6. Курач, Т.М., Олійник Р.В. Експертний аналіз ієрархій властивостей карт. // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : Збірник наукових праць. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2013. – Вип. 18. С. 97-100.

7. Б. Г. Литвак Экспертные технологии в управлении. – М.: Дело, 2004. – 398 с.

8. А.И. Орлов Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 2: Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, – 2011. – 486 с.

9. Л.А.Панкова, А.М.Петровский, М.В.Шнейдерман Организация экспертизы и анализ экспертной информации. – М.: «Наука», 1984. – 120 с.

10. Ю.В. Сидельников Системный анализ экспертного прогнозирования. – М., 2007. – 453 с.

11. Т. Саати Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.

12. И.Ф. Шишкин Метрология, стандартизация и управление качеством: Учеб. для вузов / Под ред. акад. Н.С. Соломенко. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТОСТОРОННИХ ВЕБ-СЕРВИСОВ ГЕООБРАБОТКИ

Е.А. Паниди
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Россия, panidi@yandex.ru

APPROACHES TO DEVELOPMENT OF CLIENT-SIDE GEOPROCESSING WEB-SERVICES

E.A. Panidi
Saint-Petersburg State University
Saint-Petersburg, Russia, panidi@yandex.ru

Abstract. Due to continuous improvement and cheapening of remote sensing technologies the remote sensing methods being increasingly utilized to solve problems of research, monitoring and management of the territories, natural environment, transport and society. Remote sensing data are characterized by significant volumes in general, even compared with other types of spatial data. And improving of the technologies of remote sensing data production leads to more and more significant growth of these volumes. In this context the one of most important tasks of working with remote sensing data is the development of methods for automating of the data processing and analysis, as well as ways of data and processing results storing.

The cloud computing technologies and Web solutions that base on such technologies and implement data access and working with the data in the Web, are used in recent years to solve both of the problems. One of such Web-based solutions are geoportals that aggregate access ways to

distributed spatial data and processing tools. In current interpretation the geoportal, as a special case of Web-GIS, should not only provide users with spatial data and metadata access but also with the processing tools that allow to solve a wide range of tasks, from displaying to analysis. However, the technologies of spatial data processing and analysis tools are the least developed and standardized at this time. The only WPS (Web Processing Service) international standard specifies how to create spatial data processing Web services. This paper deals with some issues of creating Web services for the spatial data processing (geoprocessing) explored by the author and his colleagues.

В связи с постоянным совершенствованием и удешевлением технологий, дистанционное зондирование (ДЗ) всё шире применяется для решения задач исследования, мониторинга и управления территориями, природной средой, транспортом, обществом. При этом данные дистанционного зондирования (ДДЗ) характеризуются значительными объёмами, даже по сравнению с другими типами пространственных данных, а совершенствование технологий ДЗ влечёт всё более и более существенное разрастание этих объёмов. При таком контексте, одной из важнейших задач при работе с ДДЗ становится разработка методов автоматизации обработки и анализа, а также способов хранения как самих данных, так и результатов их обработки.

Для решения обеих задач в последние годы всё активнее применяются технологии облачных вычислений [Buyya R., at al., 2011], и, основанные на таких технологиях, Веб-решения, которые реализуют доступ к данным в глобальной сети. Одним из таких Веб-решений являются геопорталы, агрегирующие доступ к распределённым пространственным данным и средствам работы с ними. В современном понимании геопортал, являясь частным случаем Веб-ГИС [Fu P., Sun J., 2010], должен не только предоставлять пользователям доступ к метаданным и самим пространственным данным, но и инструментарий для работы с ними, позволяющий решать широкий круг задач, от поиска, до, непосредственно, анализа [INSPIRE NS DT, 2008]. Однако, именно технологии создания инструментов обработки и средств анализа данных, являются на текущем этапе наименее развитыми и стандартизированными. Так, лишь единственный международный стандарт [OGC, 2007] – WPS (Web Processing Service – Веб-сервис обработки) оговаривает порядок создания Веб-сервисов обработки пространственных данных. Данная статья затрагивает некоторые вопросы создания Веб-сервисов для обработки пространственных данных (геообработки) и их предоставления на геопорталах, исследуемые автором и его коллегами.

Объекты и методы исследования.

Применение облачных технологий совместно с использованием Веб-интерфейса для взаимодействия с пользователями ДДЗ позволяет не только обеспечить эффективное и надёжное хранение данных, за счёт того, что облачные системы изначально рассчитаны на управление большими массивами данных и их отказоустойчивое хранение, но и создать распределённую (глобальную) инфраструктуру пространственных данных на основе глобальной компьютерной сети (Интернет). Важной задачей при создании такого рода систем является создание инструментов для обработки и анализа ДДЗ, способных функционировать в Веб-среде. Создание подобных программных средств находится в рамках утвердившихся в современных информационных технологиях концепций Web 2.0 (интерактивная Веб-среда) [Anderson P., 2007] и SaaS (программное обеспечение как услуга) [Software & Information Industry Association, 2001]. Однако, в области работы с пространственными данными такие решения являются

сравнительно «молодыми». И если методы и международные стандарты интерактивного и мультимедийного Веб-представления пространственных данных проработаны значительно, иллюстрацией чему является целая линейка международных стандартов, разработанных в Open Geospatial Consortium (www.opengeospatial.org), то для создания Веб-сервисов обработки пространственных данных OGC опубликован только один стандарт – WPS.

Важной особенностью WPS является его ориентированность исключительно на серверостороннюю обработку данных. Это означает, что вычислительный алгоритм реализуется в виде приложения, устанавливаемого и запускаемого на подключённом к сети сервере. При этом пользователь, желающий воспользоваться данным программным средством, используя клиентское программное обеспечение, должен передать на сервер данные, которые необходимо обработать, либо ссылки на данные уже размещённые на том или ином сервере, и выполнить запрос к серверу на обработку данных, а после обработки, получить ссылку на результирующие данные. При этом, роль клиентского приложения может играть как Веб-приложение, реализованное в браузерном интерфейсе, так и обычное, настольное, приложение [Якубайлик О.Э., 2013], оснащённое средствами выхода в сеть и поддерживающее работу в соответствии со стандартом WPS. То есть, само средство обработки пользователю не передаётся и не может быть запущено на клиентском компьютере, и фактически клиентосторонний подход остаётся не реализованным и не поддерживаемым, на уровне международных стандартов, при работе с пространственными данными в Веб-среде.

Серверосторонняя обработка, несомненно, обладает рядом преимуществ, среди которых основным, безусловно, является априори более высокая вычислительная производительность серверных компьютеров. Однако, существует ряд ситуаций, при которых такая архитектура становится малоприменимой или вовсе неработоспособной. Среди подобных ситуаций следует упомянуть:

- хранение значительных объёмов данных на клиентской стороне и наличие на клиентской стороне достаточных вычислительных ресурсов,

- использование узких или не стабильных каналов связи (что вполне характерно для многих удалённых регионов),

- работа с данными, имеющими коммерческие или законодательные ограничения на использование, запрещающие передачу третьим лицам (коей фактически является загрузка на сторонний сервер).

Наконец, в условиях распределённой инфраструктуры пространственных данных, скорее исключением из правил является идеальная ситуация при которой исходные данные хранятся на одном общем сервере, на котором также установлены средства обработки и происходит сама обработка. И в ситуации, когда ДДЗ, характеризующиеся, как уже упоминалось, значительными объёмами, поступают из нескольких источников (с нескольких серверов), а средства обработки опубликованы на отдельном сервере, высока вероятность, что более эффективной могла бы стать не передача всех исходных данных на единственный сервер обработки, а передача средств обработки на серверы данных и выполнение параллельных распределённых вычислений.

По мнению автора данной статьи, решение проблемы поддержки обработки данных на клиентской стороне, не должно противоречить использованию средств обработки на стороне сервера. Не отказываясь от существующего стандарта WPS, а только лишь расширив и дополнив его, вероятнее всего возможно предложить схему разработки программных средств, эффективно совмещающих преимущества обоих способов реализации вычислений, и, что ещё

более важно, предоставляющих возможность выбора и комбинирования вычислений на сервере и клиенте при реализации прикладных решений.

Архитектуру таких решений можно обозначить как гибридную [Паниди Е.А., 2013]. Веб-сервисы геообработки создаваемые в соответствии с данной архитектурой должны поддерживать как обработку на стороне сервера с передачей клиенту результатов обработки, так и передачу в том или ином виде средств обработки (исполняемого кода) с возможностью запуска на клиенте (Рис. 1).

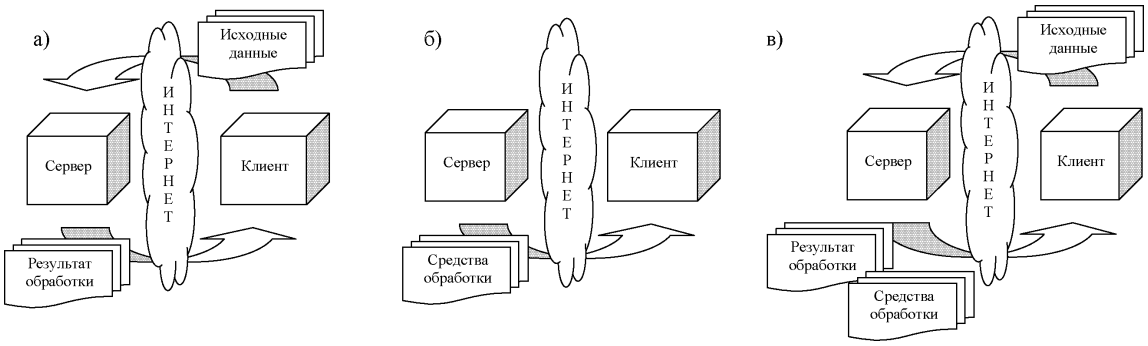

Рис.1. Потоки данных при использовании Веб-сервисов геообработки: а) с обработкой на стороне сервера, б) с обработкой на стороне клиента, в) с гибридной архитектурой.

Результаты и их обсуждение.

В основе проводимого автором [Паниди Е.А., 2013] и его коллегами [Казаков Э.Э., Капралов Е.Г. и др., 2013; Казаков Э.Э., 2013] исследования лежит упомянутая идея создания гибридных Веб-сервисов геообработки. Разработки начаты в 2013 году и ориентированы, прежде всего, на создание сервисов обработки ДДЗ, при работе с которыми особенно остро стоит вопрос значительной ресурсоёмкости задач хранения, передачи и обработки данных. В основу выполняемой разработки положены следующие основные принципы:

- гибридная архитектура разрабатываемых Веб-сервисов,
- поддержка стандарта WPS,
- выполнение разработки на основе программных средств с открытым исходным кодом,
- использование геопортального интерфейса для доступа к разрабатываемым Веб-сервисам.

В качестве основного средства разработки выбран язык программирования Python (www.python.org), который обладает следующими важными (в контексте исследования) преимуществами:

- Python распространяется и может быть использован (в том числе, в коммерческих целях) в соответствии со свободной лицензией;

- Python является интерпретируемым языком программирования, при этом существует сразу несколько реализаций интерпретаторов, позволяющих исполнять программный код в различных средах и на различных программных платформах, что даёт широкие возможности с точки зрения выбора способов исполнения разрабатываемых Веб-сервисов;

- Python широко используется в научных исследованиях и обладает большим количеством готовых программных библиотек для реализации вычислений, в том числе при

работе с пространственными данными (в частности на Python портированы такие библиотеки как GDAL (www.gdal.org) и PROJ.4 (http://trac.osgeo.org/proj/));

- Python де-факто является стандартным языком разработки ГИС-приложений (в частности он встроен в качестве языка разработки расширений в такие настольные ГИС как ArcGIS (www.esri.com) и QGIS (www.qgis.org)).

Основной проблемой, при разработке гибридных Веб-сервисов геообработки, является необходимость обеспечения единства исполняемого кода, способного запускаться на существенно различающихся, в общем случае, серверной и клиентской платформах. На первом этапе исследования в качестве решения, позволяющего обеспечить унификацию программного кода, выбран подход, заключающийся в исполнении созданных на Python приложений, реализующих аналитические процедуры, в обычном режиме на серверной стороне, с использованием эталонного интерпретатора Python, и дополнении приложений интерфейсом и средствами установки в качестве модуля настольной ГИС. При этом аналитическое ядро остаётся прежним, то есть используется традиционный для программирования подход, заключающийся в отделении логики программы от интерфейса. Для использования такого приложения на клиентской стороне, оно скачивается и устанавливается на клиентском компьютере. Для поддержки стандарта WPS на серверной стороне используется WPS-сервер PyWPS (http://pywps.wald.intevation.org), который, работая поверх Веб-сервера, реализует исполнение WPS-запросов, запуск обработки данных и генерацию ссылок на результат обработки для передачи клиенту. В общих чертах, процесс передачи данных от сервера к клиенту может быть описан следующим образом. При обработке на серверной стороне клиентские запросы выполняются в соответствии со стандартом WPS, инструмент геообработки генерирует и сохраняет на сервере результирующие данные, WPS-сервер передаёт ссылки на полученные данные на Веб-картографический сервер, после чего через Веб-сервер клиент получает ссылку на Веб-картографический сервис – результат обработки и возможность отобразить данные в браузере. В отдельных случаях Веб-картографический сервер может не использоваться и через Веб-сервер могут передаваться ссылки на результирующие данные для скачивания. Для обработки на клиентской стороне через Веб-сервер клиенту передаются ссылки на скачивание инструментов обработки в настольной реализации (Рис. 2).

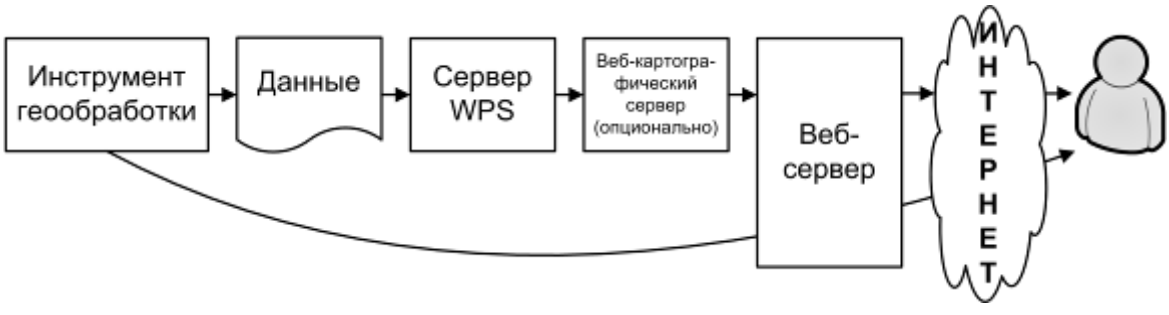

Рис.2. Схема передачи данных от Веб-сервиса с гибридной архитектурой к пользователю.

Следует отметить, что выбранный в качестве WPS-сервера PyWPS, является открытым программным обеспечением и также создан на языке Python. В приведённой схеме обмена данными WPS-сервер является неотъемлемым звеном. Именно он обеспечивает запуск

серверосторонней обработки с помощью унифицированных WPS-запросов, что позволяет вызывать Веб-сервисы, работающие на серверной стороне из любого клиентского программного обеспечения, подключённого к глобальной сети и поддерживающего стандарт WPS.

Сам стандарт подразумевает возможность обработки трёх видов http-запросов, передаваемых WPS-серверу через Веб-сервер:

- GetCapabilities,
- DescribeProcess,
- Execute.

Ответом на запрос GetCapabilities является XML-документ содержащий метаданные WPS-сервиса, реализованного на данном сервере, и метаданные доступных на нём процессов геообработки, число которых может быть произвольным.

Запрос DescribeProcess параметризуется именем одного или именами нескольких процессов геообработки, которые могут быть получены в результате выполнения запроса GetCapabilities, и позволяет получить XML-документ содержащий метаданные самих процессов геообработки, такие как количество, типы и форматы исходных и результирующих данных.

Запрос Execute подразумевает отправление на Веб-сервер, с помощью стандартного метода POST, XML-документа, который содержит значения всех параметров, необходимых для запуска конкретного процесса геообработки, и запуск процесса с заданием этих значений. Результатом выполнения запроса является возвращаемый клиенту XML-документ, содержащий рассчитанные в результате выполнения процесса значения либо ссылки на обработанные данные.

Кроме того, XML-ответ на каждый из запросов может содержать описание ошибок выполнения запроса вследствие некорректного синтаксиса запроса или других причин.

Для использования созданных в рамках исследования инструментов геообработки, создан прототип геопортала (ведущий разработчик программной части Э.Э. Казаков), который, на момент подготовки данного текста, доступен в глобальной сети по адресу http://195.70.211.131

Выбор геопортальной модели в качестве модели публикации разрабатываемых гибридных Веб-сервисов геообработки, в противовес созданию Веб-приложения или безинтерфейсного WPS-сервера обусловлен тем, что за счёт открытости (в том смысле, что геопортал в классическом понимании является открытой системой, обеспечивающей возможность публиковать, искать и получать пространственные данные, метаданные и сервисы хранящиеся в распределённых источниках) геопортал позволит развивать распределённую (глобальную) систему хранения, а при использовании гибридных сервисов, и систему обработки пространственных данных. Последнее позволит сделать более гибкими механизмы работы с ДДЗ в глобальной сети.

Веб-интерфейс прототипа геопортала для публикации гибридных Веб-сервисов геообработки (Рис. 3) достаточно прост и, на данный момент, состоит из нескольких панелей:

- «Выбор и подключение к серверу», на которой выводится список доступных WPS-серверов (в том числе основной – сервер гибридных сервисов) и инструменты для подключения новых WPS-серверов;

- «Поиск по списку предоставляемых алгоритмов», обеспечивающая быстрый поиск, по ключевым словам, в списке процессов, доступных на выбранном WPS-сервере. При этом, имена и описания доступных процессов извлекаются в результате автоматического выполнения в фоновом режиме запроса GetCapabilities;

- «Выполнение алгоритма», содержащая элементы управления для параметризации выбранного процесса, указания путей к исходным файлам и значений требуемых переменных. Содержимое панели генерируется автоматически по результатам выполнения запроса DescribeProcess;

- «Ввод и отображение на карте», содержащая карту, на которой отображаются пространственные данные, полученные в результате выполнения процесса. Данный элемент управления создан с использованием фреймворка OpenLayers (www.openlayers.org);

- «Добавление объектов на карту», предназначенная для загрузки на карту дополнительных пользовательских слоёв;

- «Полезные материалы и инструкции», отображающая дополнительные справочные материалы по выбранному процессу геообработки, в случае если таковые имеются;

- «Настольная версия алгоритма», отображающая ссылки и краткую техническую информацию, необходимые для скачивания и установки настольных версий процессов геообработки.

Создание настольных версий процессов, в свою очередь максимально автоматизировано. Необходимые для настольного использования дополнения генерируются автоматически с помощью Python-скриптов. В том числе, генерация интерфейса настольных версий происходит на основе результатов выполнения запросов DescribeProcess к серверным версиям процессов.

Рис.3. Интерфейс прототипа геопортала, предоставляющего доступ к гибридным сервисам геообработки.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Реализованная на текущем этапе исследования модель разработки гибридных Веб-сервисов геообработки, очевидно, обладает рядом недостатков, среди которых самыми значимыми являются необходимость выполнения дополнительной работы по реализации настольных версий процессов геообработки и, по сути, дублирование традиционной модели предоставления модулей расширения для настольных ГИС через официальный репозиторий.

Тем не менее, выполненные работы позволили на практике убедиться в том, что создание и использование инструментов геообработки, реализованных на Python, при разработке средств обработки данных с гибридной (серверосторонней/клиентосторонней) архитектурой, возможно и не влечёт значительных дополнительных временных и трудовых затрат. Что ещё более важно, выполненные работы по созданию инфраструктуры для публикации и предоставления гибридных сервисов и пробной публикации самих сервисов позволили создать базис для дальнейших исследований, вопроса создания и унификации гибридных сервисов.

Среди наиболее значимых вопросов, требующих дальнейшей проработки, следует упомянуть следующие:

- Переход от создания отдельных настольных версий процессов к использованию единичного модуля настольной ГИС или самостоятельного настольного приложения, которое будет играть роль среды исполнения процессов геообработки на клиентском компьютере;

- Исследование возможности и механизма расширения стандарта WPS за счёт дополнительного метода GetProcess, который позволил бы в том или ином виде получать исполняемый код процесса, запускаемого на серверной стороне, для передачи и запуска в клиентской среде исполнения;

- Вопросы безопасного использование исполняемого кода, получаемого с внешнего WPS-сервера;

- Вопросы использования не эталонных интерпретаторов Python для трансляции кода Python в исполняемый код, пригодный для запуска в других средах исполнения. Например, Jython (www.jython.org), позволяющего транслировать код Python в байт-код Java (www.java.com) с последующим запуском на исполнение в среде виртуальной машины Java. Использование последней целесообразно рассматривать в связи с наличием развитых встроенных средств обеспечения безопасности и открытостью самой технологии.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-05-12079 офи_м.

Библиографический список

1. Казаков Э.Э. Подходы к созданию Веб-сервисов обработки и анализа материалов дистанционного зондирования. // Дистанционное зондирование Земли из космоса: алгоритмы, технологии, данные. Материалы молодёжной школы-семинара (г. Барнаул, 2-6 октября 2013 г.). Барнаул, 2013. С. 74-81

2. Казаков Э.Э., Капралов Е.Г., Паниди Е.А., Терехов А.В. Геосервисы как функциональная основа геопортала: опыт и перспективы. // Материалы всероссийской конференции «Обработка пространственных данных и дистанционный мониторинг природной среды и масштабных антропогенных процессов», Барнаул, 30 сентября - 4 октября 2013. 2013, Принято к печати.

3. Паниди Е.А. Геосервисы для онлайн-обработки данных дистанционного зондирования. // Дистанционное зондирование Земли из космоса: алгоритмы, технологии, данные. Материалы молодёжной школы-семинара (г. Барнаул, 2-6 октября 2013 г.). Барнаул, 2013. С. 74-81

4. Якубайлик О.Э. Исследование возможностей современного программно-технологического обеспечения для построения геопорталов. // Естественные и математические науки в современном мире № 11 (11). Сборник статей по материалам XII международной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. С. 77-82

5. Anderson P. What is Web 2.0? Ideas, technologies and implications for education. // JISC Technology & Standards Watch. Feb. 2007.

6. Buyya R., Broberg J., Goscinski A. (Eds) Cloud Computing: Principles and Paradigms. John Wiley & Sons, Inc., 2011. P. 637 DOI: 10.1002/9780470940105.fmatter

7. Fu P., Sun J. Web GIS: Principles and Applications. ESRI Press, 2010. ISBN 978-1-58948-245-6.

8. INSPIRE Network Service Architecture Version 3.0. INSPIRE NS DT, 2008.

9. OpenGIS® Web Processing Service. Version 1.1.0. OGC, 2007. http://www.opengeospatial.org/standards/wps

10. Software As A Service: Strategic Backgrounder. Software & Information Industry Association, Washington, D.C., 28 February 2001.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ УЛУЧШЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Писарев А.В., Елисеева М.В., Храпов С.С., Хоперсков А.В., Воронин А.А.
Волгоградский государственный университет, infomod@volsu.ru

SIMULATION OF HYDRAULIC PROJECTS FOR IMPROVING HYDROLOGICAL MODE OF VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN WITH GIS TECHNOLOGY USAGE

Pisarev A.V., Eliseeva M.V., Khrapov S.S., Khoperskov A.V., Voronin A.A.
Volgograd State University, *infomod@volsu.ru*

Abstract. The paper describes the mechanism of hydrological network behavior of northern part of the Volga-Akhtuba floodplain during the spring flood. The processes which changed the influence of regulated flow over the past few years were investigated. We examine project of geographic information system designed to improve the status of water bodies to a level ensuring the conservation of biodiversity, improving provision of the population and economy of water resources and increasing the level of protection of population and economy from the negative effects of water.

АННОТАЦИЯ

В работе описан механизм динамики гидрологической сети северной части Волго-Ахтубинской поймы во время весеннего половодья. Проведена характеристика изменений паводковых процессов за последние несколько лет под влиянием зарегулированного стока. Рассматривается проект геоинформационной системы, предназначенной для улучшения состояния водных объектов до уровня, обеспечивающего сохранение биоразнообразия, повышение уровня обеспеченности населения и объектов экономики водными ресурсами и повышение уровня защищенности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод.

1. ВВЕДЕНИЕ

В XX веке естественный водный режим Волги изменился. С постройкой 11 гидроэлектростанций на реках Волга и Кама и образованием ряда водохранилищ сток стал зарегулированным. Если ранее под таянием снегов наблюдалось неконтролируемое весеннее