

ИНТЕГРАЦИЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ - СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД В ПОЛИТИКЕ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ

А.И.Гусев

Советник Генерального директора ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»

ВВЕДЕНИЕ

Системы (сети) наблюдений – ключевой инструмент обеспечения деятельности как любой национальной гидрометеорологической службы (НГМС), так и глобальных и региональных систем (сетей) наблюдений, поддерживаемых и координируемых Всемирной метеорологической организацией (ВМО) в рамках ее различных проектов и программ.

Развитие потребностей общества в гидрометеорологическом обслуживании, в новых видах продукции и услуг сопровождается как модернизацией и развитием существующих систем наблюдений, так и появлением новых, в том числе сетей и систем наблюдений создаваемых вне рамок НГМС другими участниками деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областей.

В рамках программ ВМО и партнерских организаций ВМО различные сети (системы) наблюдений разрабатывались, финансировались и функционировали для удовлетворения их собственных конкретных целей. При этом, как правило, сети и системы наблюдений развивались и управлялись по отдельности, в оторванности от других сетей и систем наблюдений, что приводило в ряде случаев к несовместимости получаемых данных, дублированию наблюдений, неоправданному росту затрат.

Впервые в 2007 году на 15-м Конгрессе ВМО, проводившемся под руководством президента организации А.И.Бедрицкого, были проанализированы недостатки и возможные отрицательные последствия такого подхода. И именно тогда была поставлена задача создать всеобъемлющую **систему систем наблюдений** для удовлетворения экономически эффективным образом развивающихся потребностей в наблюдениях как программ ВМО, так и программ, спонсируемых совместно с ВМО.

На этом конгрессе, собственно, и появилось понятие и первое упоминание **Интегрированной Глобальной Системы Наблюдений ВМО** ((ИГСНВ

или WIGOS - **WMO Integrated Global Observing System** в английской транскрипции).

ПОДХОДЫ ВМО И СОЗДАННЫЕ ВМО ИНСТРУМЕНТЫ ИНТЕГРАЦИИ

Основной целью ИГСНВ является удовлетворение растущих потребностей Членов ВМО в наблюдениях. ИГСНВ, по существу, представляет собой комплексный подход к совершенствованию и развитию глобальных систем наблюдений, обеспечивающий планомерную эволюцию существующих глобальных систем наблюдений ВМО в интегрированную, всеобъемлющую и скоординированную устойчивую систему.

ИГСНВ должна обеспечивать растущие потребности стран-членов ВМО, расширяя при этом координацию функционирования системы наблюдений ВМО с системами, владение, управление и эксплуатация которых осуществляются различными организациями и программами.

Фактически интеграция наблюдательных систем и сетей становится общемировой тенденцией как средства расширения и повышения эффективности наблюдений. Понятие интеграции занимает центральное место в ИГСНВ. Однако важно понимать, что в ИГСНВ речь идет об интеграции сетей (систем) наблюдений, а не о какой-либо интеграции самих наблюдений.

ИГСНВ стратегическими планами ВМО определена как одно из приоритетных направлений деятельности организации, а ее полномасштабное внедрение является важнейшим условием укрепления глобальных международных систем наблюдений.

Идеи интеграции активно реализуются как на глобальном уровне (ВМО, международная Группа наблюдения за Землей - Group of Earth Observation), так и в ряде случаев на региональном/национальных уровнях.

К настоящему времени идеи ИГСНВ закреплены в регламентных руководящих документах ВМО. Так, согласно Техническому регламенту¹ к компонентным системам наблюдений ИГСНВ относятся Глобальная система наблюдений (ГСН) Программы Всемирной службы погоды (ВСП), наблюдательный компонент Программы Глобальной службы атмосферы (ГСА), Система гидрологических наблюдений ВМО (СГНВ) Программы по гидрологии и водным ресурсам и наблюдательный компонент Глобальной службы криосферы (ГСК), включая их наземные и космические компоненты. При этом указанные компонентные системы включают все вклады ВМО в совместно спонсируемые системы, в Глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГРОКО) и Глобальную систему систем наблюдений за Землей (ГЕОСС).

¹ Публикация ВМО №49, Сборник основных документов №2, Том 1 – Общие метеорологические стандарты и рекомендуемые практики, издание 2019 г.

Развитие идеи интеграции наблюдательных систем сопровождается созданием так называемых «инструментов ИГСНВ» (WIGOS tools), представляющих собой как «материальные» (информационные) средства так и процедурные механизмы.

Важнейшими для ИГСНВ функциями являются функции единообразного учета пунктов, средств и систем наземных и космических наблюдений, формирования для них соответствующих баз метаданных.

Именно поэтому стартовым и одним из важнейших инструментов ИГСНВ стал так называемый ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА И ОБЗОРА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ (OSCAR - **O**bserving **S**ystems **C**apability **A**nalysis and **R**eview tool – в английской транскрипции), представляющий, по существу, систему учета (базу данных) средств и пунктов наблюдений.

Система OSCAR содержит два основных компонента, описывающих наземные ([OSCAR/surface](#), рис.1) и космические ([OSCAR/space](#), рис.2) системы (пункты, платформы, станции) наблюдений. При этом часть данных в компонент OSCAR/surface занесено путем перевода в электронный вид официальных публикаций ВМО со списками станций.

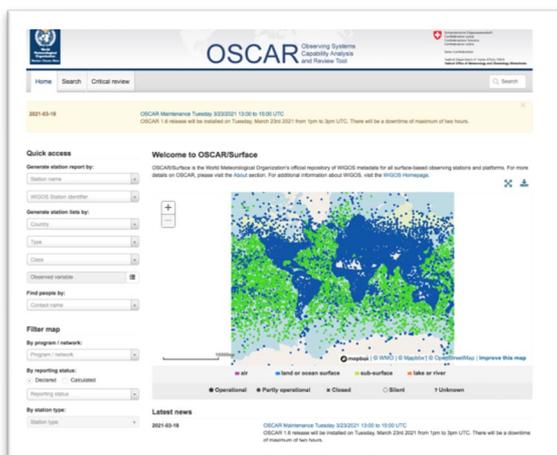


Рис.1 Стартовая страница OSCAR/surface

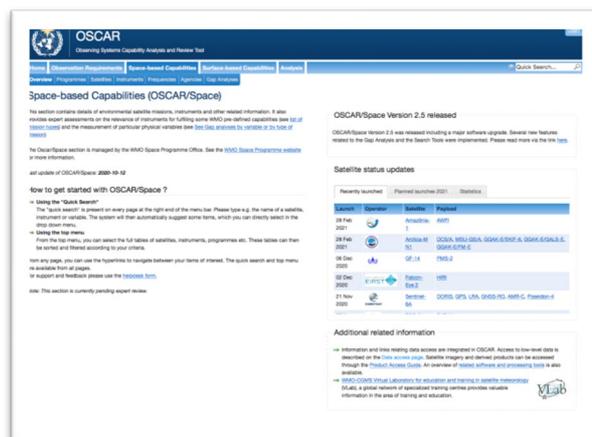


Рис.2 Стартовая страница OSCAR/space

Контроль и поддержание данных в системе в актуальном состоянии обеспечивается НГМС стран, которые должны руководствоваться при этом [стандартами метаданных ИГСНВ](#)^{2 3} (рис.3), а также специально разработанной [системой идентификаторов станций ИГСНВ](#)⁴.

² Публикация ВМО №1160, Наставление по Интегрированной глобальной системе наблюдений ВМО, Дополнение VIII к Техническому регламенту ВМО, издание 2019 г.

³ Публикация ВМО №1192, Стандарт метаданных ИГСНВ, издание 2019 г.

⁴ Публикация ВМО №1165, Руководство по Интегрированной глобальной системе наблюдений ВМО, издание 2019 г.

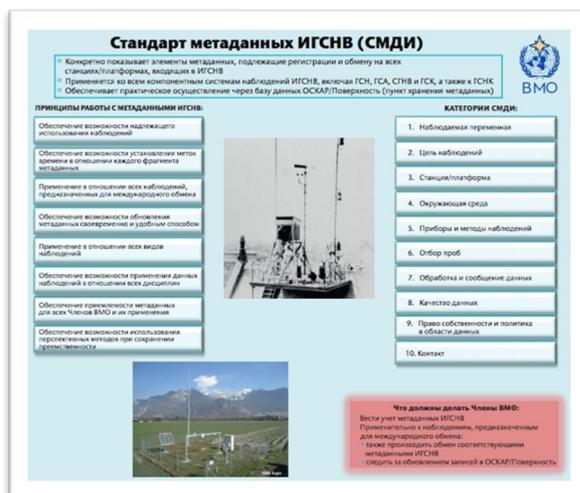


Рис.3 Стандарт метаданных ИГСНВ

Еще одним принципиально важным компонентом системы является база данных потребностей пользователей в наблюдениях - [OSCAR/Requirements](#), представляющая собой по существу официальный ресурс ВМО, содержащий требования к наблюдениям за физическими переменными в поддержку программ Организации и совместно спонсируемых программ (рис.4).

Заложенные в OSCAR/requirements требования не привязаны к какой-либо конкретной технологии. Требования для переменных выражаются с точки зрения нескольких критериев (горизонтального и вертикального разрешения, цикла наблюдений, своевременности и стабильности), поддерживаются назначаемыми для каждой прикладной области координаторами и регулярно проверяются группами экспертов, формируемыми заинтересованными организациями и программами.

List of all Requirements

This table shows all requirements. It can be sorted by clicking on the column headers. The filter on the right allows to display requirements. [Filter instructions](#)

Note: In reading the values, goal is marked **blue**, breakthrough **green** and threshold **orange**

Id	Variable	Layers	App Area	Theme(s)	Uncertainty	Stability / decade	Hor Res
31	Accumulated precipitation (over 24 h)	Near Surface	Agricultural Meteorology		2 mm		0.25 km
					5 mm		20 km
					10 mm		50 km
54	Accumulated precipitation (over 24 h)	Near Surface	Climate-AOPC (deprecated)		1 mm		
					1.3 mm		
					2 mm		
204	Accumulated precipitation (over 24 h)	Near Surface	GEWEX (deprecated)		0.5 mm		
					1 mm		
					5 mm		
244	Accumulated precipitation (over 24 h)	Near Surface	Global NWP		0.5 mm		
					2 mm		
					5 mm		

Рис.4 Интерфейс OSCAR/requirements

Поддерживаемый указанным образом ресурс OSCAR/requirements является также и ключевым элементом для организации регулярного обзора (пересмотра) потребностей (так называемый процесс Rolling Review of Requirements - RRR), определенный в руководстве по глобальной системе наблюдений⁵, в рамках которого требования пользователей к наблюдениям сопоставляются с возможностями существующих и планируемых систем наблюдений.

Система мониторинга качества данных ([WDQMS](#) – **WIGOS Data Quality Monitoring System** в английской транскрипции) представляет собой сравнительно новый инструмент ИГСНВ, реализующий функцию мониторинга эффективности всех компонентов наблюдений ИГСНВ.

Система отслеживает наличие и качество данных наблюдений на основе информации мониторинга, осуществляемого четырьмя глобальными центрами численного прогнозирования погоды: DWD (Германия), ЕЦСПП, JMA (Япония) и NCEP (США). В настоящее время система осуществляет мониторинг Глобальной системы наблюдений Всемирной службы погоды и - частично – Глобальной системы наблюдения за климатом (рис.5).

По данным этих центров, выявляются, в частности, наблюдательные подразделения, данные которых отсутствуют, поступают нерегулярно или имеют неудовлетворительное качество, не позволяющее их использование в численных моделях прогнозов.

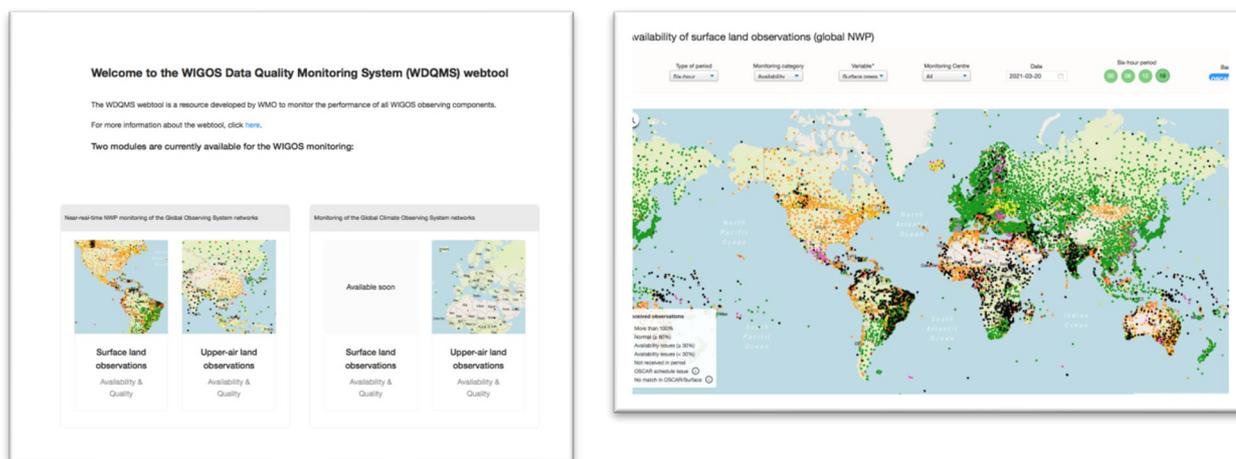


Рис.5 Примеры интерфейсов системы мониторинга качества WDQMS

Зеленые точки – наличие всех сводок, оранжевые – частичное поступление сводок, красные – всего несколько сводок, черные – «молчащие» станции

⁵ Публикация ВМО №544, часть II, требования к данным наблюдений

В последнее время активно развивается идея создания еще одного инструмента ИГСНВ - Региональных центров ИГСНВ⁶, призванных способствовать и поддерживать реализацию ИГСНВ на региональном/межрегиональном уровнях. Используя результаты системы мониторинга качества данных наблюдений WDQMS региональные центры ИГСНВ будут способны, в частности, проводить

- количественный и качественный мониторинг состояния наблюдательных подразделений и сетей в разных временных и пространственных масштабах;
- анализ результатов мониторинга и формирование на его основе для лиц, принимающих решения, информационных материалов о выявленных проблемах и недостатках,
- формирование оповещений для владельцев пунктов наблюдений (incident tickets) о возникших нарушениях,
- формирование рекомендаций по необходимым управляющим воздействиям для управление наблюдательными подразделениями и сетями.

Ряд стран заявили о готовности взять на себя функции таких региональных центров (Япония, Китай, Саудовская Аравия, Германия...Россия ?..).

В Китае в национальных интересах и в интересах ИГСНВ создана и успешно функционирует система учета наблюдательных подразделений и мониторинга наблюдательных сетей. Единый центр контроля и управления этой системы осуществляет несколько видов мониторинга разных дисциплинарных, временных и географических масштабов. Система включает, также, средства мониторинга выходной продукции, мониторинга работы национальной космической подсистемы наблюдений, эксплуатационного мониторинга средств наблюдений и ряд других функций.

⁶ [Публикация ВМО-1224 Технические руководящие принципы для региональных центров ИГСНВ по системе мониторинга качества данных ИГСНВ](#) Издание 2018 г.



Рис. 6 Отображение данных многофункциональной системы мониторинга ИГСНВ в региональном центре ИГСНВ в Пекине

Учитывая, что в большинстве стран НМГС больше не является единственным источником наблюдений, одним из принципов ИГСНВ является то, что на всех уровнях ИГСНВ стремится, насколько это возможно, интегрировать наблюдения НМГС и партнеров в одну общую систему.

В настоящее время имеется большое количество успешных примеров подобной интеграции как на региональном, так и на национальных уровнях. В ряде стран действуют национальные программы (планы) осуществления ИГСНВ.

Показателен, например, опыт Метеорологической службы Швейцарии (MeteoSwiss) по привлечению «третьих» сторон (партнеров) для участия в национальной осадкомерной сети. В результате в основном административных усилий по продвижению идеи интеграции наблюдательных сетей и работе с партнерами по заключению соглашений о сотрудничестве службе удалось более чем удвоить плотность пунктов наблюдения - практически без привлечения инвестиционных ресурсов.

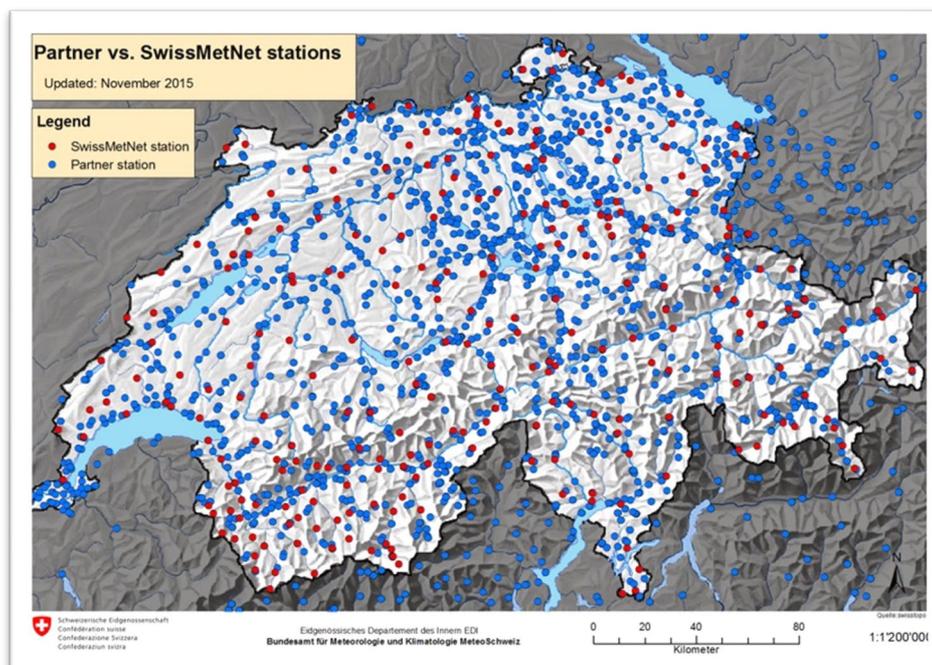


Рис.7 Опыт Швейцарии по привлечению «третьих» сторон (партнеров) для участия в национальной осадкомерной сети.

Красные точки – пункты наблюдения MeteoSwiss, синие точки – пункты наблюдений партнеров. Источник – материалы регионального семинара ВМО

Успешному продвижению ИГСНВ способствует наличие соответствующей нормативных и справочных публикаций, издаваемых Секретариатом ВМО на всех официальных языках. Значительный вклад в реализацию ИГСНВ вносят также и региональные учебные семинары.

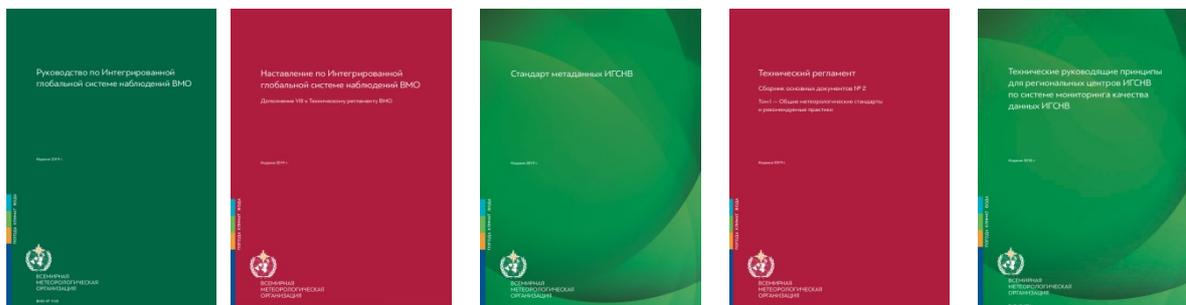


Рис.8 Официальные публикации ВМО, определяющие «стандарты» ИГСНВ

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ИГСНВ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Важнейшим для реализации функций ИГСНВ является наличие объективной базы данных (системы учета) пунктов наблюдений. Однако, реализующая эти функции международная система OSCAR не может в ряде случаев охватить все виды и параметры наблюдений, учесть наличие национальных особенностей построения сетей наблюдений в разных НГМС.

Исторически Росгидромет развивался как национальная гидрометеорологическая служба (НГМС) с внутренне присущей интеграцией наблюдательных сетей. В первую очередь это связано с тем, что гидрологические наблюдения всегда относились к компетенции Росгидромета. Таким образом, важнейшая для проекта ИГСНВ интеграция в странах метеорологических, гидрологических и других сетей в случае Росгидромета во многом реализуется естественным образом.

Как известно, в настоящее время наблюдательные сети Росгидромета выполняют около 30 видов наблюдений в области метеорологии, гидрологии, океанографии, геофизики, мониторинга загрязнения окружающей среды, данные о которых не могут быть в полном объеме отражены в системе OSCAR. Именно это обстоятельство является причиной создания в ряде стран собственных национальных систем учета наблюдательных подразделений.

Так, в Росгидромете для этих целей создана и используется в тестовом режиме функционально близкая к системе OSCAR автоматизированная система учета наблюдательных подразделений ([АСУНП](#), рис. 9 и 10). В качестве элементарного объекта учета в системе используется понятие «пункт наблюдений» как объект учета, привязываемый к конкретному виду наблюдений. Метеорологические и гидрологические станции, посты, обсерватории описываются как суперпозиции разнообразных «пунктов наблюдений».

В системе предусмотрена возможность выделения индивидуальных аккаунтов для занесения и контроля данных. Тем самым могут быть учтены данные не только территориальных подразделений Росгидромета, но и данные «третьих» сторон, в том числе данные наблюдательных сетей, принадлежащих академическим структурам и частному сектору.

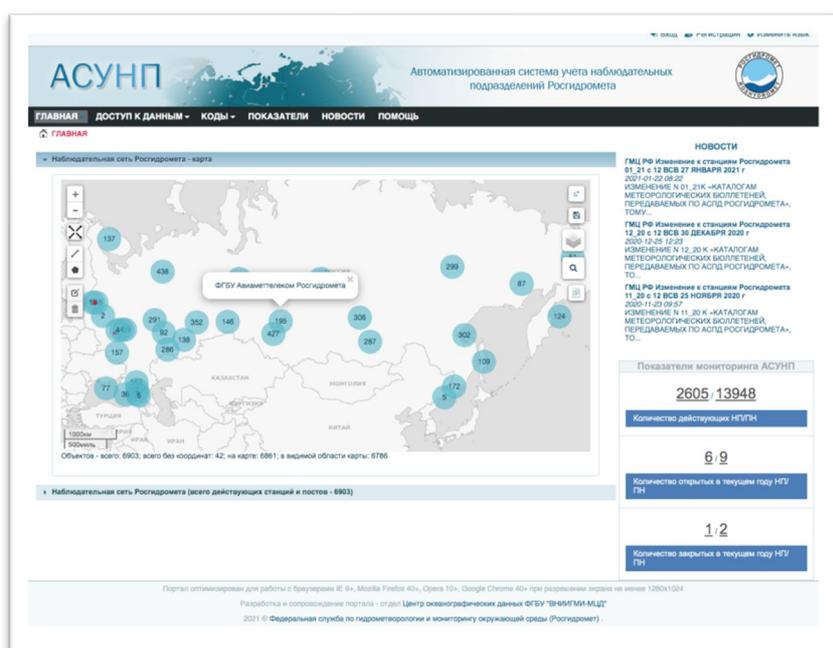


Рис.9 Стартовая страница портала АСУНП

С учетом решений Межгосударственного совета по гидрометеорологии Содружества независимых государств (МСГ СНГ) начата работа по предоставлению индивидуальных аккаунтов для стран-членов МСГ СНГ, что позволит получить полное описание интегрированной наблюдательной сети для территории СНГ.

Предпринимаются усилия по сопряжению АСУНП через межмашинный интерфейс с системой OSCAR. Система станет важным элементом планируемого для русскоязычных стран Регионального центра ИГСНВ.

В отличие от системы OSCAR в АСУНП могут заносятся сведения и метаданные соответствующие действующим наставлениям и сложившейся на территории СНГ практике. Включение в АСУНП данных стран-членов МСГ СНГ могло бы стать важным шагом на пути расширению участия стран - членов МСГ СНГ в проекте ИГСНВ, созданию регионального проекта ИГСНВ для территории стран-членов МСГ.



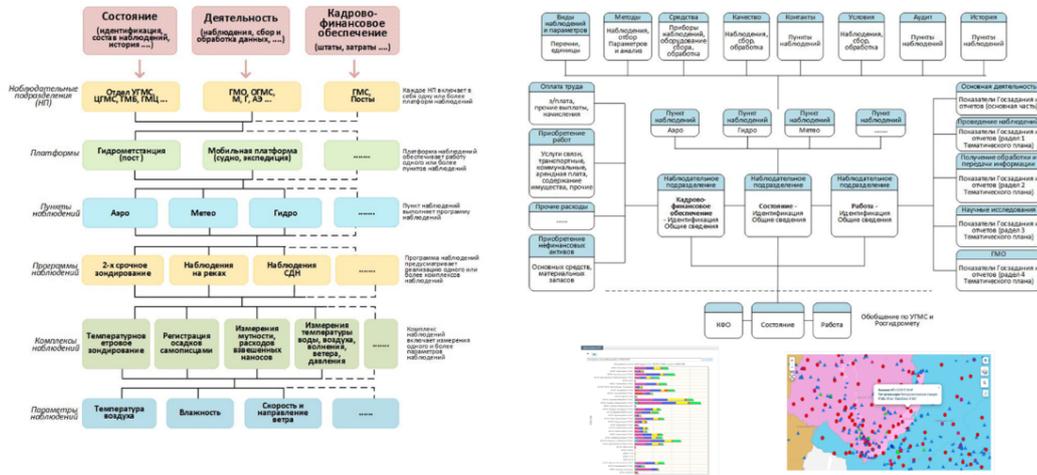
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА – АСУНП



<http://asunp.meteo.ru>

НАЗНАЧЕНИЕ: Получение сведений о государственной наблюдательной сети Росгидромета из одного источника

ведение сведений о государственной наблюдательной сети Росгидромета
стандартизированная оценка состояния и динамики изменения показателей сети
предоставление актуальных сведений учреждениям Росгидромета и другим потребителям

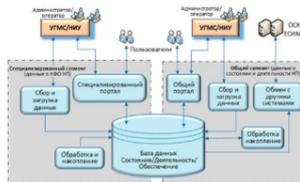


ФУНКЦИИ:-

- ведение сведений о сетях наблюдений через удаленный web-интерфейс операторами в УГМС/НИУ
- подготовка обобщений по Росгидромету, организациям, видам наблюдений и другим показателям
- доступ к стандартизированной отчетности и запросам по критериям
- картографическое и таблично-графическое отображение информации
- контроль и предоставление отчетности о работе системы
- экспорт сведений в формате csv/excel

РЕАЛИЗАЦИЯ:

- 2300 наблюдательных подразделений и 14000 пунктов наблюдений
- веб-интерфейс удаленного ввода и редактирования данных (35 профильных АРМ УГМС и НИУ)
- веб-интерфейс доступа к отчетам и по запросу
- документы по эксплуатации – регламент и руководства



ПОТЕНЦИАЛ:

- взаимодействие с информационными системами путем обмена данными и программного интерфейса
- обращение к ресурсам с детальной информацией (технический паспорт и др.) на основе уникального идентификатора наблюдательного подразделения
- включение сведений по ведомственным государственным наблюдательным сетям
- взаимодействие с ОСКАР (ВМО)

Выгоды:

- сокращение затрат на поиск сведений о наблюдательной сети Росгидромета
- повышение их качества, полноты и актуальности
- улучшение условий получения сведений о наблюдениях для интерпретации данных наблюдений
- повышение качества принятия решений при развитии и оптимизации наблюдательной сети, установке современных измерительных систем

Рис.10 Структура и основной функционал АСУНП

Фактически АСУНП может стать основой для создания национальной и/или региональной системы мониторинга и управления наблюдательными сетями, одной из важнейших функций которой станет упоминавшаяся ранее функция генерации оповещений для лиц, принимающих решения (incident tickets), о нарушениях и характере нарушений работы пунктов наблюдений.

С учетом изложенного выше АСУНП предлагается использовать для в качестве национальной системы мониторинга и управления интегрированной наблюдательной сетью участников гидрометеорологической деятельности, что позволит решать следующие практические задачи:

- объективный учет на национальном уровне, наблюдательных подразделений и сетей, а также наблюдательных подразделений «партнеров» и/или «третьих» сторон;
- объективный учет наблюдательных подразделений и сетей на региональном, субрегиональном и т.п. уровнях;
- организация процесса регулярного пересмотра потребностей, в рамках которого требования пользователей к наблюдениям сопоставляются с возможностями существующих и планируемых систем наблюдений;
- выявление пробелов между требованиями пользователей и возможностями систем наблюдений;
- проведение в разных временных масштабах «многофункционального» количественного и качественного мониторинга состояния наблюдательных подразделений и сетей;
- анализ результатов мониторинга и формирование на его основе для лиц, принимающих решения, соответствующих информационных материалов о выявленных проблемах и недостатках;
- управление наблюдательными подразделениями и сетями, формирование рекомендаций по необходимым управляющим воздействиям.

Функции и решаемые системой задачи	АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА (АСУНП)	Выходная «продукция» системы
Оперативный мониторинг поступления данных (срок, сутки...)		Результаты мониторинга.
Мониторинг поступления оперативных данных (месяц, квартал, год, годы.....)		Рекомендации.
Мониторинг качества данных (по данным центров ЧПП)		Стандартизированные отчеты.
«Эксплуатационный мониторинг» состояние работы оборудования, отказы, наличие и потребности в ВИПах, метрология и пр.)		Отчеты по запросам.
Прочие виды мониторинга.....		Управляющие воздействия.
Регистрация и учет пунктов наблюдений партнеров и «третьих» сторон.		Оповещения об «инцидентах».
	Привлечение для решения задач Росгидромета наблюдательных подразделений партнеров и «третьих» сторон.	
	Сопряжение с OSCAR и другими «инструментами» ИГСНВ	
	Обеспечение процесса пересмотра потребностей (RRR)&	

Рис.11 Примерные функции и результаты

В перспективе при развитии и расширении функционала АСУНП должно быть проведено ее сопряжение как с существующими, так и с вновь создаваемыми системами мониторинга наблюдательных подразделений и сетей с разными функциональными особенностями, временными, географическими масштабами. При этом пользователями системы станут практически все уровни управления системой Росгидромета (центральный и территориальный), другие заинтересованные органы и лица.

ВЫВОДЫ

Заложенная и реализуемая в ИГСНВ (WIGOS) идея оказалась плодотворной идеей интеграции наблюдательных сетей ВМО, партнеров организации и «третьих» сторон (академический сектор, частный бизнес).

На национальном уровне ИГСНВ стремится, насколько это возможно, интегрировать наблюдения НМГС, партнеров и «третьих» сторон в одну общую систему. В большинстве стран НМГС больше не является единственным источником наблюдений.

Идея интеграции сетей наблюдений на глобальном и национальном уровнях трансформировалась, по существу, в идею интеграции в странах всех существующих систем наблюдений гидрометеорологических параметров.

Реализация ИГСНВ во многих случаях способствует установлению партнерских отношений НМГС с другими участниками гидрометеорологической деятельности в стране, реальному формированию эффективной «национальной гидрометеорологической отрасли».

В современном понимании ИГСНВ становится не только ресурсом учета и описания пунктов наблюдений, но трансформируется в систему мониторинга и управления наблюдательными сетями.

Из-за страновых особенностей структуры управления масштабы, вес и авторитет НМГС в разных странах значительно различаются. В этих условиях ВМО как авторитетная международная организация, могла бы и должна помочь НМГС в реализации принципов ИГСНВ, обратившись к правительствам стран с разъяснением целей, задач и выгод ИГСНВ и призывом оказать необходимое содействие своим национальным службам в реализации этих принципов.

ЧТО ДЕЛАТЬ?

С учетом изложенного выше в качестве первоочередных шагов в направлении обеспечения полномасштабной реализации концепции ИГСНВ можно было бы рекомендовать Росгидромету следующие мероприятия, оформив их, например, в форме отраслевого инфраструктурного проекта.

1. Разработать отраслевой инфраструктурный проект ИГСНВ (АСУНП) с распределением «ролей»/ ответственности НИУ Росгидромета.
2. Организовать подготовку аналитической записки по идеологии ИГСНВ и региональных центров ИГСНВ с учетом

- нормативных документов ВМО
 - практик реализации ведущих центров ИГСНВ, их функционала, опыта применения (Европа, Китай, Япония)
 - трендов, направлений развития ИГСНВ и ее трансформации в систему управления наблюдательными сетями
 - мотивации необходимости и объемов участия Росгидромета в проекте ИГСНВ (практическая деятельность, политические аспекты)
3. Провести анализ текущего статуса АСУНП как ключевого элемента реализации концепции ИГСНВ на национальном уровне.
 4. Сформулировать основные направления доработки и развития АСУНП в интересах Росгидромета/МСГ/ВМО, включая вопросы обеспечения необходимых функций регионального центра ИГСНВ (как распределенной между учреждениями Росгидромета системы функций).
 5. Согласовать распределение «ролей» между профильными НИУ Росгидромета, провести назначение координаторов для обеспечения функционирования АСУНП, OSCAR, регионального центра ИГСНВ.
 6. Ввести в действие АСУНП на уровне Росгидромета как единого информационного ресурса учета пунктов наблюдений.
 7. Ввести в действие АСУНП на уровне МСГ.
 8. Обеспечить совместимость АСУНП с базами данных OSCAR.
 9. Осуществить постепенную трансформацию АСУНП из системы учета наблюдательных подразделений в систему управления наблюдательными сетями (обеспечение соответствия с международной системой мониторинга качества).
 10. Организовать регулярное обучение/тренинг специалистов Росгидромета и МСГ по тематике ИГСНВ, OSCAR, АСУНП
 11. Организовать разработку национального плана реализации ИГСНВ (применительно ко всем участникам деятельности в сфере гидрометеорологии).
 12. Организовать учет в АСУНП пунктов наблюдения «третьих» сторон, проработав, в частности, вопросы и инструменты их мотивации, возможности предоставления аккаунтов владельцам пунктов наблюдений.
 13. Проработать и осуществить мероприятия по популяризации идеологии ИГСНВ.

