

Разработка интерактивного сервиса для повышения осведомленности общественности и лиц, ответственных за принятие решений, об изменениях климата.

Гордова Ю.Е., Окладников И.Г., Титов А.Г., Гордов Е.П.

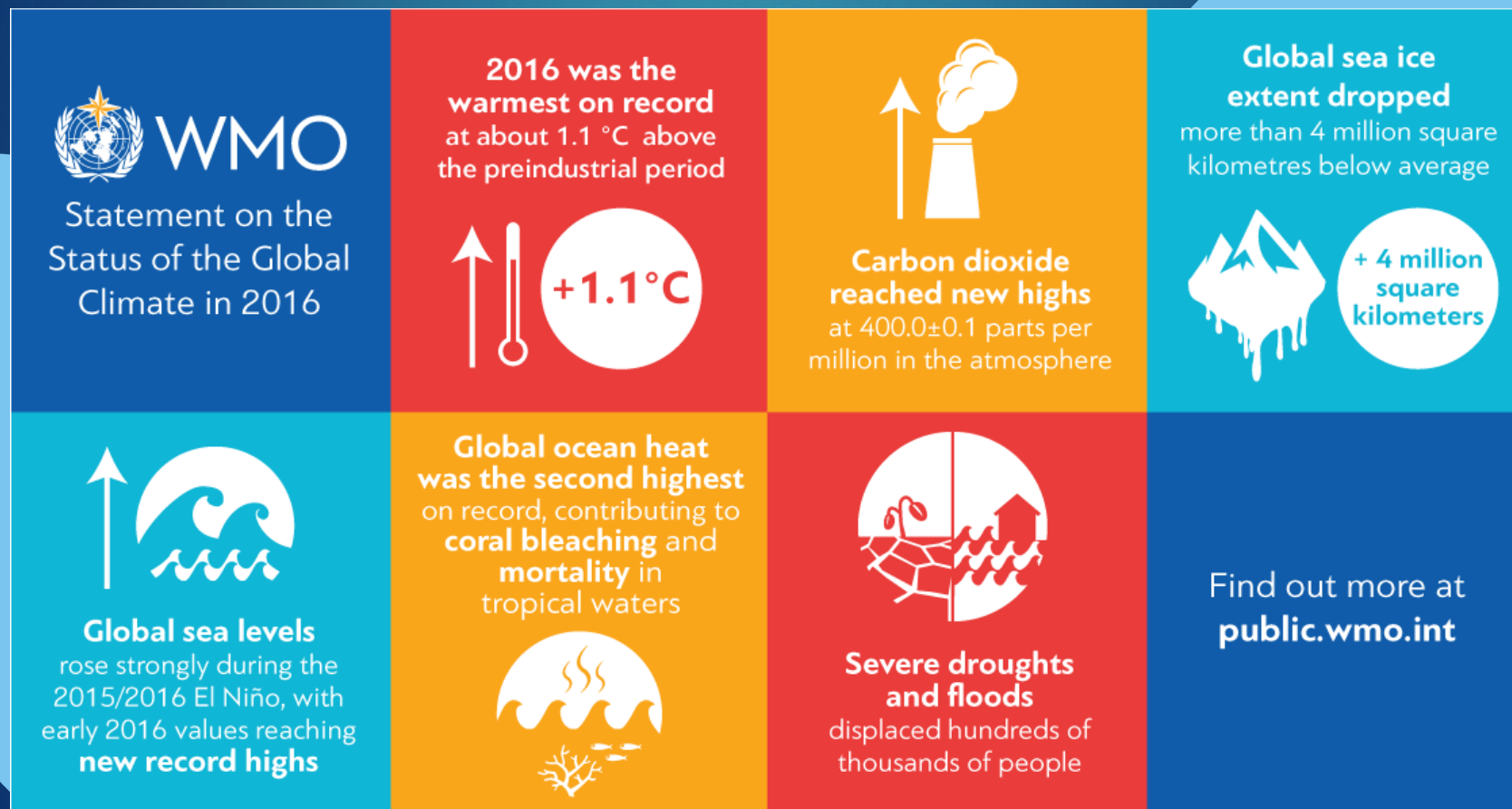
Институт мониторинга климатических и экологических
систем СО РАН, Томск, Россия

E-mail: yulia@scert.ru

1. Влияние климатических изменений на регион

2

Наблюдения и результаты моделирования указывают на то, что климат Земли меняется (5 Оценочный доклад МГЭИК и 2 Оценочный доклада «Изменения климата России»).



Прогнозируются следующие последствия глобального потепления:

3

- ▶ таяние ледников и полярных льдов. Это ведет к затоплению территорий, смещению границ болот и низинных районов, повышению солености воды в устьях рек, а также потенциальной утрате мест проживания человека;
- ▶ изменение количества осадков (количество осадков повышается в северной части Европы и снижается в южной);
- ▶ изменение гидрологического режима, количества и качества водных ресурсов;
- ▶ воздействие на экологические системы, сельское и лесное хозяйство (смещение климатических зон в северном направлении и миграция видов дикой фауны, изменение продуктивности угодий в сельском и лесном хозяйстве).

Благодаря размерам своей территории и её расположению (значительная часть которой находится в высоких и полярных широтах), Россия относится к регионам Земли с максимальным наблюдаемым и прогнозируемым изменением климата.

Климатические экстремальные явления:

- ▶ волны жары;
- ▶ холодные периоды;
- ▶ сильные дожди или снегопады;
- ▶ штормы;
- ▶ наводнения или засухи.

Экстремальные проявления наносят
**максимальный экономический
ущерб!**

Росгидрометцентр – 2016 год.

5

Имеет место рост величины и частоты появления экстремальных климатических явлений, а также возрастающий ущерб для экосистем и инфраструктуры от них.

988 опасных гидрометеорологических явлений (включая агрометеорологические и гидрологические), из них 380 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизни населения.



Фото: trasyy.livejournal.com



Фото: volgodonsk.pro

Для Сибири :

6

- Вечная мерзлота
- Водопользование и водопотребление
- Топливо-энергетические ресурсы
- Здоровье населения
- Сельское хозяйство



Неравномерное оседание и разрушение угла дома, в связи с таянием вечной мерзлоты. Черского, Сибирь. (Фото: В. Романовский).



2. Адаптация к климатическим изменениям и уменьшение их негативных последствий

7

3.1 V Оценочный доклад МГЭИК

(Межправительственной группы экспертов по изменению климата)

и

II Оценочный доклад «Изменения климата России»

- ▶ Оценка экологических, экономических, политических и социальных последствий глобальных изменений климата для конкретного региона.
- ▶ Выработка мер по адаптации и уменьшению негативного влияния.

Адаптация и уменьшение негативных последствий

8

Климатические изменения – процесс, происходят постепенно ➡ возможность приспособиться и минимизировать их негативные воздействия, организовывать мероприятия по адаптации к меняющимся условиям.

Согласно принятой терминологии МГЭИК **адаптация** - это «приспособление естественных или антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие климата или его последствия, которое позволяет уменьшить вред или использовать благоприятные возможности». То есть меры по адаптации могут быть направлены как на **снижение климатических рисков**, так и на **извлечение потенциальных выгод от изменения климата**.

Примеры

9

- ▶ экономное использование дефицитных водных ресурсов;
- ▶ изменение существующих строительных норм с расчетом на устойчивость зданий к воздействию будущих климатических условий и экстремальных погодных явлений;
- ▶ Проведение противопаводковых работ и повышение уровня дамб для защиты от растущего уровня морей;
- ▶ создание засухоустойчивых культур;
- ▶ отбор лесных видов и методов ведения лесного хозяйства, менее уязвимых к ураганам и пожарам;
- ▶ улучшения сезонных прогнозов погоды, системы раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций, системы управления рисками.

Адаптация на национальном уровне

10

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 – разработка эффективной стратегии адаптации:

- **совершенствование научной базы**, являющейся основой для принятия решений,
- создание методов и средств для определения стоимости адаптации,
- **разработка общеобразовательных программ, улучшение практической подготовки и повышение общественной осведомленности об этой проблеме, особенно среди молодежи.**

- является основой формирования и реализации политики в области климата.

Необходимым условием политики в области климата являются государственная поддержка и обеспечение соответствия мировому уровню:

- ▶ систематических наблюдений за климатом;
- ▶ фундаментальных и прикладных исследований в области климата и смежных областях науки;
- ▶ применения результатов исследований для оценки рисков и выгод, связанных с последствиями изменений климата, а также возможности адаптации к этим последствиям.

1. Подготовка молодых специалистов

Проблемы:

- ▶ Глобальные изменения вызвали развитие технологий измерения и моделирования характеристик окружающей среды, сопровождающееся расширением понятийного и математического аппарата.
- ▶ Имеющиеся учебные программы в науках об окружающей среде не успевают адаптироваться к быстрому изменению содержания.
- ▶ Выпускники профильных факультетов поверхностно знакомы с математическим моделированием процессов в окружающей среде, не обладают должными навыками в моделировании, обработке и анализе данных наблюдений и моделирования.

2. Подготовка лиц, которые будут разрабатывать и применять меры по адаптации

13

Проблема:

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** для анализа и выработки стратегии.

Необходимо дать таким группам **знание для понимания происходящих климатических процессов в регионе.**

Современное состояние

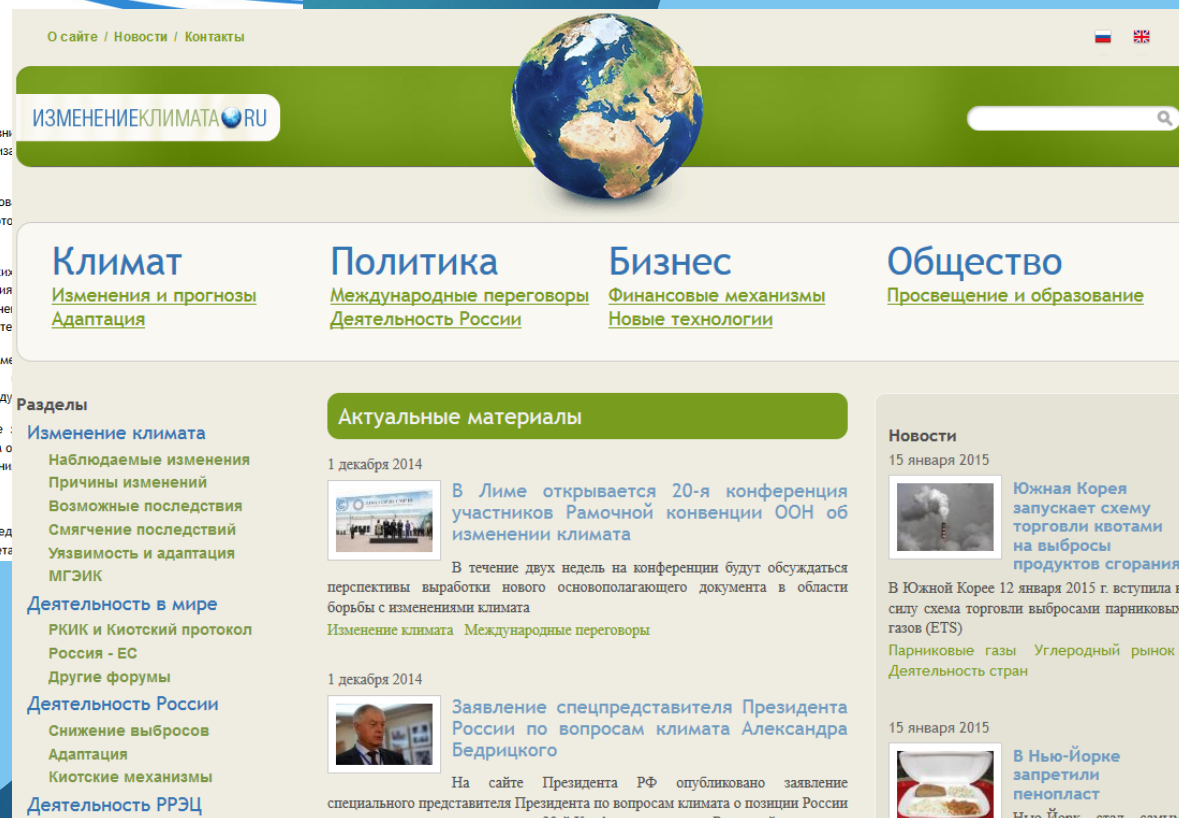
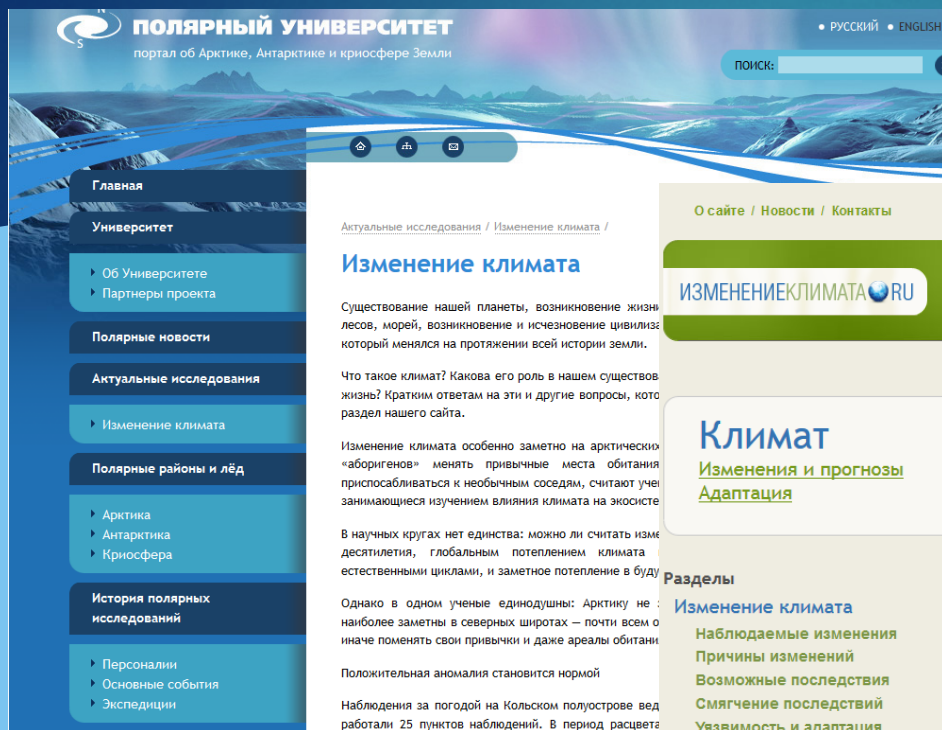
14

- ▶ Климатическая доктрина принята, но не реализуется в полной мере.
- ▶ Для реализации климатической доктрины РФ нужно готовить как специалистов, так и людей, ответственных за принятие решений, а также население .

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.

В России есть порталы с информацией о климатических изменениях и их последствиях. Но нет интерактивных сервисов и возможности получить гео-привязанные количественные характеристики современных и ожидаемых изменений.

15



3. Веб-ГИС система «Климат»

<http://climate.scert.ru/>

16

Разработана объединенным коллективом сотрудников ИМКЭС СО РАН и ТГУ.

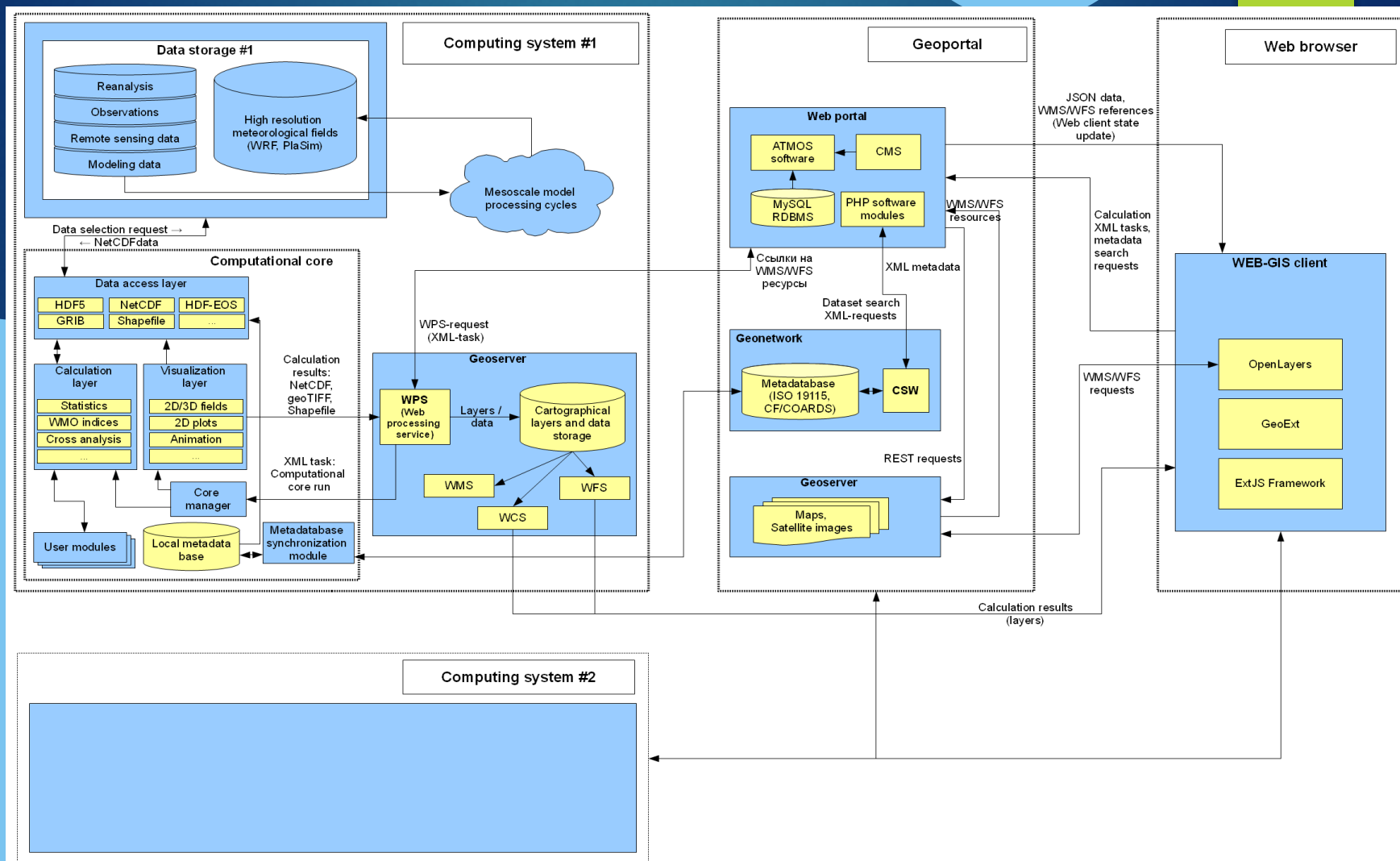
Дает возможности для исследования региональных климатических изменений и их последствий. Предоставляет доступ к климатическим и метеорологическим моделям, большим наборам геофизических данных и средствам их обработки и визуализации.

Может использоваться для информирования населения о происходящих и будущих климатических изменениях, как основы для последующей адаптации к ним.

- ▶ Пользователь взаимодействует с системой в любом веб-браузере.
- ▶ Результаты обработки и анализа - в виде слоев на географической карте для выбранного региона.
- ▶ Пользователь имеет доступ к базовым, заранее подготовленным слоям и может добавить новые слои, полученные на базе обработки архивов геофизических данных или численных моделей, имеющихся в системе.
- ▶ Для исследования полученных результатов пользователю предоставляется возможность выбирать интересующую географическую область, проводить увеличение и уменьшение масштаба, получать значения со всех слоев в точке, производить дополнительную обработку ранее полученных результатов (например, сравнение данных различных слоев).

Архитектура

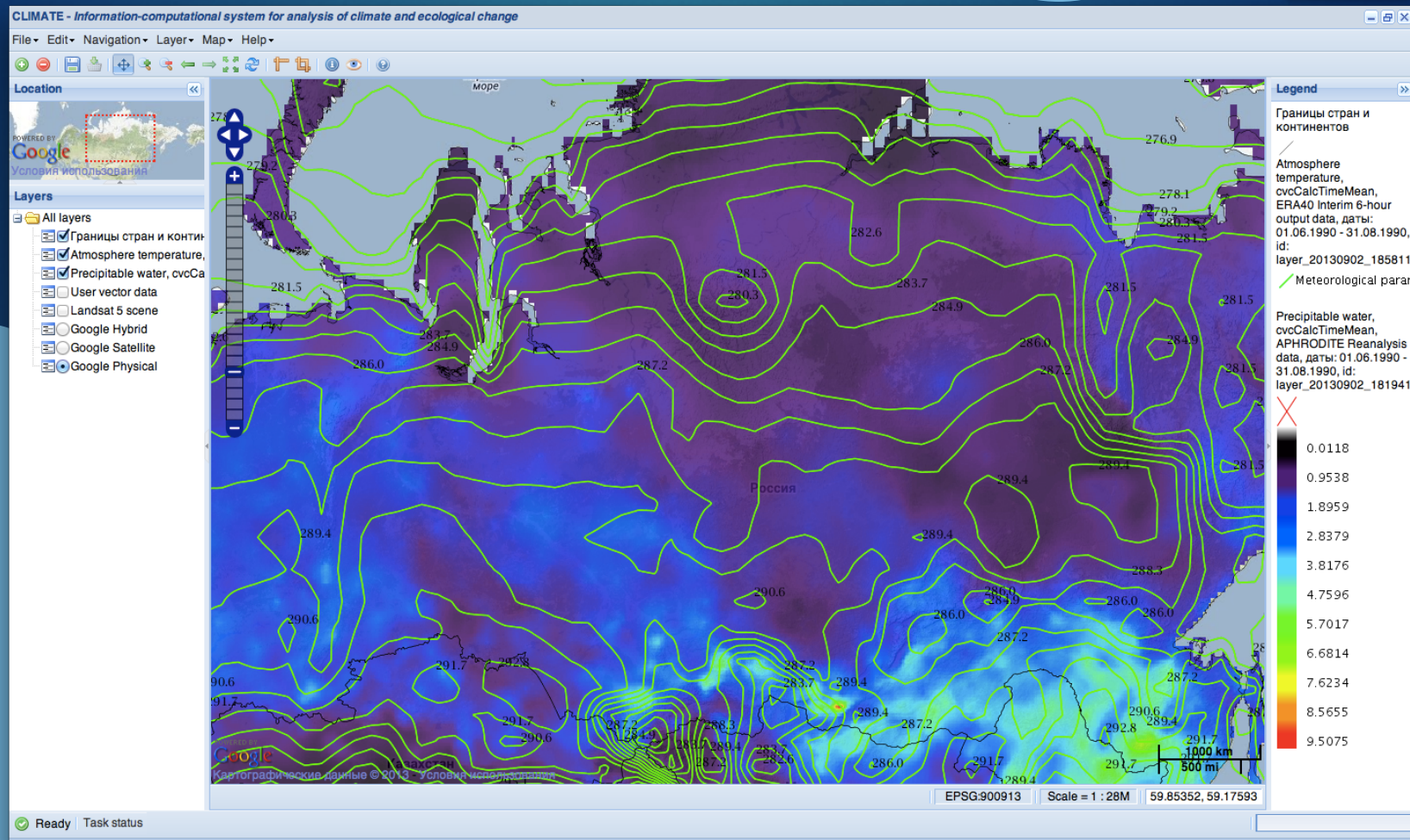
18



Название набора данных	Организация	Временные рамки	Пространственное разрешение
NCEP/NCAR Reanalysis	NCEP/NCAR	1951 – 2001	2.5°×2.5°
NCEP/DOE AMIP II Reanalysis	NCEP/DOE	1979 – 2003	2.5°×2.5°
ERA-40 Reanalysis	ECMWF	1957 – 2004	2.5°×2.5°
JRA-25 Reanalysis	JMA/CRIEPI	1979 – 2009	2.5°×2.5°
NOAA-CIRES 20th Century Global Reanalysis	NOAA/OAR/ESRL PSD	1908 – 1958	2.0°×2.0°
APHRODITE Reanalysis	RIHN-MRI/JMA	1951 - 2007	0.25°×0.25°;
Merra Reanalysis	ECMWF	1979 - 2000	0.67°×0.5°;
GPCC Reanalysis	GPCC	1901 - 2009	0.5°×0.5°;
INM CM4 dataset	INM RAS	1950 - 2005	2.0°×1.5°;
PlaSim dataset	IMCES SB RAS	2000 - 2100	2.5°×2.5°
9092c Synoptic Network	RIHMI-WDC/ NOAA CNDC	~ 1900 – 2000	83 meteo stations
MACC Reanalysis		2003 - 2012	0.25°×0.25°;

Визуализация результатов обработки

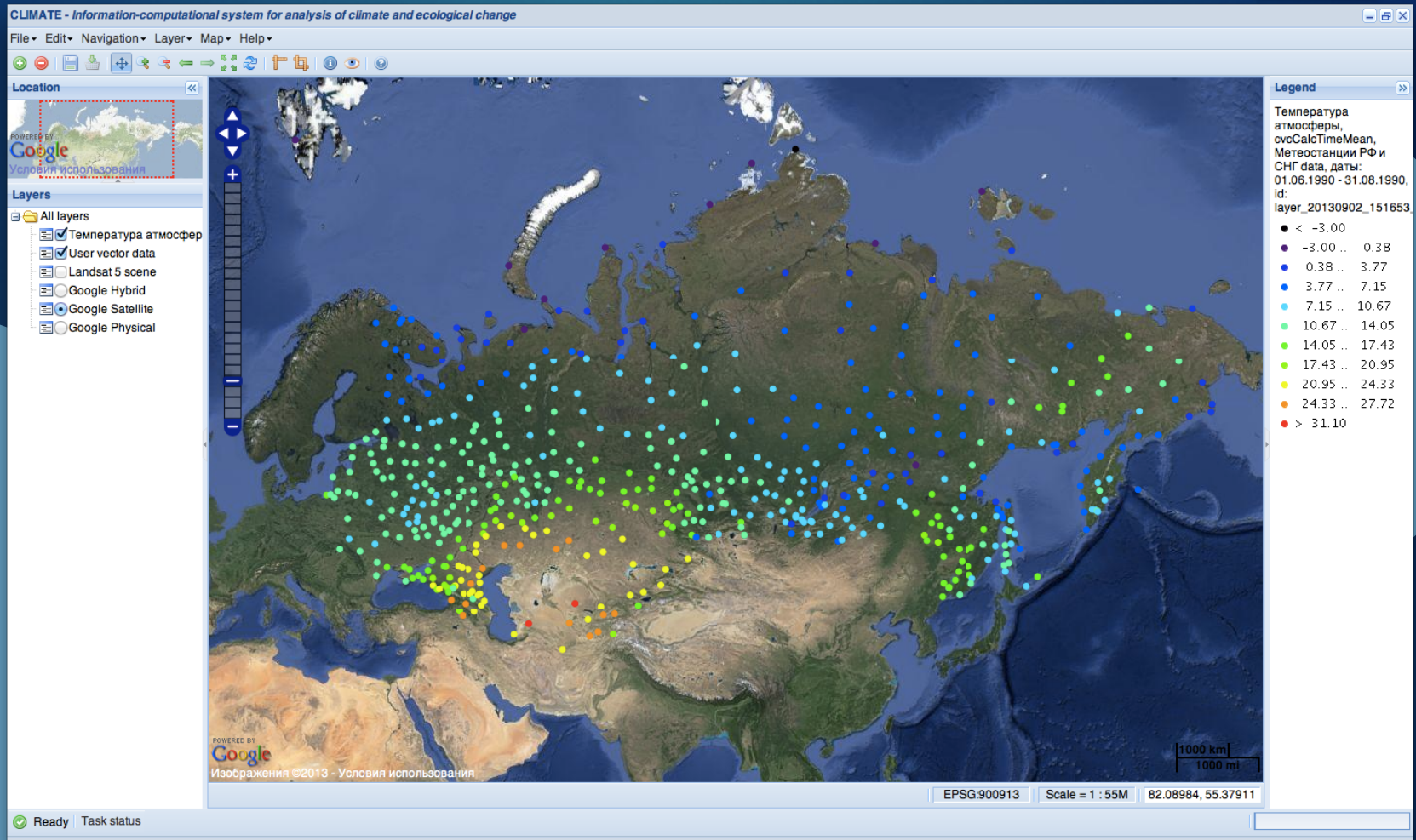
20



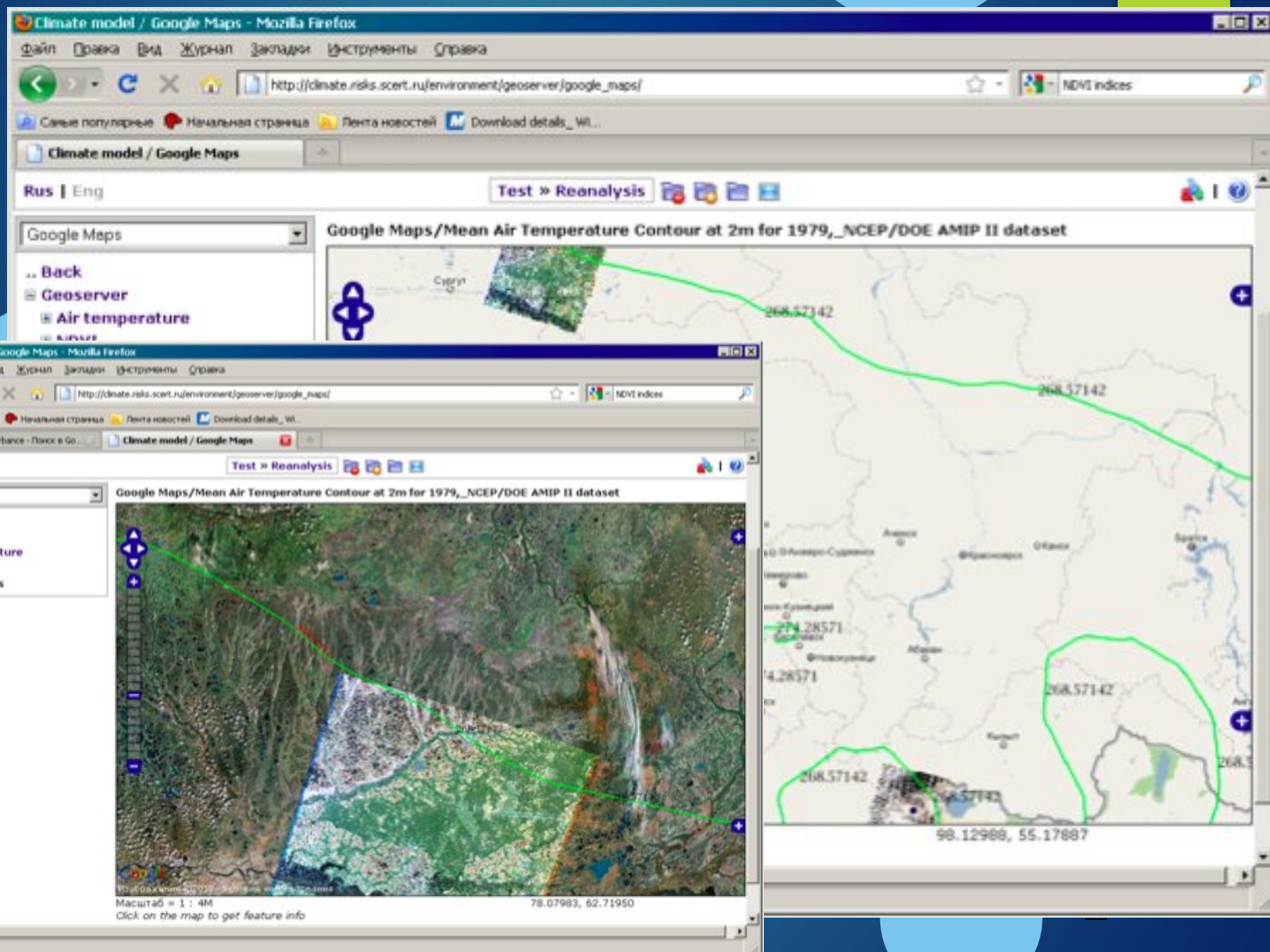
Цвет - осадки, проектAPHRODITE, среднее для лета 1990
Контур- температура в 2 м. от поверхности, ERA Interim, среднее для
лета 1990

Визуализация результатов обработки

21

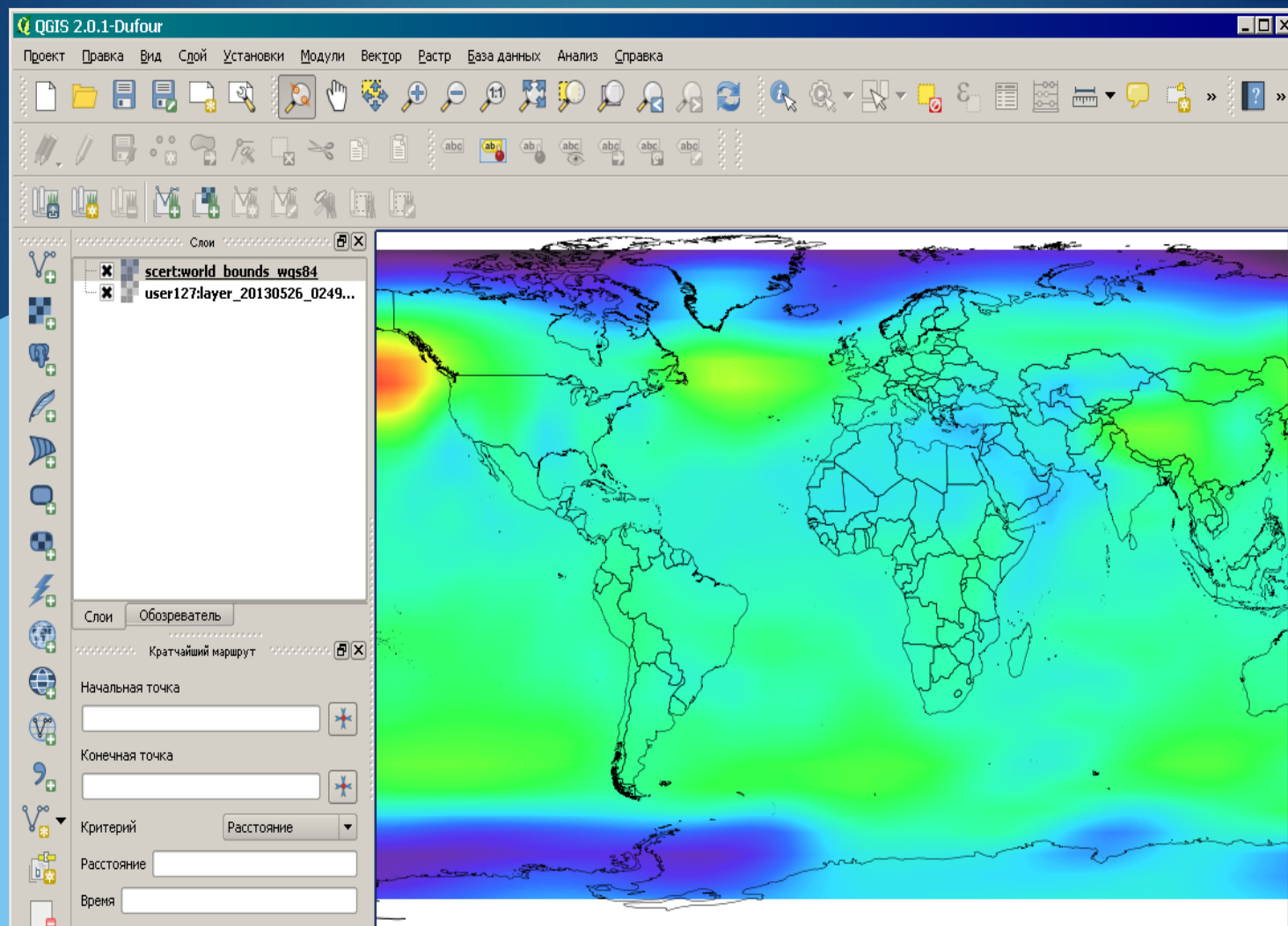


Средняя температура атмосферы за лето 1990 г., полученная в результате обработки данных метеостанций



Последняя версия системы позволяет получать результат обработки по протоколу WMS и добавлять его виде растрового слоя в любую настольную ГИС.

23



Пример добавления результата расчёта средней температуры воздуха в виде нового растрового слоя в ГИС QuantumGIS

- ▶ Система обеспечивает возможность климатологам, специалистам смежных областей, лицам, принимающим решения, заинтересованным сторонам и населению использовать различные географически распределенные пространственно-привязанные данные, ресурсы и сервисы обработки через веб-браузер.
- ▶ Система позволяет специалистам проводить совместный анализ тематических наборов данных и наборов климатических характеристик методами современной статистики и выявлять отклики различных процессов на климатические изменения.
- ▶ Также система используется для организации обучения студентов и аспирантов.

4. Подготовка будущих специалистов как один из аспектов адаптации к климатическим изменениям

25

► Образовательный блок:

- основной курс лекций, посвященный базовым аспектам современной климатологии, в т.ч. и анализу современных климатических изменений и их возможных последствий;
- специальный курс, посвященный геофизической гидродинамике;
- несколько циклов вычислительных лабораторных работ по конкретным вопросам мониторинга и моделирования климата и его изменений;
- набор информационных материалов.

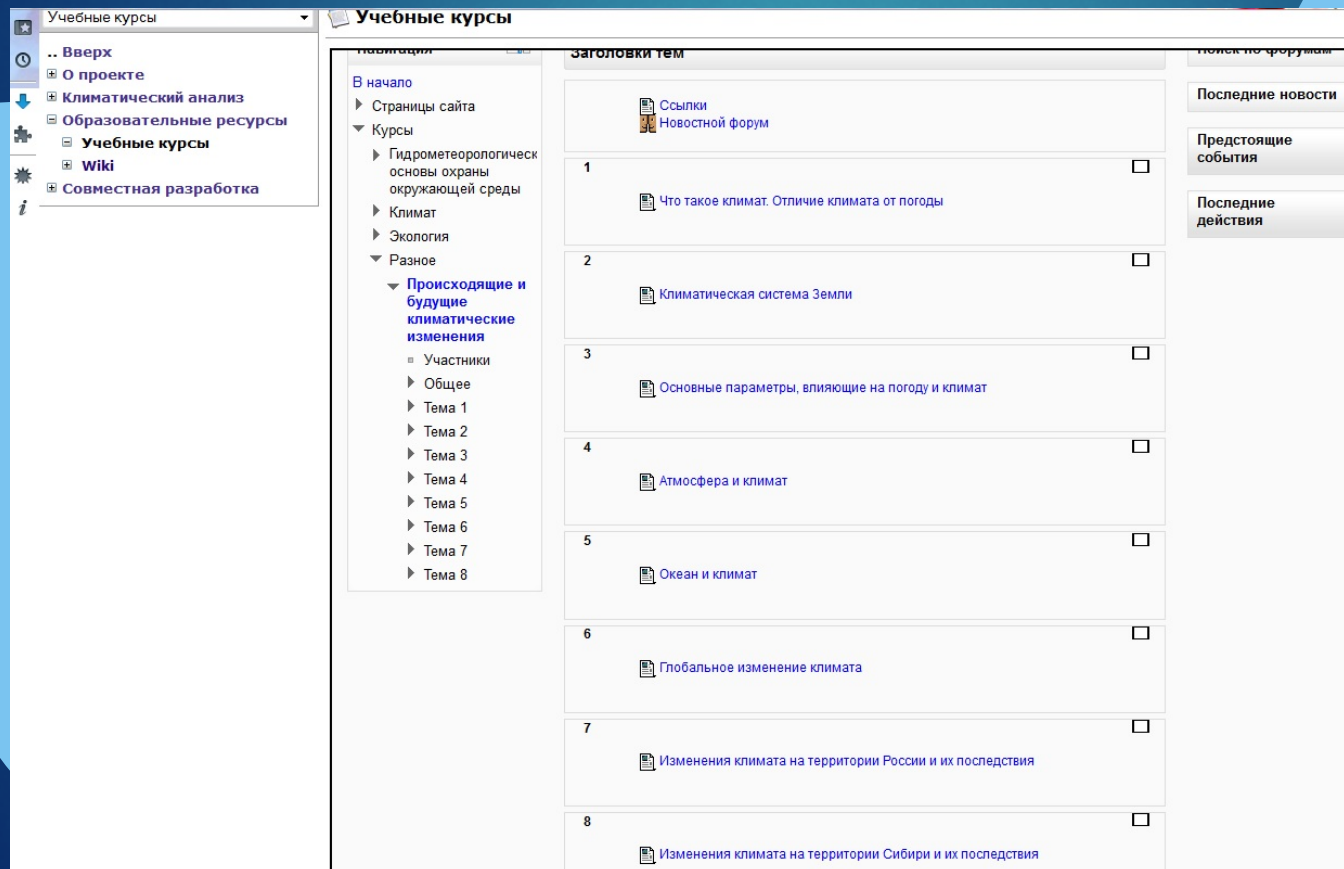
Использование образовательного блока системы «Климат» на кафедре метеорологии и климатологии ТГУ показало, что созданный образовательный ресурс **является эффективным инструментом обучения студентов.**

Проводимое в течение трех лет анкетирование студентов до и после прохождения курса показало, что **данный подход знакомит студентов с фактическим положением дел в климатической науке и продвигает использование современных информационных и коммуникационных инструментов.**

5. Подготовка широких слоев населения - базовый курс системы «Климат»

27

В системе «Климат» информационный курс по климатическим изменениям размещается в открытом доступе и ориентирован на широкие слои населения.



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 ряд практических заданий.

Задания для закрепления материала также выполняются для конкретной территории.

В заданиях пользователям необходимо проанализировать заранее подготовленные в системе «Климат» слои и ответить на вопросы «Как изменились минимальные значения зимних температур», «Какова динамика максимальных летних температур» и т.д.

«Предупрежден, значит вооружен»

29

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.

Доведенная до населения научно-обоснованная информация о происходящих и ожидающихся климатических изменениях в регионе проживания подготовит к ожидаемым последствиям и будет стимулировать поиск путей адаптации к ним.

Пример задания базового курса

30

Климатический анализ

Образовательные ресурсы

Совместная разработка

Учебные курсы

В начало

Моя домашняя страница

Страницы сайта

Мой профиль

Мои курсы

Курсы

Разное

Происходящие и будущие климатические изменения

Участники

Отчеты

Общее

Тема 1

Тема 2

Тема 3

Тема 4

Тема 5

Тема 6

Тема 7

Тема 8

Тема 9

Задание 1

Настройки

Page module administration

Редактировать настройки

Локально назначенные роли

Задание 1

На картах показаны изменения числа теплых дней за 10 лет в период с 1979 по 2012 годы на территории Сибири. Основываясь на информации, представленной на карте, определите:

- В каких районах Сибири наблюдается значительный рост числа жарких летних дней, а на каких территориях эта тенденция отрицательна, т.е. происходит похолодание.
- В каких районах количество сильных осадков значительно увеличилось, а где участились засухи.
- Изучив обе карты, определите какие регионы благоприятны для развития агропромышленности, а какие районы находятся в зоне риска экстремальных климатических проявлений, требуют усиленных мер по их мониторингу и адаптации к ним.

Tx90—frequency, JJA, 1979–2012, trend coefficient (dy/10yr)

10-летняя тенденция изменения числа летних жарких дней в период с 1979 по 2012 год на территории Сибири по данным реанализа ECMWF ERA Interim

RR95—frequency, JJA, 1979–2012, trend coefficient (dy/10yr)

6. Подготовка лиц, ответственных за выработку стратегии адаптации.

Разработка интерактивного руководства

31

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.

Для подготовки широко применяются он-лайн информационные и обучающие системы, мы считаем, что **использование работающей системы («Климат»)** эффективнее.

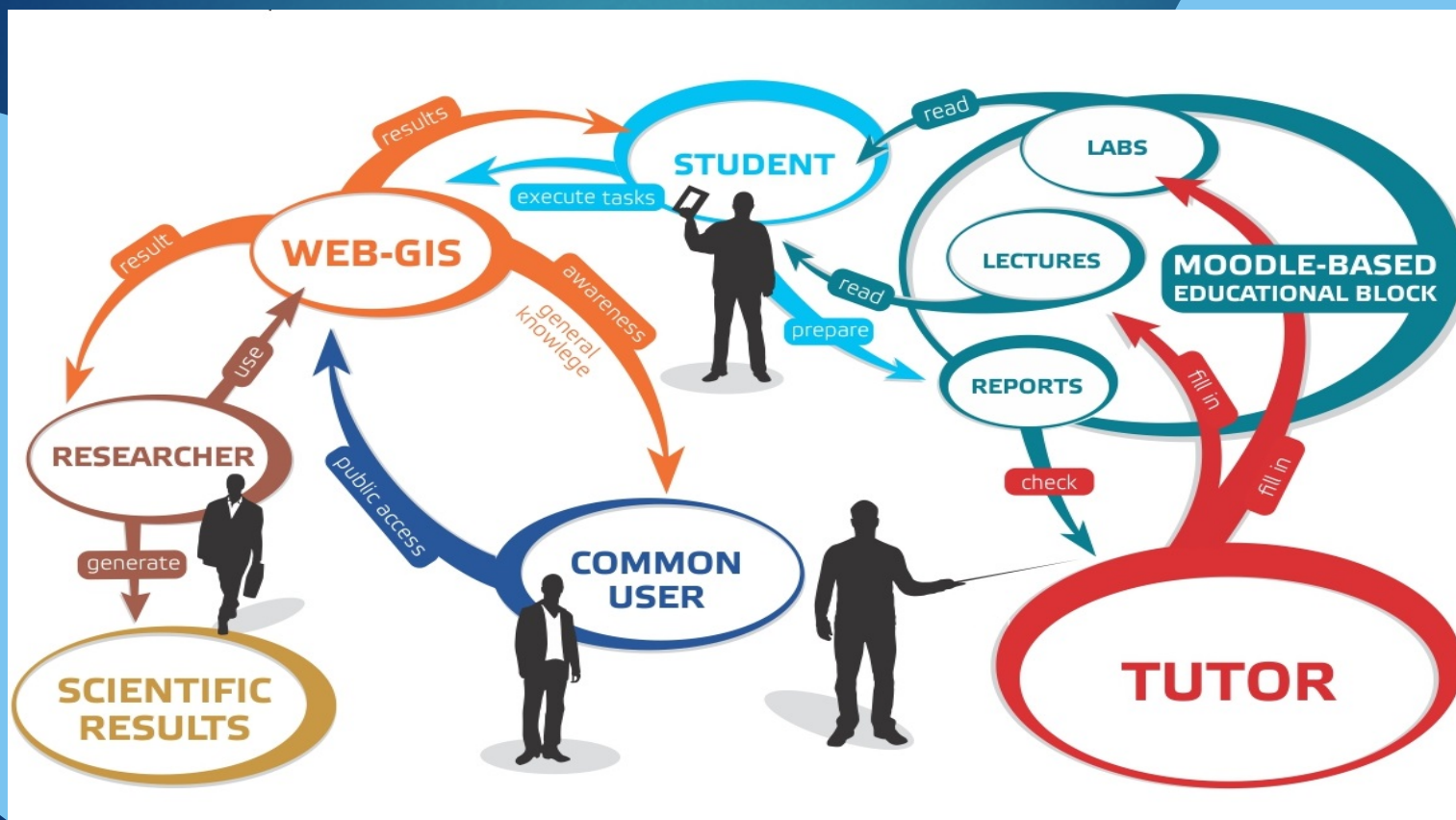
В настоящее время идет работа по созданию интерактивного руководства для пользователя системы – ответственного за принятие решений.

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.

Результаты выполнений практических представлены не только в виде карт, но также доступны в интернете и в виде слоев для большинства ГИС.

Готовится квалифицированный пользователь, который в дальнейшем сможет определять политику адаптации региона к последствиям изменения климата.

На базе информационно-вычислительной веб-ГИС «Климат» существует уникальная возможность для реализации интерактивных курсов для пользователей различного уровня.



Спасибо за
внимание!