

УДК 316.334.5 (470.621)

ББК 28.081 (2Рос. Ады)

X 98

Р.Д. Хунагов, Т.П. Варшанина

Многоцелевая Национальная Геоинформационная система Республики Адыгея

Аннотация:

Геоинформационная платформа Территориального банка данных Республики Адыгея разрабатывается в виде информационного сервера, интегрирующего распределенные базы отраслевых данных на единой основе базовых топографических и тематических данных. ГИС обеспечивает эффективное взаимодействие между данными тематических блоков, комплексный совмещенный анализ, работу пользователей с данными в условиях разграниченного доступа.

Ключевые слова:

Национальная ГИС, цифровая модель местности, объектная модель, показатели баз данных, экологическая оценка рельефа, экологическая оценка климата, интегрированная ГИС.

В России каждый регион самостоятельно строит стратегию социально-экономического развития и территориальной организации. При этом в современных условиях возросли требования к скорости и точности принятия стратегически важных решений в области жизнедеятельности территории на всех ее административных уровнях. Общеизвестным в мировой практике инструментом, обеспечивающим оперативность и результативность управления экономическими, социальными, экологическими и всеми другими аспектами деятельности субъекта являются автоматизированные геоинформационные системы или ГИС. ГИС-технологии позволяют создать единое оптимально организованное информационное пространство региона, дают возможность производить эффективный обмен информацией между ее держателями, оперативное интегрирование информации в научных и практических целях социально-экономического развития по иерархии административных единиц территории.

С позиций организации устойчивого развития региона важна оценка стратегических ресурсов социально-экономического развития: структуры природно-ресурсного потенциала, демографических и трудовых ресурсов, экологического состояния, экономики и экономических связей территориальной системы. Держателями перечисленных категорий информации в регионах являются отраслевые ведомства, административные образования, частные компании. В соответствие с современными требованиями многие из них разрабатывают или приобретают специализированные информационные системы. Специализированные системы приспособлены к решению конкретных задач и не обеспечивают возможности комплексного регионального анализа. В то время как для решения широкого спектра экономических, организационных, территориально-планировочных, демографических, экологических и иных вопросов с учетом многообразия взаимосвязанных региональных процессов неопределимое значение имеет принцип комплексности, роль которого усиливается в рыночных условиях хозяйствования и управления. Возможности адресного многовариантного анализа

территориальных процессов расширяют компетентность местных органов управления, призванных в пределах предоставленных им прав решать все вопросы социального, экономического, демографического, экологического и политического развития территории. Эффективному обмену информацией между ее держателями в целях комплексного анализа препятствует разработка в регионе множества разнородных отраслевых баз данных. Связано это с информационной несовместимостью отраслевых ГИС вследствие различий в системах управления базами данных (СУБД), структурах данных, языках их описания. Кроме этого, возникают проблемы неэкономичного дублирования информации, сложности ее одновременного обновления, противоречивости сведений неизбежно возникающей в разных банках данных. Не вызывает сомнения необходимость разработки единого информационного банка данных региона, интегрирующего комплекс базовых сведений о местности и предоставляющего возможности решения разнообразных задач категориям пользователей, связанным с управлением территориями.

Таким образом, наиболее приемлемый путь геоинформационного обеспечения территориального развития состоит не в создании множества специализированных территориальных информационных систем, а в создании распределенных специализированных информационных баз данных держателей информации на единой геоинформационной платформе Территориального банка данных.

Эффективность функционирования территориальных социально-экономических систем определяется тем, насколько объективно оцениваются региональные условия и ресурсы, насколько адекватно пространственно-временное приспособление общественной системы природно-ресурсным условиям и насколько рационально их использование. Поэтому в процессе создания региональных ГИС первостепенное значение приобретает разработка географических (тематических) основ информационного построения сложных пространственно-временных объектов, предназначенных для реализации целей системы управления.

Пространственно-временной анализ позволяет выявить территориальное распределение объектов географического пространства, их устойчивые сочетания, районировать, строить и прогнозировать оптимальную модель территориальной организации региона. Система методов пространственно-временного анализа обеспечивает комплексную оценку статистики, динамики и прогноза развития региона в виде его пространственно-временных моделей, отображаемых в картах. Карты создают пространственный образ региона, моделируют территориальную дифференциацию природной и социально-экономической компонент, особенности взаимодействия природы и общества.

Географические исследования сфокусированы на познание закономерностей пространственной организации природы и человеческой деятельности и районирование, т.е. выявление пространственных единиц однородных по показателям, лимитирующим социально-экономическое развитие, для формирования различных кадастров и мониторинга. Без этих знаний невозможно составить объективную картину окружающего мира и происходящих в нем процессов, проектировать траекторию регионального развития.

В задачи районирования входит выявление иерархии объектов географических компонентов и систем, определение их параметрических и описательных характеристик, формирующих комплекс базовых данных и Базу знаний региона. Традиционный отраслевой подход формирования баз общественных пространственных данных региона определяется компонентной структурой природно-хозяйственных систем. К природной составляющей относят геологическое строение, рельеф, климат, природные воды, почвы, биоту, ландшафты; к общественной – отрасли хозяйства, состояние экономики, населения и расселения и качества жизни населения. В каждой предметной области сложилась своя методология и государственные стандарты обработки и представления данных. ГИС служат действенным инструментом интеграции методов частных наук при проведении географических исследований, комплексируя их в системные модели с применением методов математики и информатики.

Разрабатываемая в ГИС-центре Адыгейского госуниверситета ГИС Республики Адыгея является многоцелевой. Это означает, что она является инструментом, обеспечивающим как геоинформационную поддержку исследований географических закономерностей организации природы и человеческой деятельности в республике, так и является банком территориальных данных для текущего управления и планирования стратегии социально-экономического развития.

Построение информационной модели территориальных данных Республики Адыгея, отображающей комплексную систему «природа – общество» основано на системном подходе с применением объектно-ориентированной технологии, использованием теоретических основ математики в области геометрического моделирования и нейронных сетей, методов эколого-географической классификации рельефа, климата, гидрографической сети, почв, растительности, ландшафтов, методов картографии.

В цели разработки входит:

- организация фактологических пространственных данных, обеспечивающая накопление больших объемов информации и формализованные постановки прикладных задач;

- создание электронной основы пространственных данных, приспособленной к задачам моделирования процессов в географическом пространстве;

- разработка инструментальных средств, с возможностями гибкой модификации и поддержки распределенных баз данных с модульной структурой построения.

Применение объектно-ориентированной технологии придает системные свойства геоинформационной модели региона вследствие того, что объектно-ориентированная модель позволяет воссоздать естественную иерархию территориальных объектов и процессы взаимодействия между ними, обеспечивающие функционирование системы как единого целого. К существенным преимуществам метода объектно-ориентированного проектирования относятся и возможности: эволюционной, помодульной разработки системы; модификации в соответствии с развитием представлений в каждой предметной области; оптимального структурирования большого объема пространственных данных.

ГИС создается на платформе СУОБД Oracle 9i. Банк данных, поддерживающий общую концепцию системы, предназначен для хранения информации, организации ее обработки и основывается на системе взаимосвязанных геоинформационных моделей данных подсистем, представленной иерархией пространственных объектов, относительно которых происходит – накопление/мониторинг тематической информации. Картографическая реализация результатов анализа координированных данных осуществляется средствами ArcGIS 9.1.

Ядром Территориального банка данных Адыгеи является информационный сервер, на платформе которого создаются банк полномасштабного ряда электронной картографической информации территории, банк базовых тематических данных по рельефу, гидрографии, почвам, климату, биоте, ландшафтами, общественно-хозяйственной сфере, и база знаний региона. Информационный сервер играет роль интегратора отраслевых ГИС на единой основе тематических и топографических материалов, что обеспечивает совместимость сведений, аккумулируемых в отраслевых базах данных. Основная задача такой платформы обеспечить эффективное взаимодействие между данными различных тематических блоков, комплексный совмещенный анализ, а также работу пользователей с данными в условиях разграниченного доступа.

Для банка картографической информации в ГИС-центре АГУ разработаны электронные карты Адыгеи и прилегающих территорий масштабов 1:200000 и 1:50000, традиционно используемых в региональном анализе, и комплект карт масштабов 1:25000 и 1:10000. Оцифровка произведена средствами Easy Trace 7.3 и Easy Trace Pro v.8.X. Банк электронных карт создан в среде ArcGIS 9.1. В общей сложности оцифровано 69 листов карт в соответствии с принятыми ГОСТами.

Мощной цифровой основой для комплексирования и интегрирования тематической информации территории, разработки математических моделей процессов в географическом пространстве служит созданная в ГИС-центре АГУ цифровая модель местности (ЦММ) с улучшенными возможностями. ЦММ разработана на основе авторского метода сферической квадратоангуляции, с применением объектно-ориентированного моделирования и нейронных сетей (Плисенко, 2005). В основе ее математическая модель рельефа, сгенерированная его структурными линиями, ограничивающими элементарные поверхности с однородными свойствами. Классификация таких поверхностей и структурных линий по их природно-экологическим свойствам (Ласточкин, 2003) позволяет выполнить детальное районирование территории по экологическим особенностям рельефа, строить адекватные математические модели перераспределения в рельефе природных и антропогенных вещественно-энергетических потоков. Базовым свойством модели, концептуальные основы которой предложены А.Н. Ласточкиным, состоят в органичном единстве структурных линий рельефа и гидрографической сети, что на основе разработанной ЦММ обеспечивает высокий уровень детальности и точности ландшафтно-гидрологического анализа и перерасчета параметров стока.

Векторная ЦММ дополняется растровой авторской моделью ЦММ (Пикин, 2005), разработанной на основе физической модели градиентного переноса. Эта модель перспективна для моделирования процессов переноса вещества и энергии в геодинамическом слое земной коры, по поверхности рельефа и в атмосфере. ЦММ корректно строит речные долины и показала хороший результат при прогнозировании ареалов затопления в период паводков, может быть использована для моделирования оползневых и селевых процессов.

Совмещенный анализ тематических карт и комплекса описанных математических моделей местности открывает новые возможности пространственно-временного анализа закономерностей организации географического пространства, мониторинга природно-экологических и антропогенных процессов.

Банк электронных тематических карт республики в масштабе 1:200000, включающий все общепринятые картографические блоки, содержит около 200 карт. Из них 110 карт представлены в изданном в 2005г. при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 02-05-78041) Атласе Республики Адыгея (Атлас..., 2005).

Тематический блок в ГИС «Адыгея» содержит кроме общегеографических картографических материалов и данных результаты эколого-географического районирования: рельефа, климата, почв, ландшафтов, антропогенной нагрузки, состояния населения и расселения, качества жизни населения. Разрабатывается подсистема эколого-географического районирования гидрографической сети, лесной растительности.

В Адыгее, расположенной в горно-равнинных условиях, велика роль рельефа в формировании эколого-природных обстановок. Рельеф играет роль ведущего пространственно-дифференцирующего фактора географических региональных полей на всех уровнях их организации. Тектоническое поведение рельефа обуславливает сейсмическую безопасность территории и расположение объектов опасных экзогенных процессов. Экологическая оценка рельефа произведена по системе показателей, предложенных В.И. Кружалиным (2001).

В основе экологического районирования рельефа – блоковая структура земной коры. Иерархия тектонических блоков, контролирующих современный рельеф республики, выделена по системе индикационных показателей (Ранцман, Гласко, 2004) (табл. 1).

Таблица 1.

Индицирующие показатели подсистемы «Рельеф»

Морфоструктура	Морфоклиматический район	Элементарная поверхность
Тип рельефа, градации относительной и абсолютной высоты, ориентация оси прямолинейных элементов рельефа равнин и горных хребтов, тип рисунка и ориентация речной сети (Ранцман, Гласко 2003).	Тип климата:	<i>Геоморфологические параметры:</i> абсолютная высота: $H=N(x,y)$; уклон $N'(x,y)$; нормальная кривизна $N''(x,y)$; горизонтальная кривизна K_r . <i>Геотопологические параметры:</i> азимут падения элементарной поверхности A° , относительные превышения ее нижней и верхней границы. <i>Тип ограничивающих структурных линий</i> – 25 типов <i>Характерные точки</i> – 20 типов <i>Тип элементарной поверхности</i> – 52 типа (Ласточкин, 2002)

Ступени блоков разделены тектоническими разломами – линеаментами. Пересечение линеаментов образует тектонические узлы (морфоструктурные узлы). По системе индикационных показателей произведена оценка ранга морфоструктурных блоков, линеаментов и узлов, соответствующего их тектонической активности и, следовательно, сейсмической опасности. Наиболее сейсмически устойчивыми являются морфоструктурные

блоки, наименее устойчивыми – морфоструктурные узлы. К морфоструктурным линеаментам приурочены опасные явления: оползни, обвалы, сели. Выполненное районирование дает детальные сведения по сейсмической безопасности инфраструктуры республики, позволяет исследовать закономерности распределения по территории опасных явлений и выполнить их обоснованное районирование.

Тектоническое районирование рельефа дополняется морфоклиматическим, которое позволяет обосновать пространственное распределение спектра экзогенных рельефообразующих процессов. Завершающим этапом эколого-географического районирования рельефа является выделение ареалов, отличающихся комплексом показателей, характеризующих крутизну, форму, протяженность, экспозицию склонов. Эти данные являются определяющими при планировании работ различного рода строительных и сельскохозяйственных организаций.

Реализуемый комплекс методических подходов выявления иерархии объектов и формирования структуры базы данных по рельефу обеспечивает средствами ГИС:

- определение пространственной локализации и комплексный анализ рельефообразующих процессов;
- изучение взаимообусловленности и взаимовлияния рельефообразующих процессов;
- прогноз развития рельефа;
- определение системы элементарных поверхностей, отвечающих за перераспределение локальных, внутрифо-

новых и фоновых вариаций ландшафтоформирующих факторов;

- построение формализованных моделей формирования и развития рельефа, перемещения вещества и энергии в области земной поверхности;

- оценку сейсмической безопасности инфраструктуры;

- экологическую оценку и районирование рельефа республики.

Климатическое районирование Северо-Западного Кавказа произведено в соответствии с масштабом пространственно дифференцирующей роли средоформирующих факторов на нескольких уровнях генерализации (табл. 2). Выделение системы пространственных объектов климатической системы произведено с учетом особенностей ландшафтов, модифицирующих параметры климата. Определена система показателей обуславливающих формирование пространственных единиц (объектов) климатической системы (табл. 3). Разработана функциональная схема Базы данных Модуля «Климат».

Таблица 2.

Ландшафтно-климатические районы

Мезорайон	Район	Подрайон
1. Северско-Габукайский	1.1. Афипсипско-Тахтамукайский	1.1.1. Афипсипско-Яблоновский 1.1.2. Энемско-Псекупский
	1.2. Козетско-Хатукайский	
	1.3. Адыгейско-Ассоколайский	
2. Гиагинско-Устьлабинский	2.1. Белосельско-Хакуринохабльский	
	2.2. Красногвардейско-Кировский	
	2.3. Чумаковско-Бжедугхабльский	
3. Белореченско-Курганинский	3.1. Келермесско-Сергиевский	3.1.1. Чермушкинско-Красноульский 3.1.2. Сергиевско-Красненский
	3.2. Егерухайско-Кошехабльский	
4. Майкопско-Лабинский	4.1. Майкопско-Кужорский	4.1.1. Ханско-Майкопский 4.1.2. Кужорско-Кармирастхский
	4.2. Натырбово-Ходзенский	4.2.1. Соколовско-Ходзенский 4.2.2. Игнатьевско-Ходзенский
5. Кубанско-Каладжинский	5.1. Майкопско-Абадзехский	5.1.1. Веселовско-Безводненский
		5.1.2. Майкопско-Каменноостровский
		5.1.3. Севастопольско-Новосвободненский
6. Мезмайско-Даховский	6.1. Даховско-Гузериписьский	6.1.1. Даховский
		6.1.2. Хамышкинский
		6.1.3. Гузериписьский
7. Кишинско-Гузериписьский		
8. Лагонакский		
9. Фишт-Чугушский	9.1. Фиштинский	
	9.2. Тыбгинско-Чугушский	

Структура Базы данных подразделяется на две части. Первая часть является реляционной, предназначенной для Гидрометцентра республики (рис. 1). Сведения, содержащиеся в ней, являются собственностью соответствующего ведомства. В ней накапливаются ежедневные срочные данные по параметрам, измеряемым на метеорологических станциях. Эта часть Базы данных, в соответствии с задачами, решаемыми держателем информации, может

быть дополнена пакетом процедур необходимых для требуемой обработки сведений. Например, пакет разрабатываемых статистических алгоритмов для получения аналитических характеристик, таких как:

- процедуры построения основных описательных статистик эмпирической выборки (минимумы, максимумы, среднее, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, квантиль, квартиль, мода);

Таблица 3.

Структуроформирующие показатели подсистемы «Климат»

Пространственный объект		Уровень детализации	Используемые показатели		
			климатические	других компонентов	
А) циркуляционного фактора		Макроклимат, зоны	$\nabla T_{cr} < 5,5^\circ/100\text{км}$; $\nabla R_{cr} < 800\text{мм}/100\text{км}$		
Б) динамической трансформации			$\nabla T_{cr} > 5,5^\circ/100\text{км}$; $\nabla R_{cr} > 800\text{мм}/100\text{км}$		
Зона А	1) влияния умеренно-континентального воздуха	секторный климат	ГАТ - $>26^\circ\text{C}$; ΣR_r - $< 550\text{мм}$ ТГХТ – континентальный; ТГХО – континентальный 1 ГХПНВ -		<i>Морфоструктуры:</i> положение относительно тепло/влажностных потоков, высота над у.м..
	2) переходный от морского к континентальному		ГАТ – $23-26^\circ\text{C}$; ΣR_r – $550-920\text{мм}$; ТГХТ – континентальный; ТГХО – континентальный 2, 3, 4; ГХПНВ		
	3) преобладающего влияния черноморского воздуха		ГАТ – $19-23^\circ\text{C}$; ΣR_r - $720-1300\text{мм}$; ТГХТ – морской 1 ТГХО – морской 1; ГХПНВ		
Зона Б	4) влияния умеренно-континентального воздуха		ГАТ – $17-19^\circ\text{C}$; ΣR_r - $750-1300$, ТГХТ – континентальный; ТГХО – континентальный 2; ГХПНВ		
	5) преобладающего влияния черноморского воздуха		ГАТ $< 17^\circ\text{C}$; ΣR_r - $1300-1800\text{мм}$, на склонах до 3000мм ТГХТ – морской 3; ТГХО – морской 2; ГХПНВ		
Зона А		мезоклимат	Направление по сезонам: ∇T , ∇R , ∇P Годовой ход: r , скорости и повторяемости ветра по направлениям; Тренды: T , R		<i>Морфоструктуры:</i> высота над у.м., экспозиция склонов, преобладающий уклон, энергия рельефа
Район		климат	Направление по сезонам: ∇T , ∇R , ∇P . T_{cm} ; T_{cr} ; ΣR_r Вертикальные градиенты температуры и осадков. Среднемесячные и годовая продолжительность солнечного сияния. Обеспеченность осадков различной интенсивности, коэффициент увлажнения. Почва: T_{cm} ; T_{cr} . Запас воды в снежном покрове		<i>Мезоформы рельефа:</i> экспозиция относительно основных тепло/влажностных потоков, уклоны, энергия рельефа. <i>Почвенный покров:</i> альbedo, объемная теплоемкость, годовой ход влажности. <i>Гидрологические объекты</i> (озера, водохранилища) – площадь
Местный климат		Микроклимат. перерасчет параметров в рельефе, экстраполяция и интерполяция данных	Суточные, декадные, месячные и годовые данные пунктов метеонаблюдений		<i>Мезорельеф:</i> экспозиция; уклоны, энергия рельефа. <i>Почвенный покров:</i> альbedo, объемная теплоемкость, годовой ход влажности. <i>Гидрологические объекты</i> – площадь; <i>Древесная растительность:</i> площадь, альbedo. <i>Антропогенные ландшафты:</i> вид землепользования, площадь, альbedo

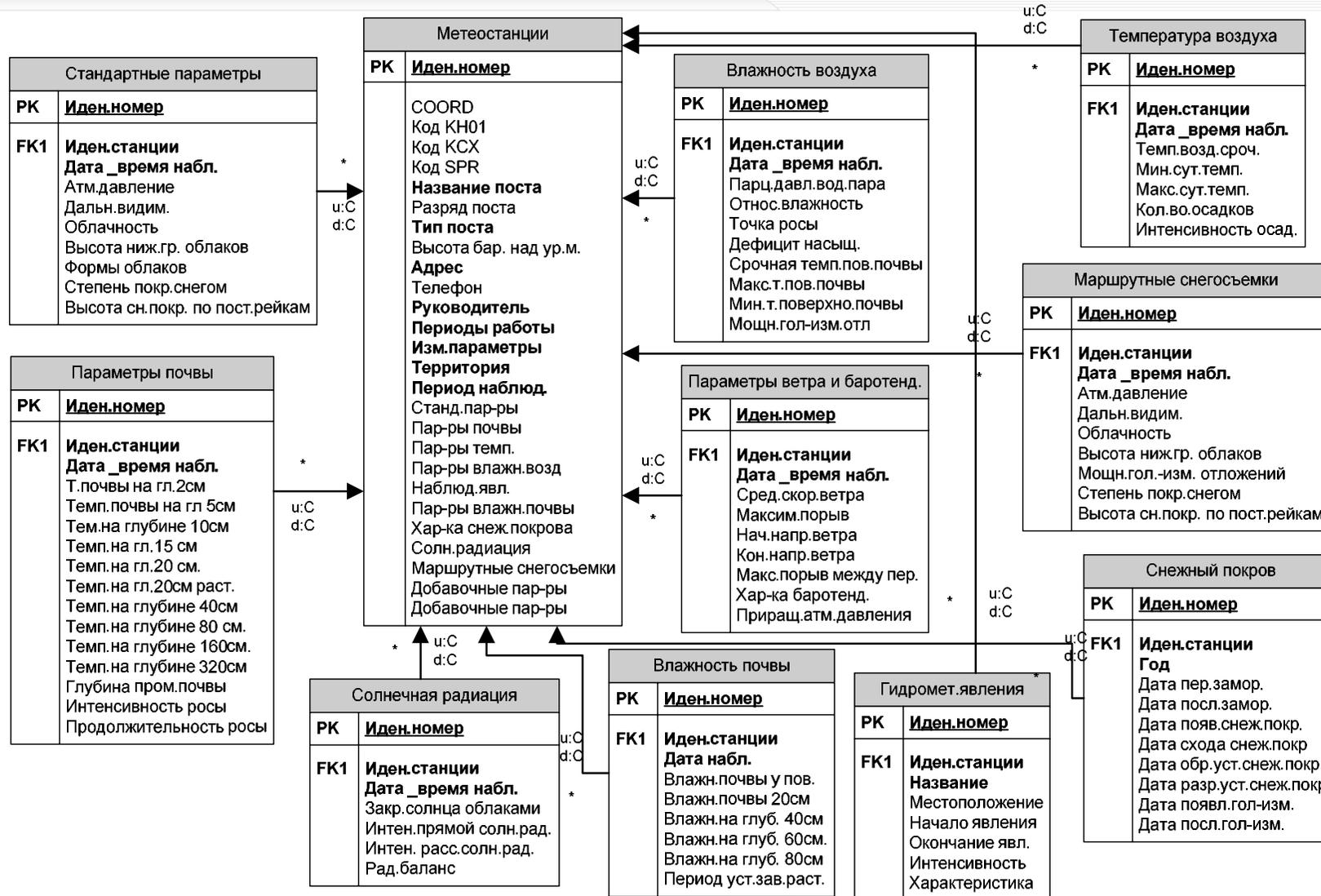


Рис.1. ER-диаграмма реляционной схемы БД по климату.

- процедуры построения функции распределения, определения асимметрии и эксцесса;
 - процедуры определения корреляции с помощью коэффициента парной корреляции и коэффициента корреляции Пирсона;

- процедуры построения линейного и циклического трендов;
 - процедура построения эллипса размаха и т.д.

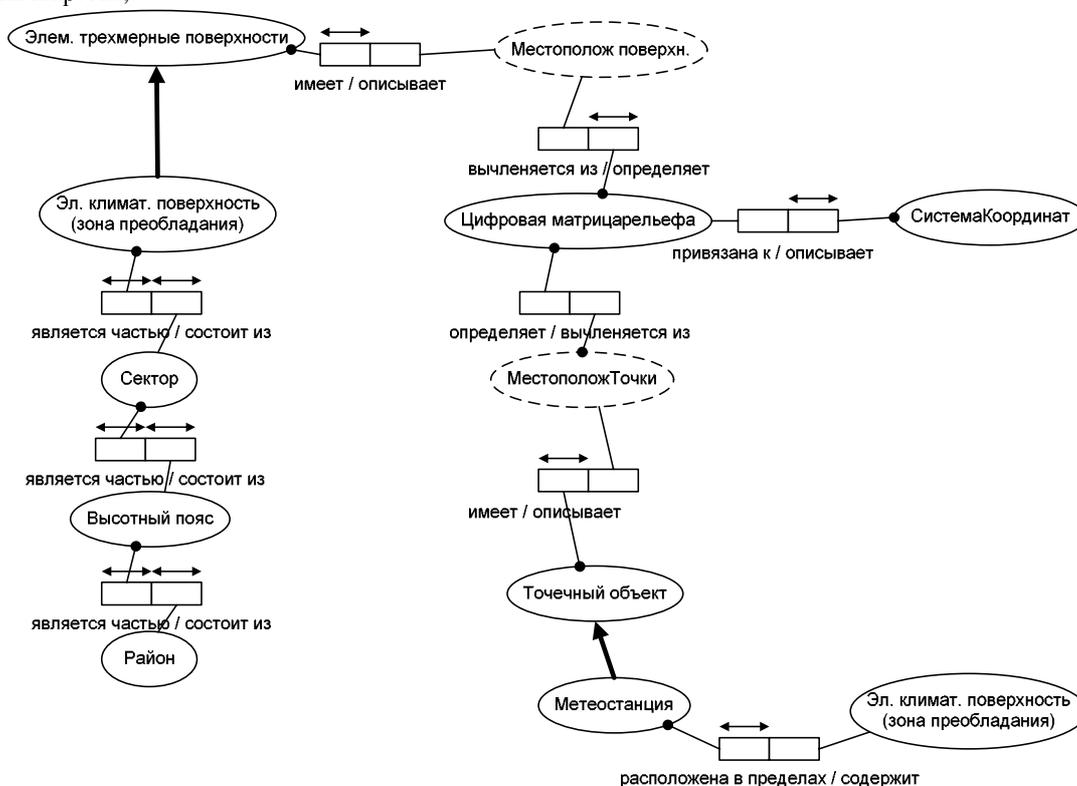


Рис. 2. Фрагмент схемы классов, представляющих модель климата.

Вторая часть Базы данных модуля «Климат» ГИС «Адыгея» является объектно-реляционной и находится на информационном сервере. Она содержит иерархию выделенных объектов климатической системы территории. Схема классов объектов климатического блока приведена на рис. 2. Объекты, входящие в данную часть содержат структуроформирующие характеристики климатических объектов, согласно иерархическому принципу. Аналитические данные, используемые в объектах, могут быть получены как перерасчетом данных с использованием пакета статистических процедур, так и редактированием соответствующих объектов экспертом. Кроме аналитических сведений объектно-реляционная часть Базы данных содержит различные методы перерасчета метеорологических характеристик для любой точки местности, на основе разработанной инновационной ЦММ.

Аналогичная структура Баз данных формируется по всем модулям ГИС «Адыгея». Обмен информацией между держателями баз данных регламентируется соответствующими инструкциями и осуществляется при возникающей необходимости.

В соответствии с общей концепцией создаваемой интегрированной ГИС «Адыгея» разрабатываемые инновационные решения оптимального структурирования и аналитической обработки всей полноты накопленных и продуцируемых пространственных данных обеспечивают:

- формирование единого информационного поля республики;
 - мощный инструментальный пространственно-временного анализа для научно-практических разработок;
 - необходимую информацию управляющим органам для решения в области различных аспектов природопользования и сбалансированного развития республики.

Примечания:

1. Атлас Республики Адыгея. – М.: Изд-во ОАО ИПО «Лев Толстой», 2005. – 80 с.
2. Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. – М.: Научный мир, 2001. – 176 с.
3. Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (Геотопология, структурная география и общая теория систем). – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. – 762 с.
4. Пикин С.Ф. Гравитационно-кинетическая модель рельефа // ИнтерКарто / ИнтерГИС 11: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. – С. 228-231.
5. Плисенко О.А. Цифровая модель местности, как основа для вычислительных экспериментов в ГИС // ИнтерКарто / ИнтерГИС 11: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. – С. 48-54.
6. Ранцман Е.Я., Гласко М.П. Морфоструктурные узлы – места экстремальных природных явлений. – М.: Медиа-Пресс, 2004. – 224 с.