



Ключевые слова: *мировая система данных, Украина, ИПСА, мировой центр данных, геоинформатика, устойчивое развитие.*

МИРОВАЯ СИСТЕМА ДАННЫХ

Система Мировых центров данных (МЦД, World Data Centers — WDC) и Федерация астрономических и геофизических служб анализа данных (ФАГС, Federation of Astronomical and Geophysical data analysis Services — FAGS) созданы Международным советом по науке (МСН, International Council for Science — ICSU) в 1956 г. в период подготовки к проведению крупнейшего международного научного проекта XX века «Международного геофизического года» (1957–1958) для сбора, хранения, распространения и анализа данных, получаемых во многих областях науки. Система МЦД и ФАГС успешно служили международному научному сообществу более пятидесяти лет [1]. За эти годы накоплены огромные массивы данных и информации, приобретены знания и большой опыт по организации международного обмена данными, анализу и обработке данных, созданию архивов данных и обеспечению их долгосрочного хранения, развиты системы управления данными. На сегодняшний день существует около 50 Мировых центров данных и 13 Служб ФАГС, расположенных в 13 странах на территории Северной Америки, Европы, Азии и Австралии (количество Мировых центров данных в каждой стране указано на рис. 1). Однако эти системы в настоящее время оказались не вполне адекватными потребностям науки, недостаточно гибкими для их использования в междисциплинарных исследованиях. Поэтому в конце 2008 г. на 29-й Генеральной ассамблее Международного совета по науке в Мапуто (Мозамбик) было принято решение интегрировать существующие структуры МЦД и ФАГС в новую междисциплинарную структуру МСН — Мировую систему данных (МСД, World Data System — WDS) для организации нового, скоординированного глобального подхода к научным данным и информации, который гарантирует универсальный равноправный доступ к качественным данным и информации для исследований, образования и информированного принятия решений. Работу вновь созданной Системы координирует Научный комитет (World Data System Scientific Committee — WDS-SC), состоящий из одиннадцати ученых — представителей системы МЦД и ФАГС. Важнейшими проблемами, которые ему предстоит решить в ближайшем будущем, являются унификация форматов и протоколов передачи данных, организация контроля качества научных данных и информации [2].

С целью согласования действий в условиях трансформации к Мировой системе данных и организации единого информационного пространства для обеспечения

сбора, обработки, обмена данными и решения фундаментальных и прикладных междисциплинарных задач на основе Мировых центров данных Российской Федерации и Украины был создан Российско-Украинский региональный кластер Мировой системы данных. В состав кластера вошли МЦД по физике твердой Земли и МЦД по Солнечно-Земной физике, функционирующие на базе Геофизического центра Российской академии наук (ГЦ РАН, Москва, Россия); МЦД по метеорологии, МЦД по океанографии и МЦД по ракетам, спутникам и вращению Земли, функционирование которых обеспечивает Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», Обнинск, Россия), а также МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию, работающий на базе Института прикладного системного анализа (ИПСА) Министерства образования и науки (МОН) Украины и Национальной академии наук Украины в структуре Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» (НТУУ «КПИ», Киев, Украина) [3]. Основные научные направления, данные по которым обеспечивает кластер, а также руководители Центров, вошедших в его состав, представлены на рис. 1.



Рис. 1. Российско-Украинский сегмент МСД

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МИРОВОГО ЦЕНТРА ДАННЫХ В УКРАИНЕ

Украина была привлечена к процессам сбора глобальных данных еще во времена создания двух первых МЦД (МЦД А в США, Boulder; МЦД Б в СССР, Москва) как одна из крупнейших советских республик с большим количеством выдающихся научных школ. Значительная часть работы по сбору и подготовке данных выполнялась в специализированных академических учреждениях по всей территории СССР, которые затем передавали данные в МЦД Б. С распадом СССР и появлением новых стран на протяжении 90-х годов возникла проблема изоляции украинских ученых от мирового научного сообщества — прежние связи с партнерами по обмену научными данными исчезали, а новые не устанавливались.

Украина — молодое государство, которое с начала своего существования вынуждено было решать сложную задачу — ликвидацию последствий аварии на Чер-

нобильской АЭС. Решение целого спектра проблем привлекло внимание ученых со всего мира, что привело к появлению новых подходов в прогнозировании и моделировании природных и техногенных катастроф, и содействовало возобновлению сетей научных наблюдений и сбора научных данных.

Решением Президиума НАН Украины, МОН Украины и ГЦ РАН от 3 апреля 2006 года было создано Украинское отделение Мировых центров данных (УоМЦД) (см. рис. 2) на базе ИПСА НАН Украины и МОН Украины в структуре НТУУ «КПИ» как отделение российских МЦД по Солнечно-Земной физике и МЦД по физике твердой Земли (Москва).

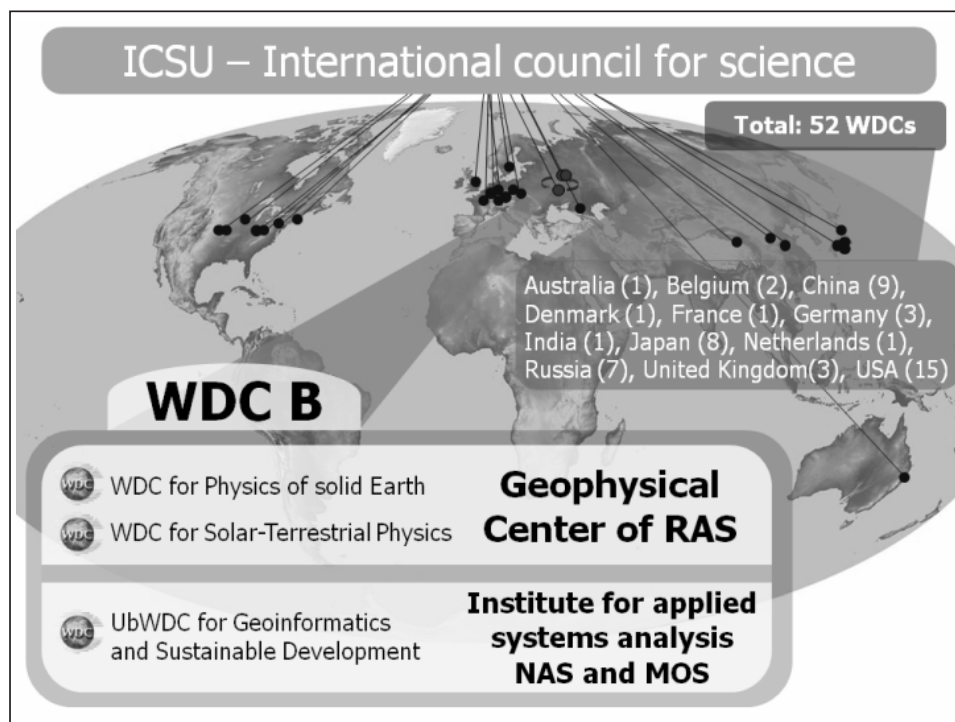


Рис. 2. Схема формирования Украинского отделения МЦД

Важным фактором, повлиявшим на создание УоМЦД именно в ИПСА, стала междисциплинарная направленность этого института, наличие собственных синтезированных данных (результаты исследований по устойчивому развитию, которые проводит коллектив этого института) и большое количество научных связей ИПСА с научными учреждениями Украины и других стран. Кроме того, НТУУ «КПИ» и ИПСА имеют необходимые ресурсы (как технические, так и человеческие) для долгосрочного обеспечения деятельности МЦД.

Важной составляющей развития МЦД стала ИТ-направленность НТУУ «КПИ», которая с самого начала позволила на базе современных информационных технологий (ИТ) организовать все процессы получения, хранения и передачи данных к МЦД.

Необходимо также отметить, что НТУУ «КПИ» является центральным узлом Украинской научно-образовательной телекоммуникационной сети URAN (Ukrainian Research & Academic Network), использование которой позволило существенно снизить затраты на передачу данных между научными учреждениями, присоединившимися к сети. Дальнейшее подключение URAN к общеевропейской сети GEANT2 в 2007 г. открыло ряд новых возможностей по обмену данными с научными учреждениями Европы и всего мира [4]. Основные узлы сети URAN и пропускная способность каналов показаны на рис. 3.

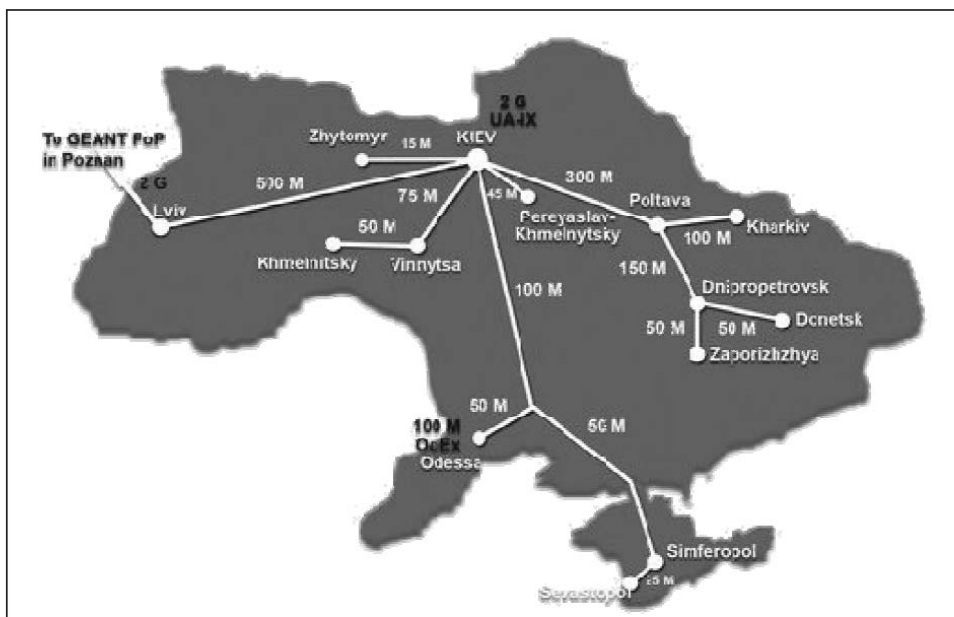


Рис. 3. Украинская научно-образовательная телекоммуникационная сеть

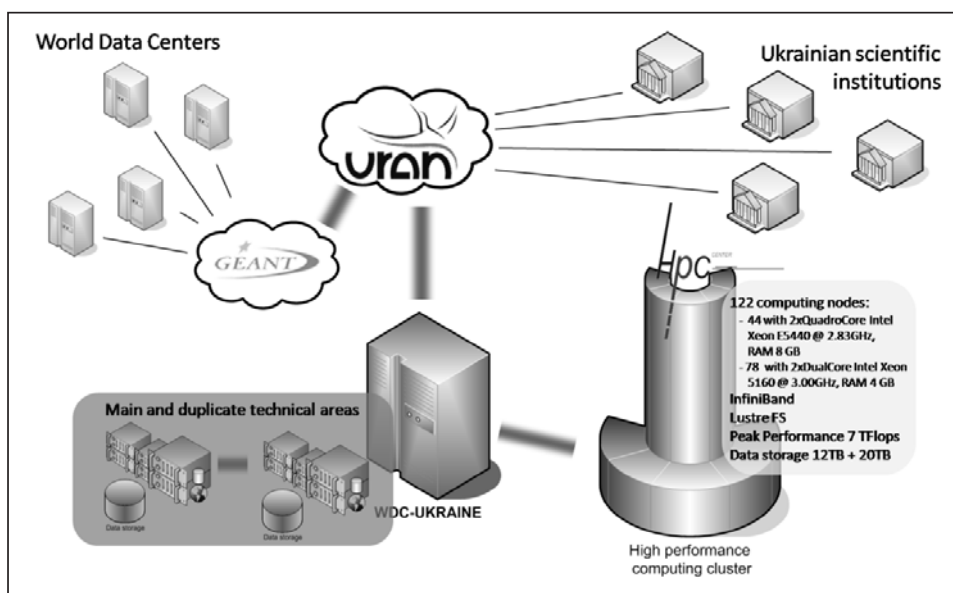


Рис. 4. Организационная структура МЦД

Значительные объемы данных и современные математические модели, которые используются при исследованиях глобальных систем, обуславливают необходимость нового качественного уровня вычислительной техники. Для этого в ИПСА совместно с УоМЦД создан вычислительный центр, который обеспечивает работу кластера параллельных вычислений на базе архитектуры Intel Xeon производительностью 7 ТФлопс и хранилища данных, созданного по технологии IPStore.

Общая структура взаимодействия звеньев МЦД представлена схемой на рис. 4.

СЕРТИФИКАЦИЯ МЦД

Весной 2008 года УоМЦД обратилось к руководству Системы МЦД относительно его присоединения к Системе Мировых центров данных в качестве полноправного члена. Процедура сертификации проходила в два этапа.

Согласно полученным рекомендациям 23–25 апреля 2008 года был проведен Международный российско-украинский семинар «Формирование глобального геоинформационного пространства для изучения актуальных проблем о Земле», на котором, в частности, рассматривались вопросы относительно технического обеспечения МЦД, перспектив его долгосрочной стабильности, соответствия нормам и обязательствам Мировых центров данных и др.

В работе семинара приняли участие представители академических учреждений НАН Украины и РАН, среди которых А.Г. Наумовец — академик НАН Украины, вице-президент НАН Украины; М.З. Згуровский — академик НАН Украины, национальный представитель Украины в Международном совете по науке, научный руководитель МЦД; В.И. Старостенко — академик НАН Украины, директор Института геофизики им. С.И. Субботина; Е.Е. Совга — ученый секретарь Морского гидрофизического института НАН Украины; В.И. Лялько — член-корреспондент НАН Украины, директор Научного центра аэрокосмических исследований Земли; Я.С. Яцкив — академик НАН Украины, директор Главной астрономической обсерватории НАН Украины; Ю.Г. Леонов — академик РАН, академик-секретарь Отделения наук о Земле РАН; А.О. Глико — академик РАН, директор Института физики Земли им. О. Шмидта РАН; А.Д. Гвишиани — член-корреспондент РАН, директор Геофизического центра РАН и другие.

Участники семинара пришли к решению, что первый этап оценивания УоМЦД — оценивание национальным научным сообществом пройден успешно. Было рекомендовано окончательный этап сертификации УоМЦД в качестве Мирового центра данных по геоинформатике и устойчивому развитию (МЦД-Украина) провести 5–8 октября 2008 года в рамках конференции CODATA-2008.

Во время конференции CODATA-2008 Украинское отделение МЦД было представлено на специальной сессии «Emerging Technologies and Opportunities for Global Data Management and Exchange» под председательством профессора Жана-Бернарда Минстера (Jean-Bernard Minster) — сопредседателя Переходного комитета Мировой системы данных. В работе сессии приняли участие руководители крупнейших Мировых центров данных и представители Переходного комитета МСД (WDS Transition Team). В результате обсуждений было решено, что УоМЦД присоединится к создаваемой в то время Мировой системе данных в качестве Мирового центра данных по геоинформатике и устойчивому развитию (<http://wdc.org.ua>) [2].

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ МЦД

Мировые центры данных, как правило, имеют ярко выраженную дисциплинарную направленность. Это связано с тем, что одной из основных функций, регламентируемых «Руководством для системы МЦД», является информационно-справочная поддержка архивов и баз данных, создание и актуализация инвентаризационных каталогов, формирование метаданных, а также предоставление необходимых консультаций конечным пользователям [5], что возможно лишь при наличии в МЦД специалистов в соответствующих научных областях.

Мировой центр данных в Украине призван обеспечить доступ украинскому научному сообществу к глобальным информационным ресурсам Международного совета по науке в области наук о Земле, планетарной и космической физики и соответствующих смежных дисциплин, а также обеспечивать сбор и хранение национальных научных данных по указанным дисциплинам и их репрезентацию мировому сообществу. На МЦД-Украина также возложены сбор, обработка и анализ мировых данных, необходимых для исследований в области устойчивого развития.

Для МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию, кроме перечисленных, были сформированы следующие задачи:

- организация эффективной системы сбора информации;
- поиск источников данных;
- установление договорных отношений с национальными и мировыми поставщиками данных;

- разработка подсистем прямого сбора данных;
- обеспечение удобного доступа для пользователей:
 - создание и поддержка веб-портала с онлайн-доступом и поиском данных (<http://wdc.org.ua>);
 - обеспечение многоязычного интерфейса доступа к данным;
 - проектирование и разработка баз данных;
 - проектирование и разработка дополнительного ПО для удобной работы с данными.

Глубокое изучение особенностей функционирования Мировых центров данных в других странах, междисциплинарная направленность ИПСА и системный подход позволили предложить уникальную для Мировой системы данных сетевую модель функционирования МЦД-Украина в качестве единого междисциплинарного национального центра данных. Согласно этой модели каждое научное направление курирует одна или несколько научных организаций Национальной академии наук Украины (рис. 5). Выделим некоторые из них:

- Институт прикладного системного анализа НАН Украины и МОН Украины (системное согласование междисциплинарных данных, устойчивое развитие);
- Институт геофизики НАН Украины им. С.И. Субботина (данные по сейсмологии, гравиметрии, тепловому потоку, архео- и палеомагнетизму, магнитные измерения);
- Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины (аэрокосмические снимки для использования в геологии, экологии, сельском, лесном и водном хозяйстве, для прогнозирования рисков природных и техногенных процессов, глобальных изменений окружающей среды и катастрофических процессов);
- Главная астрономическая обсерватория НАН Украины (космическая геодезия и геодинамика; космические лучи);
- Морской гидрофизический институт НАН Украины (океанологические и гидрометеорологические данные);
- Институт географии НАН Украины (картографические данные).

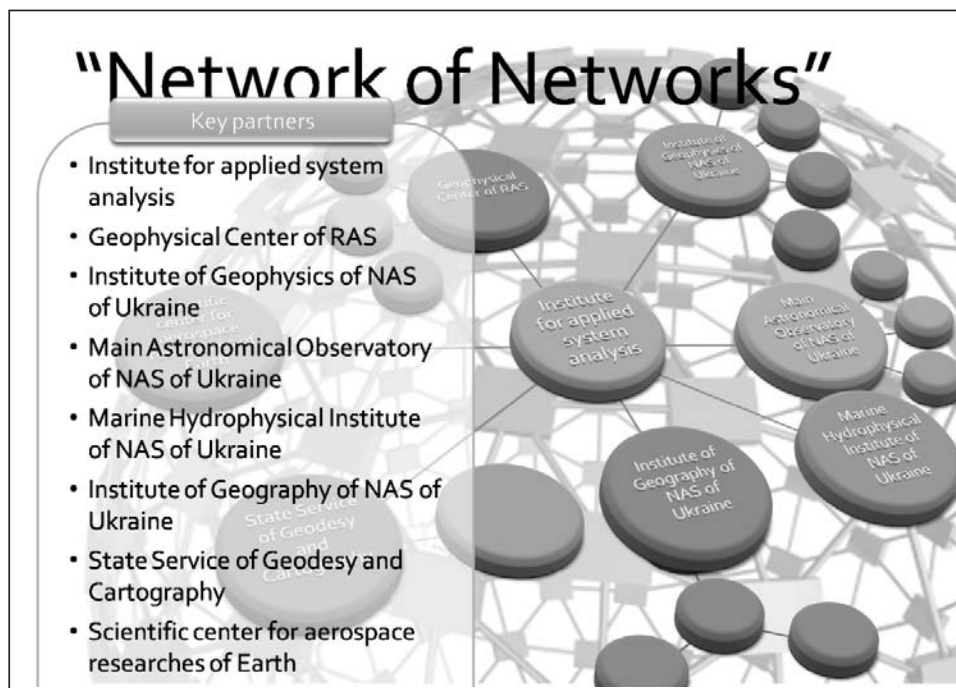


Рис. 5. Сетевая модель МЦД

Сетевая модель была впервые представлена 7 октября 2009 года на специальной сессии МЦД «Emerging Technologies and Opportunities for Global Data Management and Exchange», проводимой в рамках конференции CODATA-2008 (5–8 октября 2008 года, Киев, Украина), где получила одобрение и условное название «Network of networks» [6]. На заседании Научного комитета МСД 13–14 октября 2009 года в Париже указанная модель была принята как образец для других МЦД.

В Украине такой подход, с одной стороны, позволяет эффективно использовать существующие технологические возможности сети URAN и высокопроизводительный вычислительный кластер НТУУ «КПИ», а с другой — сконцентрировать усилия коллектива МЦД на решение междисциплинарных задач системного характера, результаты которых важны для всех партнеров МЦД.

Одной из таких задач является глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни с целью получения набора индексов и индикаторов устойчивого развития сложных систем разных уровней. Такое моделирование дает возможность мониторинга развития мира, отдельных государств и регионов, построения сценариев развития и выработки рекомендаций для лиц, принимающих решение. Исследования в данной области требуют значительного количества разнородных данных, большая часть которых относится к геоинформатике [7, 8].

Учитывая большой опыт и результаты исследований ИПСА (базовой организации для МЦД-Украина) в области устойчивого развития, Научный комитет МСД поручил Мировому центру данных по геоинформатике и устойчивому развитию подготовку ежегодных отчетов по результатам глобального моделирования процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни.

СОВМЕСТНЫЕ ПРОЕКТЫ

Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию принимает участие в реализации ряда задач Государственной целевой программы «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и науке» на 2006–2010 гг. Также МЦД-Украина ведет работы по интеграции программных и аппаратных средств партнеров в единую информационную инфраструктуру, ядром которой станет разрабатываемая распределенная информационная система обмена, обработки и хранения научной информации. Это позволит пользователям получить доступ к информации из любых доступных источников независимо от типа данных, носителя информации или технических особенностей оборудования.

Такая система, создаваемая по модульному принципу на базе открытых стандартов, имеет широкие возможности интеграции с информационными ресурсами Мировой системы данных. Примером может служить программный инструментарий, разрабатываемый в рамках совместного российско-украинского проекта «Развитие сети Мировых центров данных для изучения основ глобального моделирования сложных природных и антропогенных систем» [9].

Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию со своими партнерами начал ряд проектов, которые уже дали определенные результаты. Совместные работы Центра проводились со следующими организациями:

— Международный совет по науке: конференция CODATA-2008 (<http://codata08.org.ua>).

— ИПСА НАН Украины и МОН Украины: проводится анализ процессов устойчивого развития в глобальном и региональном контексте; ведется разработка методов искусственного интеллекта для анализа междисциплинарных данных.

— Геофизический центр РАН: совместный грант Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и НАН Украины «Развитие комплекса баз данных и алгоритмов обработки в целях системного прогнозирования поведения сложных антропогенных и природных систем»; совместный грант РФФИ и Государственного фонда фундаментальных исследований Украины «Развитие сети

Мировых центров данных для изучения фундаментальных основ глобального моделирования сложных природных и антропогенных систем»; работы по созданию ГИС «Россия–Украина»; участие в проекте EGY (Electronic Geophysical Year); дополнительная стажировка специалистов МЦД в ГЦ РАН.

— Институт геофизики НАН Украины им. С.И. Субботина: проведен первый этап внедрения автоматизированной системы хранения геофизических данных с элементами публикации сейсмологических данных; проводится разработка рекомендаций по модернизации систем передачи и хранения сейсмологических данных; ведутся работы по развитию сети Intermagnet в Украине; разработка компьютеризированной национальной сейсмологической сети для передачи и обработки информации.

— Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины: проводятся работы по созданию набора моделей для решения тематических задач дистанционного зондирования Земли с их дальнейшей реализацией на базе вычислительных мощностей МЦД.

— Институт географии НАН Украины: развертывание на технической базе МЦД и сопровождение электронной версии Национального атласа Украины (2008 г., главные разработчики: Институт географии НАН Украины и ООО «Интеллектуальные системы — ГЕО»), создание совместной научно-образовательной лаборатории пространственных (географических) баз данных и использование геоинформационных систем.

ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ СЕРВИСЫ

Постоянно проводятся работы по подготовке и публикации информации и данных на специализированном веб-портале <http://wdc.org.ua>, с помощью которого к сервисам в режиме реального времени пользователи из любой страны мира получают полный и открытый доступ (бесплатно и без ограничений).

Остановимся подробнее на некоторых сервисах, предоставляемых на портале МЦД-Украина.

SPIDR. Интерактивный ресурс данных по космической физике (Space Physics Interactive Data Resource) создан для предоставления ученым, работающим в области солнечно-земной физики, интеллектуального доступа и управления историческими данными по космической физике для интеграции с моделями окружающей среды и прогнозами космической погоды (<http://wdc.org.ua/spidr/>). SPIDR представляет собой распределенную сеть синхронных баз данных и серверов приложений, реализованных полностью на Java и доступных через Интернет. Распределенная архитектура системы обеспечивает легкое зеркалирование данных и устранение узких мест сети, связанное с трансконтинентальным расположением баз данных и является ключевым фактором для быстрой доставки и визуализации данных.

Национальный атлас Украины. Полная электронная версия Национального атласа Украины была издана на DVD на украинском языке тиражом 5000 экземпляров. Она содержит 875 карт по следующим разделам:

- общая характеристика (38 карт);
- история (79 карт);
- природные условия и природные ресурсы (320 карт);
- население (181 карта);
- экономика (181 карта);
- экологическое состояние окружающей среды (76 карт).

Карты разделов «Население» и «Экономика» подготовлены в векторном формате isGeoMap, остальные разделы — в формате Adobe Flash.

Система мониторинга ресурсов МСД. Система мониторинга (World Data System Activity) — информационная система, которая содержит классификатор электронных ресурсов Мировой системы данных, обеспечивает мониторинг, сбор статистики и визуализацию текущего состояния электронных ресурсов МСД, предоставляет пользователю интерактивный доступ к информации о каждом Миро-

вом центре данных (<http://activity.wdc.org.ua>). Важной особенностью системы является ее модульность и возможность интеграции с ресурсами других МЦД независимо от используемых в них технологий.

Расширенная система публикации результатов моделирования процессов устойчивого развития. Система обеспечивает удобный и открытый интерфейс для общего доступа к данным по устойчивому развитию. Пользователь может не только получить данные по отдельным странам или регионам, но и сравнивать их в табличной и визуальной форме, что весьма удобно для анализа.

Все функции реализованы в виде веб-страницы и доступны в любое время (<http://wdc.org.ua/node/389>, <http://wdc.org.ua/node/396>). На рис. 6 в качестве примера проказан профиль Украины по устойчивому развитию, построенный по результатам моделирования устойчивого развития стран мира 2009 года.

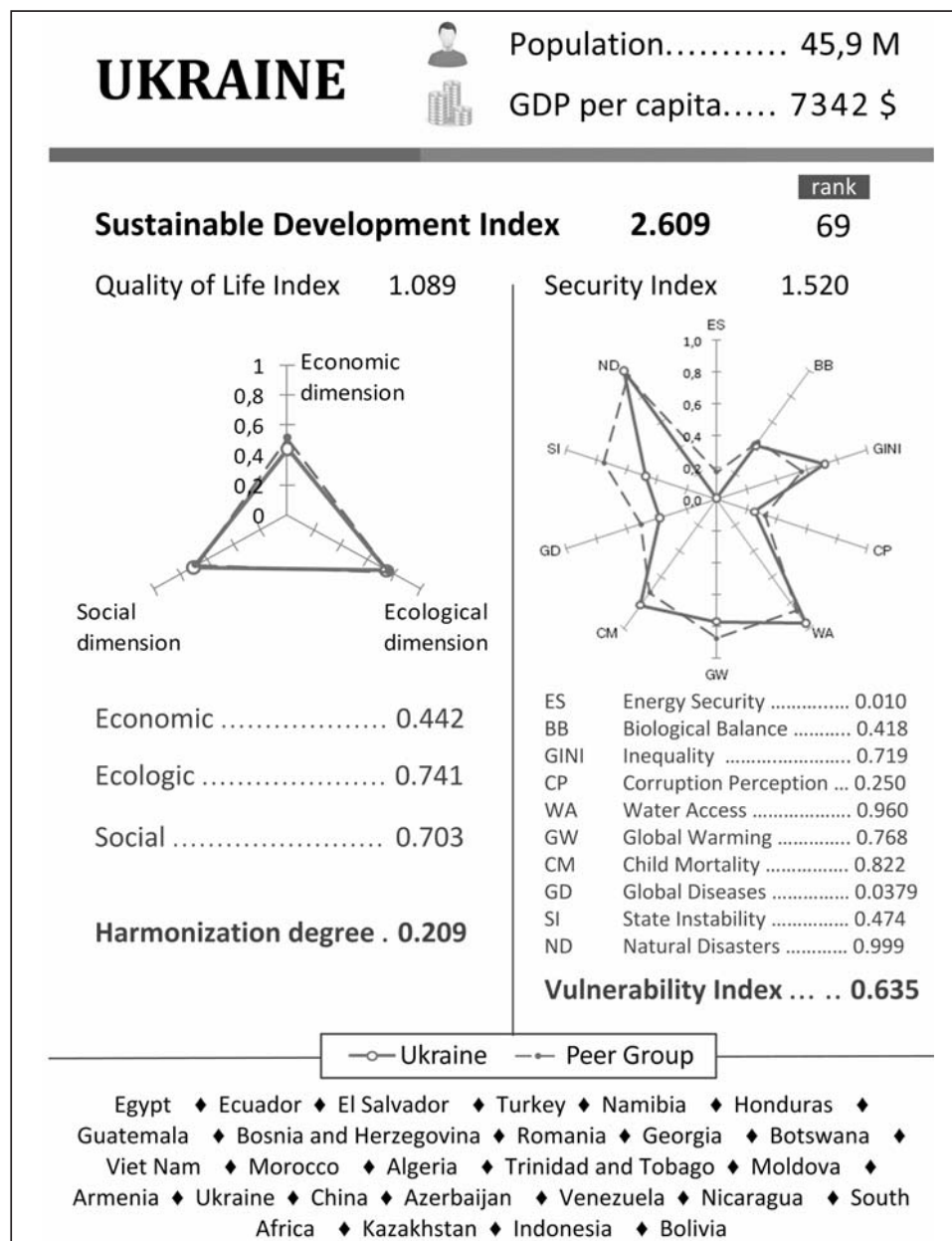


Рис. 6. Профиль Украины по устойчивому развитию (моделирование 2009 г.)

Поисковая система WSearch. Поисковая система WSearch (<http://search.wdc.org.ua>) предназначена для эффективного поиска информации и данных в сети Мировых центров данных, а также электронных ресурсах организаций НАН Украины и РАН. Основными преимуществами системы являются: качество (индексируются только научные данные и информация); целенаправленность (поиск по отдельным научным направлениям); актуальность информации и данных (высокая скорость обновления поискового индекса); поиск в файлах (индексируются все распространенные форматы файлов: pdf, ppt, doc, xls, xml, rtf, txt, ...).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание Мирового центра данных в Украине не только способствует улучшению ситуации с доступностью мировых данных для украинских исследователей, но и в значительной степени стимулирует процесс интеграции украинской науки в мировую.

Приоритетным сегодня остается решение вопросов унификации форматов и протоколов передачи данных, организации контроля качества научных данных и информации, создание сервисов обработки и предоставления данных, а также организация единого информационного пространства Российско-Украинского сегмента Мировой системы данных и сети партнеров Мирового центра данных по геоинформатике и устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Силкин Б.И., Троицкая В.А., Шебалин Н.В. Наша незнакомая планета. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 295 с.
2. Minster J.-B., Capitaine N., Clark D.M. The new ICSU World Data System: A world-wide community of excellence for data issues // Materials of the Intern. Conf. «Electronic Geophysical Year: State of the Art and Results» / Ed. by V. Nechitailenko, GC RAS, Moscow, 2009. — 117 p. (doi:10.2205/2009-REGYconf)
3. Zgurovsky M., Yefremov K., Pasichny A. WDC-Ukraine as a part of Russian-Ukrainian WDC Segment // Materials of the Intern. Conf. «Electronic Geophysical Year: State of the Art and Results» / Ed. by V. Nechitailenko, GC RAS, Moscow, 2009. — 117 p. (doi:10.2205/2009-REGYconf)
4. Yakymenko Yu., Timofeyev V., Galagan V., Dombrougov M. Development and European Integration of Ukrainian Research and Academic Network (URAN) for Provision of High Speed Services to Science and Education // Materials of the 21st Int. CODATA Conf., 2008, Kiev, Ukraine.
5. Guide to the World Data Center System: General Principles — World Data Centers — Data Services. — Paris.: ICSU, 1996. — 110 p.
6. Starostenko V., Yatskiv Ya., Lyalko V., Ivanov V., Rudenko L., Yefremov K. Ukrainian science data: mutual goals and approaches // Materials of the 21st Int. CODATA Conf., 2008, Kiev, Ukraine.
7. Zgurovsky M.Z., Gvishiani A.D. Sustainable Development Global Simulation: Quality of Life and Security of World Population (2005-2007/2008). — К.: Publ. House—Polytekhnika, 2008. — 338 p.
8. Згуровський М.З. Аналіз сталого розвитку — глобальний і регіональний контексти. Ч.2. Україна в індикаторах сталого розвитку. — К.: НТУУ «КПІ», 2009. — 200 с.
9. Zgurovsky M., Yefremov K. Formation of a common information space of WDC-Ukraine partners' network // Materials of the International Conference «Electronic Geophysical Year: State of the Art and Results» / Ed. by V. Nechitailenko, GC RAS, Moscow, 2009. — 117 p. (doi:10.2205/2009-REGYconf)

Поступила 15.12.2009