

## **Innovative Approaches to Climate Advocacy: Designing Interactive Services for Awareness**

\*Chung J.W.<sup>1</sup>, Kim H.S.<sup>2</sup>, Park S.J.<sup>3</sup> & Lee M.K.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3&4</sup>School of Mechanical Engineering, Seoul National University, Seoul, South Korea

Due to a global climate change the following consequences are predicted: rise in sea level due to melting glaciers and polar ice, changes in precipitation, changes in the hydrological regime, impact on ecosystems, agriculture and forestry. In Russia's vast territory these effects will be most dramatic. According to Hydrometeorological Center of Russian Federation report there is an increase in the magnitude and frequency of extreme weather events, as well as in their damage to ecosystems and infrastructure.

In the framework of adaptation to climate change and mitigation of its consequences it is necessary to promote and support activities aimed at reducing possible risks. Adaptation methods include among others improving seasonal weather forecasts, systems of early warning and systems of management of risks.

But there is a problem of insufficient awareness among decision-makers, as well a lack of scientific background. Those responsible for making decisions, stakeholders and the public do not have the skills and knowledge to work with the accumulated climate data to development an adaptation and sustainable development strategy. The goal is to provide these groups with tools, skills, thematic information for understanding climate processes occurring in the region. We believe that the preparation of both the persons responsible for decision-making, and the future specialist in environmental sciences shouldn't be realized artificial learning environment, but on the basis of actual operating computational and information systems used in climate research. Such kind of a system was developed by a team of the Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS. The information-computational Web GIS "Climate" (<http://climate.climate.scert.ru>) provides opportunities to study regional climate change and its consequences providing access to climate and weather models, a large set of geophysical data and means of processing and visualization. Also, the system is used for undergraduate and graduate students training. In addition, the system capabilities allow creating information resources to raise public awareness about climate change, its causes and consequences, which is a necessary step for the subsequent adaptation to these changes. "Climate" allows climatologists, specialists in related fields, decision-makers, stakeholders and the public use a variety of geographically distributed spatially-referenced data, resources and processing services via a web-browser.

Currently, an interactive System User Manual for decision-makers is developed. It contains not only the information needed to use the system and perform practical tasks, but also the basic concepts explained in detail. The knowledge necessary for understanding the causes and possible consequences of the processes is given. The results of implementation of practical tasks are available not only in the form of color surface maps, but also on the Internet and in the form of layers for most GIS. Thus these layers can be used in usual desktop GIS which is a common software for most of decision-makers. Thus, this manual helps to prepare qualified users, which in the future will be able to determine the policy of the region to adapt to climate change consequences.

The work is supported by Russian Science Foundation grant № 16-19-10257.

### **Повышение экологической осведомленности: разработка интерактивного сервиса для решения климатических проблем**

В докладе рассмотрены подходы к повышению уровня осведомленности широких слоев населения, а также лиц, ответственных за принятие решений, о происходящих и ожидаемых климатических изменениях и их последствиях для региона.

Наблюдения и результаты моделирования указывают на то, что климат Земли меняется ([http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf)) и Россия относится к регионам Земли с максимальным наблюдаемым и прогнозируемым изменением климата благодаря размерам своей территории и тому, что значительная ее часть находится в высоких и полярных широтах. Данные мониторинга современного климата России показывают, что в последние годы тенденция к потеплению значительно усилилась. Также имеет место рост величины и частоты появления экстремальных климатических явлений, а также возрастающий ущерб для экосистем и инфраструктуры от них. Согласно последним данным Росгидрометцентра ([http://www.meteorf.ru/upload/pdf\\_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf)) в 2016 году в целом на территории РФ отмечалось 988 опасных гидрометеорологических явлений (включая агрометеорологические и гидрологические), из них 380 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

Все эти факты указывают на необходимость проведения оценки экологических, экономических, политических и социальных последствий глобальных изменений климата для конкретного региона, а также выработки мер по адаптации к этим изменениям и уменьшению их негативного влияния. Согласно данным МГЭИК уязвимость в будущем зависит не только от изменений климата, но и от выбранного способа развития. Стабильное развитие может уменьшить уязвимость. Для достижения успеха адаптация должна входить в планы стабильного развития на национальном и международном уровнях. На национальном уровне для разработки эффективной стратегии адаптации необходима прежде всего разработка образовательных программ, улучшение практической подготовки и повышение общественной осведомленности об этой проблеме, прежде всего лиц, определяющих стратегию адаптации к изменениям. Система адаптации к климатическим изменениям должна включать в себя различные административные уровни от федеральных до местных, с учетом региональных природных и социально-экономических особенностей. Для этого необходимо сотрудничество и согласование действий между различными административными уровнями, а также максимальное вовлечение в процесс адаптации всех заинтересованных сторон.

Согласно Климатической доктрине РФ (<http://www.meteoinfo.ru/climatedoctrine>) необходимым условием успешной политики в области климата является применение результатов исследований для оценки рисков и выгод, связанных с последствиями изменений климата, а также возможности адаптации к этим последствиям. Для реализации этой политики необходима подготовка лиц, которые будут разрабатывать и применять меры по адаптации. В настоящее время лица, ответственные за принятие решений, заинтересованные стороны и население, от которых и зависит выработка адекватных мер по адаптации и уменьшению негативных последствий изменений климата, не имеют навыков и знаний для работы с накопленными климатическими данными, необходимых для анализа и выработки соответствующей стратегии. Необходимо обеспечить эти группы заинтересованных лиц инструментами и умениями, а также тематической информацией для понимания происходящих климатических процессов в регионе.

Мы считаем, что подготовка как лиц, ответственных за принятие решений, так и будущих специалистов должна осуществляться не в искусственно созданной обучающей среде, а на базе реально действующих вычислительно-информационных комплексов, используемых в климатических исследованиях. Для решения этой задачи предлагается использовать возможности информационно-вычислительной веб-ГИС «Климат».

Информационно-вычислительная веб-ГИС «Климат» (<http://climate.climate.scert.ru>) обеспечивает функционирование web-ориентированного производственно-исследовательского центра в области исследования изменений регионального климата. Система дает доступ к большим наборам пространственных данных о состоянии

окружающей среды, средствам их анализа и визуализации результатов, проведения научных исследований распределенными научными коллективами на основе этих приложений, а также организации обучения студентов и аспирантов [вестник?].

Специалист - пользователь системы взаимодействует с системой через ее интернет-портал, открытый в имеющемся на любой современной рабочей станции веб-браузере. С помощью графического интерфейса системы пользователь может, используя ГИС-функциональность, манипулировать результатами обработки и анализа, представленными в виде слоев на географической карте для выбранного региона. Пользователю предоставляется возможность выбирать подходящий набор данных, соответствующую процедуру их анализа, интересующий временной период и географическую область. Для анализа полученных результатов он может проводить увеличение и уменьшение масштаба картографического слоя, получать значения со всех слоев в точке, производить дополнительную обработку ранее полученных результатов (например, сравнивать данные с различных слоев).

Система «Климат» обеспечивает:

- обработку и анализ наборов геофизических данных, представляющих собой наборы геопривязанных климатических и метеорологических величин, полученных в результате измерений или численного моделирования, а также данных дистанционного зондирования.
- интероперабельность с другими информационно-вычислительными системами при описании результатов вычислений и предоставлении соответствующих веб-сервисов;
- использование технологий веб-ГИС;
- модульную организацию отдельных программных компонент с возможностью расширения функциональных возможностей анализа за счет использования дополнительных программных модулей;
- использование пространственно-распределенных наборов геофизических данных (данных реанализов, климатического моделирования и спутниковых наблюдений) для исследования климатических и экологических изменений.
- возможности визуализации результатов моделирования;
- возможность добавления новых ресурсов (как аппаратных, так и программных);
- взаимодействие пользователей;
- поддержку пользователей (исследователи, преподаватели, студенты, широкие слои населения, заинтересованные лица).

Помимо проведения непосредственных исследований, пользователь также может проводить совместные исследования с другими пользователями, обмениваться полученными результатами. Для общения, обмена информацией и совместных исследований в системе имеется форум, а для наполнения выделенных разделов веб-сайта собственным содержанием - система wiki, которая обеспечивает и организует совместный процесс создания, редактирования и управления содержанием. Кроме того, система используется для обучения основам исследования изменений регионального климата и климатообразующих факторов, для чего в ней предусмотрен специальный раздел, содержащий образовательные материалы и интерактивные обучающие курсы.

В настоящее время в системе размещен в открытом доступе информационный курс по климатическим изменениям, ориентированный на широкие слои населения и лиц, ответственных за принятие решений (<http://climate.scert.ru/resources/courses/>). В рамках курса доступным языком излагаются и популярно иллюстрируются основные понятия и проблемы современных климатических изменений и их возможных последствий. Особое внимание уделяется региональным климатическим изменениям. Помимо информационной части, курс также включает в себя подборку ссылок на сетевые ресурсы по актуальным вопросам наук о Земле и практические задания для закрепления материала, которые также выполняются для конкретной территории. В рамках заданий пользователям необходимо

проанализировать, на основе заранее подготовленных в рамках системы слоев климатических характеристик, как менялся климат интересующей его территории и ответить на конкретные вопросы, детализирующие климатические изменения: «Как изменились минимальные значения зимних температур», «Какова динамика максимальных летних температур» и т.д.

Прохождение курса позволяет ознакомиться с влиянием климатических изменений на соответствующие процессы в исследуемом регионе, не изучая предварительно методы статистического анализа и работы с большими архивами данных, а также современное программирование на языках высокого уровня. Проведение самостоятельного анализа динамики климатических изменений способствует лучшему пониманию происходящих климатических процессов. Прохождение курса в целом повышает уровень информированности широких слоев населения. Доведенная до заинтересованных групп лиц научно-обоснованная информация о происходящих и ожидающихся климатических изменениях в регионе проживания подготовит к ожидаемым последствиям и будет стимулировать поиск путей адаптации к ним.

Для разработки эффективных мер по адаптации и уменьшению негативных последствий экстремальных проявлений климата на региональном уровне необходимы точные знания о географии климатических экстремумов, частоте их появления и интенсивности. В настоящее время в системе «Климат» разрабатывается практикум «Анализ экстремальных показателей региональных изменений климата». В нем изложены основные статистические приемы обработки и анализа метеорологических данных для количественного описания экстремальных климатических явлений в условиях современных климатических изменений и их возможного влияния на состояние окружающей среды региона. Теоретический материал подкреплён практическими работами для изучения многолетнего режима тепла и влаги на территории отдельных регионов. Прохождение такого курса позволит получить знания о способах анализа экстремальных климатических явлений регионального масштаба, дадут представление о произошедших изменениях климатических экстремумов и углубят понимание роли этих изменений в динамике биосферных процессов (например, изменения углеродного и гидрологического циклов), и развития социо-экономической сферы. Кроме того, полученные знания могут явиться основой для подготовки адресных рекомендаций по адаптации и уменьшению негативных последствий экстремальных явлений наблюдаемых в исследуемом регионе.

В настоящее время на базе разработанного курса идет работа по созданию интерактивного руководства для пользователя системы – ответственного за принятие решений. В руководстве содержится не только информация, необходимая для пользования системой и выполнения практических заданий, но также детально объясняются базовые понятия, даются знания, необходимые для понимания причин и возможных последствий происходящих процессов, разрабатывается интерактивный глоссарий. Результаты выполнения расчетов представлены не только в виде карт, но также доступны в интернете и в виде слоев для большинства ГИС, которые в настоящее время широко используются представителями административных структур для разработки стратегий развития в различных отраслях. Итогом прохождения такой подготовки должно стать появление квалифицированного пользователя системы, который в дальнейшем сможет определять политику адаптации региона к последствиям изменения климата.