в 1986/87 г. и 1987/88 г. Тестовые поля были выбраны на северо-западе (Высокопольский, Нововоронцовский районы), севере (Верхнерогачикский, Великолепетихский), в центре (Нижнесерогозский, Горностаевский) и юго-востоке (Генический, Новотроицкий районы) области; на полях проводился цикл работ по принятой нами методике /2/.

Сезоны наблюдения были контрастными по метеоусловиям, что явилось причиной различий в соотношении полей разных состояний. Наиболее благоприятным для роста и развития культуры был сезон 1985/86 г. наименее — 1986/87 г. (сухая осень, бесснежная и холодная зима, затяжная весна); сезон 1987/88 г. можно считать близким к среднему, но теплая и влажная зима и ранняя весна привели к улучшению состояния посевов, в результате чего на фазе начала роста стебля преобладали поля хорошего и отличного состояний (III, IV).

Из всего количества тестовых полей, на которых проводились наземные измерения, для сравнения отбирались лишь те, на которых средние значения параметров статистически достоверны (ошибка определения средних  $\leq 10\%$ ). Сравнение значений фитометрических параметров посевов, оцененных с самолета одинаковым баллом, проводилось несколькими методами и на разном уровне генерализации.

1. Проведено сравнение фитомассы на отдельных точках (учетных площадках), имеющих одинаковое проективное покрытие и расположенных в разных районах, поскольку именно этот параметр является основным при аэровизуальной (глазомерной) оценке состояния. С этой целью рассчитаны средние значения фитомассы для всего массива площадок с одинаковым проективным покрытием, т.е. по сути дела проверялось сходство и различие фитометрических параметров на самом низком уровне генерализации, когда операционной единицей является минимальная площадка размером 1 м<sup>2</sup>. Из результатов, приведенных в табл. 1, достаточно ясно видно, что значения фитомассы при одинаковом проективном покрытии практически одинаковы в разных районах. Это подтверждается также сравнением полученных средних по критерию Стьюдента, который был рассчитан для каждой пары вышеприведенных средних и показал достоверное различие значений фитомассы при разном проективном покрытии в одном районе и отсутствие достоверного различия между районами в пределах одной градации покрытия.

2. Проведено сравнение средних значений фитомассы и густоты на отдельных полях одного и того же состояния в разных районах.

Сравнение средних значений фитомассы на полях одного состояния в разных районах проведено по данным, полученным в апреле 1987 г., с применением критерия Стьюдента ( $t_{st}$ ) при равной дисперсии признака. В качестве примера приведено сравнение полей состояния II (табл. 2).

Таблица 1

Значения фитомассы для участков с разным проективным покрытием в разных районах (апрель 1986 г.)

Районы	Проективное покрытие, %				
	<5	5	10	15–20	25–45
Верхнерогачикский, Великолепетихский	7,2±0,7 $\sigma = 2,4$ $c v = 33,4$	21,0±1,2 $\sigma = 8,0$ $c v = 38,1$	41,2±2,0 $\sigma = 16,0$ $c v = 38,0$	64,4±2,3 $\sigma = 19,0$ $c v = 30,0$	122,5±109 $\sigma = 57,0$ $c v = 46,0$
Нововоронцовский, Великоалександровский	8,6±0,6 $\sigma = 2,8$ $c v = 32,7$	22,1±2,6 $\sigma = 11,4$ $c v = 51,6$	41,6±5,0 $\sigma = 21,2$ $c v = 51,0$	80,9±3,6 $\sigma = 22,1$ $c v = 27,3$	120,6±5,7 $\sigma = 39,3$ $c v = 32,6$
Нижнесерогозский	7,1±0,6 $\sigma = 2,1$ $c v = 29,7$	22,3±1,7 $\sigma = 8,6$ $c v = 38,1$	38,0±3,0 $\sigma = 14,3$ $c v = 37,6$	77,0±3,1 $\sigma = 19,2$ $c v = 32,6$	134,6±5,8 $\sigma = 31,6$ $c v = 23,5$

Таблица 2

Значения критерия Стьюдента ( $t_{St}$ ) при сравнении средних значений фитомассы на полях состояния II в разных районах области

Район	Великолепетихский	Нововоронцовский, Великоалександровский			Высо- кополь- ский	Нижнесерогозский, Горностаевский			Генический, Новотроицкий		
		ПХР 1а		ПХР 1б		ПХР 1в		ПХР 2		ПХР 7	
Номер поля	119 4	1130	1	23	25	66в	60	11	66с	734	817
119 4		0,1	1,5	0,42	1,3	0,5	0,42	0,32	0,7	1,7	0,46
1130			1,1	0,41	1,3	0,7	0,62	0,35	0,7	1,7	0,28
1				3,0	4,0	0,9	2,5	1,4	2,6	3,7	0,6
23					1,3	1,3	0,4	0,2	0,56	2,2	1,2
25						0,7	0,82	0,4	0,4	1,17	2,3
66в							1,2	0,7	1,5	2,7	0,3
60								0,1	0,2	1,4	1,6
11									0,12	0,98	0,7
66с										1,1	1,4
734											2,7
817											
Факти- ческое значение	27,5 $\pm 3,5$	27,0 $\pm 4,7$	21,6 $\pm 2,3$	29,1 $\pm 2,2$	33,0 $\pm 2,4$	24,4 $\pm 3,1$	30,6 $\pm 5,4$	30,1 $\pm 7,6$	31,2 $\pm 3,4$	38,8 $\pm 4,3$	25,6 $\pm 2,2$

Как видно из таблицы, поля, расположенные в разных районах, в большинстве случаев не отличаются достоверно по значениям фитомассы. В то же время имеются случаи различия средних между полями одного района. По-видимому, применение критерия  $t_{st}$  для таких целей не всегда целесообразно, поскольку он основан на сравнении дисперсий, и поэтому при сильной вариабельности параметра ( $s_v$  в данном случае колеблется от 40 до 90%) поля с близкими значениями средних могут различаться по  $t_{st}$  и наоборот.

Поэтому для подтверждения выводов мы провели также сравнение отдельных выборок, полученных на полях разных районов, относящихся к одному классу состояния (II) по непараметрическому критерию  $\lambda$ , основанному на вычислении максимальной разности накопленных частот. Сравнивались значения надземной фитомассы озимой пшеницы для этого же периода наблюдений. Во всех случаях выборки не различались, поскольку вычисленное значение  $\lambda$  было меньше стандартного значения при 5%-ном уровне значимости ( $\lambda = 1,84$ ). При сравнении выборок, относящихся к разным классам состояний, как в одном районе, так и в разных различия были достоверны.

Подобное же сравнение проведено для классов состояний в целом. Сравнивались средние значения фитомассы и густоты посева на всех полях, входящих в одни и те же классы состояний в разных районах. Сравнение проведено для периодов начала роста стебля (апрель) 1986, 1987 и 1988 гг. Результаты показали, что для совокупностей полей одного класса состояния в разных районах вычисленные значения критерия  $\lambda$  ни в одном случае не превышали стандартные, что говорит о принадлежности объектов к одной совокупности, несмотря на удаленное географическое положение. Таким образом, можно считать статистически доказанной принадлежность полей одного и того же класса состояния к одной генеральной совокупности.

На последнем этапе эксперимента было проведено сравнение на уровне операционной единицы "класс состояния" в период прекращения устойчивой вегетации 1987 г. Для этого опорная информация собиралась на максимально большом количестве полей, средние значения фитометрических параметров по каждому классу вычислялись из всей совокупности площадок, заложенных на полях одного состояния (табл. 3).

Сравнение по критериям Стьюдента и  $\lambda$  подтвердило те же закономерности, которые были получены на предыдущих этапах, т.е. достоверное различие средних значений параметров между соседними и отсутствие различий в пределах одного класса по всей территории области.

Следовательно, сбор оперативной информации в рамках работы ГИС может проводиться в ограниченном числе тестовых полей в пределах тестового полигона, заложенного в одном или двух территориально близ-

Таблица 3

Значения фитомассы и густоты посева для разных КС  
в разных районах в период прекращения  
устойчивой вегетации 1987 г.

Параметр	Класс состояния	В целом по области	По районам		
			Верхнерогачикский	Нижнесерогозский	Нововоронцовский
Фитомасса, г/м <sup>2</sup>	I	7,8±0,8	8,3±1,0	8,0±0,9	7,3±0,5
	II	17,0±0,6	16,4±1,5	19,1±1,3	17,2±0,6
	III	41,3±2,1	44,7±2,2	51,6±3,4	36,3±3,4
	IV	72,5±2,7	80,6±4,0	74,9±3,4	70,6±3,0
	V	87,6±2,6	86,7±4,0	88,2±3,1	90,4±4,3
Густота, экз/м <sup>2</sup>	I	365±17	405 ±19	350±9	324±7
	II	420±18	441±21	431±16	400±18
	III	666±21	696±21	758±33	624±25
	IV	889±18	944±26	893±28	894±23
	V	1009±30	1010±36	1015±41	1029±49

ких районах. Совершенно обязательно проведение работ на полях всех КС, выделенных при аэровизуальном обследовании, причем тестовые поля должны быть типичными для данного КС. При этом следует помнить, что все изложенные результаты касаются только посевов на бугре. Для орошаемых посевов, по-видимому, должна быть взята параллельная выборка.

При известном соотношении КС для каждого района, полученному по результатам аэровизуального обследования, могут быть рассчитаны средневзвешенные значения отдельных параметров для районов в целом.

Таким образом, технологическая схема сбора оперативной информации должна включать обязательное аэровизуальное обследование области по случайным трассам, сплошное аэровизуальное обследование тестового полигона с выбором тестовых полей и комплекс наземных работ на выбранных полях обычным или ускоренным методом с последующей экстраполяцией результатов на всю территорию области с определенной степенью достоверности. Последняя зависит от степени варьирования значений фитометрических параметров в пределах одного КС и может различаться в разные по погодным условиям годы, поскольку они определяют однородность и преобладающее состояние посевов.

## Л и т е р а т у р а

1. Поспелова Е. Б. Возможности временной экстраполяции опорных данных о состоянии объектов аэрокосмического мониторинга (на примере озимой пшеницы) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География, 1988, № 4. С. 73–79.

2. Методические указания по проведению наземных агрометеорологических наблюдений за состоянием посевов озимой пшеницы при космических исследованиях / Сост. Емельянова Л.Н., Клещенко А.Д., Поспелова Е.Б., Симонов Ю.Г. Обнинск, 1987. 22 с.

Н.В.Назаревский, Н.С.Нечаева, Е.Б.Поспелова

### ПОЛУЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ

Проведение полного цикла работ по сбору оперативной информации на полигонах земледельческого профиля при соблюдении заданной достоверности получаемых данных требует иногда значительных трудозатрат. Особенно трудоемки массовые наземные работы на тестовых полях. По нашим расчетам, основанным на многолетних данных, необходимое число учетных площадей на отдельном поле колеблется от 10 до 150 в зависимости от фазы развития культуры, состояния и однородности посева /1/. Кроме того, определение отдельных параметров (густота посева, фитомасса, листовой индекс), необходимых для хозяйственной оценки посева и перехода к его оптическим характеристикам, требует более длительной работы в поле и кропотливой камеральной обработки. Исходя из этого, нами проводились специальные методические работы, направленные на сокращение времени сбора количественных данных о состоянии посевов с целью увеличения их оперативности.

Сократить трудозатраты по сбору оперативной информации возможно несколькими путями:

1) за счет сокращения числа обследуемых на земле полей и перехода к аэровизуальной оценке фитометрических параметров;

2) за счет сокращения времени работы на одном поле и времени камеральной обработки, что может быть достигнуто: а) инструментальным (фотометрическим) определением фитометрических параметров с

предварительной тарировкой прибора /2/; б) применением расчетных методов определения наиболее трудоемких параметров; в) сокращением числа учетных площадок.

Все указанные способы опробовались нами в период полевых работ 1985–1988 гг. на Херсонском полигоне на примере посевов озимой пшеницы с целью модификации и упрощения отдельных положений разработанных нами ранее методик наземного обследования /1, 3/. Сразу следует отметить, что сокращение числа учетных площадок на поле приводит к снижению точности полученных средних значений. Минимальное количество учетных площадок составляет 20 – на однородных и 30 – на неоднородных полях (ошибка среднего – меньше 15%), при этом площадки, попавшие в пятна изреженности, при случайной выборке должны учитываться как дополнительные. Дальнейшее сокращение объема выборки по нашим расчетам недопустимо.

Проведение инструментального определения фитометрических параметров с использованием современных переносных приборов, в частности, разрабатываемых во ВНИИСХМ /2/, очень перспективное направление, это показали наши экспериментальные работы, проводившиеся на разных стадиях развития культуры. Однако пока подобные приборы существуют лишь в опытных экземплярах и нет возможности их использования в действующей сети станций наблюдений, которая предусматривается в рамках ГИС.

Остановимся на рассмотрении возможностей сокращения числа тестовых полей и оценки средних значений фитометрических параметров по данным аэровизуальной оценки (АВО), а также возможностей применения расчетных методов определения трудоемких параметров на тестовых полях.

### Возможности оценки фитометрических параметров посевов по данным АВО

Методические подходы к сбору оперативной информации, оценке достоверности полученных данных и их экстраполяции должны быть основаны на свойствах изучаемого природного объекта. В конкретном случае объектом является монодоминантное, динамичное и кратковременное по длительности полного цикла развития растительное сообщество. Как и у каждого вида, у доминанта (озимой пшеницы) имеется определенный экологический ареал по ряду градиентов (увлажнения, теплообеспеченности, богатства почвы). В рамках этого ареала выделяются условия оптимума, при которых описывающие фитоценоз параметры имеют максимальное развитие. Кратковременность существования сообщества, составленного эдификатором-однолетником, определяет его динамичность, т.е.

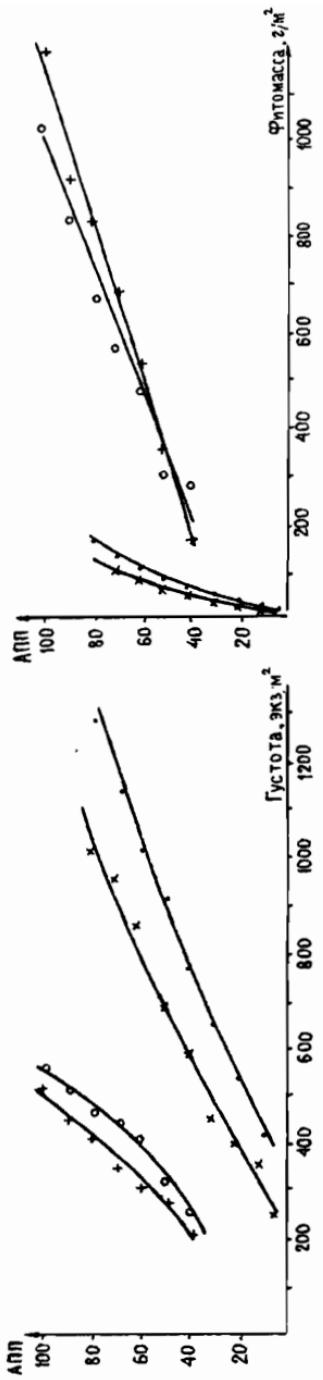
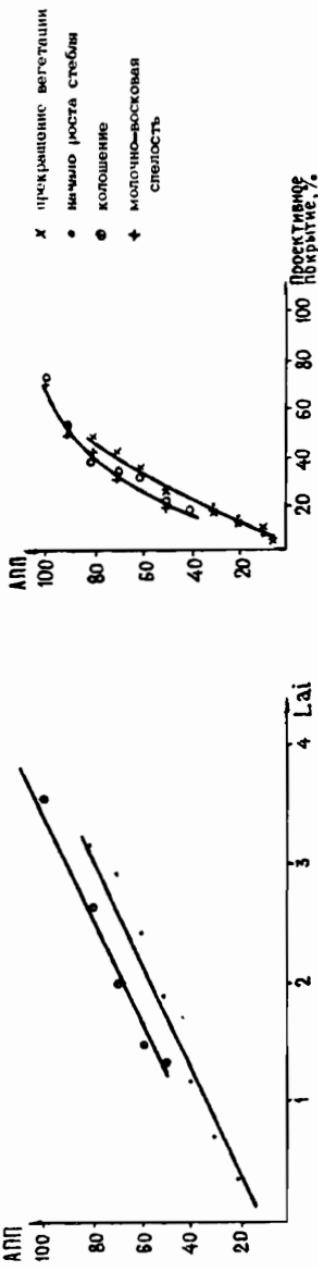
быструю смену значений параметров в течение жизненного цикла. Естественно, эти значения для каждой фазы развития имеют определенные границы, обусловленные видовыми признаками, заложенными в генотипе (высота, масса растения, число листьев, и т.д.), или агротехникой (заданная норма высева, обуславливающая густоту посева). Агротехника, а именно наличие севооборотов с чередованием полей, определяет и пространственную динамику объекта в течение ряда лет.

Следовательно, изучая посевы одной культуры одного региона с устоявшейся, климатически обусловленной агротехникой, мы имеем дело с постоянным набором объектов, составляющих одну генеральную совокупность. Эти объекты представляют собой поля одной культуры, разное состояние которых обусловлено природными и агротехническими факторами. Поскольку в число природных факторов входят и метеоусловия сезона, процентное соотношение полей различных состояний (т.е. полей, описываемых разными значениями фитометрических параметров) должно различаться год от года. Правильная агротехника может выравнивать эти значения, а нарушения приемов возделывания — усугублять пресс неблагоприятных погодных условий.

Многолетний опыт работ в одном и том же регионе, характеризующемся относительно засушливым климатом, показал, что в основные фазы развития для разных по погодным условиям лет фитометрические параметры объекта, как и параметры, определяемые при АВО, колеблются в одних и тех же пределах, т.е. набор состояний посевов постоянен. Однако процентное соотношение их сильно колеблется по годам, что особенно тесно связано с влагозапасами в пахотном слое.

Исходя из этого можно предположить, что многолетние массивы данных по комплексной оценке тестовых полей фактически представляют собой генеральную совокупность, включающую весь возможный набор состояний, реализующийся в достаточно контрастные по условиям 1977—1988 гг. Сравнительный анализ этих данных позволит выявить связи между аэровизуальной оценкой и количественными значениями фитометрических параметров, полученными для одних и тех же полей.

Для каждого периода обследования, соответствующего определенной стадии развития озимой пшеницы, были рассчитаны средние значения основных фитометрических параметров по тестовым полям, оцененным с самолета одним значением проектного покрытия (от минимального до максимального) за все годы наблюдений. Интервал аэровизуальной оценки составлял 10%. Всего в массив обработки было включено 690 полей — 199 обследованных в период прекращения вегетации, 251 — в начале роста стебля, 111 — на стадии колошения и 130 — в период созревания. Ошибка средних составляла от 2 до 14%. Графические зависимости показаны на рисунке.



Зависимости между значениями аэровизуальной оценки проективного покрытия и средними значениями фитометрических параметров на тестовых полях для разных периодов исследования

Зависимости аэровизуальной оценки проективного покрытия от его истинного значения на земле практически имеют одинаковый характер в течение всего периода развития. Аэровизуальная оценка превышает истинную в 1,5–2,5 раза в зависимости от густоты культуры. Отсутствие существенного различия этого параметра на разных фенофазах подчеркивает единство метода его измерения (глазомерной оценки), превышение значений соответствует генерализации отдельных мелких контуров.

При анализе связей значений густоты посева с аэровизуальной оценкой проективного покрытия заметны выраженные отличия полученных зависимостей для разных фаз развития культуры; одни и те же оценки покрытия соответствуют разным фактическим значениям густоты, что обусловлено различиями в степени кустистости растений на разных фенофазах (максимальная – на стадии весеннего роста, минимальная – в период созревания).

Наиболее четкие связи с аэровизуальной оценкой обнаруживаются у фитомассы. Для ранних периодов обследования они практически одинаковы, в период созревания характер зависимости резко меняется. Увеличение массы происходит за счет роста посева в высоту, поэтому при адекватных значениях покрытия фитомасса значительно больше.

На основании проведенного анализа были составлены таблицы приведения аэровизуальных оценок проективного покрытия к количественным значениям ведущих параметров состояния – истинному покрытию, густоте и фитомассе с той или иной вероятностью (табл. 1). С наибольшей вероятностью можно оценить фитомассу практически на всех фенофазах, с наименьшей – густоту посева. Это объясняется тем, что при наземном обследовании учитываются все побеги, включая стерильные и недоразвитые, которые перекрываются полностью верхним ярусом посева. В формировании фитомассы они играют незначительную роль. Поэтому при близких значениях проективного покрытия значения густоты, в отличие от фитомассы, варьируют очень сильно.

В ряде случаев, когда средние значения параметров на полях, одинаково оцененных с самолета, сильно варьировали при наземной оценке или отличались друг от друга недостаточно достоверно (определение различия средних проводилось с использованием критериев Стьюдента и Фишера), значения покрытия группировались до того уровня, при котором вероятность определения была не менее 0,6.

Приведенная таблица может применяться при оценке фитометрических параметров на больших площадях. Для выяснения достоверности этих оценок в конкретные годы наблюдений необходимо провести минимальный цикл наблюдений на тестовых полях и наложить полученные средние значения параметров на стандартный график, поскольку область разброса значений в зависимости от конкретных метеоусловий и фазы развития может находиться в разных его участках. При этом

Приведение аэровизуальных оценок проективного  
(для разных

Аэровизуальная оценка проектив- ного покрытия, %	Истинное проективное покрытие, %		
	прекращение вегетации	начало роста стебля	молочно- восковая спе- льность
<10	$\frac{1-6}{0,90} *$	$\frac{3-7}{0,81}$	
10	$\frac{7-14}{0,70}$	$\frac{8-18}{0,69}$	
20			
30	$\frac{15-19}{0,75}$	$\frac{19-28}{0,79}$	
40			$\frac{10-15}{1,00}$
50			
60	$\frac{20-39}{0,91}$	$\frac{29-50}{0,71}$	$\frac{16-25}{0,62}$
70			
80	$\frac{40-50}{0,79}$	$\frac{51-60}{0,86}$	$\frac{26-44}{0,65}$
90			
100			$\frac{45-60}{0,94}$

\* В числителе — границы значений параметра, в знаменателе — аэровизуальная оценка.

Таблица 1

покрытия к значениям фитометрических параметров  
периодов обследования)

Густота посева, экз./м <sup>2</sup>			Надземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>		
прекращение вегетации	начало роста стебля	молочно-восковая спелость	прекращение вегетации	начало роста стебля	молочно-восковая спелость
100—300 0,85	150—300 0,81		1—12 1,00	5—12 0,81	
301—400 0,62	301—600 0,85		13—19 0,87	13—19 0,65	
			20—28 0,78	20—34 1,00	
401—550 0,57	601—9 00 0,75		29—34 0,85	35—49 0,92	
			150—200 0,90	35—44 1,00	50—69 0,96
551—700 0,60	9 01—1100 0,67	251—300 0,61	45—69 1,00	70—79 1,00	301—475 1,00
			70—99 1,00	80—109 0,87	476—625 0,70
701—1100 0,78	1101—1400 0,93	301—450 0,87	100—150 0,71	110—149 0,91	626—750 0,78
				150—200 1,00	751—850 0,81
		450—600 0,63			851—1000 0,90
					1001—1500 0,93

нагеле — вероятность оценки.

в массив контрольных полей обязательно должны быть включены наиболее густые и наиболее разреженные поля, чтобы определить границы области разброса.

В силу вероятностного характера количественной оценки этим методом не следует пользоваться для расчета параметров на конкретных полях. Наиболее целесообразно его применение для получения значений площадей, занятых посевами с теми или иными характеристиками густоты и фитомассы.

### Применение расчетных методов определения наиболее трудоемких параметров

Для изучения возможностей данного метода нами был взят массив данных по тестовым полям, относящийся к периоду возобновления вегетации и начала роста стебля. Обследования проводились в течение 12 лет, что позволило выявить характер зависимостей фитометрических параметров в различных погодных ситуациях. Каждый год на полях визуально и инструментально определялись 4 параметра: проективное покрытие, надземная фитомасса, высота и густота побегов озимой пшеницы. Наиболее трудоемок подсчет густоты растений и определение массы, поэтому для сокращения полевых трудозатрат целесообразно сохранить полевое определение проективного покрытия ( $x$ ) и высоты растений ( $z$ ), отказавшись от подсчета густоты и отбора проб на фитомассу. Математические расчеты и статистический анализ последних, проведенные согласно общепринятой методике /4/, показали, что между этими двумя параметрами и значениями надземной фитомассы ( $y$ ) существует тесная связь. Для примера был рассмотрен массив тестовых полей за 1988 г. В этот период работы велись в 4-х районах Херсонской области: Нововоронцовском, Нижнесерогозском, Великолепетихском и Верхнерогачикском. Всего обследовано 30 полей, на которых было заложено 877 учетных площадок. По классам состояния эти поля распределились следующим образом: 2 поля — 1-го класса состояния; 2 поля — 2-го; 9 полей — 3-го; 7 полей — 4-го; 10 полей — 5-го класса состояния.

Все фитометрические параметры тесно связаны друг с другом, поэтому рассматривать частные (парные) коэффициенты корреляции нецелесообразно. Множественный коэффициент корреляции, рассчитанный для каждого поля, оказался очень высоким, в основном 0,85–0,90 (табл. 2). Такая же тесная связь выявлена и по коэффициентам множественной корреляции, посчитанным как для каждого района обследований, так и для каждого класса состояния.

Уравнения множественной регрессии однотипны. Величины коэффициентов и свободного члена уравнения близки между собой, если срав-

Таблица 2

Множественные коэффициенты корреляции  
и уравнения множественной регрессии для отдельных полей,  
полученные при анализе зависимости сухого веса  
надземной фитомассы озимой пшеницы ( $y$ )  
от проективного покрытия ( $x$ ) и высоты ( $z$ ) растений

Район	Номер поля	Состо- яние	Коэффициент множествен- ной корреля- ции	Уравнение множественной регрессии $y = \text{сух. фитомасса} (\text{г}/\text{м}^2)$ , $x = \text{п/п} (\%)$ $z = \text{h} (\text{см})$
Великолепетихский	1358	1	0,8434	$(-10,9934 + 0,6176x + 1,1692z) \pm 2,5018$
	1392	3	0,9309	$(-240,3823 + 3,2968x + 13,4500z) \pm 41,841$
	1233	3	0,9019	$(-67,0666 + 6,1906x + 4,325z) \pm 28,7079$
	1222	3	0,9792	$(-44,5492 + 3,5106x + 3,3662z) \pm 9,5114$
	1242	4	0,9553	$(-131,2312 + 4,3414x + 9,1145z) \pm 22,7553$
	1199	4	0,9454	$(-148,3623 + 2,9037x + 9,7902z) \pm 20,8953$
	1294	3	0,9288	$(-71,7415 + 2,0304x + 8,4954z) \pm 15,5328$
	1350	5	0,8769	$(-123,3623 + 2,5778x + 10,2299z) \pm 40,9398$
	1136	5	0,8404	$(-157,9918 + 1,6401x + 10,6379z) \pm 58,1512$
	1196	5	0,8665	$(-159,2455 + 3,4468x + 10,7876z) \pm 43,5419$
	1099	5	0,8838	$(-513,1605 + 1,4215x + 23,5755z) \pm 27,9654$
Нижнекерогольский	31	3	0,9210	$(-32,8108 + 7,3357x + 1,4728z) \pm 15,2809$
	22	4	0,8714	$(-163,2097 + 2,8450x + 10,1437z) \pm 39,9623$
	26	5	0,9102	$(-115,3633 + 8,5147x + 2,9135z) \pm 35,6831$
	27	5	0,8240	$(-19,58927 + 5,9659x + 7,8204z) \pm 58,6423$
	30	4	0,9499	$(-139,7781 + 7,0478x + 7,4427z) \pm 23,9645$
	159	5	0,7699	$(-88,3693 + 5,2463x + 6,6552z) \pm 54,5428$
Воронеж- рогачинский	142	3	0,9375	$(-54,2586 + 4,4628x + 2,9725z) \pm 20,2773$
	261	3	0,9533	$(-1,5933 + 4,1156x + 0,1192z) \pm 13,4160$
	386	3	0,9008	$(-70,7989 + 3,0534x + 5,5883z) \pm 10,5813$
	330	4	0,9347	$(-81,4444 + 2,4133x + 5,6430z) \pm 17,3150$
Новоронцовский	23	1	0,8801	$(-4,4929 + 3,7000x + 0,2431z) \pm 6,6731$
	41	2	0,8379	$(-15,7170 + 1,8173x + 2,1839z) \pm 11,0684$
	35	2	0,9130	$(-24,6628 + 0,8303x + 3,4554z) \pm 13,6553$
	87	3	0,9288	$(-107,7004 + 4,0415x + 8,3050z) \pm 21,6059$
	29	5	0,9203	$(-143,3395 + 2,4947x + 9,6576z) \pm 43,7065$
	135	5	0,9280	$(-74,1983 + 3,0196x + 7,5661z) \pm 29,5420$
	25	4	0,8758	$(-9,34699 + 4,2858x + 6,6051z) \pm 30,9934$
	26	5	0,8796	$(-300,9484 + 2,0743x + 19,0740z) \pm 44,0212$
	27	4	0,8603	$(-149,2786 + 4,5912x + 7,4749z) \pm 27,1473$

нивать уравнения, относящиеся к одному классу состояний. Наиболее резко отличается группа полей состояния 1–2 класса от массива полей хороших состояний 3–4 класса (табл. 2).

Далее было проведено сравнение величины надземной фитомассы, определенной полевыми методами, с фитомассой, рассчитанной при помощи уравнений регрессий. Здесь проверялись разнообразные варианты расчета фитомассы: 1) по общему уравнению регрессии всей фенофазы  $y = (-100.1695 + 3.1441x + 7.6193z) \pm 38.3617$ ; 2) по уравнениям регрессии, построенным для каждого района; 3) по уравнениям регрессии для каждого класса состояний.

Величины отклонений расчетных значений фитомассы от фактических колеблются в пределах 10–15%. Естественно, наименьшие отклонения будут в том случае, когда для расчета берется массив данных, наиболее близкий по своим параметрам к проверяемому. Например, при применении уравнения регрессии для 1 класса состояния величина отклонения значений расчетной надземной фитомассы от фактической для конкретного поля плохого состояния составляет 1%, для состояния 2 – 15%, для состояния 3 – 20%. Для наиболее хороших полей (состояния 4–5 класса) ошибка возрастает до 40–70%. Аналогичная картина и в других возможных вариантах расчета. Мы считаем, что если отклонение расчетного параметра от фактического не превышает 10–15%, то данным уравнением можно пользоваться. В нашем примере для расчетов можно пользоваться уравнениями регрессии для любого административного района, и величина ошибки также не будет превышать 10–15%, так как условия произрастания и агротехнической обработки полей аналогичны во всех районах.

Анализируя результаты, можно сказать, что наиболее целесообразно применять для расчета интегральное уравнение регрессии, посчитанное для массива, который охватывает как поля различных районов, так и весь набор классов состояний культуры (табл. 3). Имея такое уравнение, можно провести обследование большего количества тестовых полей по двум параметрам – высоте и проективному покрытию, а затем рассчитать величину фитомассы. Величина расчетного значения отличается от фактической фитомассы в среднем на 10–15%.

Уравнения регрессии для каждого класса состояний пригодны для расчетов только в пределах этого класса. Уравнения, относящиеся к 1–2 классу, характеризуют посевы озимой пшеницы, находящиеся в фазе "3-й лист-начало кущения", а остальные – в фазе роста стебля. Поэтому так велики отклонения расчетных значений фитомассы от фактических.

Вычисление надземной фитомассы на основе уравнений регрессии возможно лишь при достаточном объеме обучающей (контрольной) выборки – 250–300 точек, которые относятся к полям разных состояний.

Таблица 3

Множественные коэффициенты корреляции  
и уравнения множественной регрессии для административных районов (А)  
и отдельных классов состояний (Б)\*

A. Административный район	Количество точек наблюдений	Коэффициент множественной корреляции	Уравнение множественной регрессии
Великолепетихский	325	0,9146	(-94,5866 + 3,1031x + 7,5466z) ± 39,4987
Нижнесерогозский	167	0,8649	(-113,9086 + 4,4224x + 7,2110z) ± 44,3518
Верхнерогачикский	119	0,9212	(-15,4993 + 3,9245x + 1,1819z) ± 17,9726
Новоронцовский	266	0,9248	(-116,6197 + 2,7914x + 9,0016z) ± 35,3651
<b>Б. Класс состояний</b>			
1	56	0,9219	(-6,3041 + 3,5199x + 0,4527z) ± 6,5640
2	58	0,8834	(-15,4838 + 1,9745x + 2,0540z) ± 9,8506
3	270	0,8901	(-84,7290 + 3,7049x + 6,2428z) ± 26,5331
4	206	0,8579	(-106,1889 + 3,1522x + 7,6612z) ± 35,1932
5	287	0,8207	(-93,1044 + 2,8986x + 7,8050z) ± 51,8230
Весь массив полей	877	0,9072	(-100,1695 + 3,1441x + 7,6193z) ± 38,3617

\* Данные получены при анализе зависимости сухого веса надземной фитомассы озимой пшеницы ( $y$ ) от проективного покрытия ( $x$ ) и высоты ( $z$ ) растений.

Попытка расчета фитомассы для конкретного года по уравнению множественной регрессии, построенному по данным другого года, положительных результатов не дала. Очевидно погодные условия и агротехническая обработка посевов достаточно сильно влияют на развитие озимой пшеницы, поэтому необходимо каждый год вести наблюдения по полной методике наземных наблюдений на тестовых полях на 200–250 точках, а на остальных полях проводить измерения лишь высоты и проективного покрытия с целью последующего расчета фитомассы.

Таким образом, при необходимости сбора оперативной информации на больших территориях при заданной ошибке полученных средних порядка 10–15% можно ограничиться полным циклом наземных работ лишь на нескольких тестовых полях, для которых должны быть получены средние значения фитометрических параметров с максимальной доступной точностью. При необходимости получения средних по большому массиву объектов (например, по классам состояний тестовой территории) можно провести их вероятностную оценку с использованием стандартных кривых и матриц приведения аэровизуальных оценок проектного покрытия к фактическим параметрам состояний (см.рис., табл.1). Если же нужны средние значения параметров (в частности, фитомассы, как наиболее связанного с яркостными характеристиками) отдельных объектов, причем этих объектов (полей) должно быть достаточно много, можно применять уравнение множественной регрессии, рассчитанное на основе относительно небольшого объема выборки (250 точек). При этом обучающий массив должен включать поля всех классов состояний, выделенных при АВО.

Применение как оценочных, так и расчетных методов возможно при наличии достаточно большого массива опорной информации, накопленной в базе данных за несколько лет, контрастных по метеоусловиям. Этот массив используется как для построения стандартных матриц, так и для выделения границ КС по количественным значениям параметра, необходимого при построении уравнений регрессий. Чем больше такой массив, тем выше будет точность оценки, поэтому при сборе оперативной информации в рамках ГИС в течение ряда лет она должна обязательно поступать в группу файлов "подспутниковые данные" базы данных, причем включать не только средние значения по полям, но и значения на отдельных точках.

### Л и т е р а т у р а

1. Васильев Е. А., Карягин П. М., Поспелова Е. Б. Предварительная методика комплексных аэровизуальных и наземных подспутниковых наблюдений за состоянием агрофитоценозов (на примере посевов озимой пшеницы) // Тр. ГосНИИПР. 1984. Вып.17. С. 40–49.
2. Рачкулик В. И., Ситникова М. Г. Отражательные свойства состояния растительного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 287 с.
3. Методические рекомендации по проведению наземных наблюдений за состоянием посевов озимой пшеницы при дистанционных исследованиях // Сост.: Заева И. Н., Поспелова Е. Б. Л. 1982. 35 с.
4. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. 576 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
<i>Симонов Ю.Г.</i> . География и задачи управления народным хозяйством.....	5
<i>Воробьев Т.А., Левина Е.Б., Рождественская Н.А., Мурашкинцева Г.В.</i> . Природохозяйственное районирование в целях создания геоинформационных систем с дистанционным потоком информации.....	10
<i>Симонов Ю.Г., Спектор И.Р., Воробьев Т.А. Рождественская Н.А.</i> . Географические основания использования дистанционной информации в управлении.....	33
<i>Барынь Г.И.</i> . Основные принципы проектирования региональных геоинформационных систем.....	48
<i>Спектор И.Р.</i> . Современные проблемы геоинформационного обеспечения управления агропромышленным комплексом.....	56
<i>Воробьев Т.А., Поливанов В.С., Симонов Ю.Г., Спектор И.Р.</i> . Концептуальная схема функционирования ГИС, ориентированной на управление агропромышленным комплексом.....	64
<i>Воробьев Т.А., Спектор И.Р.</i> . Производственно-технологический блок агропромышленного комплекса в базе данных ГИС	75
<i>Воробьев Т.А.</i> . Информационное обеспечение блока системы земледелия в базе данных ГИС.....	83
<i>Мурашкинцева Г.В.</i> . Информационное объединение блока "Обработка почв".....	93
<i>Поливанова А.И.</i> . Информационное обеспечение блока "Система удобрений".....	98
<i>Рождественская Н.А.</i> . Информационное обеспечение агро-лесомелиорации.....	106
<i>Поливанов В.С.</i> . Информационное обеспечение почвенного блока ГИС.....	117
<i>Барынь Г.И.</i> . Концептуальная модель базы данных.....	122
<i>Симонов Ю.Г., Барынь Г.И., Бунякова С.Н.</i> . Структура и информационное обеспечение базы данных.....	132
<i>Бунякова С.Н.</i> . Базовое картографическое обеспечение региональных геоинформационных систем.....	145
<i>Поснегова Е.Б., Орлов М.В., Кочеткова Н.И.</i> . Географический поток к методологии сбора оперативной информации в рамках ГИС.....	150
	153

<i>Поспелова Е.Б., Шеповалова И.В.</i> . Возможности пространственной и временной экстраполяции опорных данных о состоянии объекта.....	160
<i>Назаревский Н.В., Нечаева И.С., Поспелова Е.Б.</i> . Получение оперативной информации о состоянии посевов озимой пшеницы на основе расчетных методов.....	169

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Геоинформационные системы  
с дистанционным потоком информации.  
Географическое обеспечение управления  
народным хозяйством

Под ред. Ю.Г.Симонова

Редактор И.Б.Рослова

Н/К

Подписано в печать 21.06.90 г. Л № 11084

Формат 60x90/16 Бумага писчая. Офсетная печать.

Уч.-изд.л. 11,07 Тираж 500 экз. Заказ 1909

Цена 65 к.

Заказное

Ордена "Знак почета" Издательство Московского университета  
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.

Отпечатано в ЛИК МГУ.

119899, Москва, Ленинские горы, МГУ им.М.В.Ломоносова,  
географический факультет.