

РЕФЕРАТ

Отчет 103 с., 39 илл., 22 табл.

МЕТЕОРОЛОГИЯ, ГИДРОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТ, КЛИМАТОЛОГИЯ, МЕЗОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГНОЗЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, WEB-ТЕХНОЛОГИИ

В отчете приведены основные результаты, полученные при выполнении научно-исследовательских работ по темам Плана НИОКР Росгидромета на 2018 г., инициативных работ, а также по договорам с иными организациями. Освещены мероприятия по другим направлениям деятельности института, в том числе публикационная активность, научно-методическая работа, взаимодействие со СМИ, участие в выставках, конференциях, совещаниях и т.п.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (РАЗДЕЛ 1)	5
МЕТОДЫ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ПРОГНОЗОВ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.1)	5
ИССЛЕДОВАНИЯ КЛИМАТА, ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ. ОЦЕНКА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.3)	38
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.4)	64
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.6)	68
ДРУГИЕ РАБОТЫ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РАЗДЕЛ 2) ...	71
ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ФГБУ «СИБНИГМИ», ФИНАНСИРУЕМЫЕ ИЗ ИНЫХ ИСТОЧНИКОВ	72
ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НИОКР В 2017 ГОДУ	73
СВИДЕТЕЛЬСТВА О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ	73
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ РАБОТА	75
I. ИНСПЕКЦИИ	75
II. МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО	90
III. РАБОТА МЕТОДИЧЕСКОГО КАБИНЕТА ФГБУ «СибНИГМИ»	90
РАБОТА УЧЕНОГО СОВЕТА ФГБУ «СИБНИГМИ»	91
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	93
РАБОТА СО СМИ	96
РАБОТА С КАДРАМИ	96
СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТИИ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ, СИМПОЗИУМАХ, СЕМИНАРАХ И ВЫСТАВКАХ	97
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	97

ВВЕДЕНИЕ

В 2018 году сотрудники СибНИГМИ продолжили выполнение научно-исследовательских работ трехлетнего Плана НИОКР Росгидромета на 2017-2019 гг. по тринадцати темам Целевой научно-технической программы «Научные исследования и разработки в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды», из них семь по ЦНТП-1 (Направление «Методы, модели и технологии гидрометеорологических расчетов и прогнозов»), три темы по ЦНТП-3 (Направление «Исследования климата, его изменений и их последствий. Оценка гидрометеорологического режима и климатических ресурсов»), три темы по направлению ЦНТП-4 (Направление «Развитие системы мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды»), одну тему по ЦНТП-6 (Направление «Геофизические исследования. Технологии активных воздействий на гидрометеорологические и геофизические процессы и явления»). В полном объеме была подготовлена и предоставлена потребителям оперативно-прогностическая, аналитическая информация (Раздел 2. Другие работы для государственных нужд в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды). Выполнен также ряд научно-исследовательских работ в интересах и за счет средств иных заказчиков.

Подготовлены три промежуточных отчета по темам ЦНТП-3, их тексты размещены в Единой государственной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ) <http://rosrid.ru> и доступны для просмотра и скачивания.

В 2018 году было внедрено четыре новых метода и технологий, успешно прошедших испытания и одобренных техническими советами Управлений по гидрометеорологии, ЦМКП; их перечень приведен в настоящем отчете. Получены три свидетельства Федеральной службы по интеллектуальной собственности о регистрации результатов интеллектуальной собственности – программ для ЭВМ, баз данных.

В отчете размещен список публикаций, подготовленных сотрудниками СибНИГМИ, а также список международных, региональных конференций, семинаров и т.п., в которых принимали участие сотрудники института.

Было проведено шесть заседаний Ученого совета института, на которых обсуждались научные результаты и проблемные вопросы.

Научно-просветительская деятельность велась через средства массовой информации.

Электронная версия настоящего отчета размещена на сайте СибНИГМИ по адресу <http://sibnigmi.ru/cgi-bin/inst/index.pl?0&6>

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (РАЗДЕЛ 1)

МЕТОДЫ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ПРОГНОЗОВ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.1)

1.1.1. Развитие технологий наукастинга, сверхкраткосрочных и краткосрочных прогнозов метеорологических полей и опасных явлений на основе мезомасштабного моделирования и усвоения данных наблюдений.

Наименование и индекс темы.

1.1.1.1 Разработать суперкомпьютерную оперативную технологию численного прогноза погоды сверхвысокого разрешения на базе модели ICON-COSMO (шаги сетки 6.6 км и менее) по территории северной Евразии (включая всю территорию СНГ).

Ожидаемый результат по теме.

Суперкомпьютерная оперативная технология численного прогноза погоды сверхвысокого разрешения на базе модели ICON-COSMO (шаги сетки 6.6 км и менее) по территории северной Евразии (включая всю территорию СНГ) на основе системы ICON-LAM с возможностью телескопизации и применением вложенных сеток с шагами до 500 м для решения задач городской метеорологии. Технология прогнозирования загрязнения воздуха в мегаполисах на базе модели ICON-COSMO-ART.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ»

Результаты численных экспериментов по тестированию прототипа суперкомпьютерной оперативной технологии численного прогноза погоды сверхвысокого разрешения на базе модели ICON-COSMO (шаги сетки 6.6 км и менее) по территории Сибири на основе системы ICON-LAM с возможностью телескопизации.

Результаты численных экспериментов по тестированию прототипа технологии прогнозирования загрязнения воздуха по территории Сибири на базе модели ICON-COSMO-ART.

Полученный результат за 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ».

В 2018 году продолжились работы по усовершенствованию технологии оперативного получения результатов наблюдений за качеством воздуха со всех пунктов наблюдений ФГБУ «Западно-Сибирского УГМС». С тестовой моделью COSMO-ART-Sib с шагом 13.2 км проведен ряд экспериментов по изменению параметров запуска модели с целью оптимизации времени счета.

Разработан вариант модели COSMO-ART-Sib с шагом 6.6 км на той же территории прогноза (рисунок 1).



Рисунок 1 - территории прогноза

Разработан прототип технологии прогнозирования загрязнения воздуха по территории Сибири на базе модели COSMO-ART (рисунок 2) на вычислительном комплексе Altix 4700. В качестве базовых используются варианты COSMO-ART-Sib с шагом 13.2 и 6.6 км (рис. 2, 3).

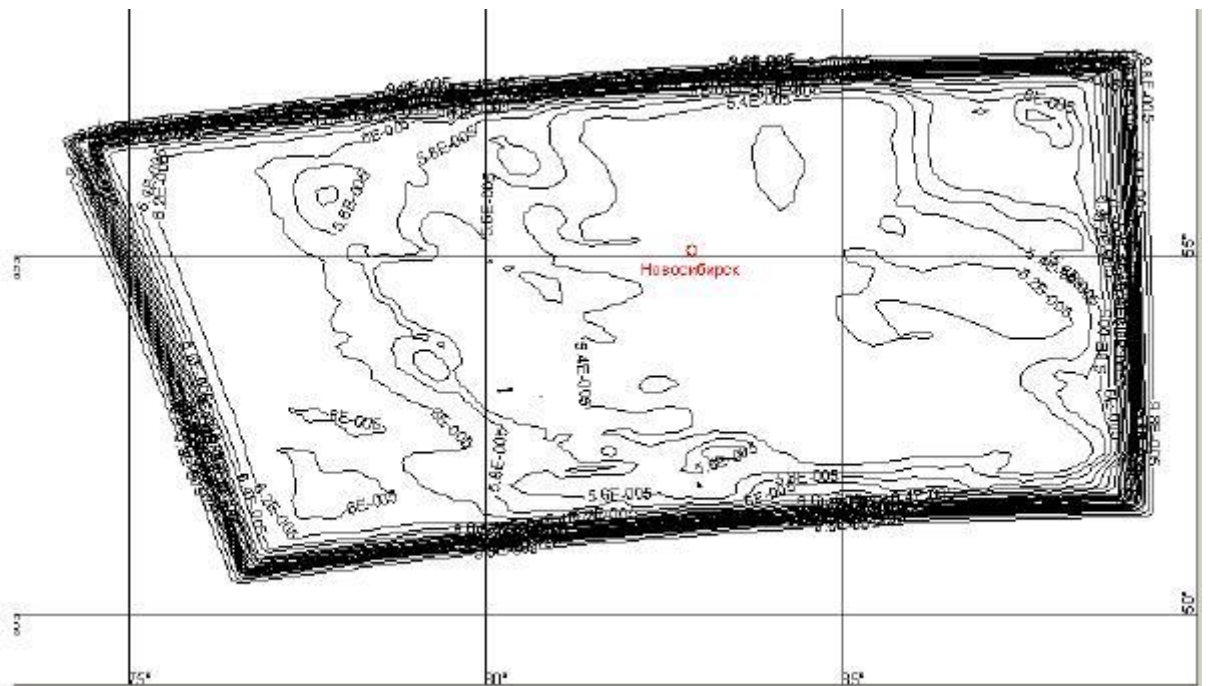


Рисунок 2 – территория прогнозирования загрязнения воздуха по территории Сибири на базе модели COSMO-ART с шагом 13.2 км.

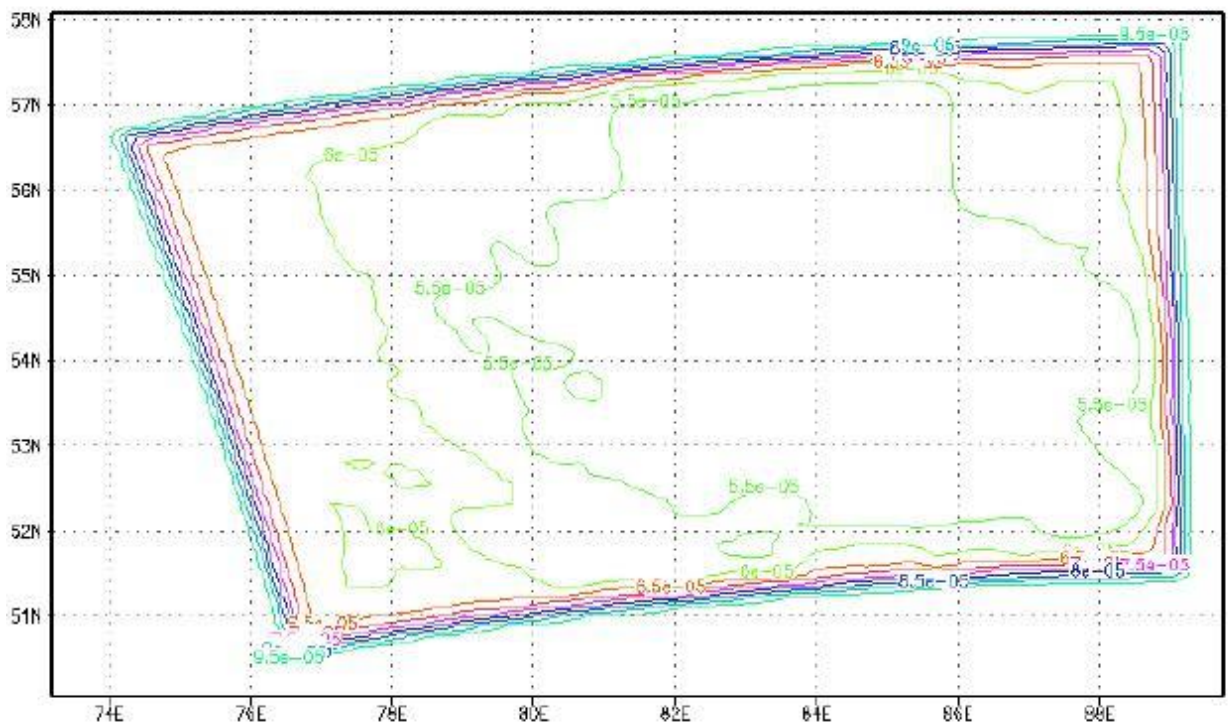


Рисунок 3 - территория прогнозирования загрязнения воздуха по территории Сибири на базе модели COSMO-ART с шагом 6.6 км.

Прогностическая модель запущена на новом вычислительном комплексе в оперативном режиме. На том же количестве ядер, что и на старом вычислительном комплексе, модель считается заметно быстрее. На данный момент количество ядер

увеличено вдвое и составляет 144. Счет модели с шагом 13.2 км длится по времени около 12 минут, готовится проведение тестирования модели с шагом 6.6 км.

Одним из этапов разработки прототипа суперкомпьютерной оперативной технологии численного прогноза погоды сверхвысокого разрешения на базе модели ICON-COSMO (шаги сетки 6.6 км и менее) являлся перевод оперативной модели COSMO-Sib с шагом 13.2 км на шаг 6.6 км. Результатом работы модели являются наборы прогностических карт и метеограмм, часть из которых представлена на рисунках 4-6:

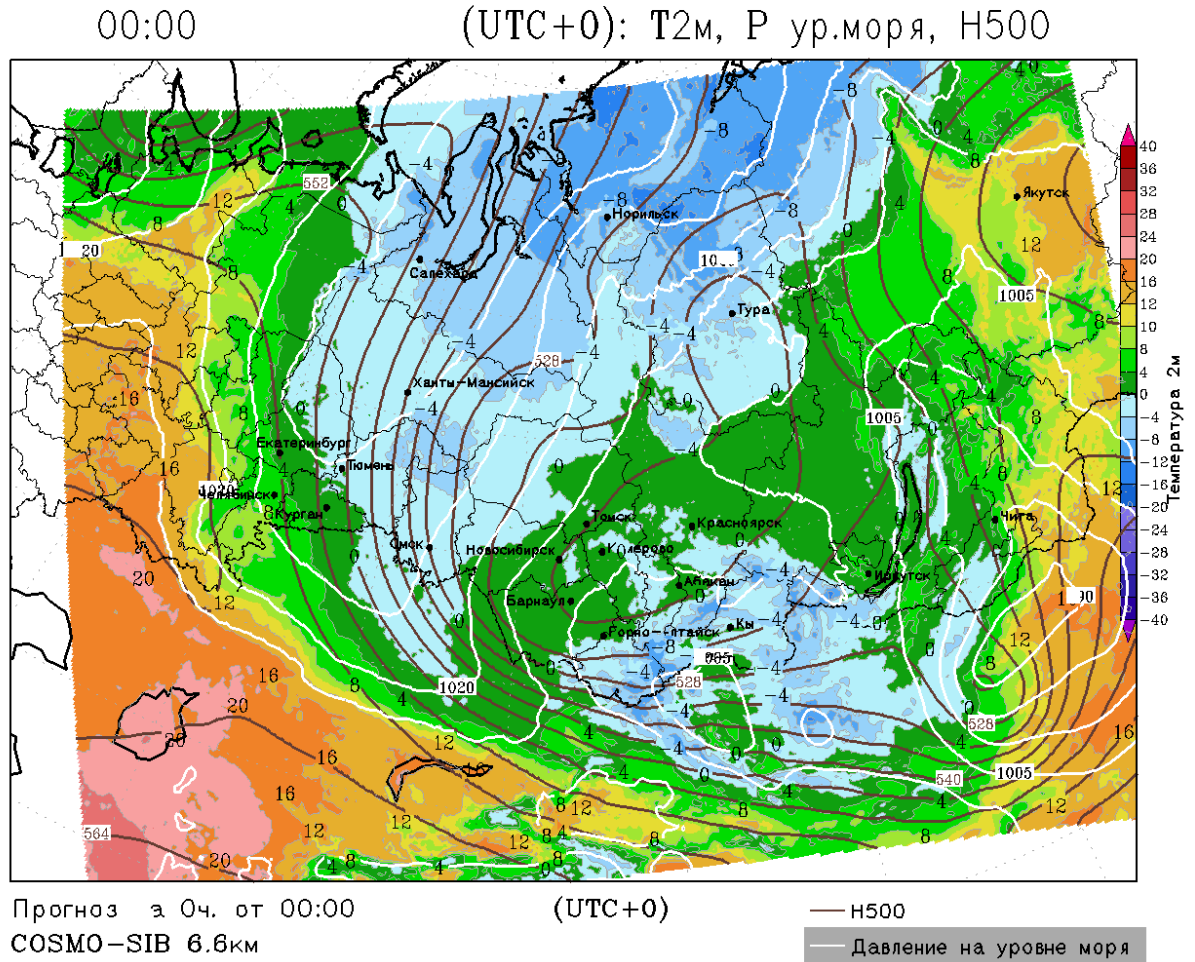


Рисунок 4 – Приземная температура, давление на уровне моря

03:00 2019 (UTC+0):
Р ур. моря, облачность ср. яр., Осадки

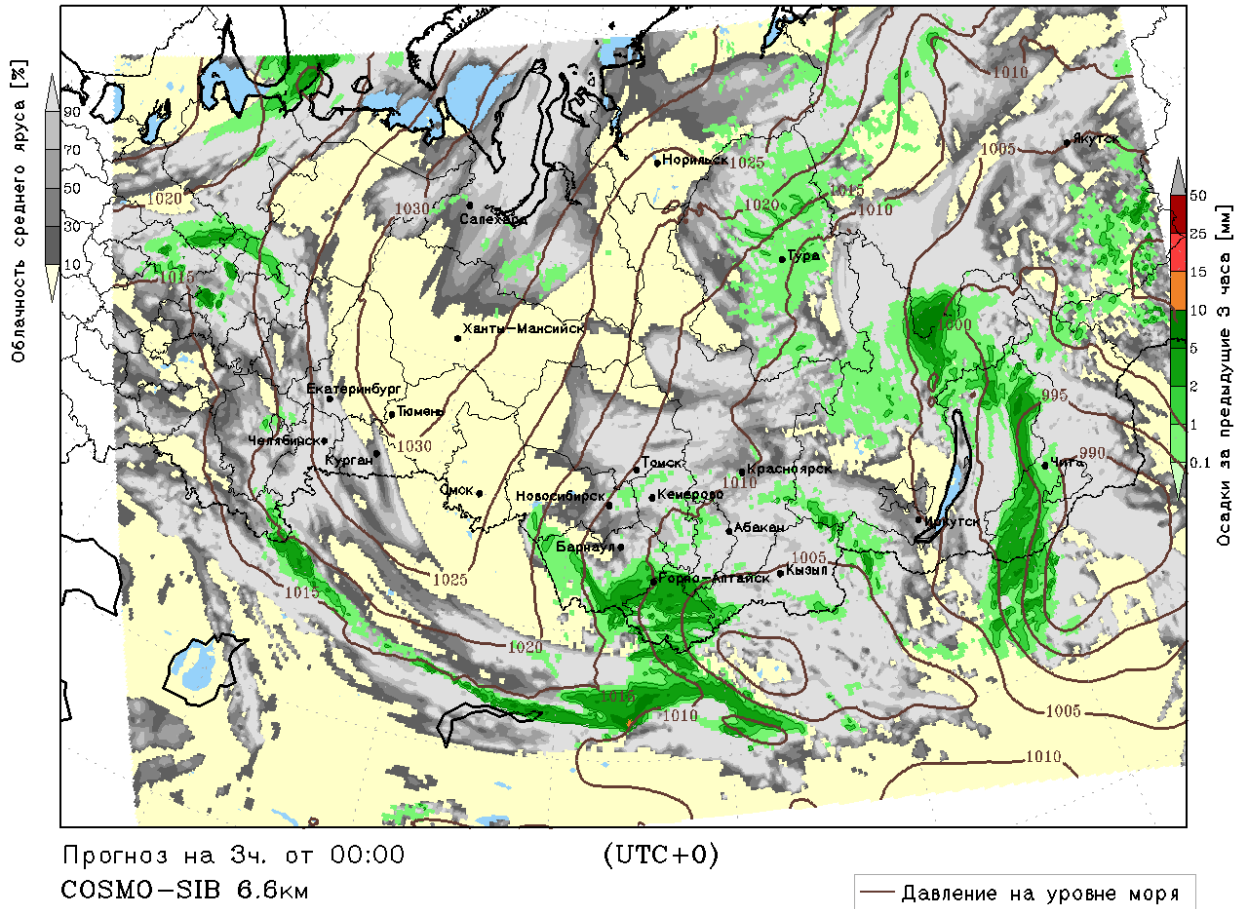


Рисунок 5 – Давление на уровне моря, облачность, осадки

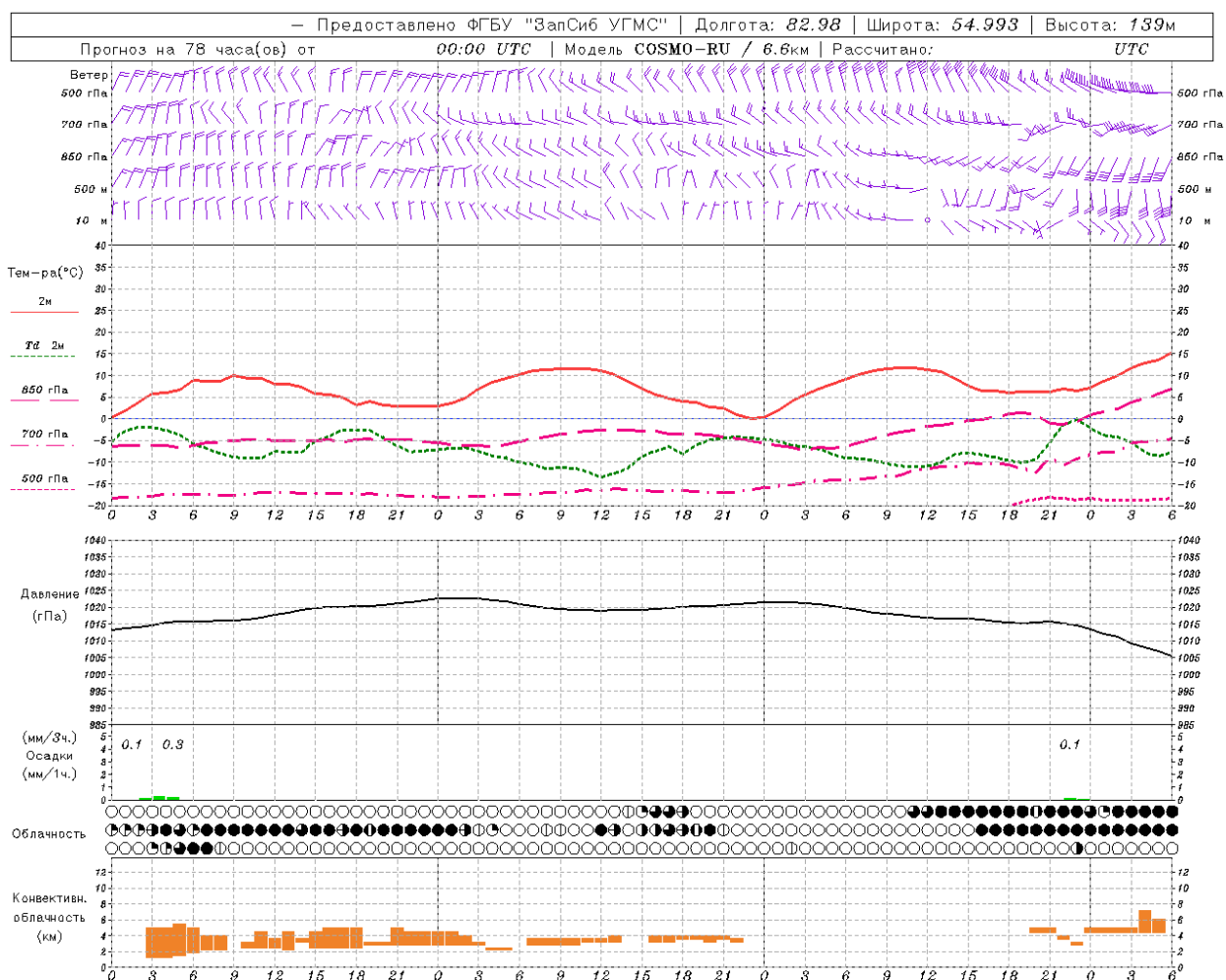


Рисунок 6 – Метеограмма: ветер, температура, давление, осадки, облачность

Запуск нового вычислителя на постоянной основе и его ресурсы позволяют вести разработку намного продуктивнее, чем это было на старом вычислительном комплексе.

Календарный план выполнен.

Наименование и индекс темы.

1.1.2.1 «Развитие системы детерминистского и ансамблевого среднесрочного прогноза на базе модели ПЛАВ»

Ожидаемый результат по теме для ФГБУ «СибНИГМИ»: схема многослойной инициализации влагосодержания почвы в модели ПЛАВ с использованием спутниковых данных наблюдений.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ»: доработанная реализация схемы усвоения влагосодержания многослойной почвы в модели ПЛАВ с реализованной возможностью включения в анализ спутниковых данных.

Полученный результат за 2018 год.

Система глобального прогноза погоды ПЛАВ состоит из прогностического блока (т.е. модели) и блока усвоения. Модельный блок помимо состояния атмосферы

прогнозирует состояние подстилающей поверхности, которое используется как нижнее граничное условие для атмосферы. На данный момент в системе прогноза погоды ПЛАВ есть возможность подключения либо схемы подстилающей поверхности ISBA, которая имеет два горизонта почвы и описывает процессы взаимодействия растительности, оголенной почвы с атмосферой, либо многослойной модели почвы ИВМ РАН, которая имеет 8 уровней по вертикали и более подробно представляет физические процессы в почве. Для использования второй схемы в прогностическом режиме необходимо реализовать соответствующее усвоение.

Поверхностный слой в обеих моделях почвы - 1 см и инкременты для него находятся методом оптимальной интерполяции в обоих случаях. Для более глубоких слоев в оперативной версии ISBA также используется метод оптимальной интерполяции, а в нашей теме он заменяется на упрощенный расширенный фильтр Калмана. В случае схемы многослойной почвы корректируется 2 горизонта (18 и 54 см) по данным наземных наблюдений. Поверхностный слой в нашей теме также планируется включить в корректируемые методом упрощенного расширенного фильтра Калмана, но с использованием спутниковых наблюдений.

Метод упрощенного расширенного фильтра Калмана.

В данном случае для нахождения вектора состояния \mathbf{w}_t^b прогностические уравнения состояния почвы M_{t-1} применяются к вектору анализа \mathbf{w}_{t-1}^a . Оба вектора имеют размерность $[w_1, w_2, w_3]$ по числу корректируемых слоев почвы. Вектор наблюдений \mathbf{y}_{t-1}^o также состоит из трех элементов (3 вида наблюдений: спутниковая влажность почвы, приземные температуры и относительная влажность).

$$\mathbf{w}_t^b = M_{t-1} [\mathbf{w}_{t-1}^a], \quad (1)$$

$$\mathbf{w}_{t-1}^a = \mathbf{w}_{t-1}^b + \mathbf{K}_{t-1} [\mathbf{y}_{t-1}^o - H(\mathbf{w}_{t-1}^b)], \quad (2)$$

$$\mathbf{K}_{t-1} = \mathbf{B}\mathbf{H}^T (\mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1} \quad (3)$$

В уравнении (2) $H(\mathbf{w}_{t-1}^b)$ - первое приближение полей приземных характеристик, в то время как в уравнении (3) \mathbf{H} - линеаризованный оператор наблюдений. Для его линеаризации воспользуемся разложением в ряд Тэйлора первого порядка (4):

$$H(\mathbf{w}_{t-1}^b + \delta\mathbf{w}) = H(\mathbf{w}_{t-1}^b) + \mathbf{H}\delta\mathbf{w} \quad (4)$$

Получив линеаризованный оператор наблюдений, рассчитываем весовую матрицу Калмана \mathbf{K}_{t-1} (3). \mathbf{R} - диагональная ковариационная матрица ошибок наблюдений ($\sigma_{T_{2M}} = 1K$, $\sigma_{RH_{2M}} = 10\%$, $\sigma_{w_{ascat}} = 0.05 \text{ м}^3 / \text{м}^3$), а \mathbf{B} - ковариационная матрица ошибок

первого приближения. Т.к. слои в модели многослойной почве взаимосвязаны, матрица фоновых ошибок недиагональная.

В данном случае для расчета оператора наблюдений требуется 7 прогнозов модели на 6 часов с получившихся стартовых полей, что занимает значительное вычислительное время. Для его сокращения была создана автономная схема прогноза состояния почвы, использующая прогностические поля состояния атмосферы (радиация, ветер, осадки, температура и влажность) на модельных уровнях с невозмущенных данных в качестве внешнего форсинга. Это позволило сократить время расчета оператора наблюдений примерно в 2 раза.

Представленная выше система усвоения с предписанным форсингом была использована для проведения прогностических расчетов с использованием схемы многослойной почвы, но без спутниковых данных. Расчет осуществлялся на месяц (с 14.06.14 по 31.07.14), оценочным периодом считался только июль, т.к. первые две недели отводились на достижение равновесного состояния почвы. На рисунке 7 представлены ошибки прогноза приземных параметров модели ПЛАВ при использовании схемы почвы ISBA с усвоением почвенных характеристик методом оптимальной интерполяции (оперативный вариант) для подготовки начальных данных по сравнению со схемой многослойной почвы без усвоения и с упрощенным расширенным фильтром Калмана. Видно, что по сравнению с отсутствием усвоения фильтр Калмана приносит некоторые улучшения в прогнозе приземной температуры. Однако улучшений нет в относительной влажности и в обоих случаях система существенно уступает результатам прогноза с двухслойной схемой почвы.

Такой результат объясняется большей систематической ошибкой прогноза приземных характеристик с использованием многослойной модели. Работы по ее устранению ведутся.

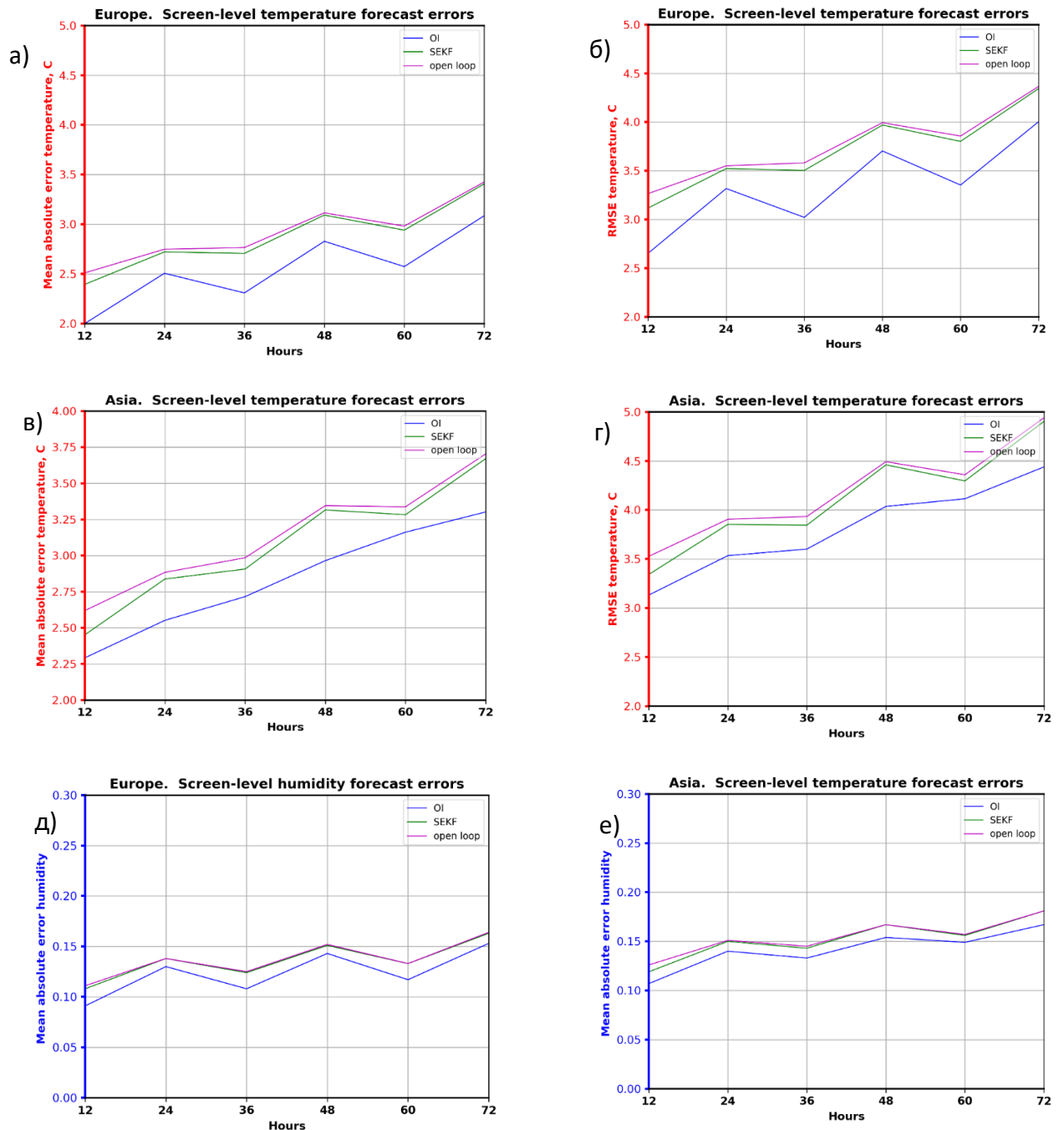


Рисунок 7 - Среднемесячные абсолютные ошибки прогноза приземной температуры (а, в), относительной влажности в долях (д,е) и среднеквадратические ошибки прогноза приземной температуры (б,г) для регионов Европы (35-65 с.ш., 0-50 в.д.) и Азии (35-65 с.ш., 50-135 в.д.) за июль 2014г. при использовании схемы ISBA и метода оптимальной интерполяции (OI), схемы многослойной почвы ИВМ РАН без усвоения (openloop) и с усвоением приземных наблюдений (SEKF) для коррекции влажности почвы методом упрощенного расширенного фильтра Калмана.

Спутниковые данные наблюдений влажности почвы

Поверхностный слой почвы будет корректироваться с использованием спутниковых данных влажности почвы, полученных прибором ASCAT, установленным на двух полярно-орбитальных спутниках МЕТОР-А, МЕТОР-В. Эта мера влажности характеризует слой в почве глубиной порядка 1 см.

В оперативном режиме данные ASCAT поступают в НИЦ «Планета» в коде BUFR с разрешением 12.5 км. Для экспериментального усвоения для нас были подготовлены композиты за 12 ч (06-18 ВСВ, 18-06 ВСВ) за период с 14.07.14 по 31.08.14 г.

Как у любых дистанционных видов наблюдений, у данных ASCAT есть ограничения. Такие ограничения (например, области, где заведомо известно низкое качество данных) частично отражены во флагах качества данных, указанных также в коде BUFR. Таким образом, перед усвоением данные необходимо подвергнуть контролю качества. На рисунке 8 указано количество узлов с данными за каждые полусутки, которые оставались после применения фильтрации того или иного флага. Флаги применялись по очереди, указанной на рисунке. Из всех точек фильтрацию проходили только те, где процент ячейки, занятой внутренними водами, был менее 15%, отклонение орографии от средней составляло менее 20%, ошибка восстановления оценивалась менее 7% (здесь отсекались регионы с густой растительностью, сквозь которую не может пройти сигнал) и неиспорченные данные по другим причинам (процессинговый флаг = 0). Как видно, таким образом отфильтровывается практически 4/5 данных.

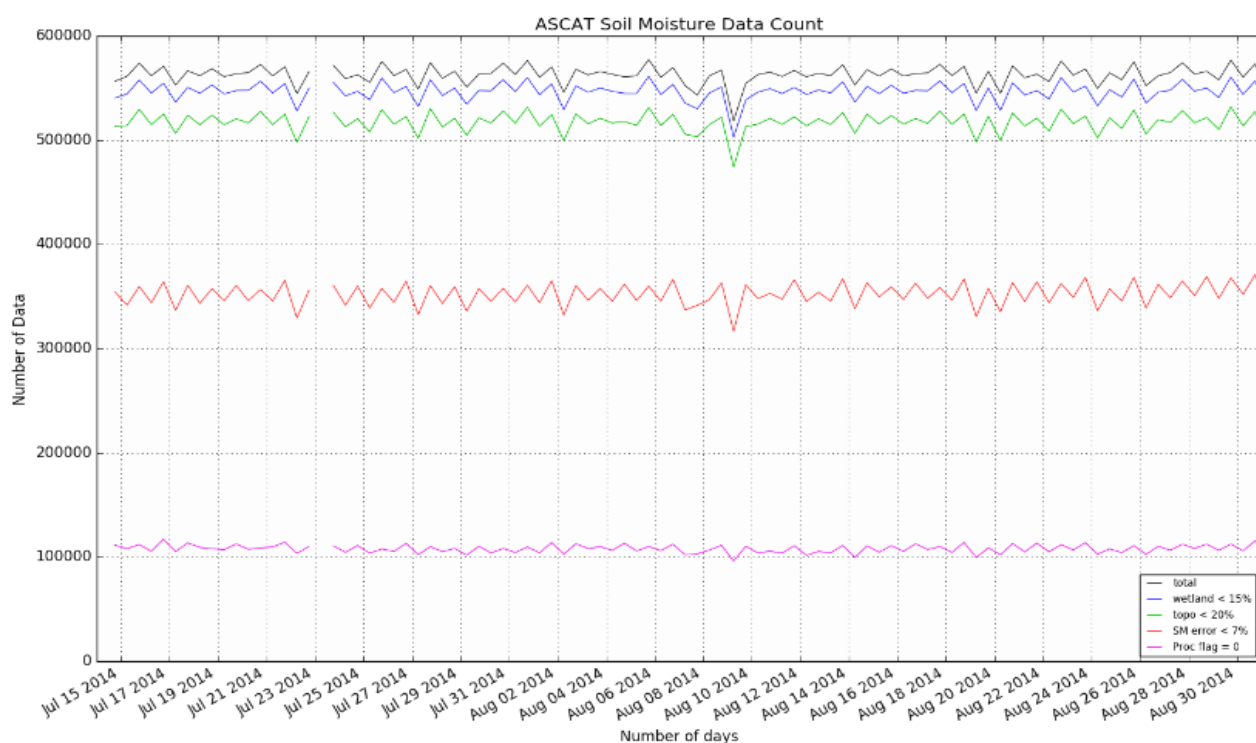


Рисунок 8 - Количество узлов данных ASCAT, оставшихся после фильтрации.

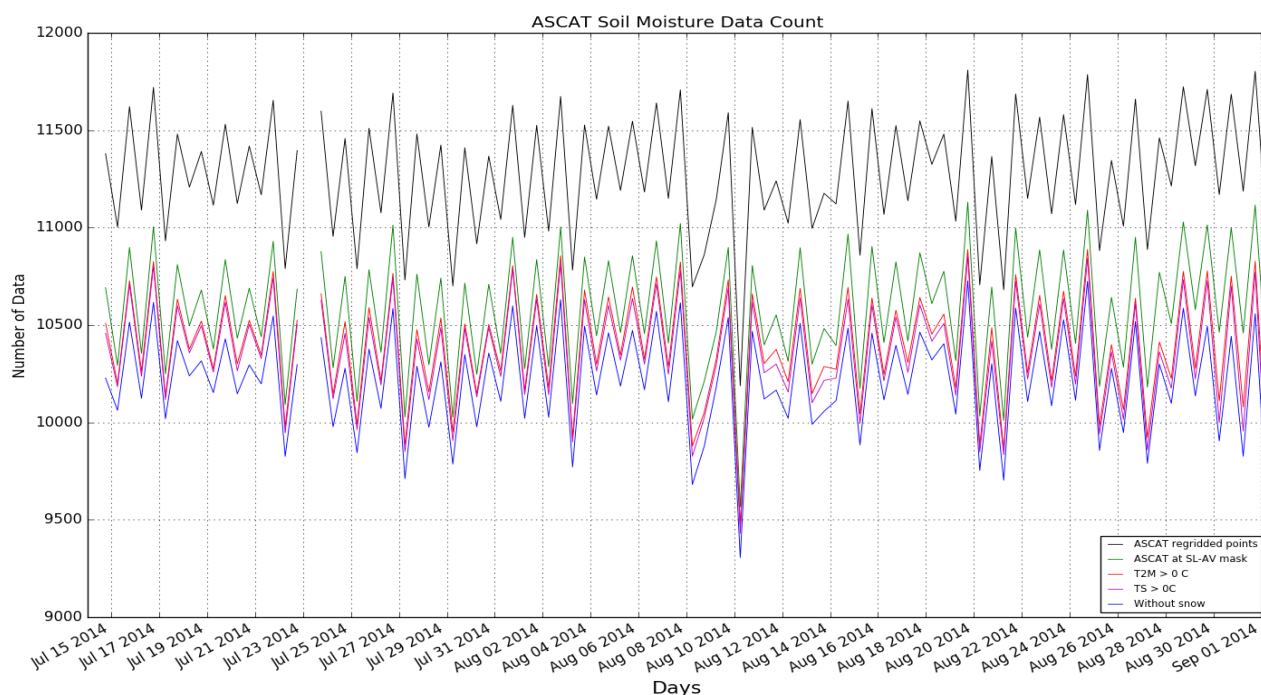


Рисунок 9 - Количество спутниковых данных в узлах модели, оставшихся после согласования с модельными данными подстилающей поверхности.

Затем фильтрованные данные были переинтерполированы на модельную сетку методом ближайшего соседа. На рисунке 9 указано количество узлов с данными за каждые полусутки, которые оставались после применения того или иного условия. Флаги применялись по очереди, указанной на рисунке. Разрыв на графиках означает отсутствие данных.

Спутниковый продукт SWI_{ascat} – это относительная мера влажности почвы, в то время как в модели используется объемная влажность w_{ascat} (массовая влажность, нормированная на глубину). Соответственно, перед усвоением необходимо перевести одно в другое.

Наиболее подходящий метод конвертации основан на идее исключения систематической ошибки спутниковых данных (5-7).

$$w_{ascat}^f = a + b \cdot SWI_{ascat}^t, \quad (5)$$

$$b = \frac{\sigma_{\text{модель}}}{\sigma_{SWI_{ascat}}}, \quad (6)$$

$$a = \overline{w_{\text{модель}}} - b \cdot \overline{SWI_{ascat}} \quad (7)$$

Коэффициент b определяется как отношение среднеквадратических модельных и спутниковых отклонений за период осреднения. Для расчета коэффициента a используются

средние арифметические оценки за этот же период. Результаты конвертации с помощью описанного подхода представлены на рисунке 10. Полученный продукт хорошо согласуется с модельными данными. Однако распределение мод немного отлично. Возможно, исправить это получится, используя период осреднения не 1.5 месяца, а полгода. Заметим, что расчет статистических показателей производится не для всего поля, а для каждого узла модельной сетки отдельно.

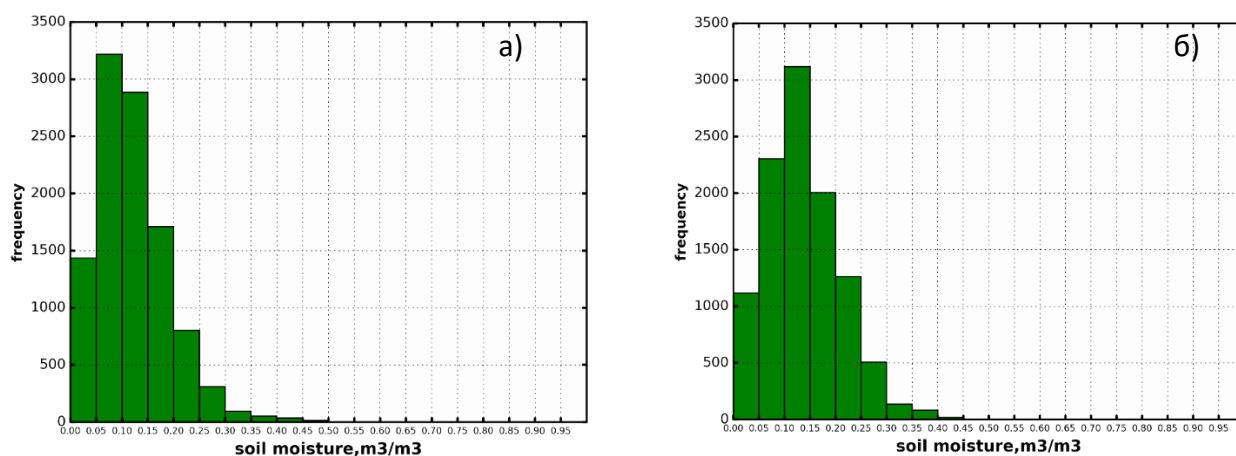


Рисунок 10 - Гистограмма распределения глобальной объемной влажности модели по данным спутниковых наблюдений после их конвертации (а) и первому приближению модели (б) за 31.08.14 г. 06-18 ВСВ.

Результаты

Ассимиляция полей упрощенным расширенным фильтром Калмана применительно к данным влажности для 2-го и 3-го уровней многослойной схемы почвы модели ПЛАВ реализована. Для расчета оператора наблюдений разработана сокращенная версия модели.

Качество прогноза приземных характеристик при его использовании выше, по сравнению с отсутствием усвоения для многослойной почвы. Однако уступает оперативному анализу с использованием схемы ISBA и методом оптимальной интерполяции. Работы по устранению систематической ошибки прогноза приземных характеристик, возникающей в случае применения многослойной почвы, ведутся.

Проведены предварительные исследования по обработке спутниковых данных влажности ASCAT. Подобран их оптимальный метод конвертации в объемную влажность почвы. Ведется работа по реализации усвоения спутникового продукта.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный научный отчет за год.

1.1.5. Разработка методов автоматизированного мониторинга и прогнозирования опасных быстроразвивающихся гидрологических процессов на реках, методов прогноза элементов гидрологического режима рек и водохранилищ на территории России

Индекс и наименование темы: 1.1.5.6

Разработать технологию прогноза характеристик стока весеннего половодья сибирских рек с применением микроволновой спутниковой оценки высоты снежного покрова, совместно с другими доступными источниками информации о снегонакоплении и современных систем прогнозирования погоды

Ожидаемый результат по теме:

Технология прогноза характеристик стока весеннего половодья сибирских рек с применением микроволновой спутниковой оценки высоты снежного покрова, совместно с другими доступными источниками информации о снегонакоплении и современных систем прогнозирования погоды.».

Ожидаемый результат на 2018 год:

Подсистема отображения электронного архива данных оценки высоты снежного покрова по данным радиометра AMSR-2 спутников GCOM-W и данных численного моделирования погоды и состояния окружающей среды на бассейны модельных рек в составе геоинформационного сайта «Системы мониторинга заснеженности». Оценки сходимости модельной и фактической высоты снежного покрова при расчёте гидрологических прогнозов.

Полученный результат за 2018 год.

Доработана программа прогноза уровней и расходов воды в реках («Капля») для автоматического получения данных уточнённых прогнозов метеопараметров. С этой целью разработан специальный модуль скачивания уточнённых прогнозных температур и осадков с FTP-сервера СибНИГМИ. Уточнённые прогнозные данные автоматически рассчитываются по оригинальным методикам уточнения результатов цифрового моделирования погоды и параметров окружающей среды (НСЕР и др.) и выкладываются в виде текстового табличного файла на FTP-сервера СибНИГМИ. Специальный разработанный модуль добавляет в программу «Капля» команду «Обновить прогнозные данные». Исполняя эту команду пользователя, модуль скачивает текущий файл с FTP-сервера и обновляет полученными данными базу данных программы.

Для разработки алгоритма оценки снегозапасов собранные наземные и космические данные были проанализированы на предмет выявления эмпирических зависимостей. Всего для анализа оказалось пригодно 1160 одновременных пар наземных и космических данных для 35 пунктов наземной снегосъёмки за период 2012—2017 гг., из которых 993 по 20

пунктам в бассейнах Красноярского и Саяно-Шушенского водохранилищ и 167 — по 15 пунктам в Верховьях Оби.

По результатам анализа выбран метод для картирования высоты снежного покрова в виде медианы в окне $-7 \div +7$ суток по данным AMSR2. Для оценок снегозапаса в точках метеостанций для использования в гидрологических прогнозах построены регрессионные линейные модели для каждой метеостанции, с дополнительным ограничением на максимальный снегозапас.

Для отображения данных о запасах воды в снеге была разработана «Служба мониторинга снегозапасов», которая отображает картосхемы запаса воды в снеге по данным прибора AMSR-2 и данных числового моделирования и прогнозирования погоды и состояния окружающей среды на странице информационного сайта.

Были проведены исследования, которые показали занижение величин при наличии плёнки воды: оценки запасов воды в снеге достигают отметки 0 при наличии признаков таяния снега; нулевые значения отмечаются преимущественно днём; в периоды отсутствия таяния дневные и ночные значения близки. Выявленные особенности данных AMSR-2: занижение величин до 0 при наличии плёнки воды (таяния снега); ограничение по максимальной высоте снежного покрова; пространственная неоднородность данных при сравнении с точечными данными маршрутных снегосъёмов (рисунки 11, 12).

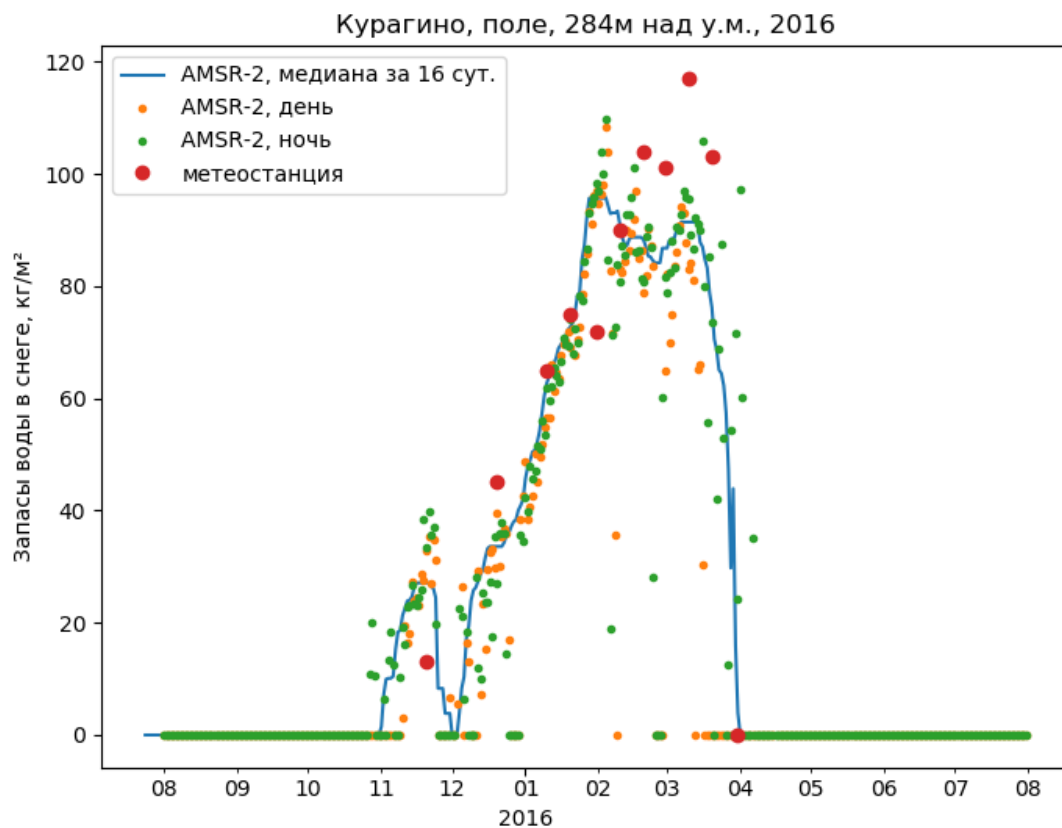


Рисунок 11 – Курагино, запасы воды в снеге по данным спутникового мониторинга и наземным данным наблюдения.

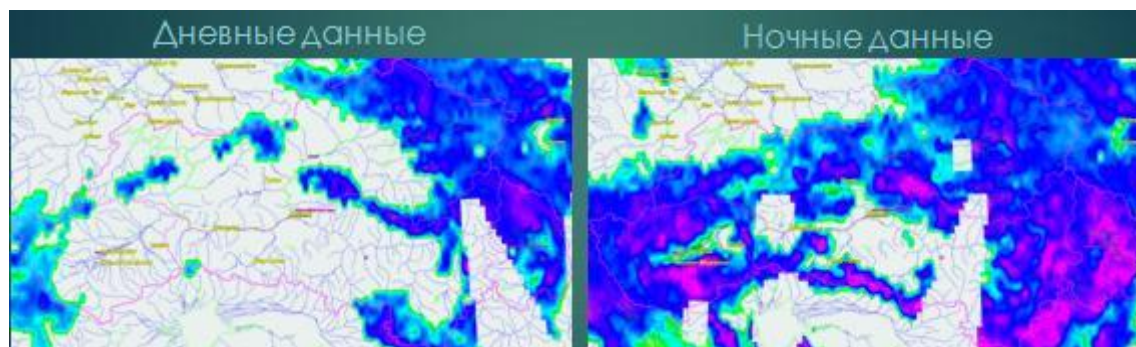


Рисунок 12 - Дневные и ночные данные AMSR. Высота снежного покрова, бассейн Саяно-Шушенского водохранилища. 28.04.2018

Также служба реализует протокол доступа к данным снеготопливности для дальнейшей интеграции с программой «Капля». Программа «Капля» доработана для отображения данных оценки запасов воды в снеге по информации микроволнового радиометра AMSR-2 и результатам численного моделирования и прогнозирования погоды и состояния окружающей среды.

Заключение по данным AMSR

1. Данные AMSR-2 *не могут* использоваться для оценки снеготаяния в процессе весеннего снеготаяния.
2. Данные AMSR-2 могут использоваться для оценки *максимального зимнего снеготаяния*.
3. Данные AMSR-2 могут использоваться для оценки начального снеготаяния только при благоприятных погодных условиях.
4. Данные AMSR-2 могут использоваться только при максимальных снеготаяниях не более 150 мм.

Предварительные заключение по данным NCEP

1. Данные имеют крупный шаг сетки — $0,5^\circ \sim 27/55$ км на широтах 60° .
2. И как следствие крупного шага сетки — неоднородность полей снеготаяния и высоты снега.
3. Некорректное соотношение между высотой снежного покрова и запасами воды в снеге — плотность снега ~ 100 кг/м², тогда как обычно она лежит в диапазоне 200...300 кг/м², а максимальный диапазон — 100...420 кг/м²

Заключение по программе гидрологического прогнозирования

1. В программу встроены модули получения данных о прогностических ежедневных температурах и осадках, заснеженности, а также высоте снежного покрова и запасов воды в снеге по данным AMSR-2 и NCEP с ресурсов СибНИГМИ и СЦ «НИЦ Планета» по сети интернет.
2. Для исключения систематических расхождений в данных, полученных от радиометра AMSR-2 и системы численного моделирования параметров окружающей среды (NCEP) требуется дополнительно определить поправочные коэффициенты, что запланировано сделать в 2019 году.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

1.1.7. Разработка и усовершенствование методов прогнозов и технологий агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства.

Индекс и наименование темы 1.1.7.1 Разработка и усовершенствование методов прогнозов и технологий агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства.

П.1. Разработка методов и технологий агрометеорологических прогнозов и оперативного мониторинга условий вегетации основных сельскохозяйственных культур на основе данных наземных наблюдений.

Ожидаемый результат по теме для ФГБУ «СибНИГМИ».

Автоматизированная технология оценки условий вегетации и динамико-статистических прогнозов урожайности зерновых и зернобобовых культур по Томской области, кукурузы по Новосибирской области.

Метод прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ».

Полученный результат за 2018 год

Завершена адаптация динамико-статистической модели «Погода-Урожай». Выполнена идентификация основных параметров динамико-статистической модели продукционного процесса зерновых и зернобобовых культур по Томской области, наиболее влияющих на расчет текущих значений биомассы отдельных органов растений и влажности почвы.

Обеспеченность расчетов урожайности с ошибкой, не превышающей $0,67 \sigma_y$ (1,5 ц/га), за 2001-2015 годы составила 86,7 %. Для справки: величина $0,8 \sigma_y = 1,7$ ц/га.

Получены значимые коэффициенты корреляции модельных и наблюдаемых запасов продуктивной влаги в почве под яровой пшеницей на примере третьей декады июля по данным сопряженных длиннорядных агрометеорологических наблюдений станции Томск (рисунки 13, 14).

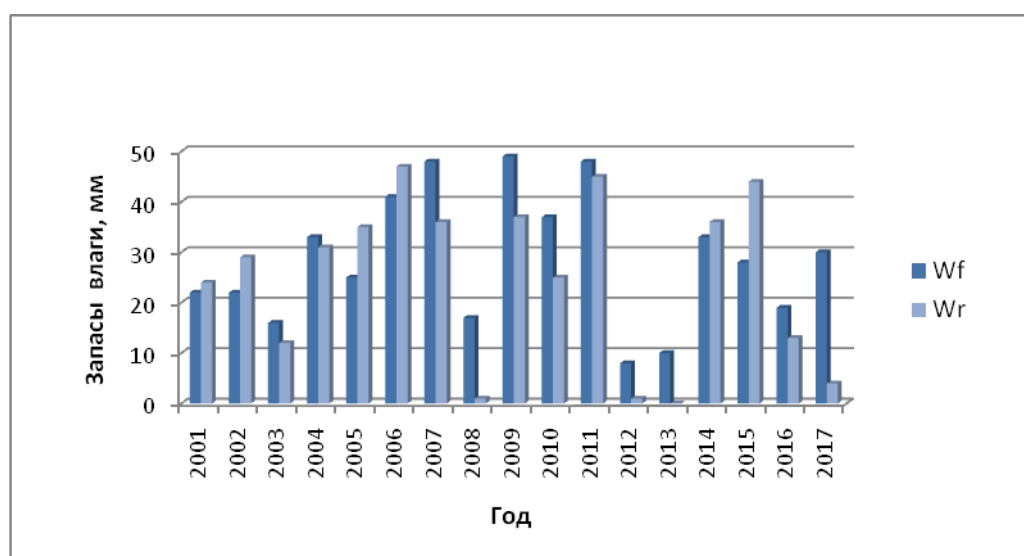


Рисунок 13 - Согласование модельных (W_r) и наблюдаемых (W_f) запасов продуктивной влаги под яровой пшеницей в слое почвы 0-20см, Томск, 28 июля

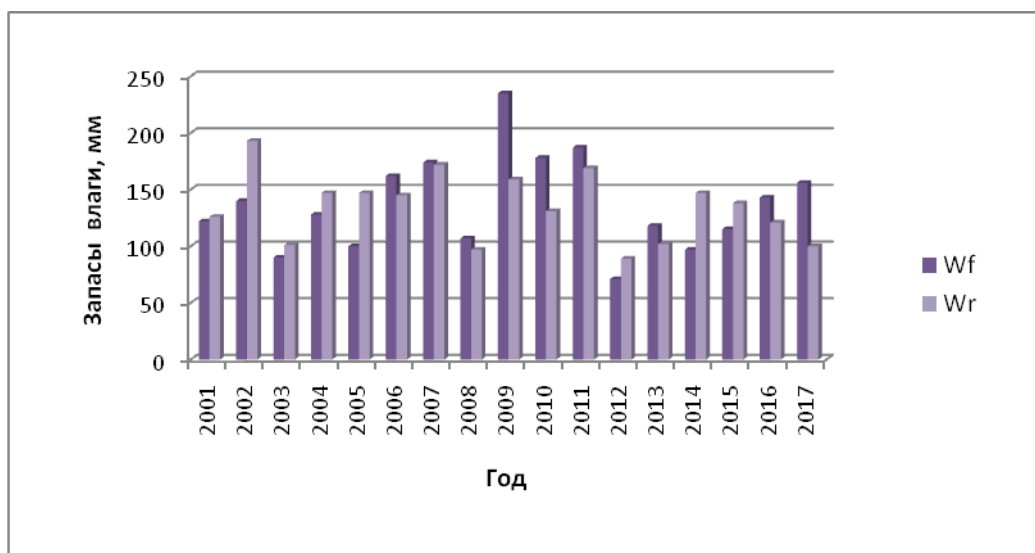


Рисунок 14 - Согласование модельных (W_r) и наблюдаемых (W_f) запасов продуктивной влаги под яровой пшеницей в слое почвы 0-100см, Томск, 28 июля

Среднее отклонение модельных запасов влаги от наблюдаемых на начало периода максимального развития вегетативной массы растений яровой пшеницы составляет в слое почвы 0-20 см 8 мм, а в слое 0-100 см - 27 мм.

На основе динамико-статистического подхода разработан метод и технология расчета подекадной количественной оценки сложившихся и ожидаемых условий вегетации зерновых и зернобобовых культур по Томской области. Путем статистической обработки данных многолетних наблюдений и итерационного подбора оптимальных величин завершена идентификация основных параметров динамико-статистической модели продукционного процесса зерновых и зернобобовых культур, наиболее влияющих на расчет текущих значений биомассы отдельных органов растений и влажности почвы.

По диагностическим оценкам получены значимые коэффициенты корреляции величин рассчитанных характеристик с фактическими. Средняя оправдываемость прогнозов – 85 %.

Расчет количественной оценки сложившихся условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур относительно условий аналогичного периода прошлого года характеризуется статистическими оценками за полный вегетационный период (рисунок 15).

Согласование модельных оценок за полный период вегетации за 1991-2015 годы характеризуется коэффициентом корреляции 0,911 при значимой величине, равной 0,396, за 2001-2015 годы - 0,845. Обеспеченность допустимого отклонения (21,6 %) – 92,0 %.

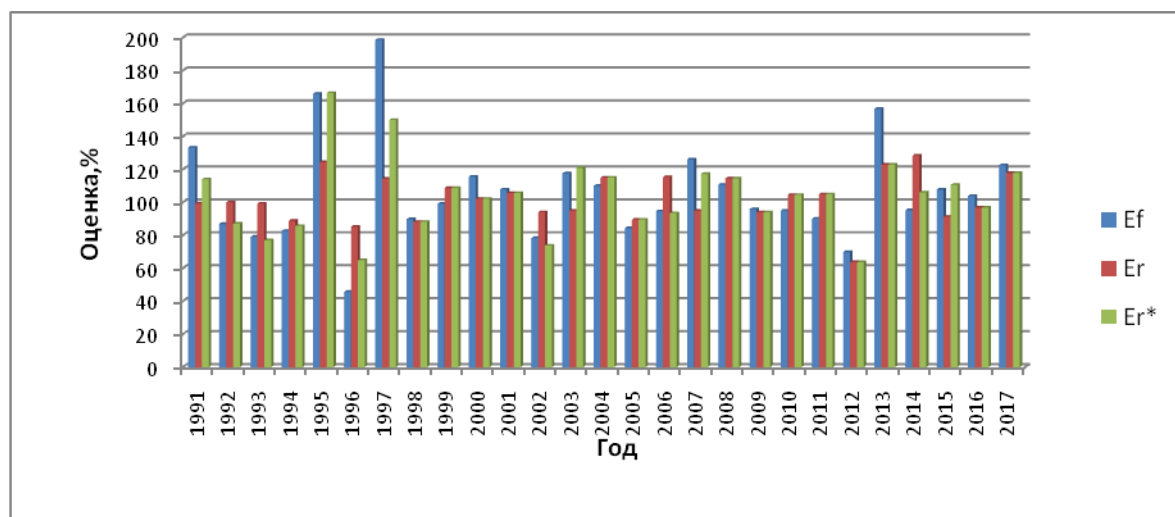


Рисунок 15 - Согласование рассчитанных на конец вегетации (E_r), с поправкой на условия уборки (E_r^*) и фактических (E_f) оценок агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур по Томской области

По разработанной ранее методологии, с использованием варианта динамико-статистической модели продукционного процесса «Погода–Урожай» с суточным разрешением построена и отлажена технологическая линия расчета комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерновых и зернобобовых культур по Томской области.

Для выполнения расчетов разработан пакет программ для персонального компьютера и материалы информационного обеспечения: программа автоматизированного сбора информации из электронной версии таблиц ТСХ-1 по опорным станциям, программа расчета оценки условий вегетации, каталог фрагментов метеорологических блоков рабочих наборов данных за 1971-2018 годы, содержащие ежегодные среднесуточные метеорологические данные опорных станций.

Для разработки метода прогноза урожайности яровой пшеницы по Ижморскому, Крапивинскому, Кемеровскому, Промышленному, Чебулинскому, Яшкинскому административным районам Кемеровской области изучена динамика урожайности и статистические характеристики агрометеорологических факторов в течение вегетационного периода. Произведено формирование файлов данных и факторов, их анализ и статистическая обработка. На основе баз данных выявлены информативные факторы, использованы комплексные показатели тепло – и влагообеспеченности.

Разработаны методы прогноза урожайности яровой пшеницы по Ижморскому, Крапивинскому, Кемеровскому, Промышленному, Чебулинскому, Яшкинскому административным районам Кемеровской области. Модели прогноза урожайности яровой пшеницы разработаны по базам наземных и спутниковых (ИКИ РАН) данных.

Представленные модели позволяют прогнозировать районную урожайность в единые по России сроки. Опробованы алгоритмы решения задач и изучены статистические свойства ошибок прогнозов на архивном и тестовом материале. Ошибки прогноза урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области на независимом материале последних трех лет составляет до 15 %. Для выполнения расчетов разработан пакет программ и материалы информационного обеспечения.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

1.1.8. Разработка, испытание и внедрение моделей и методов гидрологических расчетов, оценки и прогнозов состояния водных объектов

Индекс и наименование темы. 1.1.8.6. Выполнить оценку пространственно-временной изменчивости основных характеристик стока рек на территории Новосибирской области.

Ожидаемый результат по теме.

Оценки пространственно-временной изменчивости основных характеристик стока рек на территории Новосибирской области. Материалы к научно-прикладному справочнику «Многолетние колебания и изменчивость водных ресурсов и основных характеристик стока рек Российской Федерации».

Ожидаемый результат на 2018 год

Результаты расчета основных гидрологических характеристик рек Новосибирской области с учетом их пространственно-временной изменчивости и анализ результатов расчета.

Полученный результат за 2018 год.

Проведены работы по оценки однородности и независимости рядов наблюдений среднегодовых и максимальных расходов воды по всем гидрологическим створам рек Новосибирской области. Оценка однородности выборочных средних выполнялась по t – критериям Стьюдента. Полученные значения сравнивались с критическими значениями при уровне значимости $\alpha=5\%$.

Для оценки рядов наблюдений, на наличие резко отклоняющихся значений использовались широко применяемые в гидрологии критерии Диксона и Смирнова – Граббса. Расчеты выполнены только для максимальных значений расходов.

Рассмотренные критерии показали довольно противоречивые результаты, т. е. по одному из критериев ряд наблюдений можно считать однородным, а по другому отклоняющиеся точки не принадлежат рассматриваемой совокупности.

Была предпринята попытка выделить периоды понижения и повышения водности и определить тенденции изменения расходов воды в многолетнем измерении. Периоды повышенной и пониженной водности однозначно определяются с помощью разностной интегральной кривой расходов и не представляют никаких трудностей. Надежность их определения зависит лишь от длительности ряда наблюдений и размаха колебаний. Предварительный анализ вычисленных кривых по рекам Новосибирской области показал на их очень хорошую синхронность.

Гораздо интересней определить многолетние тенденции (тренды) и их надежность. Классическим приемом здесь служат различные формы регрессии, как для полного ряда наблюдений, так и для его частей. Однако, строго говоря, в этом случае ряды наблюдений должны иметь нормальное распределение, что бывает крайне редко.

На рисунке 16 приведен комплексный график для визуального контроля статистических параметров распределения речного стока

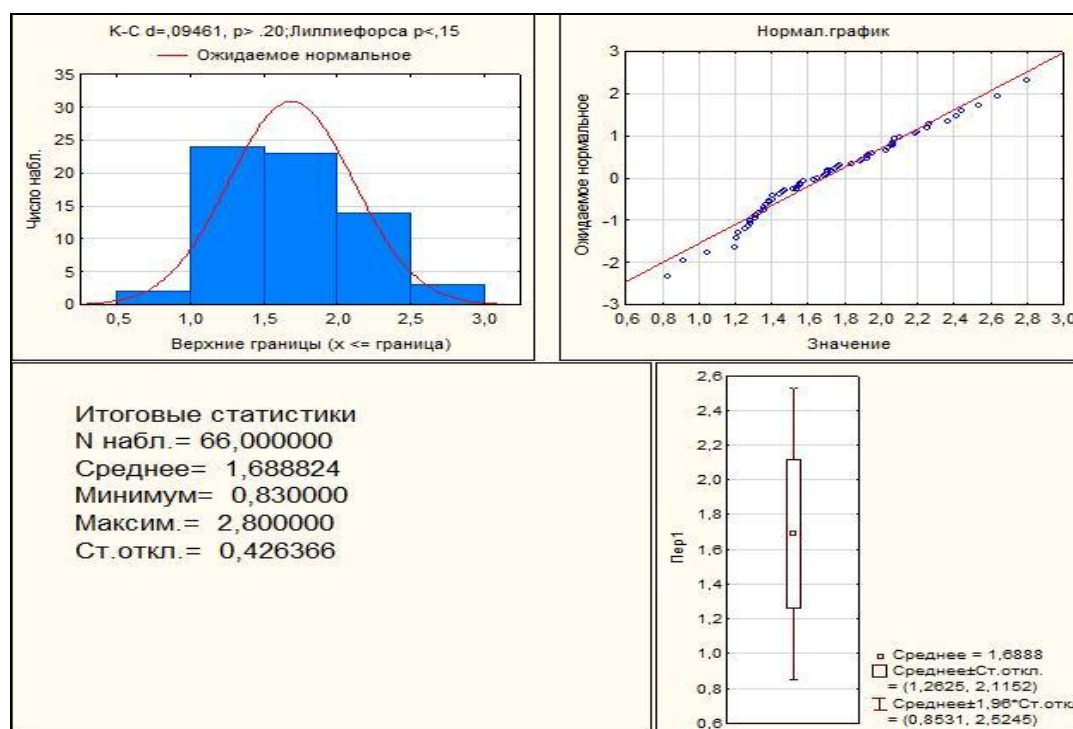


Рисунок 16 – Итоговый график для визуального контроля параметров распределения среднего расхода воды р. Коен – Н. Коен

Для анализа систем, имеющих любое распределение, Херстом был предложен метод нормированного размаха (RS-анализ). Главным образом данный метод позволяет различить случайный и фрактальный временные ряды, а также делать выводы о наличии неперiodических циклов.

Расчет показателя Херста можно произвести по следующей формуле:

$$R/S = (aN)^H,$$

25

откуда

$$H = \frac{\log\left(\frac{R}{S}\right)}{\log(aN)}$$

Где H - показатель Херста;

S - среднеквадратичное отклонение ряда наблюдений Q ;

R - размах накопленного отклонения Z_u ;

N - число периодов наблюдений;

a - заданная константа, положительное число (автор показателя Херст эмпирически рассчитал эту константу для сравнительно краткосрочных временных рядов природных явлений как 0.5).

Если в двойных логарифмических координатах найти наклон R/S функцию от N , то тем самым, мы получим оценку H . Эта оценка, не связана с каким – либо предположением относительно лежащего в основе распределения.

$H = 0,5$ – указывает на случайный ряд. События случайны и некоррелированы.

$0 < H < 0.5$ – данный диапазон соответствует антиперсистентным, или эргодичным рядам. Такой тип системы часто называют «возврат к среднему».

$0,5 < H < 1.0$ – наблюдаем персистентные, или трендоустойчивые ряды. Тренды очевидны.

Была написана программа для вычисления показателя Херста на языке VBA и рассчитаны показатели для среднесноголетних расходов воды рек Новосибирской области.

Показатель Херста для р. Коян показан на рисунке 17.

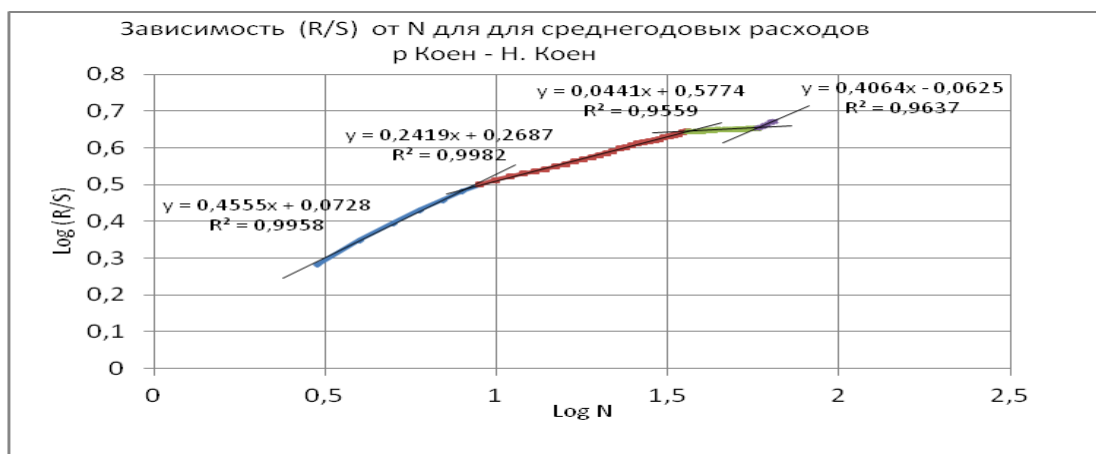


Рисунок 17 – Показатели Херста для р. Коен – Н. Коен с различными интервалами времени осреднения

Был произведен расчет параметров кривой обеспеченности для среднегодовых и максимальных расходов воды рек Новосибирской области. Расчеты производились в двух вариантах: по классическим схемам вычисления параметров смещенной кривой обеспеченности (методом моментов) и с поправками на смещение для расчетных коэффициентов вариации и асимметрии. Такие поправки допускается не вводить при коэффициенте вариации меньше 0,6 ($C_v < 0,6$) и коэффициенте асимметрии меньше 1,0 ($C_s < 1,0$). Анализ результатов расчета показал незначительное отличие итоговых значений. Таким образом, можно сделать вывод, что введение поправок на смещение практически не влияет на результаты расчетов.

Для выявления временных изменений рассчитаны автокорреляционные функции (см. рис. 18) и разностные интегральные кривые стока, которые сравнивались с показателями Херста. Необходимо отметить, что иногда они дают противоречивые результаты. Однако в колебаниях преобладают циклы продолжительностью 17 – 19, 11 – 14, 5 – 8 лет. Отмечены случаи противофазных изменений стока, причины которых необходимо дополнительно изучить.

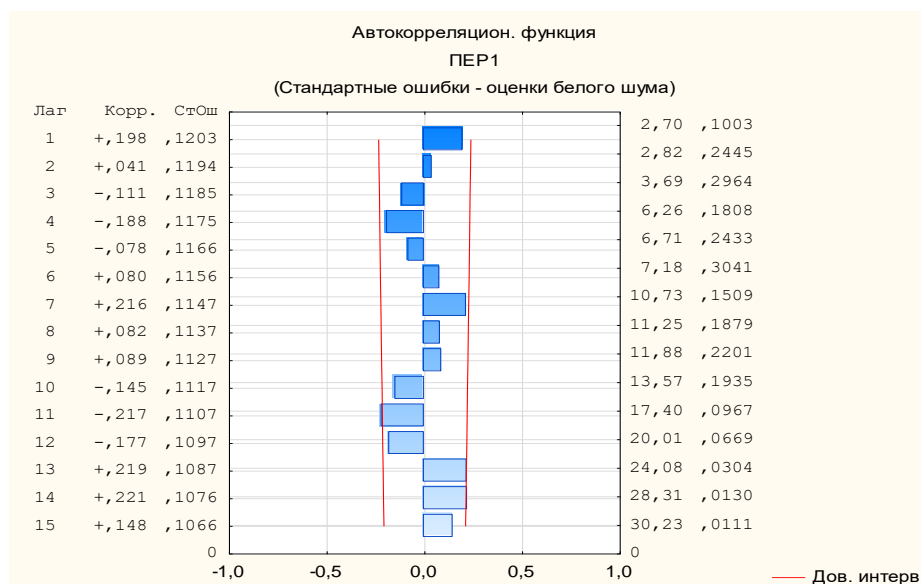


Рисунок 18 – Автокорреляционная функция среднегодовых расходов воды р. Коен – Н. Коен

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

1.1.9. Развитие информационных и прогностических технологий, включая прогнозы опасных явлений, в том числе для регионов Сибири и Дальнего Востока.

Научно-методическое обеспечение работы сетевых организаций в области прогноза погоды.

Наименование и индекс темы 1.1.9.1. Развить технологии детализированного численного краткосрочного прогноза метеорологических параметров, элементов и явлений погоды, включая опасные, по территории Сибири.

Ожидаемый результат по теме.

Метод и технология краткосрочного прогнозирования перехода температуры через ноль и связанных с ними заморозков и гололедных явлений на территории Урало-Сибирского региона

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ».

Предварительные методические решения для прогноза переходов температуры через ноль и связанных с ними заморозков и гололедных явлений по 430 станциям Урало-Сибирского региона на 1-3 суток.

Полученный результат за 2018 год

Основываясь на подходе MOS (Model Output Statistics), решения строились непосредственно на выходных полях гидродинамических моделей атмосферы. В качестве базовых использованы модели COSMO_Sib (разрешение 13,2 км), и NCEP(GFS, разрешение 0,5°). В качестве предикторов выступали как непосредственно выходные

параметры моделей (температура воздуха на уровнях, почвы, влажность, осадки, давление, ветер и т.д.), так и их производные (температура смоченного термометра, вертикальные и горизонтальные градиенты, динамические изменения и т.п.) Всего порядка 30. Рабочие выборки основаны на фактических и прогностических архивных данных за период 2014-2017 гг. и построены для каждой из 430 станций Урало-Сибирского региона на каждый временной шаг отдельно.

Базовый метод – распознавание образов с помощью построения бинарных деревьев (алгоритм DW- авторы Манохин А.Н., Лбов Г.С.). Метод основан на итерационном переборе исходных признаков и выделении веток с наилучшим разделением условных вероятностей по заданному критерию. Критерий разделения является одним из определяющих факторов качества построенных деревьев, поэтому ему уделено особое внимание с проведением экспериментов и анализом результатов по использованию различных критериев.

В 2018 году разработано программное обеспечение для распознавания заморозков и гололедных явлений по модельным параметрам. При этом исходные модельные параметры разделяются на два класса (как GFS, так и COSMO) в соответствии с фактической ситуацией: заморозки/без заморозков, гололед (гололедица)/без гололеда. Для определения заморозков используются значения приземной температуры воздуха и почвы, моменты их перехода через ноль в весенний и осенний периоды. Данные о гололеде передаются с метеорологических станций к коду КН-01. Повторяемость этого явления на большинстве территории низкая, поэтому добавлены ситуации с возможной гололедицей, которая не измеряется и зависит от искусственного покрытия почвы. Для определения ситуаций с гололедом или гололедицей разработана авторская кодировка (Таблица 1), основанная на оценке комплекса условий для их образования и сохранения. Разработанный алгоритм включает анализ наличия осадков и их количества накануне и в последующие дни, состояние наземного покрова, наличие/отсутствие облачности и др.

Подготовленное программное обеспечение для распознавания образов с помощью бинарных деревьев позволило провести исследования по их построению с различными критериями и исходными списками параметров. Построение бинарных деревьев происходило в несколько этапов, целью которых было повышение устойчивости решений. Один из вариантов борьбы с неустойчивостью – получение не одного, а нескольких решений, из которых выбирается наиболее оптимальное по результатам оценок на независимой выборке. В нашем исследовании первоначальный ряд решений получен путем сокращения базового списка параметров на каждом прогоне. Для этого создано программное обеспечение, анализирующее обеспеченность параметров в построенных

деревьях. Параметры с наименьшей повторяемостью исключались при следующем прогоне.

Таблица 1 - Разработанные коды гололедных явлений:

- 1 - гололед (КН-01)
- 2 - гололедица сильная: жидкие/смешанные осадки + резкий переход через 0 ($t \leq -10/12$ ч)
- 3 - гололед сохраняется: после кода 1, пока сроки снег ≤ 1 см, $t_n \leq -1$, $t_d \leq -5$, (до +2-х суток)
- 4 - гололедица умеренная: жидкие/смешанные осадки + постепенный переход через 0 ($t \leq -7/24$ ч)
- 5 - гололед скрытый: после кодов 1,3 лег снег ≤ 5 см (до +1-х суток)
- 6 - гололедица местами: устойчивый снежный покров + оттепель (резкий переход через 0)
- 7 - гололедица местами: устойчивый снежный покров + солнце + $t_d \geq -5$ + $t_n < -5$
- 8 - гололед слабеет: после кодов 1,3,5 лег снег > 5 см (до +2-х суток)
- 9 - гололед тает: после кодов 1,2,3 $t_n > 0$, $t_d > -5$, (до +1-х суток)
- 0 - ни один из 1..9 не выполняется

Основные результаты

Разработано программное обеспечение для алгоритма перебора всех значений исходных параметров-признаков и поиска наилучшего разделения классов с явлением и без него с помощью заданного критерия.

Для повышения устойчивости полученных решений, их разработка производится в несколько этапов. Закончены первые два этапа. На первом шаге построены бинарные деревья решений с перебором всех базовых предикторов. На втором этапе по разработанному алгоритму получен ряд новых деревьев по сокращенным спискам исходных параметров, с исключением на каждой итерации наименее обеспеченных, а значит наименее значимых.

Таким образом, к концу года построены предварительные логические бинарные деревья распознавания образов по прогностическим параметрам моделей GFS и COSMO на 1-3 сутки. Деревья получены для заморозков и каждого кода гололедного явления для каждой станции, модели и заблаговременности. Общее количество деревьев составило $430 \cdot 9 \cdot 6 \cdot 2$ для каждой итерации по списку параметров. Пример одного из деревьев представлен на рисунке 19.

В следующем году по плану предстоит выполнение заключительного этапа: оптимизация полученных решений с подключением независимой выборки данных, проведение авторских испытаний

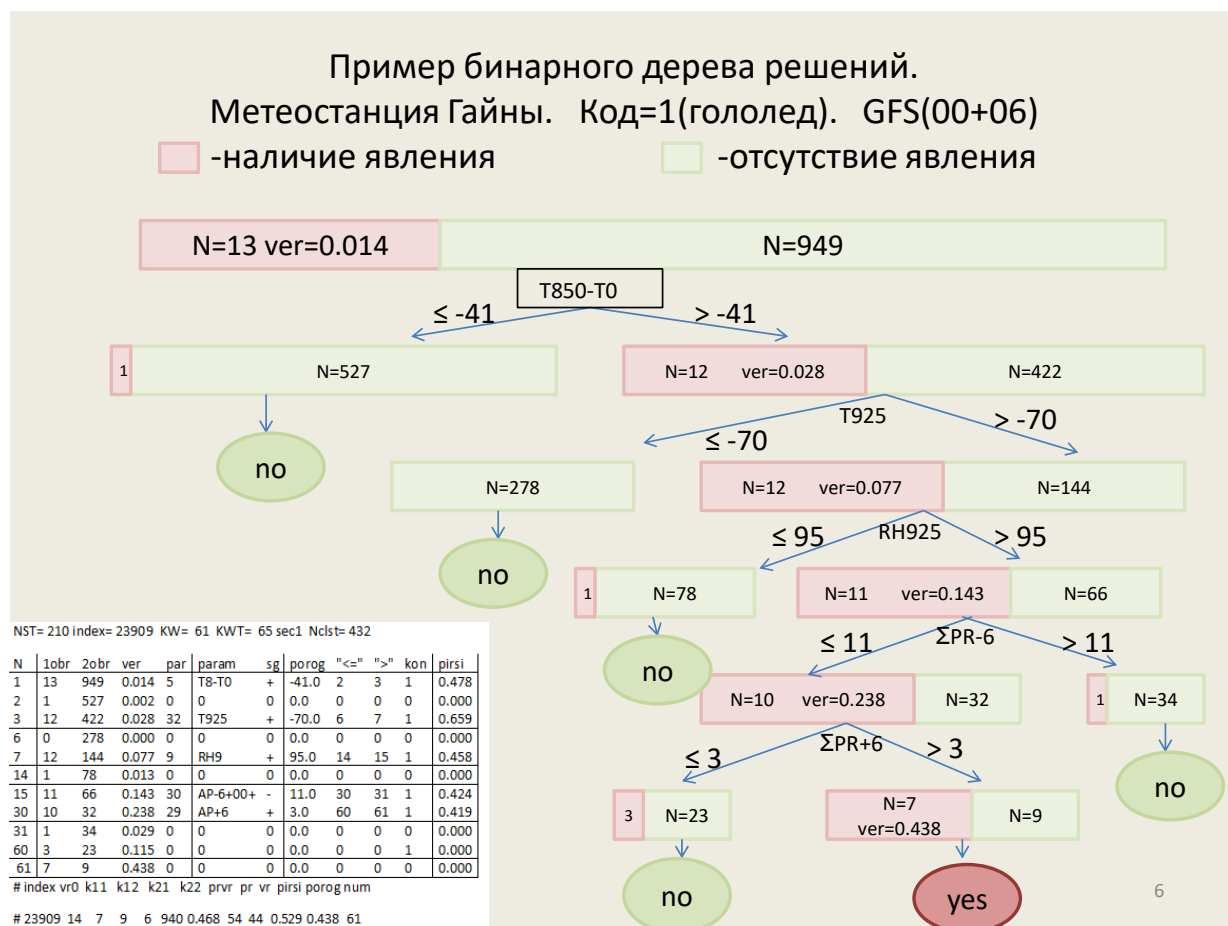


Рисунок 19 – пример бинарного дерева решений.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

Наименование и индекс темы. 1.1.9.1.п. 2. Развить технологию долгосрочного прогнозирования на базе физико-статистического метода сезонного прогноза приземной температуры, осадков и расходов воды рек по Западной и Восточной Сибири.

Ожидаемый результат по теме.

Технология сезонного прогноза приземной температуры, осадков и расходов воды рек по Западной и Восточной Сибири.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ».

Блок геофизических данных в базе данных технологии «Кассандра-Сибирь». Программы сезонного прогноза температуры и осадков по Западной и Восточной Сибири на основе стохастического моделирования. Программа сезонного прогноза расходов воды по створам Верхней Оби и программа сезонного прогноза полезного притока в оз. Байкал на основе стохастического моделирования. Проект программы испытаний.

Полученный результат за 2018 год.

В соответствии с календарным планом пополнялась база данных метеорологическими, гидрологическими и гелиогеофизическими данными месячного и декадного разрешения за 2017 год.

Проведены авторские испытания сезонных прогнозов температуры и сезонных прогнозов осадков по Восточной и Западной Сибири, сезонных прогнозов расходов воды по притоку в Новосибирское водохранилище и сезонного полезного притока воды в озеро Байкал на основе аддитивного набора периодических функций.

Краткое содержание метода.

Основу метода составляет подход Бюй-Балло к прогнозу временных рядов, содержащих в себе периодические составляющие (Серебренников М.Г., Первозванский А.А. Выявление скрытых периодичностей. «Наука». М.,1965). Основное отличие нашего подхода – применение компьютера для выявления периодических (не обязательно гармонических!) компонент с мелким шагом по частоте, что было недоступно Бюй-Балло.

Суть метода. Предполагается, что исходный ряд X состоит из аддитивного набора m периодических функций P , взятых в N моментов времени:

$$X(t_k) = \sum_{i=1}^{i=m} P_i(t_k) \quad , k=1, \dots, N \quad (1)$$

Причём шаг по времени не обязательно должен быть равным, а периодические функции могут быть гармониками, но могут и не быть. Задаёмся пробным периодом T , который должен укладываться в интервал $2 < T < (t_N - t_1)/2$. Разрезаем весь интервал $[t_1, t_N]$ на кусочки, длиной T . Пусть для определённости у нас получилось j таких кусочков. Если в исходном ряду есть периодическая функция с периодом T , то фильтр (например, усреднение) выделит эту функцию из j кусочков, возможно с искажением по амплитуде, но не по фазе.

Проблема в том, что распределение точек q_k на интервале $[0, T]$, вообще говоря, будет хаотичным:

$$q_k = \left\{ \frac{t_k}{T} \right\} \quad (2)$$

где $\{ \dots \}$ как обычно, означают дробную часть числа. Поэтому нам надо стремиться взять максимально широкий фильтр, например усреднять на интервале $T/2$. Тем более, что с обоих боков интервала можно приставить по анализируемому интервалу, в силу периодичности.

Исключение будут составлять случаи, когда период T будет кратен шагу по времени (или будет очень близок к нему). Будем предполагать, что у нас таких случаев не встретится.

Далее, будем считать, что периодическая функция имеет неизвестную нам амплитуду, то есть представима в виде:

$$P_i(t_k) = C_i W_i(q_k) \quad (3)$$

Например, пусть

$$W_i(q_k) = \cos\left(\frac{2\pi q_k}{T} + f_i\right)$$

где f_i – фаза, которая по построению у нас не меняется. Тогда задача сводится к определению m параметров уравнения (1) с учётом формул (2,3). Аналогично находится решение, когда функции W не являются гармоникой.

Основной вопрос состоит в выборе набора периодов T_i , $i=1, \dots, m$. В принципе этот выбор можно сделать с помощью метода Лагранжа-Дейля, но тогда придется оценивать $3m$ параметров, что при анализируемых рядах в 100 лет и ожидаемой величине $m \sim 20$ гармоник делает эту оценку очень неустойчивой из-за малого числа степеней свободы. Оценка по спектру также нецелесообразна, так как разложение периодических функций по набору гармоник, кратному длине исходного интервала, с оценкой $2m$ параметров, вряд ли имеет смысл, если нам известно, что ряд состоит из набора гармоник, с периодами, вообще говоря, некратными исходному интервалу. Поэтому будем выделять периоды функций, анализируя спектрограмму, под которой будем понимать размах колебаний функции на периоде T . Исходный ряд предварительно центрируется линейной регрессией и нормируется на среднеквадратическое отклонение ряда.

На рисунке 20 представлена такая спектрограмма тестового ряда из 13 гармоник. Из рисунка видно, что уровень 0.35-0.45 отсекает шумовую часть. В дальнейшем будем брать этот уровень, как значение, отделяющее истинные периоды от шума.

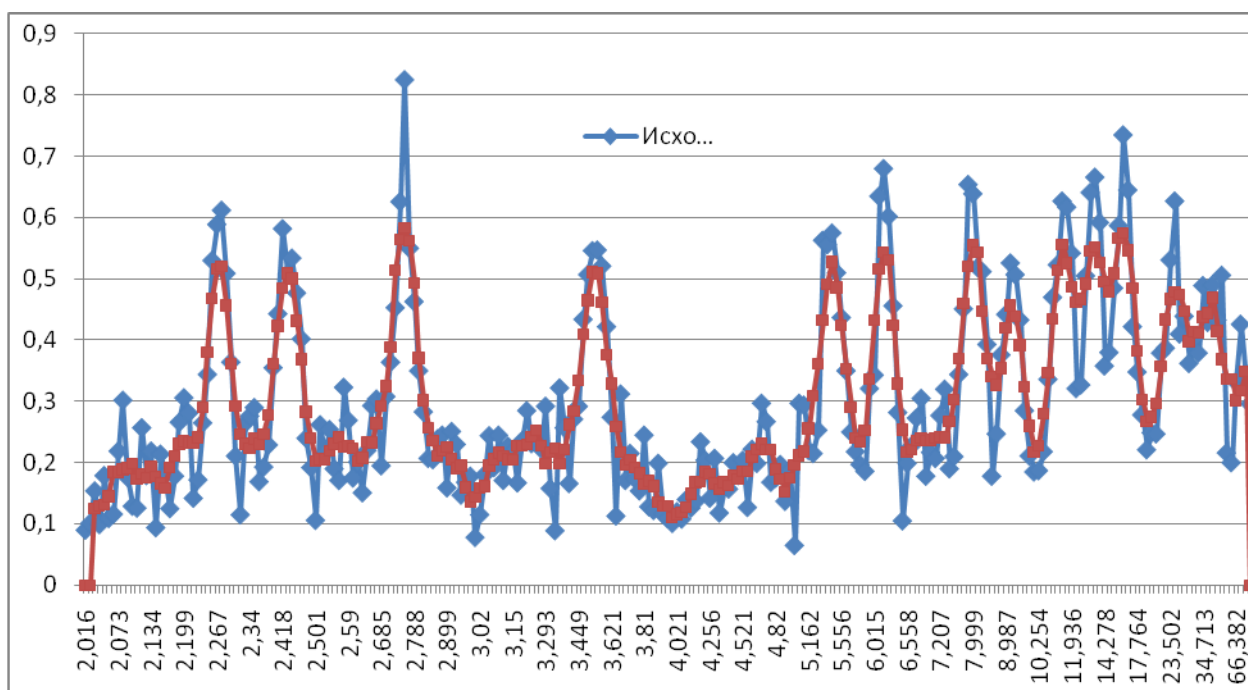


Рисунок 20 - Спектрограмма теста из 13 гармоник. Красный – сглаженная по 5 точкам.

В таблице 2 собраны результаты выделения периодов: «Точный» - это тест, «Эмпирический» - это то, что выявлено методом.

Таблица 2 - Точность выделения периодов

Точный	2,27	2,43	2,76	3,53	5,45	6,15	7,98	9,30	11,3	13,5	15,9	23,5	34,9
Эмпирический	2,27	2,44	2,74	3,53	5,46	6,18	8,02	9,01	11,2	13,9	15,6	25,9	34,4
Абс. ошиб	0,0	0,01	0,02	0,0	0,01	0,03	0,04	0,29	0,1	0,4	0,3	2,48	0,5
Относ. %	0,0	0,41	0,72	0,0	0,18	0,49	0,5	3,12	0,89	3,11	2,13	10,5	1,37

Из таблицы видно, что самые большие ошибки (до 10%) у низкочастотных компонент.

Когда определено количество периодических функций и их периоды по спектрограмме, можно оценить, какие из функций надо заменить гармониками. Это делается с помощью отношения остаточной дисперсии (разница между рядом и гармоникой на периоде T) к дисперсии (размах) компоненты. При малых значениях замена возможна, при больших – не целесообразна. В тесте максимальное значение отношения не превосходит 0.26 и относится к самому большому периоду 34.9.

Осталось найти амплитуды периодических функций. Решение системы из 13 линейных уравнений даёт результат, представленный на рисунке 21.

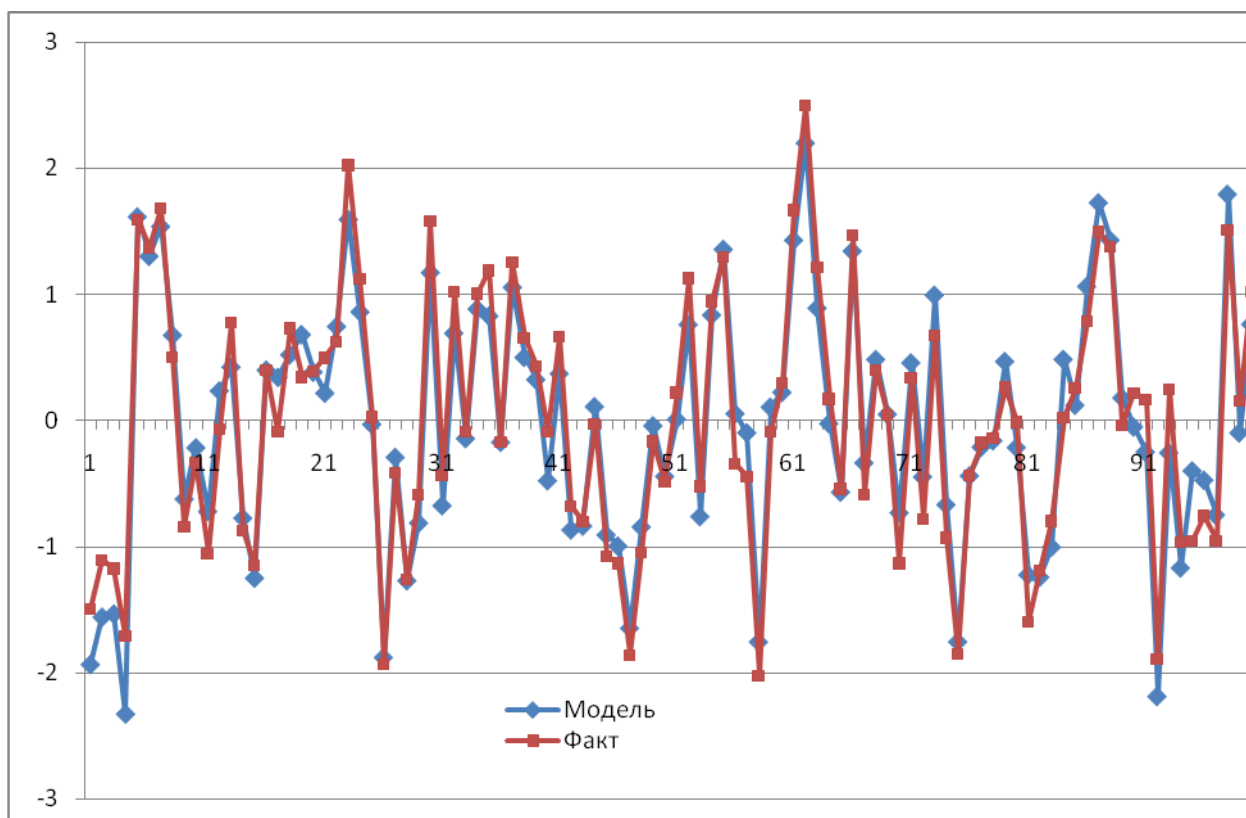


Рисунок 21 - Тест из 13 гармоник и его аппроксимация.

Таблица 3 - Оценка результата аппроксимации

Критерий	ρ	K	Остаточная дисп.
Зависимый (1-100)	0.88	1.0	0.066
Независ. (101-110)	0.80	0.90	0.219

Результаты авторских испытаний.

В таблицах 4-10 представлены результаты авторских испытаний метода по Восточной Сибири и оз. Байкал за тёплый период года.

Таблица 4 - Результаты авторских испытаний по месяцам на зависимом материале

Элемент	ТЕМПЕРАТУРА		ОСАДКИ	
	ΔT	ρ	ΔR	K
Апрель	84	0.69	81	0.65
Май	90	0.67	80	0.80
Июнь	91	0.67	79	0.79
Июль	93	0.69	81	0.71
Август	94	0.63	80	0.79
Сентябрь	93	0.66	80	0.80
Итого:	90.8	0.668	80.2	0.757

Таблица 5 - Результаты авторских испытаний по месяцам на независимом материале (2009-2018 г.г.)

Элемент	ТЕМПЕРАТУРА		ОСАДКИ	
	ΔT	ρ	ΔR	K
Апрель	36	-0.33	56	0.66
Май	77	-0.16	62	0.71
Июнь	59	-0.01	56	0.62
Июль	77	-0.21	60	0.53
Август	71	-0.16	60	0.72
Сентябрь	79	0.07	64	0.60
Итого:	66.5	-0.13	59.7	0.64

Таблица 6 - Оправдываемость по станциям сети Восточной Сибири.
Независимый материал (2009-2018 г.г.)

Элемент Критерий	ТЕМПЕРАТУРА		ОСАДКИ	
	ΔT	ρ	ΔR	K
АЛЫГДЖЕР	68.8	-0.20	70.8	0.38
БАЙКАЛЬСК	68.0	-0.27	61.7	0.85
БАЛАГАНСК	64.3	-0.03	54.2	0.52
БАЯНДАЙ	67.8	0.03	61.7	0.77
БРАТСК	62.2	-0.23	63.3	0.82
ВЕРХНЯЯ ГУТАРА	69.2	-0.30	68.3	0.28
ЕРБОГАЧЁН	61.8	0.03	59.2	0.67
ЖИГАЛОВО	66.8	-0.27	60.8	0.77
ЗИМА	67.0	-0.10	60.0	0.45
ИНГА	73.5	0.07	62.5	0.45
ИРКУТСК	71.8	0.00	56.7	0.55
КАРАМ	73.2	-0.10	59.2	0.77
КАЧУГ	66.2	-0.37	55.0	0.72
КИРЕНСК	69.8	-0.10	58.3	0.62
КУЛТУК	70.5	-0.30	59.2	0.78
МАМАКАН	64.5	-0.10	55.8	0.75
НАКАННО	55.2	-0.20	55.0	0.70
НИЖНЕУДИНСК	68.8	-0.07	59.2	0.78
ОРЛИНГА	73.5	-0.20	59.2	0.77
ТУЛУН	60.5	-0.27	52.5	0.55
УСТЬ-ОРДЫНСКОЕ	59.0	-0.23	56.7	0.57
ХАМАР-ДАБАН	64.7	-0.10	61.7	0.65
ЧЕРЕМХОВО	64.2	-0.07	62.5	0.58
ИТОГО:	66.6	-0.15	59.7	0.64

Таблица 7 - Результаты авторских испытаний долгосрочных прогнозов
полезного притока воды в оз. Байкал по сдвоенным месяцам
на зависимом материале (1933-2008 гг.)

Критерий	K	Ост. дисп.
Апрель+Май	0.79	0.27
Май+Июнь	0.83	0.23
Июнь+Июль	0.90	0.15
Июль+Август	0.78	0.30
Август+Сентябрь	0.76	0.30
Сентябрь+Октябрь	0.76	0.29
Итого:	0.80	0.26

Таблица 8 - Результаты авторских испытаний долгосрочных прогнозов полезного притока воды в оз. Байкал по сдвоенным месяцам на независимом материале (2009-2018 г.г.)

Критерий	К (5 лет)	К (10 лет)	Ост. дисп.
Апрель+Май	0.8	0.4	0.53
Май+Июнь	0.8	0.7	0.78
Июнь+Июль	0.6	0.6	0.57
Июль+Август	0.6	0.6	0.66
Август+Сентябрь	0.4	0.4	0.84
Сентябрь+Октябрь	1.0	0.8	0.62
Итого:	0.7	0.58	0.67

Таблица 9 - Результаты авторских испытаний долгосрочных прогнозов полезного притока воды в оз.Байкал по кварталам на зависимом материале (1933-2008 г.г.)

Критерий	К	Ост. дисперсия
II квартал	0.91	0.21
III квартал	0.78	0.30
За сезон	0.85	0.26

Таблица 10 - Результаты авторских испытаний долгосрочных прогнозов полезного притока воды в оз.Байкал по сдвоенным месяцам на независимом материале (2009-2018 г.г.)

Критерий	К (5 лет)	К (10 лет)	Ост. дисперсия
II квартал	1.0	0.7	0.42
III квартал	0.6	0.5	0.88
За сезон	0.8	0.6	0.65

Подготовлены проекты программ оперативных испытаний температуры и осадков по Восточной Сибири, а также полезного притока в оз. Байкал за тёплый период года с детализацией по месяцам.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

ИССЛЕДОВАНИЯ КЛИМАТА, ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ. ОЦЕНКА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.3)

1.3. Направление «Исследования климата, его изменений и их последствий. Оценка гидрометеорологического режима и климатических ресурсов»

1.3.1. Исследование изменений и изменчивости климата на основе данных наблюдений

Наименование и индекс темы: 1.3.1.3 «Создание совокупности специализированных баз климатических данных о состоянии основных компонентов климатической системы для исследования климата и его изменений, для обслуживания всех групп пользователей. Создание комплексных методов контроля, улучшения качества и однородности климатических данных».

Ожидаемый результат по теме:

Специализированные базы климатических данных для исследования климата и его изменений, для обслуживания всех групп пользователей.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ»:

Специализированные массивы данных о характеристиках режима осадков для исследования климата и его изменений, сформированные по вновь привлекаемому критерию, основанному на дифференцированном учете увлажнения, и уточнённых характеристиках сопутствующих метеоусловий с учетом данных за 2016-17 годы, характеристики их пространственно-временной изменчивости для региона юго-востока Западной Сибири.

Полученный результат в 2018 году.

Выполнение исследования было продолжено в соответствии с целями и задачами, содержащимися в формулировке темы и планах. Учитывая, что первая «очередь» расчётов проведена (в 2017 г.) по наиболее репрезентативным станциям, в 2018 г. предпринято привлечение для расчётов расширенного состава станций. Дополнительный их список основан на более полном охвате всех природных зон и уточнений территориальных особенностей распределения рассматриваемых периодов. Наибольшее число дополнительных станций определено для Томской области, учитывая значительную территорию данной части региона и существенное расстояние между станциями.

В плане рассмотрения сопутствующих изучаемым периодам экстремальных температурно-влажностных условий разработаны варианты их возможного представления.

Использован в работе вариант в виде формирования отдельного «Банка данных...» периодов при указанных выше метеоусловиях.

Таким образом, в 2018 г. проведена работа по формированию (с учётом дополнительно привлекаемых станций):

а) «Специализированные массивы» данных периодов недостаточного увлажнения, определённых по «специальному» критерию за имеющийся период наблюдений по 2017 г., для 61 станции региона. (Планируется в 2019 г. работа по пополнению «Каталогов...» данными по 2018 г.);

б) «Специализированного массива данных»... периодов недостаточного увлажнения с определёнными градациями экстремальных температурно-влажностных условий.

(2 КАТАЛОГА)

Таблица 11 - Специализированные массивы (каталоги) данных о периодах недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) для станций Томской области.

Название Станции	Дата			Длит. Периода (дни)	Температура воздуха			Относительная Влажность		Атмосферное Давление на Уровне моря	Скорость ветра	
	Год	Начало	Конец		Сред.	Средняя Максим.	Максим	миним.	сред.		Сред.	Максим.
ТОМСК	2017	26,08	9,09	15	12,1	18,5	25,6	43,3	69,8	1013,9	0,8	6,1

Таблица 12 - Специализированный массив данных (каталог) периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) с максимальной температурой воздуха 25-30 град., и относительной влажностью $\leq 50\%$ Кемеровской области (пример).

Название Станции	Дата			Длит. Периода (дни)	Температура воздуха			Относительная Влажность		Атмосферное Давление на Уровне моря	Скорость ветра	
	Год	Начало	Конец		Сред.	Средняя Максим.	Максим	Миним	Сред.		Сред.	Максим.
Кемерово Агро	2016	1,06	14,06	14	18,6	26,2	31,8	28,4	50,4	1011,5	1,9	3,4

Проводится работа по редактированию табличного материала «Каталогов»... с учетом предполагаемого размещения их на сайте СибНИГМИ (таблицы 11, 12).

На основе полученных «Каталогов...» определен по станциям ряд климатических (среднеголетних) параметров изучаемых периодов.

Проведена также работа по получению показателей пространственно-временной изменчивости характеристик изучаемых периодов для всех частей региона – расчёт показателей их распределения (повторяемости) в разных временных аспектах (таблица 13). Получены значения среднего числа дней в периодах по месяцам (см. табл. 5 «Промежуточного отчёта...» за 2018 г.), среднесезонной и по каждому «многолетнему»

месяцу повторяемости периодов разной длительности, иллюстрирующие, с одной стороны «спектр» градаций их продолжительности, преобладающие их значения, с другой – распределение указанных характеристик по территории, а также изменчивость по месяцам каждой градации длительности периодов и др. (таблица 13, 14, рисунки 22, 23). Расчёты в среднесезонном масштабе проведены в двух вариантах учёта периодов «большой» длительности – до 90 дней и ≥ 60 дней – для удобства их анализа.

Таблица 13 - Среднее число периодов недостаточного увлажнения n , их средняя непрерывная Y_n и максимальная (за весь ряд наблюдений) продолжительность, и повторяемость (по спец. критерию) для станций Томской области.

Станция	Сред. Продолжит. Y_n	Повторяемость (%) периодов указанной продолжительности, дни										Максим. Продолжит. (дни)	Даты начала и конца Макс. Периода		
		N	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	>90		Год	Начало	Конец
ТОМСК	17	2	69,9	25,7	3,2	0,8	0	0,2	0	0	0	61	1884	1,04	1,06
ТЕГУЛЬДЕТ	17	2	82,9	11,8	2,4	1	0	1	0	0	0	67	2012	26,05	31,07
ПУДИНО	17	2	74,9	18	4,7	1,9	0	0	0	0	0	47	1928	2,09	18,1

Ведётся поиск возможностей – (финансовых и методических) представления приведённых выше расчётов в картографическом виде, пока это сделано в полуавтоматическом формате.

Анализ – (первичный, представленный в «Промежуточном отчёте» за 2018 г.) показывает, что изучаемое явление – достаточно длительное по времени, отмечены экстремальные случаи более 90 дней, число изучаемых периодов может наблюдаться от 2 до 4 в году, а средняя продолжительность каждого периода может достигать 17-22 дней. Это может создавать достаточно неблагоприятные гидрометусловия для сельскохозяйственного производства. Показаны также особенности распределения и его конкретные значения в разных природных зонах (достаточно сравнить полученные характеристики в Барабинских и Кулундинских степях, таёжных и северных районах Томской области, в предгорьях Кузнецкого Ала-Тау, юге Алтайского края), что важно в прикладном аспекте.

Распределение по месяцам рассчитано в двух форматах, в том числе позволяющее оценить изменение по месяцам повторяемости каждой градации (таблица 14).

Таблица 14 – Распределение (повторяемость %) по месяцам числа непрерывных периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) разных градаций длительности, осреднённо по изучаемым территориям

Название Территории	Градация длительности Периодов	Месяц							Сумма
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	
Кемеровская Область	10-20	16,5	15	11,3	14,4	13,5	17,4	12	100
	21-30	28,6	18,5	12,9	9,2	7,4	13,8	9,5	100
	≥ 31	24,7	17,5	15,5	7,2	7,2	18,6	9,3	100

Анализ расчётов иллюстрирует повышенный вклад весенних месяцев (апрель, май) в указанное распределение, подверженных остаточному влиянию зимнего азиатского антициклона.

Полученные выводы, согласуясь в целом с общими закономерностями распределения условий увлажнения региона, содержат детализированные конкретные величины для каждой части региона, что имеет существенное практическое значение, учитывая, что такие расчёты не проводились ранее.

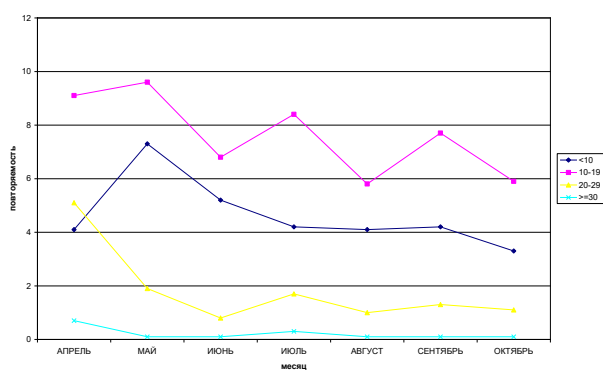


Рисунок 22 - Изменение по месяцам повторяемости (%) непрерывных периодов недостаточного увлажнения, (определённых по "специальному" критерию) осредненно для территории ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

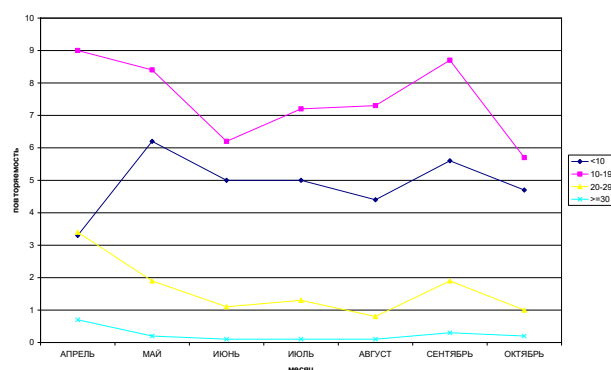


Рисунок 23 – Изменение по месяцам повторяемости (%) непрерывных периодов недостаточного увлажнения, (определённых по «специальному» критерию) осредненно для территории КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ведётся поиск возможностей – (финансовых и методических) представления приведённых выше расчётов в картографированном виде, пока оно ведётся в полуавтоматическом варианте.

На основе подготовленных и рассмотренных выше «Каталогов»... («Специализированных массивов данных...») рассматривались, как видно из приведённых выше материалов, изучаемые периоды в соответствии с определёнными характеристиками температурно-влажностного режима. Необходимость их изучения очевидна, так как их наличие является предпосылкой для возникновения гидрометусловий, неблагоприятных для сельскохозяйственного производства. Рассчитаны показатели распределения (повторяемости) градаций максимальной температуры и минимальной относительной влажности в двух вариантах: а) в соответствии с разными градациями длительности изучаемых периодов, б) суммарно, независимо от длительности – как по станциям, так и в среднем по территории, среднесезонно и по месяцам. Ведётся графическая интерпретация указанных расчётов, предварительный первичный анализ.

Таблица 15 - Повторяемость (%) градаций максимальной температуры воздуха в периодах недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) в

соответствии с градациями длительности, осреднённо по территориям. (Фрагмент Кемеровской области)

Название Территории	Длительность Периода	Градации max температуры				Сумма
		<20	20-24,9	25-29,9	≥30	
Кемеровская Область	10-19	62,3	17,1	16,2	4,4	100
	20-29	70,7	13,7	12	3,5	100
	≥ 30	78,3	11,1	8,5	2	100

Таблица 16 - Повторяемость (%) градаций минимальной относительной влажности воздуха в периодах недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию), в соответствии с градациями длительности, осреднённо по территориям.

Название Территории	Длительность Периодов	Градации min относительной влажности				Сумма
		<20	20-29	30-39	≥ 40	
Алтайский	10-19	25,6	15,8	23,2	35,4	100
Край	20-29	39,3	14,5	19,5	26,6	100
	≥ 30	57,4	13,5	13,6	15	100

Из расчётов видно, что изучаемые периоды могут наблюдаться при разных градациях максимальной температуры, но при разной их вероятности. Выявлены наиболее часто отмечающиеся градации (таблица 15).

Повторяемость градаций минимальной относительной влажности (таблица 16) также находятся в соответствии с длительностью периодов. Значительные по продолжительности периоды характеризуются существенной повторяемостью низких значений минимальной относительной влажности, что неблагоприятно для сельского хозяйства.

Рассмотрение данных характеристик по месяцам указывает, что весьма заметный процент повторяемости довольно высоких максимальных температур и низких значений относительной влажности отмечается в весенние месяцы (чаще в мае) (рисунки 24, 25), что обуславливает так называемые «майские» засухи в нашем регионе.

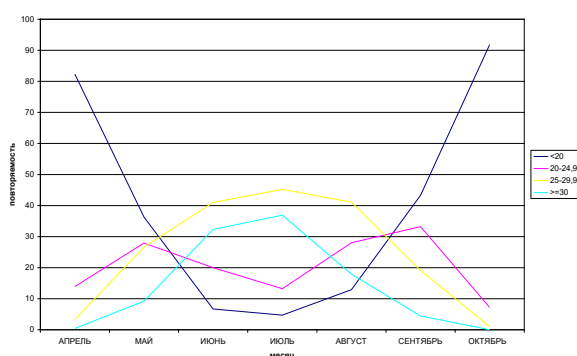


Рисунок 24 - Изменение по месяцам повторяемости (%) градаций максимальной температуры (град.) в периодах недостаточного увлажнения, определённых по «специальному» критерию осреднённо по территории АЛТАЙСКОГО КРАЯ

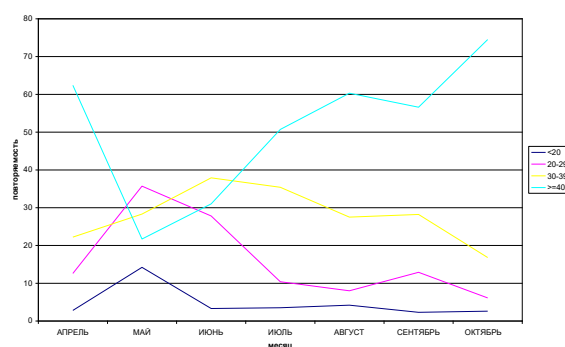


Рисунок 25 – Изменение по месяцам повторяемости (%) градаций минимальной относительной влажности в периодах недостаточного увлажнения, определённых по «специальному» критерию осреднённо по по территории НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В сформированном «Специализированном банке данных...» рассчитаны и помещены данные об осреднённом за каждый изучаемый период атмосферном давлении на уровне моря. Это важно, так как указанный метеорологический элемент является индикаторным параметром, характеризующим атмосферный процесс, который формирует изучаемое в данной работе явление (периоды недостаточного увлажнения).

Для представления о возможных величинах атмосферного давления в изучаемые периоды разработаны макеты таблиц для определения максимальных и минимальных значений атмосферного давления за имеющиеся ряды наблюдений. (Расчёты производились дважды ввиду необходимости уточнения алгоритма и программы).

Расчёты среднемноголетних значений атмосферного давления по станциям (в изучаемые периоды) позволят в последующем применить картографическую интерпретацию, для возможного анализа территориальных особенностей распределения рассматриваемой характеристики (пример см. в табл.18 «Промежуточного отчёта по теме за 2018 г.).

Расчёт осреднённых за каждый год (тёплую часть года) значений атмосферного давления позволит проанализировать возможные межгодовые изменения данной характеристики (см. табл.19 «Промежуточного отчёта по теме за 2018 г.).

Разработан макет для расчёта повторяемости значений атмосферного давления, дающий возможность выявить преобладающие градации давления в соответствии с длительностью периодов – (среднесезонно и по месяцам) (табл. 17).

Поскольку, как указано выше, учёт атмосферного давления в данном исследовании находится на этапе отработки методологии, анализа, методики расчёта, предполагается: а) разработка макетов дополнительно к указанным, б) анализ – на следующем этапе исследования.

Таблица 17 - Повторяемость (%) (по месяцам) градаций приземного атмосферного давления, изучаемых периодов недостаточного увлажнения в соответствии с длительностью периодов, для станций Томской области. (Фрагмент)

СТАНЦИЯ	МЕСЯЦ	ГРАДАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДА (ДНИ)	ГРАДАЦИИ ОСРЕДНЁННОГО ЗА ПЕРИОД АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ								
			1000-1005	1005-1010	1010-1015	1015-1020	1020-1025	1025-1030	1030-1035	> 1035	СУММА
АЛЕЙСКАЯ	АПРЕЛЬ	10-19	0	0	0	22,7	54,5	22,7	0	0	100
		20-29	0	0	0	21,4	57,1	21,4	0	0	100
		≥ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Изучение изменения климата в региональном аспекте целесообразно на примере рассмотрения межгодовых изменений увлажнения (режима осадков) конкретного региона, в данном случае – юго-востока Западной Сибири.

Разработанная методика расчёта основана на подготовке набора данных о ежегодных суммарных значениях указанных «индикаторных» параметров изучаемых периодов, на данном этапе работы – суммарной ежегодной длительности периодов для всех административных частей региона за используемый ряд наблюдений и отдельно за последнее 30-летие (для анализа современных тенденций в изменении характеристик) как по станциям, так и осреднённо по частям региона. (В таблице 22 «Промежуточного отчёта» за 2018 г. представлен фрагмент такого набора).

Предварительный (так как работа ещё продолжается) графический анализ показывает территориальные особенности межгодовых тенденций характеристик изучаемых периодов (рисунки 26, 27). Так, например, на фоне нулевого тренда осреднённых по региону значений, отмечен в последнее 30-летие положительный тренд – для осреднённых данных Алтайского края и Новосибирской области. Для Томской и Кемеровской областей – на данном этапе – нулевой и даже отрицательный тренд. Анализ (также предварительный) по станциям выявляет локальные особенности межгодовых изменений.

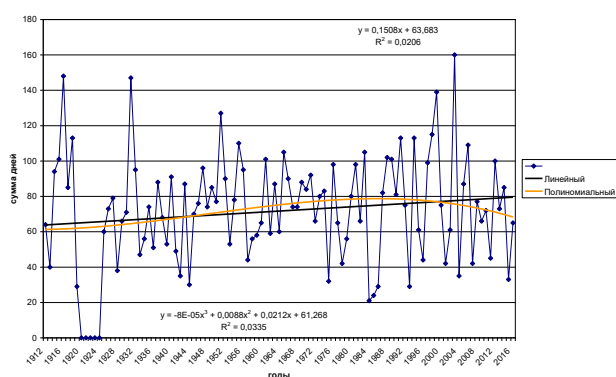


Рисунок 26 - Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, определённых по "специальному" критерию (для станций НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ) БАРАБИНСК (1912-2016 г.г.)

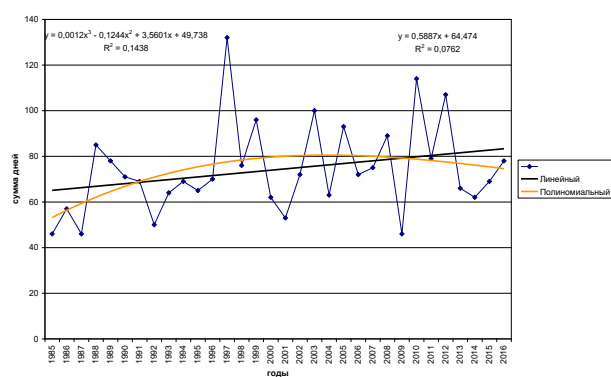


Рисунок 27 - Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, определённых по "специальному" критерию осреднённого по территории АЛТАЙСКОГО КРАЯ (1985-2016 г.г.) последнее 30-ти летие.

Наряду с этим в процессе отработки – методика анализа межгодовых значений характеристик изучаемых периодов на основе расчёта и анализа скользящих средних значений суммарной ежегодной длительности изучаемых периодов.

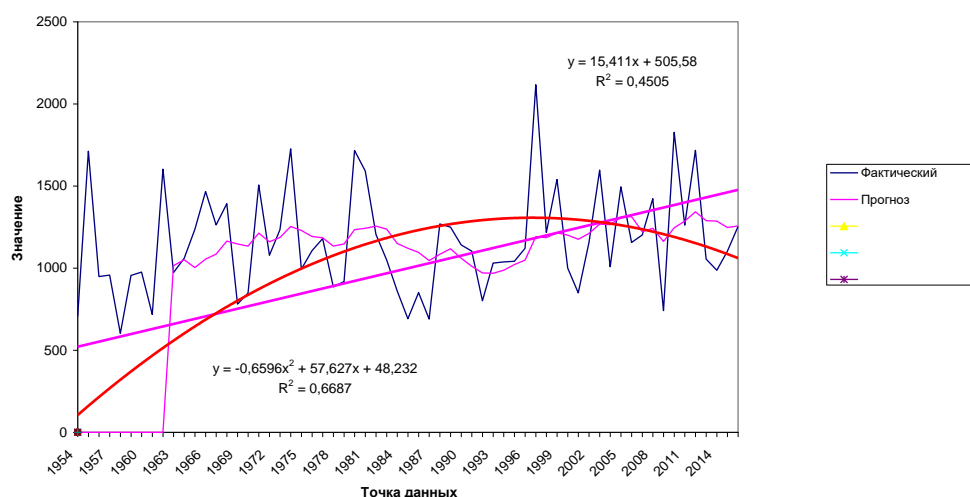


Рисунок 28 – суммарная продолжительность периодов недостаточного увлажнения по скользящим десятилетиям, осреднённо для Алтайского края

Предпринято (пока в опытном порядке) построение десятилетних скользящих средних значений суммарной за сезон длительности периодов (рисунок 28). Примечательно, что построенные и для других частей региона, также в опытном порядке, графики скользящих средних значений суммарной длительности периодов с разным сдвигом, иллюстрируют положительные тенденции межгодовых изменений указанной характеристики.

Предпринятое изучение площадных характеристик рассматриваемых периодов важно, так как учёт одновременного охвата ими определённого числа станций свидетельствует об устойчивости процесса, а следовательно о предпосылках возникновения неблагоприятных гидрометусловий. Необходимо отметить, что в настоящей работе площадь охвата территории характеризуется числом одновременного охвата изучаемым явлением определённого количества станций.

При разработке методики и алгоритма расчётов, автором разработан способ, основанный на группировке, по определённому макету, ежедневных данных о режиме осадков, (с учётом особенностей «специального» критерия). Являющийся полностью авторской разработкой, данный способ подробно изложен в «Промежуточном отчёте» за 2018 г. На основе расчётов по указанному алгоритму сформирован (по данным по 2017 г.) «Специализированный массив данных...» площадных характеристик изучаемых периодов, по типу «Календаря...» (таблица 18) по 2017 г.

При отработке градаций охвата в % предложено два подхода: 1) «суммарный» процент охвата, начиная с определённого порогового значения, 2) конкретные значения

процентов охвата. То есть, в указанных двух подходах содержится определённая смысловая разница, когда, к примеру, в градацию $\geq 50\%$ попадают все периоды, характеризующиеся охватом и 60% , и 70% и т.д. В настоящее время сформирован «Каталог», в который процент охвата учитывается по указанному выше первому и суммарному (табл. 18) подходу. Разработан алгоритм по указанному ранее «второму» подходу учёта градаций процента охвата периодов (конкретные значения процентов) – для возможного выявления определённых особенностей.

Таблица 18 - Специализированные массивы данных («Каталоги...») периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) в соответствии с одновременным охватом или определённого числа метеостанций (%). Новосибирская область. (Фрагмент)

НАЗВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ	ГОД	ПРОЦЕНТ ОХВАТА ЧИСЛА СТАНЦИЙ							
		$\geq 50\%$		$\geq 60\%$		$\geq 75\%$		$\geq 85\%$	
		дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.
НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ	2016	01-14 06	14	01-14 06	14	10-23 08	14	10-20 08	11
		01-30 09	30	11-21 09	11	24-30 09	7	24-30 09	7

Полученный Специализированный банк данных площадных «характеристик» имеет самостоятельное методическое значение – оптимален и удобен при изучении и совместном рассмотрении характеристик изучаемых периодов с формирующими их атмосферными процессами.

Разработан макет и проведены предварительные расчёты повторяемости таких периодов в соответствии с градациями их длительности и процентами охвата числа метеостанций. Выявлено, что периоды разных градаций длительности наиболее часто наблюдаются при охвате с пороговым значением $\geq 50\%$, но чаще – при длительности до 10 дней (таблица 19).

Таблица 19 - Повторяемость (%) числа непрерывных периодов недостаточного увлажнения в соответствии с охватом ими одновременного числа метеостанций (%)

	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА (ДНИ)	ПРОЦЕНТ ОХВАТА				СУММА
		$\geq 50\%$	$\geq 60\%$	$\geq 75\%$	$\geq 85\%$	
КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ	02-10	20,5	14,1	9,3	5,1	49
	11-20	18,8	14,3	8,8	3,8	45,7
	21-30	2,7	1,3	1,1	0,2	5,3
	>30	0	0	0	0	0
						100 %

Для анализа межгодовых изменений площадных характеристик периодов разработана методика, основанная на расчёте ежегодной суммарной длительности периодов в соответствии с процентами охвата числа метеостанций (см. табл. 26 «Промежуточного отчёта» за 2018 г.) для каждой градации длительности периодов и суммарно по всем градациям).

На основе предварительных расчётов и графической интерпретации имеется (также предварительный) результат об указаниях на положительную тенденцию изменения характеристик периодов, охватывающих одновременно $\geq 50\%$ числа метеостанций ЗСУГМС (рис. 29, 30).

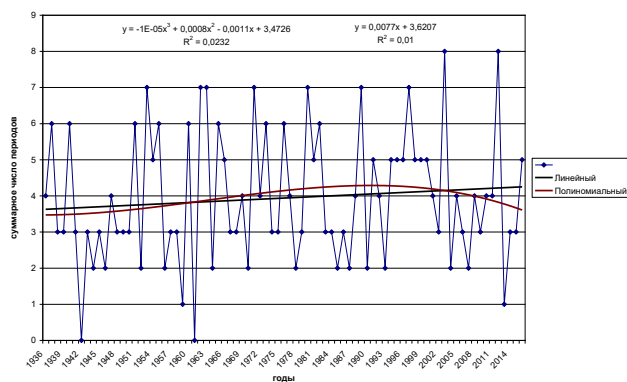


Рисунок 29 - Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, (определённых по «специальному» критерию) с охватом территории $\geq 50\%$ (для числа периодов суммарно по всем градациям длительности) по территории ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС

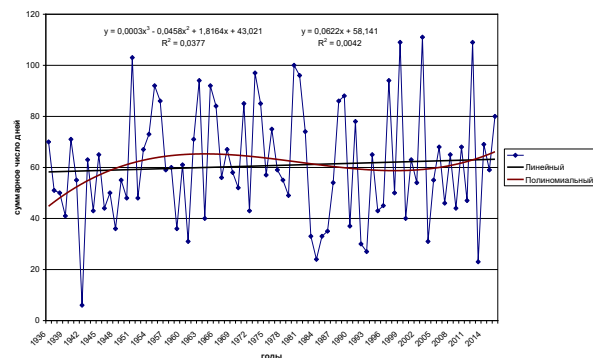


Рисунок 30 – Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, (определённых по «специальному» критерию) с охватом территории $\geq 50\%$ (для числа периодов суммарно по всем градациям длительности) по территории НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Работа, как в данном направлении, так и по всем, рассмотренным выше, в соответствии с «Планом НИОКР на 2017-19 г.г., продолжается.

Календарный план выполнен. Подготовлен промежуточный отчет за год.

1.3. Направление «Исследования климата, его изменений и их последствий. Оценка гидрометеорологического режима и климатических ресурсов»

1.3.3. Исследование воздействия современных и будущих изменений климата на природные системы, экономику и население на региональном и глобальном уровнях.

Наименование и индекс темы

1.3.3.2 «Исследовать влияние изменения климата на потоки парниковых газов (прежде всего, CO₂) через природные биомы на территории России»

Ожидаемый результат по теме

Количественные оценки современных потоков CO₂ для лесных и тундровых экосистем России и их изменений в XXI веке при различных сценариях изменения климата. Результаты сравнительного анализа различных современных методов количественной оценки этих потоков и заключения о точности этих методов.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ»

Полученный результат за 2018 год

Поскольку атмосферные концентрации CO_2 продолжают расти, ожидаются значительные изменения в климате Земли. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) на основе результатов моделирования с помощью глобальных циркуляционных моделей (ГЦМ) прогнозирует среднее глобальное потепление на $1.4-2.5\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1990-2100 гг. и усиление потепления на суше, особенно в северных районах Азии. Для периода с 1750 по 2010 год выбросы CO_2 от сжигания ископаемого топлива и производства цемента по статистике использования энергии и топлива оцениваются как 365 ± 30 Пг С. В 2000-2009 гг. среднее количество таких выбросов составляло 7.7 ± 0.5 Пг С в год со средним темпом роста 2.9% в год. Этот темп роста выбросов ископаемого топлива выше, чем в 1990-е годы (1.0% в год). В 2012 году выбросы ископаемого топлива составили 9.4 ± 0.8 Пг С.

По оценкам, изменение землепользования (в основном обезлесение), полученное на основе данных о поверхности и моделирования земного покрова, эмитировало 180 ± 80 Пг С. Выбросы в результате изменения землепользования в период с 2000 по 2009 год преобладают в тропических обезлесениях и оцениваются в 0.9 ± 0.5 Пг С в год. Эта оценка включает в себя общие выбросы от обезлесения около 3 Пг С в год, компенсированные 2 Пг С в год вследствие увеличения территории лесов в некоторых регионах (в основном за счет зарастания заброшенных сельскохозяйственных угодий). Концентрация CO_2 в атмосфере выросли на 4.0 ± 0.2 Пг С в год в первом десятилетии 21-го века. Увеличение концентрации в атмосфере парниковых газов (ПГ), таких как углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4), вызывает глобальное потепление, что само по себе может привести к дальнейшим выбросам парниковых газов с поверхности суши, что приведет к ускорению глобального потепления (положительная обратная связь). Согласно пятому оценочному докладу МГЭИК [1], оценочный углеродный пул на суше составляет $275-565$ Пг С в живых организмах и $1500-2400$ Пг С в почве вблизи поверхности (исключая вечную мерзлоту). Для сравнения, в атмосфере было всего около 800 Пг С. Углерод хранится в земной экосистеме в 3 раза больше, чем в атмосфере, изменения в количестве углерода, хранящегося в земной экосистеме, значительно влияют на концентрацию ПГ в атмосфере.

Климатические условия являются основным фактором развития различных видов растительности. В то же время растительность влияет на климатическое состояние путем контроля надземных вод, энергетического баланса, концентрации CO_2 . Следует отметить, что наиболее вероятные обратные связи с климатом с растительностью должны быть особенно заметными в высоких широтах.

Территория России простирается от травянистых степей на юге до тундры на полярном севере. Безлесная болотистая тундра насчитывает почти 10 процентов территории страны. Поверхностный тип России содержит все основные зоны растительности мира, за исключением тропических дождевых лесов. Более половины страны находится выше 60° северной широты и покрыто снегом почти половину года. За прошедшее столетие в России наблюдалось увеличение среднегодовой температуры поверхности 0.8-0.9°C, а средняя продолжительность вегетационного периода с начала 1960 года увеличилась на 10-11 дней. В течение XXI века годовая температура в России, по оценкам, продолжает расти на 0.1-0.5°C за десятилетие.

Экосистемы территории России считаются очень чувствительными к изменению климата, поскольку их существование на конкретной территории ограничено низкими температурами. Увеличение вегетационного периода и повышение температуры снижают некоторые экологические ограничения и открывают районы для вторжения растений из более низких широт. Ожидается, что местное видовое разнообразие будет увеличиваться, поскольку темпы распространения видов из низких широт в более высокие будут выше, чем темпы отмирания уже существующих на этой территории видов. Например, Claussen M. и Esch M. ожидают благоприятные условия для умеренного лиственного леса в Швеции, сдвиг тайги в нынешние районы тундры, в Сибири и на Аляске, общее сокращение холодного лиственного леса и тундры и увеличение холодного смешанного леса, холодного хвойного и таежного.

Целью выполняемых в 2018 году работ была оценка для территории России распределения различных типов растительности и потоков углекислого газа в атмосферу в условиях настоящего климата и при возможных в будущем климатических изменениях, и сопоставление оценок, полученных для современного периода, с оценками Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

Подготовлен обзор литературы по теме исследования.

Подготовлены данные моделирования с помощью модели JSBACH и атмосферных данных климатического моделирования моделью INMCM4;

На основе данных моделирования получены оценки распределения лесных типов растительности и потоков CO₂ в условиях современного климата и оценки их перераспределения по территории в условиях климатических изменений.

Проведен анализ и обобщение полученных результатов, Формулирование выводов о поглощении CO₂ лесными типами растительности России.

Проведено сравнение полученных результатов с оценками, принятыми РКИК.

Данные и метод исследования

Численный эксперимент

Исследования отклика растительного покрова Сибири на климатические изменения проводились с помощью деятельного слоя JSBACH, разработанной в Институте Макса-Планка по метеорологии (MPI-M).

Для задания атмосферных условий, необходимых для работы модели поверхности JSBACH, были использованы результаты численного моделирования, полученные с помощью глобальной климатической модели INMCM4. Данные моделирования были взяты из банка данных CMIP5. В рамках работы были использованы данные для периода 1901-2100 гг., где для первой части рассматриваемого периода, 1901-2005 гг., концентрация атмосферного углекислого газа в атмосфере была задана согласно протоколу CMIP5 «Historical simulation», а для второй части периода, 2006-2100 гг., концентрация CO₂ была задана в соответствии с RCP 8.5. RCP 8.5 является наиболее агрессивным климатическим сценарием, согласно ему в рамках периода 1901-2100 гг. концентрация углекислого газа в атмосфере экспоненциально растёт с 296 ppm до 936 ppm, увеличиваясь таким образом к концу моделирования в 2.3 раза.

Фоновые для моделирования атмосферные условия

Состояние растительного покрова напрямую зависит от задаваемых фоновых атмосферных условий, в частности от температурного и влажностного режима. Здесь и далее рассматриваются периоды в конце 20 и 21 веков, а именно 20-летние периоды 1981-2000 гг. и 2081-2100 гг., а также разница средних и суммарных значений между последним и первым (2081-2100 гг. минус 1981-2000 гг.). Выбор такой длины периодов не случаен и объясняется высокой скоростью роста концентрации CO₂ в атмосфере, определяемой выбранным климатическим сценарием. Использование в этих условиях для осреднения периодов большей длины может существенно сгладить исследуемый отклик.

Климатический сценарий, использованный в работе, позволил задать для территории России условия очень сильного потепления климата. В среднем по всей рассматриваемой территории средняя суточная температура ($T_{\text{ср}}$) к концу 21 века выросла на 4.77 °C по сравнению с концом 20-го (Таблица 20). При этом минимальная суточная температура ($T_{\text{мин}}$) увеличилась сильнее, чем максимальная суточная ($T_{\text{макс}}$): 5.44 °C против 4.23 °C. Увеличились также удельная влажность воздуха у поверхности ($Q_{\text{возд}}$) на 1.11 г/кг и годовая сумма осадков ($Pr_{\text{сум}}$) на 107.34 мм. Почти без изменений осталась только скорость ветра на 10 м (Ветер), увеличившись лишь на 0.03 м/с.

Принимая во внимание, что в силу географических особенностей климат отдельных регионов России существенно отличаются друг от друга, были рассмотрены средние значения указанных характеристик отдельно для каждой из следующих территорий:

Европейская территория России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. Деление территории России на указанные регионы в рамках выполняемого исследования осуществлялось по 60°, 90° и 130° в.д. Предварительно с помощью команд библиотеки GDAL (Geospatial Data Abstraction Library — библиотека абстракции геопространственных данных) было выполнено выделение из общего рассчитанного моделью INMCM4 поля территории России в соответствии с базой данных границ Субъектов РФ GADM (the Database of Global Administrative Areas (2012). GADM database of Global Administrative Areas, version 2.0. [online] URL: www.gadm.org).

Характер изменений для регионов показан такой же, как для всей территории России. При этом абсолютные значения изменений растут, при продвижении на восток от региона к региону.

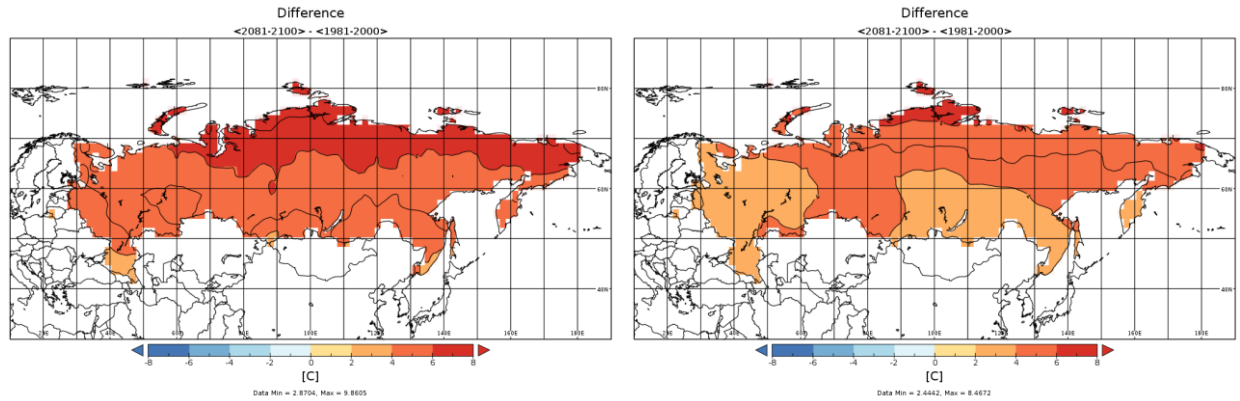
Таблица 20 – Средние за 20 лет значения атмосферных параметров, осредненные по территории

		$T_{ср}$, °C	$T_{мин}$, °C	$T_{макс}$, °C	$Pr_{сум}$, мм/год	$Q_{возд}$ г/кг	Ветер, м/с
Россия	1981-2000	-5.25	-11.30	-0.13	563.32	3.48	3.61
	2081-2100	-0.48	-5.87	4.10	670.67	4.59	3.63
	Разница	4.77	5.44	4.23	107.34	1.11	0.03
ЕТР	1981-2000	1.18	-5.45	6.22	621.05	4.37	3.83
	2081-2100	5.05	-0.5	9.88	712.9	5.47	3.87
	Разница	3.87	4.95	3.66	91.84	1.11	0.04
Зап. Сиб.	1981-2000	-4.74	-10.83	0.49	543.4	3.52	3.67
	2081-2100	-0.04	-5.18	4.96	638.35	4.67	3.69
	Разница	4.7	5.66	4.47	94.95	1.15	0.02
Вост. Сиб.	1981-2000	-8.17	-14.49	-2.87	494.35	3.1	3.28
	2081-2100	-3.2	-8.89	1.42	617.12	4.26	3.26
	Разница	4.98	5.6	4.29	122.77	1.16	-0.01
Дальн. Вост.	1981-2000	-8.1	-13.14	-3.18	620.09	3.08	3.79
	2081-2100	-2.7	-7.62	1.35	733.05	4.11	3.87
	Разница	5.4	5.52	4.53	112.95	1.03	0.07

Изменения используемых атмосферных параметров по территории России распределены неравномерно (рисунок 31). Наибольший рост температуры ($T_{ср}$, $T_{мин}$ и $T_{макс}$) происходит на севере рассматриваемой территории. Рост $Pr_{сум}$ и средней за год $Q_{возд}$ происходит в центральной части рассматриваемой территории.

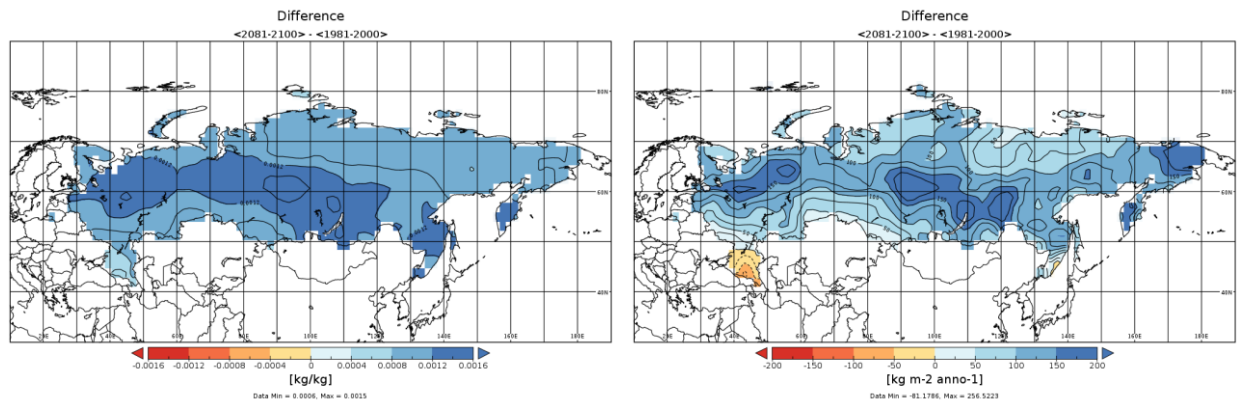
Распределение этих изменений в течение года также неравномерно (на рисунках не показано). Рост температуры воздуха у поверхности ($T_{ср}$, $T_{мин}$ и $T_{макс}$) в среднем за год происходит в основном за счет сильного потепления в зимние месяцы. При этом летом есть отдельные проявления понижения температуры. В частности, в конце 21-го века по

сравнению с концом 20-го века $T_{\text{макс}}$ уменьшилась в среднем на 2 °C на северо-западе и на 1 °C на северо-востоке от Байкала в июне и июле, соответственно. Рост средней за год $Q_{\text{возд}}$ и $Pr_{\text{сум}}$ происходит в основном за счет теплого периода года (май-сентябрь). В холодный период эти параметры меняются слабо.



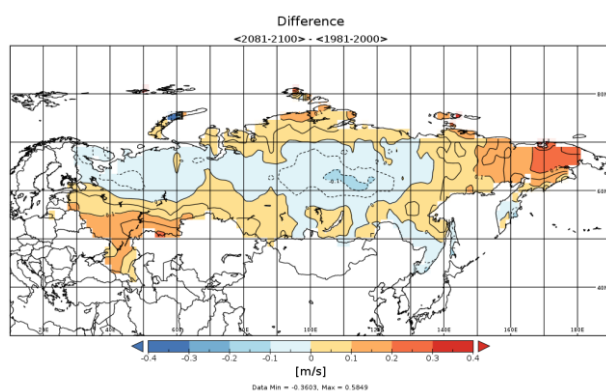
а)

б)



в)

г)



д)

Рисунок 31 - Разница между концом 21-го (2081-2100 гг.) и 20-го века (1981-2000 гг.) для а) $T_{\text{мин}}$ (°C), б) $T_{\text{макс}}$ (°C), в) $Q_{\text{возд}}$ (г/кг), г) $Pr_{\text{сум}}$ (мм) и д) ветра (м/с)

В рамках исследования было рассмотрено четыре типа внетропической растительности: лиственные и хвойные леса, кустарники и травянистая растительность типа С3. Для указанных типов растительности в условиях задаваемых климатических

изменений была получена оценка характера их перераспределения по территории, количественная оценка поглощения углекислого газа из атмосферы каждым из рассмотренных типов, а также оценен общий поток CO₂ в атмосферу.

Оценка перераспределения растительности по территории

Моделирование, проведенное с помощью модели деятельного слоя JSBACH, с атмосферными условиями, созданными моделью INMCM4 с учетом интенсивного роста концентрации углекислого газа в атмосфере согласно климатическому сценарию RCP 8.5, характер изменения которых приведен в предыдущем разделе, показало следующие особенности поведения некоторых характеристик растительного покрова. Было получено расширение внетропических лесных пространств, как хвойных так и лиственных, на север рассматриваемой территории без сокращения лесной фракции на уже облесенных территориях (рисунок 32 а и б). Аналогичная ситуация была получена и для пространств, занятых листопадными кустарниками (рисунок 32 в). При этом происходит сокращение фракции травянистой растительности С3 на севере рассматриваемой территории и у ее южных государственных границ (рисунок 32 г).

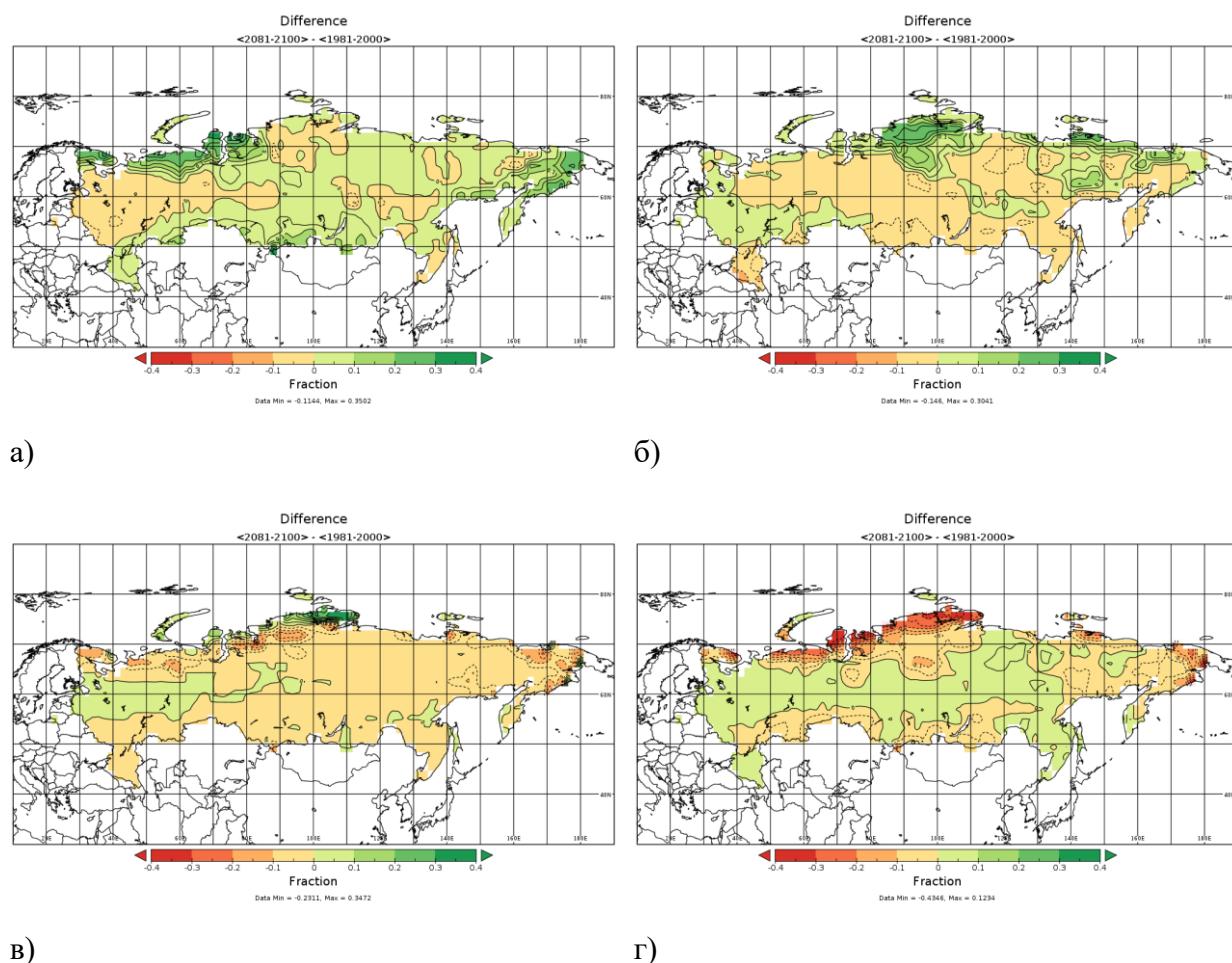


Рисунок 32 — Разница между концом 21-го и 20-го века для фракции а) хвойной, б) лиственной, в) кустарниковой растительности и г) травянистой растительности С3

Оценка изменения поглощения CO₂ выделенными типами внетропической растительности

Наряду с географическим перераспределением различных типов растительности происходит закономерное перераспределение величины поглощения углекислого газа из атмосферы каждым из рассматриваемых типов (рисунок 33). Для всех рассматриваемых типов получено увеличение поглощения CO₂ в тех областях, где произошло увеличение фракции растительности. Однако, для древесных типов (хвойные и лиственные деревья) рост поглощения CO₂ отмечается не только в областях с увеличившейся фракцией этих типов, но и в областях, где увеличения фракции получено не было (рисунок 33 а и б). Кроме того для травянистой растительности C3 было получено увеличение уровня поглощения CO₂ даже для тех областей, где выявлено небольшое сокращение фракции растительности этого типа (рисунок 33 г).

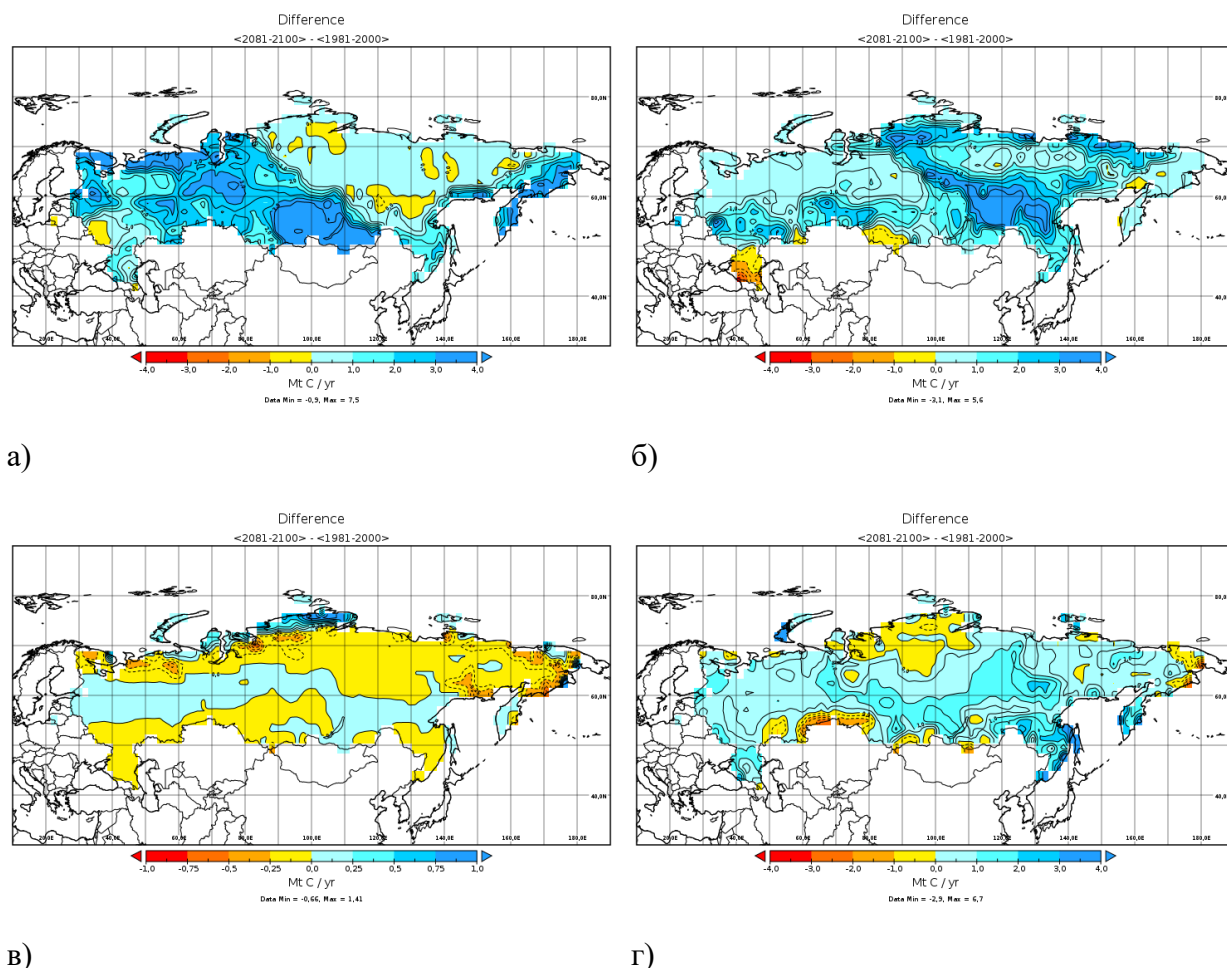


Рисунок 33 — Разница между концом 21-го и 20-го века для величины поглощения CO₂ а) хвойной, б) лиственной, в) кустарниковой растительностью и г) травянистой растительностью C3 в пересчете на Мегатонны углерода в год

Анализ всех полученных данных показал, что к концу 21-го века в условиях задаваемых интенсивных климатических изменений (а именно потепления климата согласно климатическому сценарию RCP 8.5) в целом суммарно на территории России, а

также для каждого рассмотренного региона в отдельности, происходит рост величины поглощения углекислого газа из атмосферы всеми рассматриваемыми типами растительности (таблица 21). Исключение составляет только кустарниковый тип, для которого происходит снижение величины поглощения для всех регионов кроме Восточной Сибири.

Таблица 21 – Среднее за 20 лет суммарное по территории годовое поглощение CO₂ выделенными типами растительности в пересчете на гигатонну углерода в год

		Хвойная	Лиственная	Кустарн-я	Трав-я СЗ
Россия	1981-2000	3.759	3.248	0.079	2.535
	2081-2100	4.987	4.263	0.069	3.071
	Относит. разница, %	32.7	31.3	-13.6	21.1
ЕТР	1981-2000	1.438	0.403	0.012	0.515
	2081-2100	1.752	0.496	0.008	0.633
	Относит. разница, %	21.9	23.2	-32.3	22.8
Зап. Сиб.	1981-2000	1.220	0.480	0.019	0.478
	2081-2100	1.640	0.645	0.018	0.548
	Относит. разница, %	34.4	34.4	-1.8	14.7
Вост. Сиб.	1981-2000	0.800	1.496	0.020	0.829
	2081-2100	1.154	2.017	0.026	1.026
	Относит. разница, %	44.2	34.8	24.6	23.8
Дальн. Вост.	1981-2000	0.456	0.927	0.031	0.780
	2081-2100	0.649	1.185	0.019	0.937
	Относит. разница, %	42.3	27.9	-38.9	20.2

Оценка изменения суммарного потока CO₂ в атмосферу (баланс)

В целом, вследствие наличия большого количества растительности, на территории Сибири происходит поглощение CO₂ из атмосферы, о чем говорит отрицательный знак потока CO₂ в атмосферу (рисунок 34). Под воздействием задаваемого глобального потепления климата на севере Сибири и в районе Байкала в областях, где произошло увеличение фракций растительности лесной и кустарниковой происходит усиление суммарного потока углекислого газа из атмосферы в почву. Наряду с этим получено ослабление суммарного поглощения CO₂ на юге Западной Сибири у государственных границ территории и в центральной части Восточной Сибири, что может быть связано с изменением поглощающих свойств рассматриваемых растительных типов в задаваемых условиях меняющегося климата.

Полученные результаты показывают уменьшение к концу моделирования в среднем

за период 2081-2100 гг. балансного значения потока углекислого газа в атмосферу на 57.64 % относительно исторического интервала времени 1981-2000 гг. (таблица 22). Такое поведение можно объяснить тем, что полученные темпы роста интенсивности поглощения существенно ниже задаваемых сценарием темпов роста концентрации углекислого газа в атмосфере.

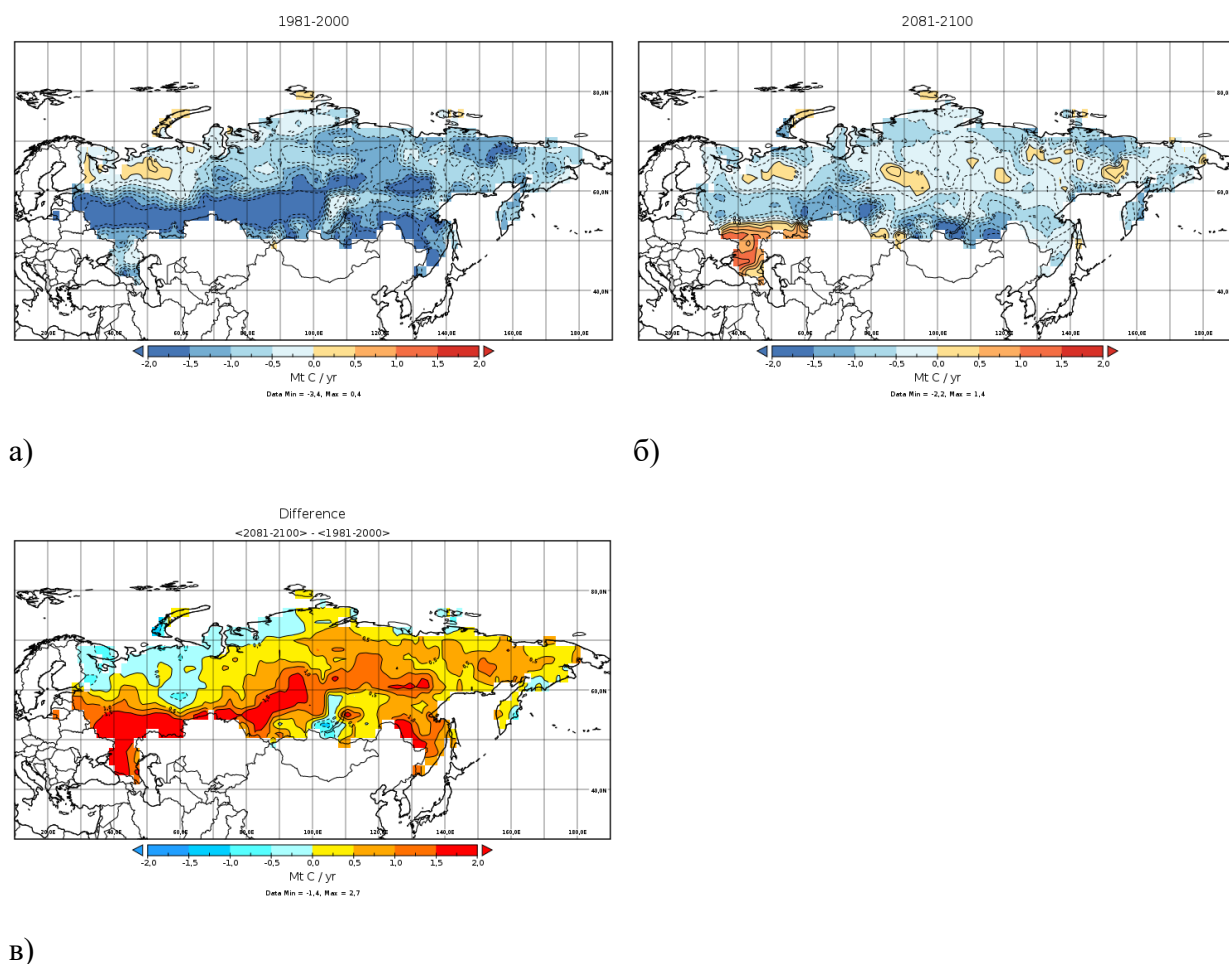


Рисунок 34 — Потоки CO₂ в атмосферу для а) конца 20-го и б) 21-го века, и в) разница между ними в пересчете на Мегатонны углерода в год

Таблица 22 – Средние за 20 лет суммарные по территории годовые величины потока CO₂ в атмосферу (баланс) в пересчете на гигатонну углерода в год

	1981-2000 гг.	2081-2100 гг. (RCP 8.5)	Разница (2081-2100 минус 1981-2000)	Относительная разница в %
Россия	-0.849	-0.360	0.489	-57.64
ЕТР	-0.157	-0.045	0.112	-71.33
Зап. Сиб.	-0.192	-0.104	0.089	-46.17
Вост. Сиб.	-0.329	-0.140	0.189	-57.53
Дальн. Вост.	-0.194	-0.082	0.111	-57.56

Сопоставление полученных оценок с результатами методик, принятыми в РКИК

Оценка углеродного бюджета лесов и потоков углекислого газа для территории России особенно важно в контексте Парижского соглашения. В настоящее время для расчета потоков углерода в государственных докладах Российской Федерации, направляемых в РКИК, за основу взята методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), верифицированная экспертами МГЭИК. Основные разработчики методики — Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (группа ученых во главе с проф. Д. Г. Замолодчиковым) и Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН. Методика РОБУЛ использует в качестве основного информационного источника материалов государственного лесного реестра (ГЛР).

По методике РОБУЛ, рассчитывающей поглощение в конкретный год, антропогенное нетто-поглощение (баланс углерода на управляемых лесных землях) составляет около 600 млн. т CO_2 в год.

По альтернативной методике ВНИИЛМ, которая использует большее время осреднения — рассчитывает среднее поглощение за время жизни древостоя, поглощение гораздо больше: ежегодное нетто-поглощение составляет 615–619 млн т С, что соответствует примерно 2 млрд. т CO_2 год.

Оценки, полученные с помощью модели деятельного слоя JSBACH, на порядок превышают оценки, получаемые по официальным методикам. Возможны следующие причины такого расхождения. Результат, получаемый с помощью модели JSBACH полностью определяется атмосферными данными, подаваемыми на вход модели, картой орографии и таблицей типов растительности и их характеристик, определяемых для расчета. Даже если модели JSBACH подать на вход максимально реалистичные данные, особенность модели такова, что ей необходимо осуществить расчет нескольких десятков лет, чтобы сбалансировать все поданные на вход и рассчитываемые параметры. Таким образом, представляется крайне проблематичным синхронизировать модельные расчеты и реальность. Модель JSBACH создавалась, как часть глобальной модели климатической системы, для исследовательских, а именно, она позволяет оценивать отклик различных компонент деятельного слоя на вносимые атмосферные возмущения.

Обобщая характер географического перераспределения рассматриваемых типов растительности можно заключить, что на севере Сибири происходит вытеснение C3 grass лесными типами. Наименее чувствительными к задаваемым глобальным климатическим изменениям оказались deciduous shrubs. Этот тип продемонстрировал слабый отклик как в плане изменения ареала произрастания, так и в плане изменения уровня поглощения CO_2 . Внетропическая лесная растительность (как хвойная, так и лиственная) проявила высокую

чувствительность к атмосферному форсингу. В заданных условиях произошло не только существенное расширение ареала произрастания этого растительного типа, но и существенное увеличение уровня поглощения CO₂ из атмосферы на всей площади, где располагается этот тип.

Общее увеличение количества биомассы на севере России, спровоцированное задаваемым потеплением климата привело к увеличению поглощения CO₂ из атмосферы. Однако, ослабление суммарного поглощения CO₂ на юге Западной Сибири у государственных границ территории и в центральной части Восточной Сибири предположительно может указывать на изменение поглощающих свойств рассматриваемых растительных типов вследствие климатического форсинга.

Анализ всех полученных данных показал, что к концу 21-го века в условиях задаваемых интенсивных климатических изменений (а именно потепления климата согласно климатическому сценарию RCP 8.5) в целом суммарно на территории России, а также для каждого рассмотренного региона в отдельности, происходит рост интенсивности поглощения углекислого газа из атмосферы. Однако, полученные темпы роста интенсивности поглощения существенно ниже задаваемых сценарием темпов роста концентрации углекислого газа в атмосфере. Сочетание указанных факторов объясняет уменьшение к концу моделирования в среднем за период 2081-2100 гг. балансного значения потока углекислого газа в атмосферу на 57.64 % относительно исторического интервала времени 1981-2000 гг.

Оценки, полученные с помощью модели деятельного слоя JSBACH, на порядок превышают оценки, получаемые по официальным методикам для настоящего момента времени. Однако, это не уменьшает ценности проведенных исследований. Полученные в ходе исследования результаты дают представление об интенсивности отклика характеристик деятельного слоя на атмосферные возмущения как территории России, в целом, так и отдельных ее регионов, в частности.

Все работы, запланированные на 2018 год, выполнены в полной мере.

По результатам исследования представлен доклад на Международной конференции и опубликована статья в издании, индексируемом в Scopus и Web of Science.

Календарный план выполнен. Подготовлен промежуточный отчет.

1.3.4 Исследования в области прикладной климатологии.

Научно-методическое обеспечение развития системы климатического обслуживания в Российской Федерации

Наименование и индекс темы. 1.3.4.3. Создание электронных климатических справочников для специализированного адресного обслуживания пользователей на

региональных и отраслевых уровнях с использованием информационных технологий на базе СУБД-, ГИС-, WEB-технологий.

Ожидаемый результат по теме. Специализированные электронные климатические информационные продукты для различных отраслей экономики и регионов России. Технологии создания и представления специализированной климатической информации для адресного обслуживания пользователей.

Ожидаемый результат на 2018 год для ФГБУ «СибНИГМИ».

Результаты испытания и внедрение в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» автоматизированной технологии обновления и выборки ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и экстремально сухих (влажных) лет по декадам и месяцу по 75 метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Создание автоматизированной базы данных минимального и максимального значений давления воздуха на уровне моря (на уровне станции) в месячном и декадном разрешении по 75 метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», подающих информацию в коде КЛИМАТ, КН-19 (ДЕКАДА).

Полученный результат за 2018 год.

В соответствии с Планом испытания и внедрения новых и усовершенствованных технологий (методов) гидрометеорологических прогнозов Росгидромета на 2018 год проведены производственные испытания автоматизированной технология выборки среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков из телеграмм кода КЛИМАТ, КН-19 (ДЕКАДА) и выдачи ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет по 75 станциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»: Новосибирская область – 31 станция, Томская область – 13 станций, Алтайский край – 12 станций, Кемеровская область – 11 станций и Республика Алтай – 8 станций.

Обновлена многолетняя база ранжированных данных температуры воздуха и количества осадков (месяц, декада), протестирована автоматизированная технология обновления и выборки ранжированного ряда с учетом информации, поступающей в коде КН-19 (ДЕКАДА) и КЛИМАТ по 75 метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Продолжалась сверка данных о температуре воздуха и количества осадков (месяц, декада), поступивших в коде КЛИМАТ и КН-19 (ДЕКАДА) по автоматизированной технологии с информацией за 2018 года, проверенной отделом метеорологии.

Автоматизированная технология осуществляет выборку из оперативных телеграмм, поступающих в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, среднедекадной и среднемесячной температуры воздуха, декадного и месячного количества осадков, сравнивает их с многолетней электронной базой данных ранжированного ряда экстремально теплых

(холодных) и влажных (сухих) лет по метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» и определяет место оперативных данных в ранжированном ряду экстремально теплых (холодных) или экстремально влажных (сухих) лет.

Таблица просмотра оперативных данных среднемесячной (среднедекадной) температуры воздуха, количества осадков за месяц (декаду) в автоматизированной технологии включает:

- индекс станции;
- название станции;
- значение декады и месяца выборки;
- значение метеоэлемента для выбранного периода (из КН-19 ДЕКАДА, Климат);
- место, если значение утверждено и обновлено в базе данных ранжирования;
- подробная информация по станции о ранжированном ряду (5 лет).

Доступ к технологии обработки информационного потока для формирования рядов среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков из телеграмм кода КН-19 (ДЕКАДА) и КЛИМАТ, выдачи ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет осуществляется через интернет-ресурс по адресу: <http://climate.sibnigmi.ru/rangecli>. По коду доступа и паролю у пользователей есть возможность просматривать таблицы с оперативными значениями температуры воздуха и осадков за декаду и месяц сразу как по всем станциям УГМС и отдельных территорий (Новосибирская, Томская, Кемеровская области, Алтайский край, Республика Алтай), так по одной конкретной станции.

Если значение температуры или осадков попадает в ранжированный ряд экстремально теплых (холодных) или влажных (сухих) лет, то строка станции подсвечивается желтым цветом для теплых (сухих) лет, голубым цветом для холодных (влажных) лет, зеленым – если совпадает со значением температуры воздуха или количества осадков в ранжированном ряду (рисунок 35). При нажатии кнопки «Подробно» для соответствующей станции и периода появляется панель с подробной информацией с приведением ранжированных рядов (5 мест).

На рисунке 36 приведен пример подробной информации по ранжированным рядам месячной температуры воздуха после нажатия кнопки «Подробно» по станции Усть-Озерное (Томской области). Средняя температура воздуха за октябрь 2018 года (4,2 °С) совпадает с самой высокой температурой в ранжированном ряду, которая наблюдалась на этой станции в 2011 году.

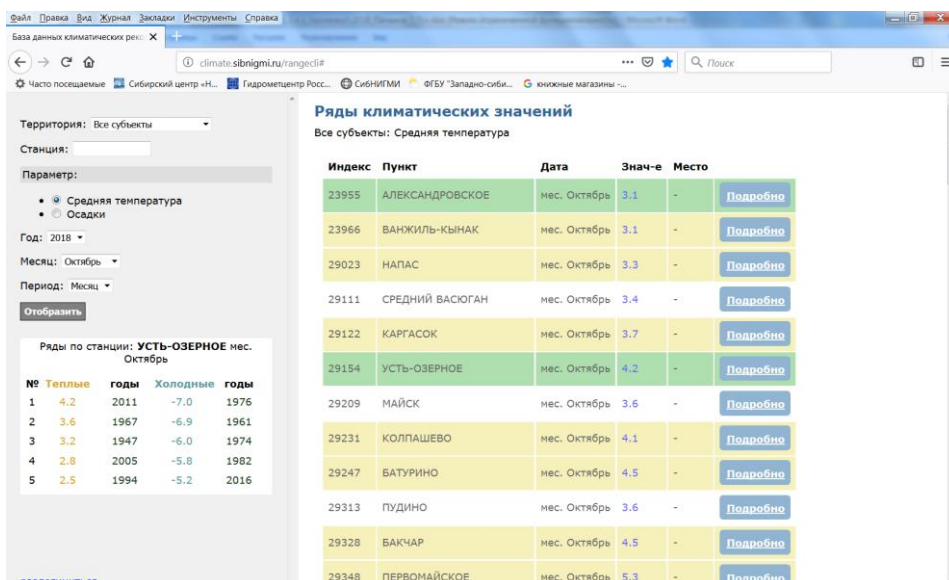


Рисунок 35 - Пример выборки средней температуры воздуха за месяц (октябрь 2018 г.)

После сверки данных автоматизированной технологии с проверенными режимными данными, в таблице появляется ранг (место) от 1 до 5 в ранжированном ряду теплых (холодных) или влажных (сухих) лет (рисунок 36). В случае попадания текущего значения в один из рядов, строка выделяется соответствующим цветом, значение и год выделяются жирным шрифтом.

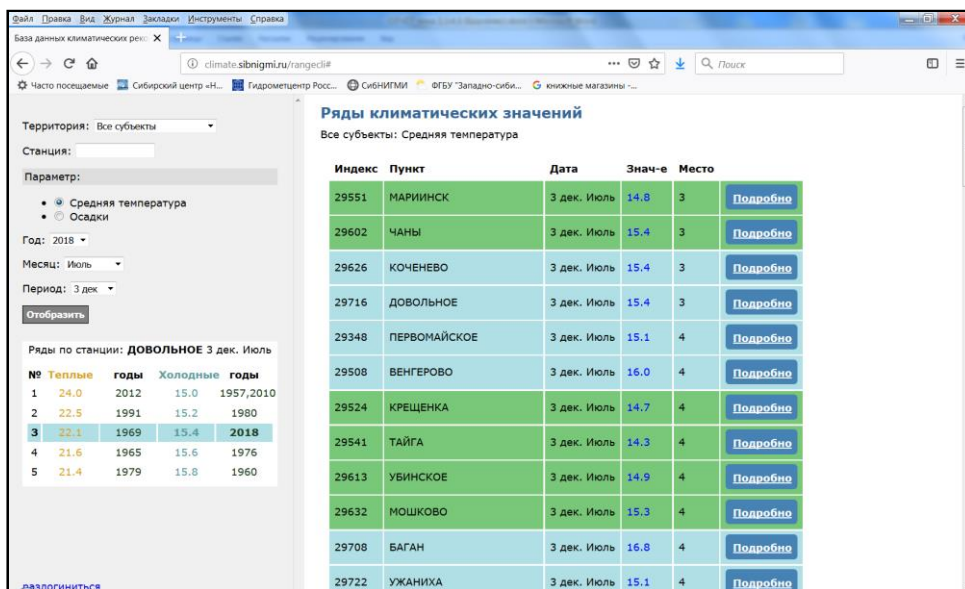


Рисунок 36 - Пример ранжирования теплых и холодных лет по метеостанции Довольное (3 декада июля)

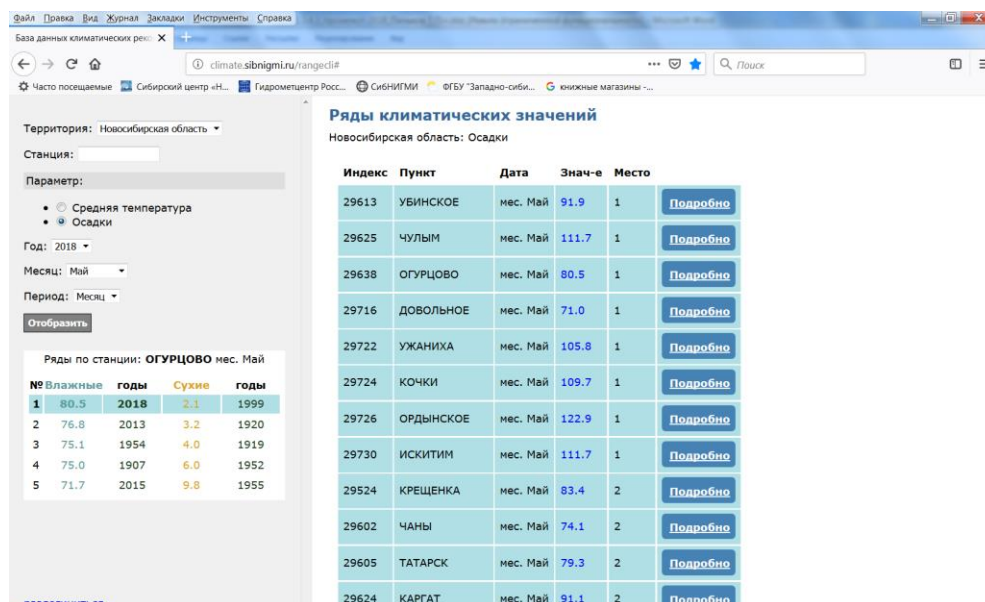


Рисунок 37 - Пример ранжирования влажных (сухих) лет по станции Огурцово (Новосибирской области)

На рисунке 37 приведен пример таблицы выборки автоматизированной технологией количества осадков за месяц май 2018 года. После нажатия кнопки «Подробнее» по станции Огурцово (Новосибирской области), видно, что в ранжированном ряду май 2018 года занял 1 место.

В результате испытания специалистами Гидрометцентра УГМС было отмечено, что WEB-интерфейс автоматизированной технологии прост и удобен в использовании, и технологии обновления и выборки ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет по декадам и месяцу полностью автоматизирована и доступна любому пользователю через интернет по коду доступа. Полученную информацию о ранге (месте) среднемесячной (среднедекадной) температуры воздуха, количества осадков за месяц (декаду) в ранжированном ряду экстремальных лет пользователи могут использовать при специализированном и оперативном обслуживании потребителей по территории ответственности ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», при составлении гидрологических, агрометеорологических и метеорологических обзоров.

Результаты испытания рассмотрены на секции технического Совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» 20 ноября 2018 г. Принято решение о внедрении с 01 января 2019 г. в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС - филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» автоматизированную технологию выборки среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков, выдачи ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет. Подписан Акт о внедрении Автоматизированной технологии в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС – филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Продолжалась сверка данных о температуре воздуха и количества осадков (месяц, декада), поступивших в коде КЛИМАТ и КН-19 (ДЕКАДА), обработанные автоматизированной технологией с выборкой ранжированного ряда, с проверенной отделом метеорологии режимной информацией за 2018 года по 75 метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Учитывая экстремальные условия по режимам температуры воздуха и по осадкам, которые сложились в 2018 года на территории ответственности ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», наблюдалось много запросов от администраций территорий, агропромышленного комплекса, страховых компаний и СМИ. Благодаря автоматизированным технологиям, которые уже внедрены, климатологи и оперативные отделы Гидрометцентра и ЦГМС Западно-Сибирского УГМС своевременно обеспечивали подготовку необходимой информации по запросам организаций и в соответствии с распоряжением руководства УГМС.

Подготовлены к изданию Методические указания по использованию в оперативной работе подразделений ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» автоматизированной технологии выдачи ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет по станциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Работа по теме 1.3.4.3. продолжается: создан электронный архив данных минимального и максимального значений давления воздуха на уровне моря (на уровне станции) в месячном и декадном разрешении по станциям Западно-Сибирского УГМС с выделением ранжированного ряда (первых пяти лет) с наибольшим и наименьшим давлением.

Календарный план выполнен. Подготовлен промежуточный отчет.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.4)

1.4.1. Развитие технологий оперативных оценок и прогнозирования загрязнения окружающей среды, обусловленного техногенными катастрофами и авариями и оперативного доведения информации об уровнях загрязнения.

Индекс и наименование темы. 1.4.1.4. Разработка технологии прогнозирования и выпуска предупреждений об НМУ и опасных уровнях загрязнения атмосферного воздуха с использованием мезомасштабных численных моделей атмосферы и химических транспортных моделей

Ожидаемый результат по теме.

Технология прогнозирования и выпуска предупреждений об НМУ и опасных уровнях загрязнения атмосферного воздуха с использованием мезомасштабных численных моделей атмосферы и химических транспортных моделей. Технология оценки результатов моделирования и сравнительная оценка результатов прогнозирования по моделям COSMO ART и WRF-CHEM в условиях физико-географической неоднородности территории Урало-Сибирского региона.

Ожидаемый результат на 2018 год (ФГБУ СибНИГМИ):

Алгоритмы и программные модули технологии расчетов WRF-CHEM, адаптированные к условиям физико-географической неоднородности территории Урало-Сибирского региона, функционирующие на обновленном вычислительном кластере.

Полученный результат в 2018 г.

Произведена тестовая компиляция WRF 3.9.1 с модулем Chem. Произведены тестовые расчеты метеорологических характеристик (компоненты ветра, коэффициенты вертикальной диффузии) для исследования методики восстановления эмиссий для города Новосибирска. Подготовлен набор программных модулей для исследовательский запусков прогнозов трансформации и распространения химических примесей (на примере SO₂) для территории новосибирской агломерации.

Разрабатывалась технология генерации специализированной детальной информации (базы данных) о подстилающей поверхности на базе открытых геоинформационных данных OSM к привязке к ячейки модели. Разработанная технология (программный модуль на языке Питон 3) позволяет конкретизировать параметры LandUse (тип и характер объектов подстилающей поверхности в ячейке — лес, вода, городская застройка и ее тип, свалки, пром предприятия, крупные магистрали) в специализированной форме, которая является входной информацией для гидродинамических моделей , оснащенных

химическим блоком. Информация концентрируется в базе данных в универсальном виде в целях обеспечения в дальнейшем возможности использования данной информации как в WRF, так и в перспективе в COSMO-ART.

Произведена компиляция WRF 3.9.1 с модулем Chem на вычислителе. Произведены сравнительные расчеты WRF и WRF-Chem. По результатам сравнения (Cray и Altix) на треть уменьшилось время вычислений для аналогичных конфигураций как для метеорологического ядра WRF. Тестовые расчеты с Chem-компонентой пропорциональны вычислениям на других вычислительных архитектурах (пропорциональное увеличение производительности). На Altix Chem компонента не тестировалась. Ощутимо увеличилась производительность операций записи (до одного порядка).

Произведена оценка результатов моделирования тестовых расчетов в условиях функционирования на обновленном вычислительном кластере.

Результаты сравнения метеорологических характеристик для сценарных расчетов, выполненных для WRF 3.9.1 (Cray) и WRF 3.5.1 и 3.8.1 (компилятором GNU, i7) показали отличия по температуре: до 0.5 градусов Цельсия, точка росы: до 0.1 градусов Цельсия, давление на уровне моря: до 1 гПа для узлов ближайший к станции наблюдений (г. Новосибирск). Среднее отклонение концентраций SO₂ для всего модельного домена составляет до $2 * 10^{-4}$ ppm. Анализ внутрисуточного хода температуры показал занижения ночных максимумов версии 3.9.1 для расчетов, где использовалась модель городского полога (городская параметризация SLUMC). Занижение ночных минимумов летом было характерно для аналогичных сценариев в версии модели WRF 3.5.1, и отсутствует в версии 3.8.1 (сообществом разработчиков были дополнены и исправлены модули SLUMC). Окончательное решение о версии модели, которая будет использоваться при выполнении работ по теме за 2019 год, будет принято после серии дополнительных вычислительных экспериментов.

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет за год.

1.4.3. Совершенствование методов и технологий комплексной оценки и прогноза загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации, в том числе с учетом международных обязательств Росгидромета

Наименование темы: 1.4.3.10. Оценить состояние, тенденции и динамику загрязнения и состояния поверхностных водных объектов РФ. Обеспечить подготовку и издание информационно-аналитических материалов, ведение и пополнение информационной базы режимно-справочного банка данных качества поверхностных вод

(РСБД КПВ). Разработать методики установления региональных особенностей изменчивости концентраций химических веществ в пресноводных экосистемах при антропогенном воздействии и оценки степени токсичности поверхностных вод по комплексу биотестов.

Ожидаемый результат по теме для ФГБУ «СибНИГМИ».

Оценка современных гидрологических параметров, характеристика водного и водохозяйственного баланса Новосибирского водохранилища, качества воды и характера эвтрофирования водоема. Рекомендации по предотвращению негативных воздействий антропогенных факторов на гидро-экосистему водоема.

Ожидаемый результат для ФГБУ «СибНИГМИ» на 2018 г:

Основные результаты.

В соответствии с календарным планом работ за период январь - декабрь 2018г. выполнен анализ термического режима водоема в различные сезоны года по данным наблюдений на рейдовых вертикалях и разрезах, а также особенностей распределения температуры воды по глубинам в различные сезоны года.

Распределение температуры поверхности воды зависит в значительной степени от изменения температуры воздуха, глубины водоема и условий местоположения. В летний период наиболее высокие температуры поверхности воды наблюдаются в заливах и на мелководьях.

Температура воды по глубине водоема значительно меняется в течение года, в зависимости от метеорологических и гидрологических условий.

В годовом ходе наиболее высокая температура воды в водохранилище наблюдается в июле-августе, затем начинается охлаждение водоема и передача тепла в более глубокие слои благодаря вертикальной конвекции.

Процесс нагревания и охлаждения водоема характеризуется его тепловым балансом. Основным приходным компонентом теплового баланса является солнечная радиация (645-655 МДж/м² месяц).

Наряду с солнечной радиацией значительную часть прихода тепла в водохранилище в период весеннего половодья дают паводковые воды (до 50% общего притока тепла в отдельные годы).

Наибольшие потери тепла происходят за счет испарения с водной поверхности и затрат тепла на таяние льда в мае.

Особенности изменения термического и гидрологического режима водохранилища в многолетнем аспекте оказывают влияние на формирование водных экосистем, процессы эвтрофирования водоема, его биопродуктивность, гидрохимический состав и качество воды в отдельные годы и сезоны.

Сравнительный анализ гидрологического режима Новосибирского водохранилища за многолетний период показывает, что наблюдается увеличение повторяемости маловодных лет и проявление маловодных циклов от 2 до 4 лет, а также уменьшение водности весеннего сезона. В многолетнем разрезе происходит постоянное снижение среднегодовой величины водности. Наблюдается уменьшение коэффициентов водообмена в водохранилище за весенние сезоны и в целом за год.

Приведенные особенности гидрологического режима во многом определяют динамику и направление процессов формирования химического состава поверхностных природных вод и факторов, влияющих на изменение их гидрохимического и гидробиологического режимов.

Оценка состояния загрязненности поверхностных вод проводилась на основе статистической обработки результатов химических анализов и показателей комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод. За основу принимался удельный комбинаторный индекс загрязненности воды за год, учитывающий число случаев и кратность превышения нормативных значений ПДК для каждого химического ингредиента в течение конкретного года.

Для расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности воды и оценки класса качества воды был использован обязательный перечень ингредиентов, включающий следующие 15 показателей: растворенный в воде кислород, органическое вещество (по значению БПК₅, ХПК), фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, ионы аммония, железо общее, ионы меди, цинка, никеля, марганца, хлориды, сульфаты.

Для характеристики суммарного содержания органических веществ в водохранилище использовались показатели ХПК, БПК₅ и нефтепродуктов. Наблюдаемые превышения значений ПДК в водоеме свидетельствует о характерном загрязнении водоема органическими веществами. Основное поступление нефтепродуктов происходит за счет промышленных стоков и маломерного флота. В незагрязненных нефтепродуктами речных и озёрных водах концентрация естественных углеводов может колебаться от 0,01 до 0,2 мг/л, иногда достигая 1-1,5 мг/л. Содержание естественных углеводов определяется трофией водоема и в значительной мере зависит от развития и распада фитопланктона, интенсивности деятельности бактерий и других биологических ситуаций.

По данным наблюдений за содержанием нефтепродуктов в природных водах можно сделать вывод, что во всех обследованных водных объектах содержание углеводов, относимых к классу нефтепродуктов, превышает ПДК для рыбохозяйственного использования (0,05 мг/л).

В целом, химический состав воды в Новосибирском водохранилище формируется, в основном, за счет основного притока р. Обь. Поступление химических веществ с речной водой в приходной статье баланса является преобладающим (93-95 %), т.е. на долю боковых притоков и диффузионного стока приходится незначительная часть.

Анализ данных о загрязнении Новосибирского водохранилища позволяет сделать следующие выводы:

- наблюдается характерная повторяемость среднего уровня загрязнения по акватории Новосибирского водохранилища в течение всех гидрологических сезонов как по ХПК, так и по БПК₅.

- содержание нефтепродуктов в природных водах во всех обследованных водных объектах превышает ПДК для рыбохозяйственного использования (0,05 мг/л). Средние значения концентраций нефтепродуктов в последние годы снижаются.

- на мелководьях, характеризующихся высокой степенью зарастания высшей водной растительностью и размывом берегов под воздействием волн от ветров господствующей юго-западной четверти, наблюдается повышенный уровень загрязнения органическими веществами.

Календарный план выполнен. Подготовлен промежуточный отчет с характеристикой водного и водохозяйственного балансов водоема.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (НАПРАВЛЕНИЕ 1.6).

Индекс и наименование темы

1.6.1.1 Разработка новых моделей и методов для совершенствования технологий диагноза и прогноза состояния верхней атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли, околоземного космического пространства (космической погоды)

Ожидаемый результат по теме. Глобальная атмосферно-ионосферная модель (GAIM). Результаты расчёта термодинамических параметров нейтральных и заряженных частиц (состав, температура, циркуляция) на высотах 80-600 км.

Ожидаемый результат на 2018 год.

Распределение нейтрального состава и температуры в верхней атмосфере. Одномерная модель.

Полученный результат.

Разработана одномерная (среднеширотная) модель атмосферы на высотах 80-600. Рассчитываются основные газовые составляющие атмосферы N_2 , O_2 , O и ионы O^+ (4S , 2D , 2P), O_2^+ , N_2^+ , NO^+ , N^+ . Для адекватного описания тепловой структуры и

электронной концентрации включен расчет малых нейтральных составляющих $O_2(^1\Delta_g)$, $O(^1D)$, O_3 , H_2O , H_2 , H , OH , HO_2 , CH_4 , CO , CO_2 , N , $N(^2D)$, NO .

В качестве основных источников образования перечисленных компонентов атмосферы и нагрева используются: 1) УФ-излучение Солнца $\lambda = (50 - 1027) \text{ \AA}$, как источник ионизации, возбужденных состояний и быстрых фотоэлектронов, 2) излучение в континууме $\lambda = (1350 - 1750) \text{ \AA}$ и полосах $\lambda = (1750 - 2000) \text{ \AA}$ Шумана-Рунге, излучение в полосе Хартли и континууме $\lambda = (2000 - 3100) \text{ \AA}$ как источники диссоциации и возбуждения молекул O_2 , O_3 , 3) рассеянное излучение в линиях $L_{\alpha}(121.6 \text{ нм})$ и $L_{\beta}(102.5 \text{ нм})$ атома водорода, линии $He\ I(58.4 \text{ нм})$ атомарного гелия и линии $He\ II(30.4 \text{ нм})$ однократно ионизированного гелия.

Нагрев нейтральной атмосферы обеспечивается дезактивацией возбужденных электронами уровней атомов и молекул, передачей энергии возбуждения $O(^1D)$, $O_2(^1\Delta_g)$ при столкновениях с нейтральными частицами, диссоциативной рекомбинацией молекулярных ионов. Основной источник охлаждения атмосферы обусловлен инфракрасным излучением в линии 63 мкм атомарного кислорода и в полосах 15 мкм CO_2 и 5.3 мкм NO .

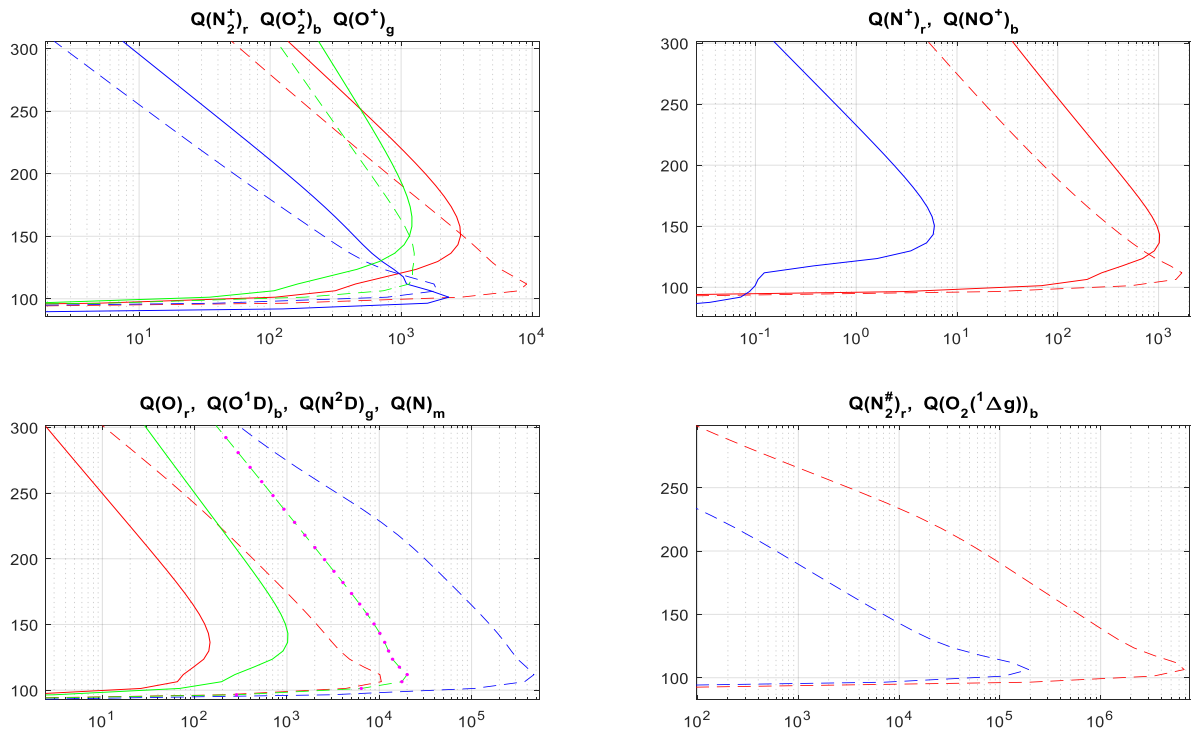


Рисунок 38 - Скорости возбуждения и ионизации $[cm^{-3}s^{-1}]$ УФ-излучением и электронами.

На рисунке 38 приведены результаты расчета скоростей возбуждения и ионизации $[cm^{-3}s^{-1}]$ излучением $\lambda = (50 - 1027) \text{ \AA}$ (сплошные линии) и неупругими столкновениями с

быстрыми электронами(пунктир) в местный полдень. Поток электронов рассчитывался в интервале (0.1 – 174) эВ. На рисунке 39 представлено распределение концентраций [см⁻³]. Расчеты проведены на широте 60⁰ для июньского солнцестояния при средней солнечной и геомагнитной активности.

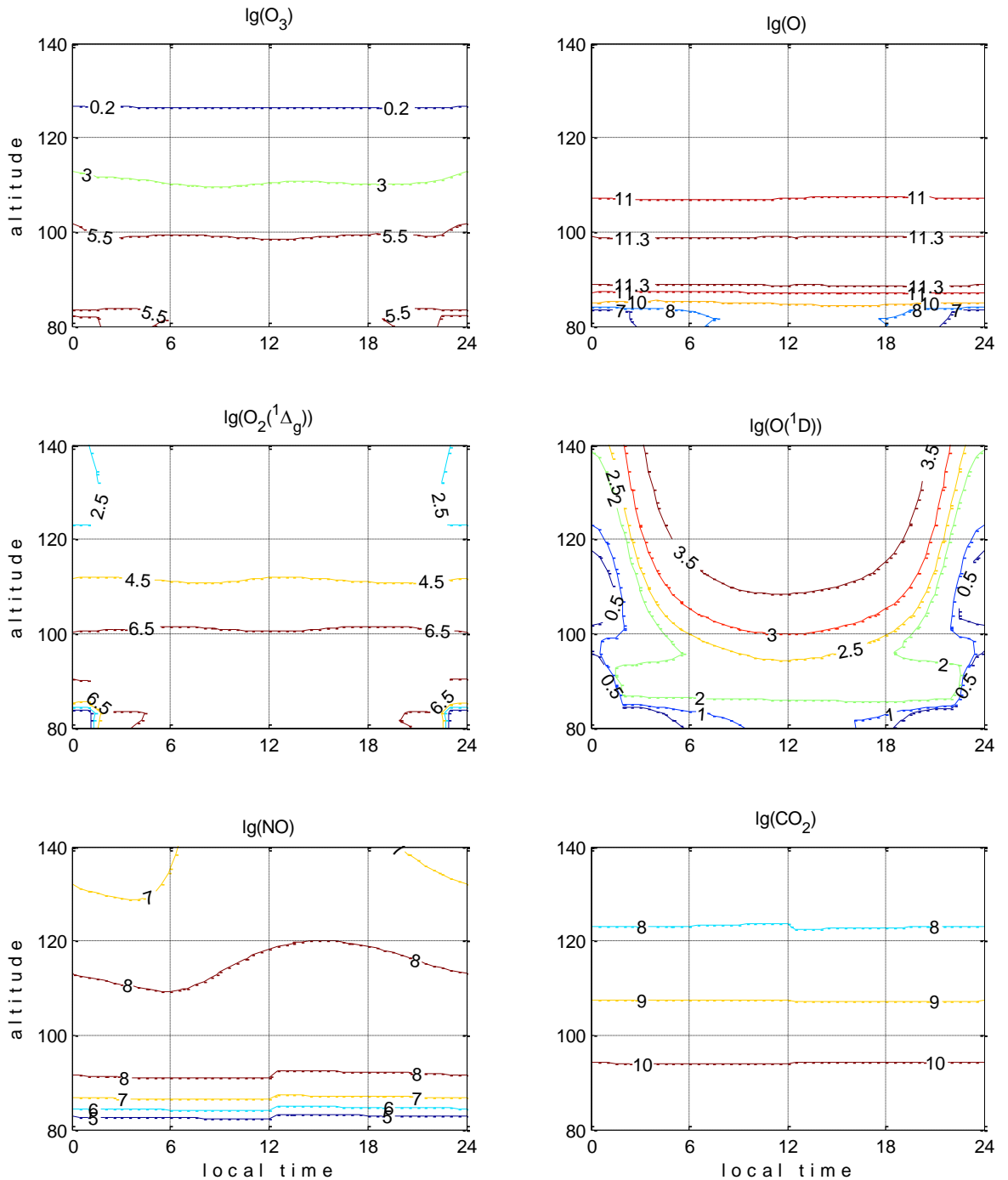


Рисунок 39 - Высотно-суточное распределение коннцентраций [см⁻³].

Календарный план выполнен. Подготовлен краткий информационный отчет.

ДРУГИЕ РАБОТЫ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РАЗДЕЛ 2)

2.2.1. Подготовка и доведение до потребителей гидрометеорологической оперативно-прогностической, аналитической и режимно-справочной информации

2.2.1.13. Подготовка и доведение до потребителей гидрометеорологической оперативно-прогностической, аналитической и режимно-справочной информации ФГБУ «СибНИГМИ» проводится в квазиоперативном режиме.

1. На странице сайта <http://sibnigmi.ru> «методический кабинет» размещено 4,7 Мгб информации.

Календарный план выполнен.

2.2.2. Сопровождение и поддержка оперативных технологий

2.2.2.5. Сопровождение и поддержка оперативных технологий прогнозирования, визуализации, WEB-технологий для обслуживания потребителей прогностической продукцией и предоставления информационных услуг «ФГБУ «СибНИГМИ».

1. Выполнялась поддержка оперативного функционирования локальной вычислительной сети СИБНИГМИ.

2. Выполнялась поддержка оперативного функционирования веб-сервера <http://sibnigmi.ru> и информационного окружения.

3. Выполнялась поддержка оперативных технологий прогнозирования COSMO, WRF, SLAV, WsibMZ, технологии комплексирования. На сайте <http://sibnigmi.ru> размещались расчетные поля, метеограммы.

4. Выполнялась поддержка оперативного функционирования технологии визуализации, результатов расчетов мезомасштабной прогностической модели COSMO на сайте <http://sibnigmi.ru>, а также размещались графики, таблицы, метеограммы, карты.

5. Выполнялась поддержка оперативного функционирования технологии визуализации результатов прогностических моделей WRF, SLAV на сайте sibnigmi.ru. На сайте <http://sibnigmi.ru> размещались графики, таблицы, метеограммы, карты.

6. Выполнялась поддержка, сопровождение, наполнение страницы «Метод. кабинет».

Календарный план выполнен.

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ФГБУ «СИБНИГМИ», ФИНАНСИРУЕМЫЕ ИЗ ИНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Кроме научно-исследовательских работ в рамках Плана НИОКР Росгидромета в 2018 году в СибНИГМИ проводились научные исследования по договорам со сторонними организациями.

Сотрудники отдела информационных и инновационных технологий (ОИиИТ) разработали наукоемкий комплекс программных средств, а также выполнили требуемый объем работ по подготовке и выпуску прогностической продукции для авиационных прогнозов на основе результатов численных моделей атмосферы COSMO-sib, GFS в виде прогностических карт, метеограмм и таблиц по Урало-Сибирскому региону в рамках договора с ФГБУ «Авиаметтелеком».

Для ФГБУ «Забайкальское УГМС» были выполнены работы по созданию дополнительных программных модулей информационно-управляющей системы «Погода в реальном времени – Чита».

Сотрудники отдела гидрометеорологических и экологических исследований выполнили работы (ОГМЭ) по выполнению ряда работ научно-прикладного характера по восьми договорам.

Для заказчика АО «Новосибирскнефтегаз» были выполнены научно-исследовательские работы по экоаналитическому контролю на Восточно-Тарском, Верх-Тарском и Малоичском нефтяных месторождениях.

Объектами исследования в 2018 году на вышеперечисленных нефтяных месторождениях, расположенных в Северном районе Новосибирской области, являлись следующие компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, снежный покров, грунтовые воды, почвогрунты, почвенно-растительный покров. Целью работы было выполнить оценку экологической ситуации в результате воздействия техногенных объектов нефтегазового комплекса. В процессе исследований проведены мониторинговые наблюдения с опробованием компонентов окружающей среды и проведения лабораторных исследований. Полученная информация о состоянии и возможных причинах загрязнения природной среды была изучена, аналитические результаты легли в основу принятия решений заказчиком в области обеспечения экологической безопасности и разработки мер по снижению негативных экологических и социальных последствий. По окончании работ были подготовлены и переданы заказчику научные отчеты по экоаналитическому контролю на Восточно-Тарском, Верх-Тарском и Малоичском нефтяных месторождениях с результатами исследований, проведенных в 2018 году в соответствии с утвержденной Программой.

Для заказчика АО «Распадская – Коксовая» комплекс научно-исследовательских

работ включал в себя проведение гидрохимических наблюдений, обработку, анализ данных. По окончании работ заказчику был представлен научный отчет с информацией о фоновых концентрациях загрязняющих веществ и гидрологических характеристиках водных объектов.

Для заказчика «ОУК «» выполнены научно-исследовательские работы по проведению гидрохимических наблюдений. Подготовлен и сдан заказчику научный отчет с результатами работ: информация о фоновых концентрациях загрязняющих веществ и гидрологических характеристиках водных объектов для филиала Южкузбассуголь - шахты Ерунаковской – VIII.

Для заказчика ООО «Лента» были выполнены научно-исследовательские работы по изучению морфометрических особенностей и водоохраной зоны водных объектов. Выполнен комплекс измерений гидрологических и морфометрических показателей рек Иртыш и Омь в период летнее-осенней межени после прохождения весеннего половодья 2018 г. на участках водопользования заказчика. Результаты исследований представлены по формам, предоставленным заказчиком.

Для заказчика ООО «СибЭнергоСтрой» выполнены работы по измерению скорости течения р. Обь в районе насосной добавочной воды Новосибирской ТЭЦ-5 АО «СибЭко». Материалы исследований представлены заказчику.

Для ОАО «Российские железные дороги» проведены наблюдения на водных объектах и их водоохраных зонах рек Иня, Правый Баскусан, Горбуниха, Каменка. Результаты исследований представлены заказчику.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НИОКР В 2018 ГОДУ

Перечень внедренных в оперативно-производственных учреждениях Росгидромета методов, моделей и технологий, подтвержденных актами внедрения в 2018 году

1. Метод долгосрочного прогноза максимальных уровней воды р. Обь - г. Колпашево, с. Каргасок, р. Чулым - с. Тегульдет, р. Кеть - с. Усть - Озерное, д. Родионовка (тема 1.1.5.6 Плана НИОКР Росгидромета на 2014-2016 гг. ФГБУ «СибНИГМИ», Д.А. Бураков). Решение секции технического Совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от

11.10.2018 г.: Рекомендовать использовать в оперативной практике ОГП ГМЦ ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в качестве основного.

2. Методы прогноза урожайности многолетних трав на сено, однолетних трав на зеленую массу, картофеля по Омской области (Тема 1.1.7.1 Плана НИОКР Росгидромета на 2014-2016 гг. ФГБУ «СибНИГМИ», Т.В. Старостина, С.М. Кононенко). Решение технического Совета ФГБУ «Обь-Иртышского УГМС» от 02.11.2018 г.: Рекомендовать использовать в оперативной практике ОАП ГМЦ ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС».

3. Автоматизированная технология обработки информационного потока для формирования ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) лет с оценкой степени достоверности данных в автоматическом режиме по метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (Т. 1.3.4.4. ФГБУ «СибНИГМИ», А. Б. Колкер, Л.А. Воронина). Решение секции технического Совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 20.11.018 г.: Внедрить с 1 января 2019 года в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС – филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

4. Автоматизированная технология обработки информационного потока для формирования рядов среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков из телеграмм кода КН-19 (ДЕКАДА) и КЛИМАТ, выдачи ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет» (Тема 1.3.4.3.. ФГБУ «СибНИГМИ», А. В. Гочаков). Решение секции технического Совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 20.11.018 г.: Внедрить с 1 января 2019 года в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС – филиалов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

СВИДЕТЕЛЬСТВА О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Перечень зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, баз данных, программ для ЭВМ)

1. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программный комплекс Thunder frfst», № 2018619856 от 09.06.2018 г.** Автор Здерева М.А. тема 1.1.1.2 Плана НИОКР Росгидромета на 2014-2016 гг.

2. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Thunder estim», № 2018619053 от 09.06.2018 г.** Автор Здерева М.Я. тема 1.1.1.2 Плана НИОКР Росгидромета на 2014-2016 гг.

3. **Свидетельство о государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ № 2018665271 от 03.12.2018г.** «Автоматизированная технология прогноза гроз на 1-2 сутки (12-60 часов) по территории деятельности ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» на базе модельной продукции COSMO GFS (NCEP)». Авторы Здерева М.Я., Токарев В.М., Хлучина Н.А., Воробьева Л.П. тема 1.1.1.2 Плана НИОКР Росгидромета на 2014-2016 гг.

Зарегистрировано в ЕГИСУ НИОКР:

1 кв.

Зарегистрировано в ЕГИСУ НИОКР:

- Регистрационных карт ИКРБС с отчетами: 3 (1.3.1.3; 1.3.3.2; 1.3.4.3 промежуточные)
- Информационных карт результатов интеллектуальной деятельности (ИКР) — 13
- Инф. карт состояния правовой охраны (ИКСПО) – 3
- Инф. карт об использовании РИД (ИКСИ) – 4
- Получены свидетельства о гос.регистрации программ для ЭВМ – 3

Перечень зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, баз данных, программ для ЭВМ):

Сведения о созданном результате интеллектуальной деятельности (Старостина Т.В., Кононенко С.М.):

- Автоматизированная технология прогноза урожайности картофеля по Омской области (номер государственного учета РИД АААА-Г18-618111990004-8 от 19.11.2018, номер государственного учета НИОКТР АААА-А16-116033110059-2).
- Автоматизированная технология прогноза урожайности многолетних трав на сено по Омской области (номер государственного учета РИД АААА-Г18-618111990003-1 от 19.11.2018, номер государственного учета НИОКТР АААА-А16-116033110059-2).
- Автоматизированная технология прогноза урожайности однолетних трав на зеленую массу по Омской области (номер государственного учета РИД АААА-Г18-618111990002-4 от 19.11.2018, номер государственного учета НИОКТР АААА-А16-116033110059-2).

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ РАБОТА

I. ИНСПЕКЦИИ.

В соответствии с Планом инспекций сетевых организаций Росгидромета в рамках научно-методической работы НИУ на 2018 год, в период 3-7 сентября 2018 г. проведена инспекция Томского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС».

Целью инспекции являлось ознакомление:

- с организацией гидрометеорологического обеспечения потребителей, порядком выпуска метеорологических прогнозов в отделе метеорологического обеспечения и наблюдений (ОМОиН) Томского ЦГМС - филиала ФГБУ «Западно-Сибирского УГМС»;
- с соблюдением нормативных документов Росгидромета по терминологии, оценке прогнозов и разбору (анализу) неоправдавшихся прогнозов;
- с уровнем информационного и методического обеспечения подготовки и выпуска метеорологических прогнозов (анализ продукции численного моделирования атмосферы, типы моделей, виды прогностических полей, оперативность поступления информации);
- с порядками, схемами, инструкциями по доведению экстренной информации об ОЯ;
- с технологическими возможностями Томского ЦГМС в получении разных видов метеорологической информации и обеспечении потребителей метеорологической продукцией;
- с использованием в оперативной работе расчетных методов метеорологических прогнозов, оценкой их качества;
- с организацией испытания новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических прогнозов, внедрения их в оперативную работу;
- с организацией агрометеорологического обеспечения и выпуском агрометеорологической продукции;
- с замечаниями и предложениями по качеству прогностической продукции, размещаемой на сайте СибНИГМИ;
- с новыми видами продукции, созданной в ФГБУ «СибНИГМИ».

Обеспечение потребителей метеорологической и агрометеорологической информацией и продукцией в Томском ЦГМС- филиале ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» возложено на отдел метеорологического обеспечения и наблюдений (ОМОиН).

Отдел метеорологического обеспечения и наблюдений возглавляется начальником. В составе ОМОиН входят четыре группы: группа метеорологических прогнозов, группа агрометеорологии, группа приемки и обработки информации, группа ионосферных и магнитных наблюдений. В группах метеорологических прогнозов, приема и обработки информации и ионосферных и магнитных наблюдений – работа круглосуточная. Штатная численность отдела – 18 специалистов: 5 синоптиков, 5 техников, 2 агрометеоролога, 5 специалистов геофизиков.

Составлены и утверждены должностные инструкции на всех специалистов отдела, в группе метеорологических прогнозов разработан и утвержден распорядок работы дежурного синоптика.

Основными задачами отдела являются:

- обеспечение органов власти, структур МЧС РФ и оборонных ведомств, предприятий, организаций и населения территории ответственности Томского ЦГМС штормовыми предупреждениями об опасных (ОЯ) и неблагоприятных (НЯ) явлениях, краткосрочными прогнозами погоды, агрометеорологической информацией;
- проведение ионосферных и магнитных наблюдений.
- осуществление содействия техническому обеспечению метеостанций Томской области.

Группа метеорологических прогнозов возглавляется ведущим синоптиком и обеспечивает:

- составление штормовых предупреждений об опасных явлениях (ОЯ), комплексах метеорологических явлений (КМЯ) и доведение их до потребителей в соответствии со «Схемой передачи штормовых предупреждений и штормовых оповещений об ОЯ, ЭВЗ и ЧС»;
- составление прогнозов погоды на сутки общего пользования и специализированных прогнозов и предупреждений о неблагоприятных метеорологических явлениях (НЯ) по территории Томской области и городу Томск, доведение их до потребителей в соответствии со Схемой метеорологического обеспечения хозяйственного комплекса Томской области г. Томск на 2018 год;
- составление прогнозов неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), способствующих загрязнению атмосферы в соответствии с Порядком взаимодействия с контролирующими органами г. Томска в период НМУ;
- оценку и анализ успешности прогнозов погоды, расчет экономического эффекта в отраслях экономики от использования метеорологической информации, испытание новых и усовершенствованных методов прогнозов; разборы неоправдавшихся прогнозов ОЯ.

Группа метеорологических прогнозов и группа приема и обработки информации технически оснащены: два рабочих места синоптика с установленным ПК «Океан» (во время инспекции в связи со сбоем на техническом сервере Центра ПК «Океан» не работал), ПК для ежедневной селекторной и видеосвязи с МЧС РФ по Томской области, ПК по приему штормовой информации с использованием кода WAREP и по каналам АСПД с метеостанций Томского ЦГМС, принтерами. Программный комплекс ГИС Метео (АРМ синоптика) установленный в Томском ЦГМС в рамках программы технического переоснащения оперативных подразделений Росгидромета (Росгидромет 1) во время

переезде в здание после капитальной реконструкции производственных помещений Центра не удалось восстановить.

При составлении прогнозов погоды общего пользования и специализированных по Томской области и городу Томск на первые сутки синоптик проводит подробный анализ фактического материала (преимущественно на бумажных носителях), с ftp - сервера Новосибирского вычислительного центра просматриваются прогнозы термобарических полей ЕЦСПП, распечатываются и анализируются результаты расчетов прогноза температуры воздуха, осадков, классов пожарной опасности, гроз по прогностическим моделям и технологиям (М.Я. Здерева, СибНИГМИ и П.П. Васильев, ГМЦ РФ), снимки ИСЗ с наложением карты нефанализа.

Систематически анализируется информация, размещаемая на сайте СибНИГМИ в разделе «Продукция» (прогнозы термобарических полей, метеограммы по моделям COSMO, ПЛ АВ, Complex), фактическая информация с метеостанций (температура воздуха, осадки, направление и скорость ветра, штормовая информация) в программе «Погода в реальном времени».

При составлении прогноза погоды уделяется большее внимание современным расчетным методам (РЭП, COSMO, Complex, ПЛ АВ. При подготовке аналитического материала: справок, статей, интервью используется доступная через WEB – сайт СибНИГМИ «Автоматизированная технология оценки экстремальных значений температуры воздуха (максимальной и минимальной) и количества осадков в суточном, декадном и месячном расширении».

Ежедневно подготавливаются метеорологические бюллетени с объемом информации в соответствии с заключенными соглашениями и договорами, которые доводятся потребителям по электронной почте. В бюллетень включаются прогнозы на последующие двое суток по Томской области и г. Томск, прогнозы на декаду и месяц по Томской области, полученные из Новосибирского Гидрометцентра.

При составлении прогнозов погоды общего назначения и их оценке соблюдается Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения (РД 52.27.724 - 2009). Оценка прогнозов общего пользования проводится ежедневно в журнале с ежедневной информацией о фактической погоде по станциям Томской области и прогнозом погоды. Фактическая информация поступает в таблицу в автоматизированном режиме после раскодировки телеграмм ВЦ ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», поступающих в коде КН 01 за сроки 00 и 12 ВСВ.

Для оценки прогнозов по технологии РЭП (П.П. Васильев, ГМЦ РФ) в Центре разработана автоматическая программа в EXCEL. В пожароопасный период в EXCEL

автоматически считаются накопленная температура и классы пожарной опасности по всем станциям (по Нестерову). Расчеты иногда не совпадают с расчетами внедренного метода прогнозов пожарной опасности (ПО) на трое суток (М.Я. Здерва, СибНИГМИ).

При неудовлетворительной оценке прогнозов метеоэлементов и ОЯ проводятся разборы неоправдавшихся прогнозов, но не всегда к тексту разбора приложены синоптические карты и снимки ИСЗ. Техническая учеба с изучением нормативных и руководящих документов Росгидромета, условий образования ОЯ и НЯ, анализов синоптических процессов, характерных для разных сезонов года проводится преимущественно в период с октября по май.

Консультации с прогнозами большей заблаговременности, подготовку справок, обзоров о прошедшей погоде (в соответствии с запросами), составляет начальник отдела, при его отсутствии ведущий синоптик.

Ежемесячно подводятся итоги успешности прогнозов, экономического эффекта от использовании гидрометеорологической информации отраслями экономики, информация передается в Гидрометцентр ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Расчет экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации производится по лесному хозяйству (в соответствии с методикой ГГО), по коммунальному хозяйству и энергетическому комплексу в соответствии с методиками (Мастерских).

Группа агрометеорологии возглавляется ведущим агрометеорологом, обеспечивает

- методическое руководство производством агрометеорологических наблюдений на территории ответственности Томского ЦГМС;

- составление агрометеорологических прогнозов;
- подготовка и выпуск агрометеорологических декадных бюллетеней;
- ежедекадных агрометеорологических обзоров, агрометеорологических ежегодников, обзоров за сельскохозяйственный год;
- подготовку справок, консультаций о сложивших агрометеорологических условиях, доведение их до АПК Томской области;
- испытание и внедрение новых методов агрометеорологических прогнозов.

Агрометеорологические телеграммы, поступающие в коде КН-21 расшифровываются вручную.

Группа приема и обработки информации обеспечивает получение и распечатку синоптического материала, карт: приземный анализ (2 срока), кольцевых (8 сроков), барической топографии, экстремальных, штормовой информации.

Группа ионосферных и магнитных наблюдений возглавляется инженером – геофизиком. Работа в группе круглосуточная, основные функции – проведение ионосферных и магнитных наблюдений. В методическом плане группа подчиняется

Западно-Сибирскому центру мониторинга геофизической обстановки ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Данные наблюдений ежедневно доводятся до Западно-Сибирского центра. Группа находится на ионосферной станции ТГУ в соответствии с заключенным Соглашением между ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» и Томским Государственным университетом.

Во время инспекции специалисты отдела были ознакомлены с новыми видами климатической информации доступными через WEB-сайт института

По результатам инспекции необходимо отметить:

- высокий уровень профессиональной подготовки специалистов отдела метеорологического обеспечения и наблюдения, стремление при составлении прогнозов проанализировать дополнительные виды информации (фактической и прогностической) с сайтов ГМЦ России, СибНИГМИ, Новосибирского филиала НИЦ «Планета»;
- хорошую технологическую организацию подготовки, выпуска и доведения фактической и прогностической метеорологической информации до потребителей;
- хорошее оснащение ПК и множительной техникой.

Отмеченные недостатки:

- отсутствует ГИС-метео, установленный по программе технического перевооружения «Росгидромет 1»;
- на период инспекции не работали АРМы синоптиков ГИС-системы «Океан»;
- отсутствует автоматизированная технология по расшифровке оперативной информации, поступающей в коде КН -21.

Рекомендации по результатам инспекции:

1. Томскому ЦГМС-филиалу ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»:

- Восстановить работу АРМ синоптика ГИС-системы «Океан», исключить в дальнейшем сбой в работе ГИС – системы;
- Рассмотреть вопрос о восстановлении программного комплекса ГИС – метео;
- Подготовить заявку ФГБУ «СибНИГМИ» в 2019 году для включения в план НИР на 2020-2023 гг. для создания Автоматизированной технологии по расшифровке оперативной агрометеорологической информации и возможностей ее визуализации;
- Учитывая большой объем работы в группе агрометеорологии, рассмотреть возможность восстановления должности техника – агрометеоролога.

2. ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»:

- Рассмотреть возможность восстановления ГИС-метео в Томском ЦГМС и при необходимости оказать помощь.

3. ФГБУ «СибНИГМИ»:

- Продолжить работу по наполнению сайта института новой прогностической продукцией и новыми автоматизированными технологиями по оценке климатической информацией,

- При формировании плана НИР на 2020-2023 гг. рассмотреть предложения ЦГМС по автоматизации расшифровки и обработки агрометеорологической информации.

I. В соответствии с Планом инспекций сетевых организаций Росгидромета в рамках научно-методической работы НИУ на 2018 год, в период 25-27 сентября 2018 г. проведена инспекция Иркутского ГМЦ –ФГБУ «Иркутское УГМС».

Целью инспекции являлось ознакомление:

- с организацией гидрометеорологического обеспечения потребителей, порядком выпуска режимной, справочной и прогностической информации в Иркутском Гидрометеорологическом центре (ГМЦ) ФГБУ «Иркутское УГМС»;

2- с порядками, схемами, инструкциями по доведению экстренной информации об ОЯ;

- с соблюдением нормативных документов Росгидромета по терминологии, оценке прогнозов и разбору (анализу) неоправдавшихся прогнозов;

- с уровнем информационного и методического обеспечения подготовки и выпуска метеорологических прогнозов (анализ продукции численного моделирования атмосферы, типы моделей, виды прогностических полей, оперативность поступления информации);

- с технологическими возможностями Иркутского ГМЦ в получении разных видов метеорологической информации и обеспечении потребителей производимой продукцией;

- с использованием в оперативной работе расчетных методов метеорологических прогнозов, оценкой их качества;

- с организацией агрометеорологического обеспечения и выпуском агрометеорологической продукции;

- с организацией обеспечения гидрологической продукции;

- с организацией испытания новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических прогнозов, внедрения их в оперативную работу;

- с замечаниями и предложениями по качеству прогностической продукции, размещаемой на сайте СибНИГМИ;

Дополнительной целью инспекции является также методическая консультация по новым видам продукции, созданной в ФГБУ «СибНИГМИ».

Иркутский ГМЦ выпускает как режимно-справочную, так и прогностическую продукцию для обеспечения потребителей метеорологической, агрометеорологической и гидрологической информацией. Иркутский ГМЦ включает 7 отделов: отдел климата, отдел метеорологических прогнозов, отдел гидрологических прогнозов, отдел агрометеорологических прогнозов и агрометеорологии, отдел метеорологии, отдел фонда данных. Обеспечением потребителей прогностической продукцией занимаются преимущественно три отдела: метеорологических, гидрологических и агрометеорологических прогнозов.

Отдел метеорологических прогнозов (ОМП) возглавляет начальник. В состав ОМП входят 3 ведущих синоптика, 11 синоптиков I и II категорий, 2 метеоролога и 6 техников-метеорологов I категории. Составлены и утверждены должностные инструкции на всех специалистов отдела, распорядок работы дежурных синоптиков. Штат укомплектован, имеется одна вакансия. Периодически проходят практику, стажировку и поступают на работу молодые специалисты, преимущественно выпускники Иркутского университета.

Основными задачами отдела являются:

- обеспечение органов власти, структур МЧС РФ и оборонных ведомств, предприятий, организаций и населения штормовыми предупреждениями об опасных (ОЯ) и неблагоприятных (НЯ) явлениях, специализированными и прогнозами погоды общего пользования разной заблаговременности. При этом прогнозы малой заблаговременности составляются по территории Иркутской области и городу Иркутск, долгосрочные прогнозы выпускаются дополнительно по территории ответственности Среднесибирского, Забайкальского, Якутского УГМС и Республики Монголия;

- представление Гидрометцентру России прогностической метеорологической информации для администрации Президента, правительства РФ и средств массовой информации в установленные сроки;

- представление прогностической метеорологической информации полномочному представителю Президента РФ с СФО.

Отдел метеорологических прогнозов обеспечивает:

- составление штормовых предупреждений об опасных явлениях (ОЯ), комплексах метеорологических явлений (КМЯ) и доведение их до потребителей в соответствии со «Схемой передачи штормовых предупреждений и штормовых оповещений об ОЯ, ЭВЗ и ЧС» (всего 37 муниципальным образованиям на данный момент);

- составление прогнозов погоды общего пользования и специализированных прогнозов на 1-3 сутки, на 5-7 сутки и на месяц, выпуск предупреждений о

неблагоприятных метеорологических явления (НЯ) по территории Иркутской области и городу Иркутск, доведение их до потребителей в соответствии со Схемой метеорологического обеспечения хозяйственного комплекса Иркутской области г. Иркутск на 2018 год;

- составление прогнозов неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), способствующих загрязнению атмосферы по 10 городам Иркутской области, в соответствии с Порядком взаимодействия с контролирующими органами г. Иркутска в период НМУ;

- оценку и анализ успешности прогнозов погоды, расчет экономического эффекта в отраслях экономики от использования метеорологической информации, испытание новых и усовершенствованных методов прогнозов; разбор неоправдавшихся прогнозов ОЯ.

Для приема и обработки базовой информации отделы оснащены персональными компьютерами (ПК) с выходом в интернет, 3 ПК для АРМ-синоптика с приложением «ГИС МЕТЕО», ПК для ежедневной селекторной и видеосвязи с МЧС РФ по Иркутской области, ПК по приему штормовой информации с использованием кода WAREP и по каналам АСПД с метеостанций Иркутского УГМС, принтерами. Программный комплекс ГИС Метео (АРМ синоптика) установленный в Иркутском ГМЦ в рамках программы технического переоснащения оперативных подразделений Росгидромета (Росгидромет 1) не обновлялся с 2010 года, в связи с чем синоптические подразделения потеряли визуализацию важной для составления прогнозов прогностической модельной продукции ЕЦСПП из-за перевода выходных данных в другой формат (GRIB2).

При составлении прогнозов погоды общего пользования и специализированных по Иркутской области и городу Иркутск на 1-3 суток синоптики проводят подробный анализ фактического материала (преимущественно на бумажных носителях), включая снимки ИСЗ. Для просмотра базовой прогностической продукции активно используются возможности интернета. Для анализа ожидаемой синоптической ситуации используются прогнозы термобарических полей по основным гидродинамическим моделям атмосферы (ЕЦСПП, Экзетер, Токио, Москва (ПЛАВ), консорциума COSMO).

В оперативной работе грамотно применяется анализ современной расчетной продукции прогностических центров: прогнозы приземной температуры воздуха по Экзетер, COSMO, по комплексации Гидрометцентра России, по комплексации СибНИГМИ; осадков, в том числе сильных, по моделям COSMO, Экзетер, по схеме Гидрометцентра; максимальных порывов ветра по модели COSMO; гроз по технологии СибНИГМИ. Для прогноза гроз и града дополнительно используются расчетные методы, заложенные в ГИС МЕТЕО. Наиболее оперативная и удобная для использования

визуализация модельной продукции представлена на сайтах ЕЦСПП, Гидрометцентра России, СибНИГМИ (ecmfw.com, meteoinfo.ru, sibnigmi.ru).

Прогноз таких явлений, как град, туманы, пыльная буря, изморозь и др. основывается преимущественно на анализе ожидаемых условий по синоптической ситуации.

Для прогнозов погоды на месяц подбирается год-аналог и согласовывается с Гидрометцентром РФ.

Ежедневно подготавливаются метеорологические бюллетени с объемом информации в соответствии с заключенными соглашениями и договорами (всего 40 потребителям на 2018 год), которые доводятся потребителям преимущественно по электронной почте. В бюллетень включаются прогнозы на последующие двое суток по Иркутской области и г. Иркутск. Ежемесячно выпускается бюллетень прогноза погоды на месяц по Иркутской области и по территории ответственности Среднесибирского, Забайкальского, Якутского УГМС и Республики Монголия.

Группа НМУ, состоящая из двух сотрудников, ежедневно по рабочим дням выпускает специализированный бюллетень, предназначенный в основном для химических, нефтеперерабатывающих и природоохранных предприятий, с прогнозом метеорологических условий для загрязнения атмосферного воздуха. Прогноз строится на анализе ожидаемой синоптической ситуации и расчете показателей загрязнения. В случаях прогнозов превышений ПДК по отдельным примесям, выпускаются штормовые предупреждения по степени опасности.

В пожароопасный период дополнительно рассчитывается прогноз показателя пожароопасности в лесах по метеорологическим условиям (по Нестерову). Работа усложнена различными границами перевода показателя в классы пожароопасности по разным пунктам области. Разработанный в приложении EXCEL алгоритм позволяет автоматически считать фактически накопленную температуру и классы пожарной опасности по всем станциям. Дальнейший прогноз класса пожароопасности строится исходя из ожидаемой синоптической ситуации. Сотрудниками отдела отмечено, что с переходом в мае 2015 года на региональную шкалу классов пожароопасности, в отдельных районах Иркутской области в разы увеличилась повторяемость опасных 4-го и 5-ого классов, что не соответствует реальной обстановке в лесах. С этой проблемой в июле 2015 года было выслано обращение в УНСГ Росгидромета, ответа не последовало.

При составлении прогнозов погоды общего назначения и их оценке соблюдается Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения (РД 52.27.724 - 2009). Оценка прогнозов общего пользования проводится ежедневно в журнале с ежедневной информацией о фактической погоде по станциям Иркутской области и

прогнозом погоды. Фактическая информация за каждый срок наблюдения первоначально контролируется техниками-метеорологами. Средние за 2017 год оценки оправдываемости прогнозов по Иркутской области составили 98.7, 97.8 и 97.3% на первые, вторые и третьи сутки соответственно. Прогнозы по пункту Иркутск за тот же период оправдались в среднем на 93.2 91.6 и 88.9% на 1-3 сутки.

При неудовлетворительной оценке прогнозов метеоэлементов и ОЯ проводится анализ неоправдавшихся прогнозов, и обсуждение подобных ситуаций на учебных. Техническая учеба с изучением нормативных и руководящих документов Росгидромета, условий образования ОЯ и НЯ, анализов синоптических процессов, характерных для разных сезонов года проводится преимущественно в период с октября по май.

Ежемесячно подводятся итоги успешности прогнозов, экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации отраслями экономики, информация передается в Гидрометцентр России. Расчет экономического эффекта производится по лесному хозяйству (в соответствии с методикой ГГО), по коммунальному хозяйству и энергетическому комплексу в соответствии с методиками (Мастерских).

В 2014 г. отделе проводились испытания усовершенствованного метода расчета прогнозов полезного притока в оз.Байкал на третий квартал (автор Н.Н.Завалишин, СибНИГМИ). Метод не показал преимущества по качеству прогнозов относительно оперативных по методу аналогов. В 2019 году планируется продолжение испытаний по технологии «Кассандра –Сибирь» (СибНИГМИ).

Сотрудники отдела регулярно выступают в средствах массовой информации о текущей и ожидаемой погоды, комментируют редкие и опасные метеорологические явления.

Отдел агрометеорологических прогнозов и агрометеорологии (ОАМП)

возглавляется начальником и обеспечивает :

- составление агрометеорологических прогнозов;
- подготовку и выпуск агрометеорологических декадных и месячных бюллетеней;
- еженедельных агрометеорологических обзоров, агрометеорологических ежегодников, обзоров по сезонам и за сельскохозяйственный год;
- подготовку справок, консультаций о сложивших агрометеорологических условиях, доведение их до Министерства сельского хозяйства Иркутской области;
- методическое руководство производством агрометеорологических наблюдений на территории ответственности Иркутского УГМС (27 станций и 6 постов);

В отделе включает 2 ведущих специалиста и 7 агрометеорологов I и II категории.

Основные виды продукции ОАМП:

- прогноз запасов влаги в почве к началу сева;
- прогноз урожайности и валовых сборов яровой пшеницы, ячменя, овса и всех зерновых в июне с уточнением в июле;
- прогноз сроков созревания этих культур, а яровой пшеницы- по площадям и по районам области;
- прогноз урожайности и валовых сборов картофеля по сельскохозяйственным предприятиям и всем категориям хозяйств;
- прогноз урожайности сена (многолетних и однолетних трав и кормовых угодий).

В оперативной работе используются методики, разработанные Л.А.Разумовой (1962), во ВНИИСХМ (авторы В.М.Лебедева, Т.И.,Русакова), сотрудниками ОАМП (Т.Д.Соболева, Г.П.Карпиза). Отмечена проблема прогноза урожайности картофеля по территории Иркутской области. Метод, разработанный в СибНИГМИ (автор Т.В.Старостина) показывал хорошую оправдываемость, но сейчас им невозможно воспользоваться, поскольку он был разработан для старой операционной системы, несогласованной с современными. Кроме того, за последний период сменились технологии выращивания культур и данные по урожайности обновились. В связи с этим необходимо усовершенствовать этот метод.

Помимо производственной оперативной работы в отделе проводились исследования по агроклиматологии, в том числе работа по изучению влияния климатических изменений на сельское хозяйство Приангарья.

Начальник отдела активно пропагандирует вопросы агрометеорологии и результаты деятельности в СМИ.

В отделе агрометеорологических прогнозов отмечена острая необходимость современных персональных компьютеров.

Отдел гидрологических прогнозов (ОГП). Основные задачи отдела включают своевременное и качественное обеспечение органов власти, отраслей экономики, населения информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии водных объектов на территории Иркутской области, составление гидрологических прогнозов по бассейнам рек Ангара и Лена и озера Байкал, составление и доведение до потребителей штормовых предупреждений об опасных и неблагоприятных природных явлениях на водных объектах Иркутской области.

Отдел возглавляется начальником и включает 2 ведущих гидролога, 3 гидролога I категории и гидролога, имеются должностные инструкции.

ОГП обеспечивает прогнозами общего назначения по 12 Соглашениям на 2018 год и специализированной информацией по 19 Договорам. Основные потребители прогнозов: СГО и ЧС, представитель Президента по СФО, администрация Иркутской области, предприятия энергетической отрасли, бассейновое Управление, Пароходство, службы железнодорожного и автомобильного транспорта и др.

В случаях ожидания неблагоприятных и опасных явлений передаются штормовые предупреждения. Схема оповещения разбита по бассейнам рек. Производится оценка штормовых предупреждений. В случае неоправдавшихся прогнозов и предупреждений проводится подробный анализ ситуаций с обучением персонала (техническая учеба).

Основные виды продукции общего назначения и уровень их оправдываемости в 2017 году:

- ежемесячные прогнозы полезного притока воды в озеро Байкал (100%) и бокового притока в Братское водохранилище (83.3%);
- прогноз сроков вскрытия и очищения ото льда Братского и Мамаканского водохранилищ (100%);
- прогноз сроков вскрытия реки Лены и её притоков (87.3%), левобережных притоков реки Ангара, Нижняя Тунгуска и Иркутского водохранилища (78.6%);
- прогнозы максимальных уровней весеннего половодья на 11 реках области по 17 пунктам (2017-41%б 2018 -85%);
- прогноз сроков льдообразования на реках Лена (100%) и Ангара и их притоках (81%);
- прогноз сроков ледостава на озере Байкал (60%) и Братском водохранилище (100%);
- прогноз минимальных месячных и декадных уровней воды на реке Лена (100%).

В работе используются старые прогностические методики, показывающие удовлетворительное качество. Методы основаны преимущественно на уравнениях регрессии. По мере накопления новых фактических данных, решения пересчитываются сотрудниками отдела, то есть адаптируются к современным изменениям связей с признаками. Отмеченный недостаток: решения получаются в графическом виде, поэтому для восстановления требуется ручной ввод исходных данных предикторов. Подобные задачи несложно автоматизировать.

В отделе проводились испытания новых методов: в 2008-09гг. метод прогноза притока воды в озеро Байкал (СибНИГМИ, Завалишин); в 2014-17гг. – метод прогноза максимальных уровней в реках Лена и Бирюса (автор Бураков). Данные методы

используются как вспомогательные, поскольку не добавляют качества в составляемые прогнозы.

Помимо данных, поступаемых с сети наблюдений, часть выполняемых в ОГП работ требует дополнительных измерений, которые производят сотрудники отдела.

В ОГП начат и продолжается процесс автоматизации отдельных этапов работ, разрабатывается ГИС-АРМ гидролога. В частности данные наблюдений поступают на стол гидролога в электронном виде (а не в телеграммах, как было раньше), что существенно ускоряет их контроль и использование в работе. Работу по автоматизации необходимо продолжить.

Помимо производственной деятельности сотрудники отдела участвуют в конференциях, выступают с анализом и прогнозом в СМИ.

Основная проблема, отмеченная сотрудниками отдела в ходе инспекции: сложность весеннего половодья на реке Лена, отсутствие надежных методик по его прогнозу.

В ходе инспекции проведена методическая консультация по новой продукции СибНИГМИ, отображаемой на сайте sibnigmi.ru.

Основные результаты инспекции в Иркутском Гидрометеорологическом Центре – ФГБУ «Иркутский УГМС» позволяют отметить:

- высокий профессиональный уровень специалистов всех прогностических отделов (метеорологического, гидрологического, агрометеорологического), поддерживаемый проведением анализов, обзоров, обсуждений нестандартных и неоправдавшихся ситуаций, обучением молодого персонала;

- эффективное использование при составлении метеорологических прогнозов визуализированной продукции на интернет-сайтах основных центров погоды, основанной на современных гидродинамических и статистических подходах (ЕЦСПП, ГМЦ России, СибНИГМИ, НИЦ «Планета»);

- своевременный выпуск и доведение до потребителей фактической и прогностической информации во всех прогностических отделах ГМЦ;

- соблюдение нормативов, принятых в Гидрометслужбе России и согласованных с требованиями ВМО, при составлении и оценке штормовых предупреждений и прогнозов всех уровней заблаговременности;

- активную пропаганду результатов деятельности в СМИ;

Отмеченные проблемы и недостатки:

- потеря прогностических термобарических полей ЕЦСПП после смены формата выходной продукции; необходимо обновление программного комплекса ГИС-МЕТЕО;
- не во всех отделах ГМЦ достаточное оснащение персональными компьютерами, в частности критическое положение с компьютерами в отделе агрометеорологических прогнозов;
- в отдельных видах работ сохранился большой объем ручного труда, необходимо привлечение программистов для автоматизации;
- невозможность использования метода прогноза урожайности картофеля в ОАМП в связи с устаревшими базовыми данными по урожайности и в связи со старой технологией, неработающей в современных операционных системах ПК.

Рекомендации по результатам инспекции:

2. ФГБУ «Иркутский УГМС»:

- рассмотреть вопрос и добиться обновления программного комплекса ГИС – МЕТЕО;
- обеспечить отдел агрометеорологических прогнозов персональными компьютерами;
- содействовать привлечению и дополнительной поддержке специалистов по программированию.

3. Иркутскому ГМЦ ФГБУ «Иркутский УГМС»:

- подготовить заявку ФГБУ «СибНИГМИ» на включение в план НИР разработку или усовершенствование метода прогноза урожайности картофеля для Иркутской области;
- рассмотреть возможные этапы автоматизации при обработке всех видов информации, подготовить технические задания для программистов;
- в отделе метеорологических прогнозов проанализировать оценки автоматизированных прогноз гроз (метод СибНИГМИ) по станциям Иркутской области.

3. ФГБУ «СибНИГМИ»:

- при формировании плана НИР на последующие годы рассмотреть заявку отдела агрометеорологических прогнозов ГМЦ по усовершенствованию метода прогноза урожайности картофеля для Иркутской области;
- исправить замечания в таблицах выдачи прогнозов температуры по методу комплексации (добавить даты, изменить даты в шапке таблиц);
- добавить таблицы с прогнозами гроз и их оценками на сайт СибНИГМИ

По результатам инспекции был составлен Акт, который был направлен в УНСГ Росгидромета.

II. МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО.

В рамках методического руководства прогностическими подразделениями УГМС (ЦГМС) Урало-Сибирского региона:

- подготовлена Программа испытания автоматизированной технологии выдачи ранжированных рядов экстремально теплых (холодных) и сухих (влажных) лет по 75 метеостанциям ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в декадном и месячном разрешении;

- оказывалась помощь при подготовке отчета по результатам испытания автоматизированной технологии выдачи ранжированных рядов экстремально теплых (холодных) и сухих (влажных) лет в декадном и месячном разрешении;

- ежемесячно производится расчет оправдываемости прогнозов COSMO, UKMO, COMPLEX и ПЛ АВ по всем территориям и пунктам Урало-Сибирского региона, размещается на сайте СибНИГМИ на странице «Метод. кабинет» в разделе «Оценки»;

- по данным Гидрометцентра России, ежемесячно проводится анализ сравнительной оценки оправдываемости прогнозов КП 68 (УГМС) и РЭП (ГМЦ РФ) по территориальным центрам Урало-Сибирского региона, результаты оценок выкладываются на станицу сайта СибНИГМИ «Метод.кабинет»;

- подготовлены и отправлены в УГМС Урало-Сибирского региона Информационные письма с анализом сравнительной оценка оправдываемости прогнозов КП 68 и РЭП за пять лет - 2012-2016 гг. (по данным Гидрометцентра России) с табличным и графическим материалом по территориальным центрам УГМС Урало-Сибирского региона;

- подготовлены Методические указания по использованию в оперативной работе подразделений ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» автоматизированной технологии выборки и выдачи ранжированных рядов экстремальных лет метеоэлементов в декадном и месячном разрешении, поступающих в коде КН -19 Декада и КЛИМАТ.

III. РАБОТА МЕТОДИЧЕСКОГО КАБИНЕТА ФГБУ «СибНИГМИ»

В помощь синоптикам территориальных Гидрометцентров Урало-Сибирского региона ежемесячно производится расчет оправдываемости прогнозов COSMO, UKMO, COMPLEX и ПЛАВ по всем территориям и пунктам Урало-Сибирского региона. Результаты успешности прогнозов выкладываются в разделе «ОЦЕНКИ».

По данным Гидрометцентра России, которые публикуются на сайте Методического кабинета ГМЦ РФ <http://method.meteorf.ru>, проводится анализ сравнительной оценки оправдываемости прогнозов КП 68 (УГМС) и РЭП (ГМЦ РФ) по территориальным центрам Урало-Сибирского региона, результаты оценок выкладываются на станицу сайта СибНИГМИ «Метод.кабинет» (<http://sibnigmi.ru/>), в разделе «ОПРАВДЫВАЕМОСТЬ ПРОГНОЗОВ».

Периодически на странице «Метод.кабинет» сайта СибНИГМИ размещаются материалы ВМО, выпуски русскоязычной версии бюллетеней ВМО, инструкции, методические, информационные письма, методические указания с рекомендациями по использованию внедренных методов и технологий прогностической продукции СибНИГМИ.

РАБОТА УЧЕНОГО СОВЕТА ФГБУ «СИБНИГМИ»

В течение 2018 г. было проведено шесть заседаний Ученого совета ФГБУ «СибНИГМИ». Ряд дискуссионных научных проблем, требующих детального обсуждения, рассматривался на научных семинарах (пять семинаров). В частности, это касалось тем 1.1.1.1, 1.1.9.1, п. 2.

На заседаниях Ученого совета были заслушаны, обсуждены и приняты решения по следующим вопросам повестки дня:

- О проблемных вопросах выполнения темы 1.4.1.4 ((Разработка технологии оценки результатов моделирования и сравнительная оценка результатов прогнозирования по моделям COSMO ART и WRF-CHEM в условиях физико-географической неоднородности территории Урало-Сибирского региона).
- О ходе выполнения НИР по теме 1.1.7.1, п.1. «Разработка и усовершенствование методов прогнозов и технологий агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства».
- О проблемных вопросах выполнения темы 1.1.1.1 Результаты численных экспериментов по тестированию прототипа суперкомпьютерной оперативной технологии численного прогноза погоды сверхвысокого разрешения на базе модели ICON-COSMO (шаг 6.6.км.) по территории Сибири на основе системы ICON-LAM с возможностью телескопизации.
- О ходе выполнения НИР по теме 1.3.1.3 Специализированные базы климатических данных для исследования климата и его изменений, для обслуживания групп пользователей (для юго-востока Западной Сибири).

- О ходе выполнения НИР по теме 1.3.4.3: «Технологии создания и представления специализированной климатической информации для адресного обслуживания пользователей».
- О методической работе СибНИГМИ.
- О вкладе И.В. Колотовкина в развитие деятельности вычислительного центра Западно-Сибирской гидрометслужбы (в связи с уходом на заслуженный отдых).
- О ходе выполнения НИР по теме 1.1.9.1, п. 2 2 «Развить технологию долгосрочного прогнозирования на базе физико-статистического метода сезонного прогноза приземной температуры, осадков и расходов воды рек по Западной и Восточной Сибири».
- О ходе выполнения НИР по теме 1.6.1.1 «результаты расчёта термодинамических параметров нейтральных и заряженных частиц (состав, температура, циркуляция) на высотах 80-600 км с помощью глобальной атмосферно-ионосферной модели»
- О предложениях ФГБУ «ЗСУГМС» в План НИОКР на 2019 год
- Отчеты о реализации мероприятий ЦНТП в 2017-2018 гг. (по состоянию на 01.10.2018 г.).
- Предложения к Плану НИОКР на 2019 год по форме ежегодного Плана НИОКР.
- О ходе выполнения НИР в 2018 г. за счет внебюджетных источников финансирования.
- Результаты НИР за 2018 год о разработке технологии прогноза характеристик стока весеннего половодья сибирских рек (1.1.5.6).
- Результаты НИР за 2018 год об оценке пространственно-временной изменчивости основных характеристик стока рек на территории НСО (1.1.8.6).
- Результаты НИР за 2018 год о разработке метода прогноза переходов температуры через ноль и связанных с ними заморозков и гололедных явлений (1.1.9.1, п. 1)
- Результаты НИР за 2018 год по оценке изменений потоков CO₂ на основе моделирования (1.3.3.2).
- Результаты НИР за 2018 год о схемах усвоения влагосодержания многослойной почвы в модели ПЛАВ с реализованной возможностью включения в анализ спутниковых данных (1.2.1.1)

- Результаты НИР за 2018 год об оценке современных гидрологических параметров, характеристик водного и водохозяйственного баланса Новосибирского водохранилища, и пр. (1.4.3.10)

- Разное. В пункте «разное» ученый совет заслушивал и обсуждал информацию о награждениях и поощрениях сотрудников, вручения Свидетельств о регистрации программ для ЭВМ в государственном Реестре программ для ЭВМ, о командировках, инспекциях, об итогах совещаний и коллегий Росгидромета, о решениях научно-технического совета Росгидромета, решениях ЦМКП Росгидромета, решениях технических советов УГМС, о результатах испытаний новых методов и технологий и другую информацию.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Сотрудник ФГБУ «СибНИГМИ» Гочаков А.В. принял участие в Ежегодном семинаре экспертов Гидрометцентра России и DWD по вопросам обмена опытом краткосрочного прогнозирования погоды в Offenbach, Germany, 22 февраля – 01 марта 2018 г.

В соответствии с техническим заданием на командирование Гочаков А.В. принял участие в работе секций семинара пользователей продукции COSMO/CLM/ICON/ART. С участниками семинара были обсуждены недостатки и способы улучшения региональной версии модели COSMO-Sib, установленной на вычислительном кластере Новосибирского РСМЦ. По результатам семинара получено более детальное представление о возможных решениях по адаптации городской параметризации COSMO (TERRA-URBAN) для мегаполисов сибирского региона, в частности влияющей на результаты моделирования при симуляции острова тепла, в том числе для задач моделирования распространения и трансформации вредных примесей. Получено представление о современном состоянии развития и валидации модели ICON, в том числе ICON-LAM, об ансамблевых методах прогноза и усвоения данных наблюдений.

На семинаре от СибНИГМИ был представлен доклад (постер) «Web-Gis based mapping assistance tool for aviation forecasts» с результатами работ, выполненными в СибНИГМИ, которые были обсуждены с участниками семинара. В докладе освещен ряд аспектов визуализации модельных расчетов с применением веб-гис технологий, рассмотрен пример постобработки модельных данных для прогнозирования явления турбулентности в ясном небе.

С участниками семинара были обсуждены возможности и перспективные направления совместных исследований. В ближайшее время запланирован переход расчетного домена COSMO-Sib с 13-километрового на 6-километровое разрешение

модельной ячейки. Был обсужден расчет вложенных модельных доменов более высокого разрешения, учитывающих особенности внешних для модели данных, а также исследование ICON-LAM.

Уточнена и конкретизирована тематика участия ФГБУ «СибНИГМИ» как регионального центра ВМО в исследованиях Консорциума. Основным направлениям в исследованиях должно быть исследование моделирования опасных явлений и загрязнения с учетом региональных особенностей моделируемой территории.

Колкер А. Б., директор ФГБУ «СибНИГМИ» принял участие в работе совещания на совместном совещании участников РГ-4 МСГ СНГ и РТ/EAST/ METG EANPG ICAO («), с 4 по 8 июня 2018 года Республика Казахстан, г. Астана). Колкер А.Б. сделал доклад на тему «Веб-гис технологии для метеобеспечения авиации: новая продукция и сервисы», обсудил ряд вопросов с целью обмена опытом по научным методикам и разработке специального программного обеспечения для специализированного метрологического обеспечения авиации, соответствующего положениям Глобального аэронавигационного плана (ГАНП) ИКАО и его методологией Блочной модернизации авиационной системы (БМАС). Участвовал в обсуждении и подготовке проекта решения совещания.

Колкер А.Б. принял участие в инициативном проекте Стартовое совещание участников проекта ERA-NET RUS Plus (Международный конкурс в области науки и технологий) (IWU Fraunhofer, Germany, Chemnitz. 26– 30 июня 2018 г.). В соответствии с первоначальным планом, на российскую сторону возлагается часть работы, соответствующая технологиям искусственного интеллекта в части глубокого обучения и системам обработки информации при помощи сверхточных нейронных сетей.

Эффект для ФГБУ «СибНИГМИ»: развитие данных технологий также будет полезно при обработке больших массивом метеорологической информации в целях выявления скрытых закономерностей. Данные технологии помогут создавать новые методы прогноза, основанные на технологиях глубокого обучения. Тема вычислений на графических процессорах неоднократно упоминается на различных уровнях в Росгидромете, ФГБУ «СИБНИГМИ» планирует провести параллельные поисковые исследования для принятия решения о наиболее перспективных направлениях развития.

Колкер А.Б. принял участие в Рабочий семинар InProTUC 2018 9Германия, Университет г. Хемниц, земля Саксония, 13– 22 октября 2018 г.). Статус мероприятия: вне международных обязательств Росгидромета, инициативный проект.

ознакомительный визит по приглашению дружественных организаций в целях интенсификации сотрудничества и международного взаимодействия.

В процессе командирования Колкер А.Б. принял участие в работе секций InProTUC Meetings (Семинары программы развития международного научно-технического сотрудничества под эгидой правительства земли Саксония и Технического Университета г. Хемниц) и в мероприятиях в рамках International Workshop on Learner-Centered Learning - LCL. Российским специалистом был сделан доклад о деятельности Росгидромета в области мониторинга, прогнозирования и охраны окружающей среды и планах России по взаимодействию с Федеративной республикой Германией в рамках консорциума COSMO.

Со стороны Федеративной республики Германии работу возглавляла профессор Ulrike Thomas. Ключевые участники: prof. Wolfram Hardt. Antje Pfeifer (Daad).

Выглядит особенно перспективным перенять опыт использования технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, в частности технологий глубокого обучения нейронных сетей для создания технологий детектирования и прогнозирования явлений в окружающей среде. Так сверточные нейронные сети позволяют выявлять закономерности больших массивов данных (BIG DATA), обладают хорошей эффективностью и могут быть адаптированы и к задачам метеорологии. В процессе работы ознакомился с программным обеспечением и библиотеками, а также результатами их функционирования. Необходимо отметить, что многие библиотеки и решения распространяются с открытым исходным кодом и могут быть свободно использованы в технологических цепочках Росгидромета без покупки дорогостоящих лицензий.

В рамках задач по поиску потенциальных партнеров и совместных проектов были проведены семинары с ENAS Fraunhofer Chemnitz (Фраунгоферовский Институт микросистемной техники и электроники, г.Хемниц), ознакомился с передовыми технологиями в измерительной автономной микроэлектронике.

СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТИИ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ, СИМПОЗИУМАХ,
СЕМИНАРАХ И ВЫСТАВКАХ

Сведения об участии в научных конференциях, симпозиумах, семинарах и выставках в 2018 году

ФГБУ «СибНИГМИ»

POLAR-2018, Davos, Switzerland, 19-23 June 2018.

Kharyutkina E.V., Loginov S.V., Martynova Yu.V. Variability in eddy energy components of atmospheric circulation in high latitudes of Siberia // Abstract SCAR/IASC Open Science Conference (POLAR-2018), Davos, Switzerland, 19-23 June 2018.

Международная конференция «X Всесибирский конгресс женщин-математиков, посвященный памяти Ковалевской С. В.», 2-5 октября 2018г. Красноярск.

Klevtsova Yu. Yu. On the rate of convergence as $t \rightarrow +\infty$ of the distributions of solutions to the stationary measure for the stochastic system of the quasi-solenoidal Lorenz model for a baroclinic atmosphere// Доклад на конференции: Международная конференция «X Всесибирский конгресс женщин-математиков, посвященный памяти Ковалевской С. В.», 2-5 октября 2018г. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»; ФАГУ ВПО «Сибирский федеральный университет»; Институт вычислительного моделирования СО РАН; University of Leicester, Красноярск.

Международная конференция. International Conference on Partial Differential Equations and Applications in Memory of Professor B. Yu. Sternin. Moscow, Russia, November 6-9, 2018.

Klevtsova Yu. Yu. . On the rate of convergence as $t \rightarrow +\infty$ of the distributions of solutions to the stationary measure for the stochastic system of the Lorenz model for a baroclinic atmosphere// Доклад на конференции// Международная конференция. International Conference on Partial Differential Equations and Applications in Memory of Professor B. Yu. Sternin. Moscow, Russia, November 6-9, 2018.

EGU General Assembly 2018.

Penenko Alexey, Alexander Gochakov , Pavel Antokhin and Alexey Kolker Urban air quality evaluation scenario with the use of inverse modeling and air quality monitoring data

//Материалы конференции: Geophysical Research Abstracts. Vol. 20, EGU2018-11954, 2018
/EGU General Assembly 2018.

Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS–2018 г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г.

Антохин П.Н., Гочаков А.В., Колкер А.Б., Пененко А.В. Моделирование распространения примесей в городских условиях с учетом априорной и восстановленной информации // Материалы конференции: Труды международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS–2018, с. 291-294

Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Девятова Е.В., Мартынова Ю.В. Формирование осадков в бассейне реки Селенги в периоды блокирования над Европой и Дальним Востоком в июле // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 335-339.

Мартынова Ю.В., Крупчатников В.Н. Вариация растительного покрова Сибири в XXI веке по данным модели JSBACH // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 70-73.

Мартынова Ю.В., Харюткина Е.В. Влияния изменчивости осеннего снежного покрова на атмосферные условия последующей зимой в Сибири // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 29-34.

Мартынова Ю.В., Крупчатников В.Н. Вариация растительного покрова Сибири в XXI веке по данным модели JSBACH //Конференция ENVIROMIS-2018. Секция 1. Мониторинг климатических изменений в Северной Евразии "" Новосибирск (устный доклад)

Харюткина Е.В., Мартынова Ю.В., Логинов С.В. Атмосферные осадки и их аномалии в Западной Сибири на фоне глобальных климатических изменений // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 38-41.

Худякова Т.А., Мартынова Ю.В. Нестационарность связи между вариацией площади осеннего снежного покрова в Сибири и Арктическим колебанием последующей зимой // Международная конференция по измерениям, моделированию

и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 63-67.

XI Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные вопросы архитектуры и строительства», г. Новосибирск 3-5 апреля 2018 года

Гочаков А.В., Колкер А.Б. Моделирование распространения примесей в городских условиях на примере SO₂ с учетом априорной информации//Доклад на XI Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства», Новосибирск 2018

Международная конференция, посвященной столетию со дня рождения академика Александра Михайловича Обухова г. Москва, 16-18 мая 2018 г.

Крупчатников В.Н., Платов Г.А., Мартынова Ю.В., Якшина Д.Ф.,Боровко И.В., Зарипов Р.Б., Голубева Е.Н. Исследование взаимодействия динамики атмосферы Арктического региона и средних широт в условиях изменении климата // Тез. Международной конференции, посвященной столетию со дня рождения академика Александра Михайловича Обухова "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 16-18 мая 2018 г., С.81

Немировская Л.Г.. «Создание специализированных массивов климатических данных определённых по разным критериям для юго-востока Западной Сибири». В кн. «Турбулентность, динамика атмосферы и климата». Международная конференция, посвящённая 100-летию со дня рождения академика А.М.Обухова (сборник тезисов). 16-18. мая 2018 г. с.85-86.

**Международная конференция «Интерэкспо ГеоСибирь 2018»
23-27 апреля 2018 г. Новосибирск.**

Немировская Л.Г.. «Создание специализированных баз климатических данных». – Доклад на международной Конференции «Интерэкспо ГеоСибирь 2018» на объединённой секции «Исследования, мониторинг и прогноз состояния природной среды» и «Лесное хозяйство, лесоустройство...». 24 апреля 2018 г.

Кононенко С.М., Старостина Т.В. Спутниковые данные в прогнозе урожайности пшеницы для административных районов Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2018. XIV Международный научный конгресс, 23-27 апреля 2018 г., Новосибирск: Международная научная конференция «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология».

XXV Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», 27 - 30 ноября 2018 г. г. Томск

Пененко А.В., Гочаков А.В., Антохин П.Н. Численное исследование вариационных алгоритмов обратного моделирования переноса и трансформации примесей в атмосфере новосибирской городской агломерации // Аэрозоли Сибири: тезисы доклада XXV Рабочей группы, г. Томск, ИОА СО РАН 2018. – Томск

МАРЧУКОВСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ – 2018

Международная конференция "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвященная 90-летию со дня рождения академика А. С. Алексева. 8-10 октября 2018 г., г. Новосибирск

Платов Г. А., Голубева Е. Н., Крупчатников В. Н., Малахова В. В. Исследование тенденций климата Арктики в условиях глобального потепления //МАРЧУКОВСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ – 2018. Международная конференция "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвященная 90-летию со дня рождения академика А. С. Алексева. ПЛЕНАРНАЯ СЕССИЯ

Пьянова Э. А., Гочаков А. В. Численный эксперимент по моделированию распространения пассивных примесей от точечных источников в условиях летней атмосферы Байкальского региона // МАРЧУКОВСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ – 2018. Международная конференция "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвященной 90-летию со дня рождения академика А. С. Алексева/ Новосибирск. 8-10.10.2018

V Международная научная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Красноярск: СФУ. 2018

Ромасько В. Ю., Гордеев И. Н., Бураков Д. А. Оценка снеготолщин по данным прибора AMSR-2 //Материалы V Международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Красноярск: СФУ. 2018. с.396-400.

XXIV International Symposium "Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics"

July 2-5, 2018, Tomsk

Ryanova Elza A., Vladimir V. Penenko, Aleksander V. Gochakov, Larisa M. Faleychik, "Simulation of smoke tracers transport in the Baikal region", Proc. SPIE 10833, 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 108338L (13 December 2018); doi: 10.1117/12.2504607; <https://doi.org/10.1117/12.2504607>

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Перечень публикаций в реферируемых научных изданиях (расшифровка показателя из строки 505 раздела 5)

ФГБУ «СибНИГМИ» за 2018 год

Перечень публикаций в реферируемых научных изданиях (расшифровка показателя из строки 505 раздела 5) ФГБУ «СибНИГМИ» за 2018 год

Web of Science

1. Antokhin, P. N.; **Gochakov, A. V.**; **Kolker, A. B.**; A. V. Penenko Comparison of WRF-CHEM Chemical Transport Model Calculations with Aircraft Measurements in Norilsk // ATMOSPHERIC AND OCEANIC OPTICS Том: 31 Выпуск: 4 Стр.: 372-380 Опубликовано: JUL 2018
2. Antokhina, O. Yu.; Antokhin, P. N.; Devyatova, E. V.; **Yu. V. Martynova** Atmospheric Blockings in Western Siberia. Part 2. Long-term Variations in Blocking Frequency and Their Relation with Climatic Variability over Asia // RUSSIAN METEOROLOGY AND HYDROLOGY Том: 43 Выпуск: 3 Стр.: 143-151 Опубликовано: MAR 2018
3. Antokhina, Olga Yu.; Antokhin, Pavel N.; Devyatova, Elena V.; **Yuliya V. Martynova** 2004-2016 Wintertime Atmospheric Blocking Events over Western Siberia and Their Effect on Surface Temperature Anomalies // ATMOSPHERE Том: 9 Выпуск: 2 Номер статьи: 72 Опубликовано: FEB 2018
4. **Krupchatnikov V. N.**, G. A. Platov, E. N. Golubeva, A. A. Fomenko, **Yu. Yu. Klevtsova**, and V. N. Lykosov Some Results of Studies in the Area of Numerical Weather Prediction and Climate Theory in Siberia // RUSSIAN METEOROLOGY AND HYDROLOGY Vol. 43 No. 11 2018 p. 713-721.
5. Рванова Elza A., Vladimir V. Penenko, **Aleksander V. Gochakov**, Larisa M. Faleychik, "Simulation of smoke tracers transport in the Baikal region"// Proc. SPIE 10833, 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 108338L (13 December 2018); doi: 10.1117/12.2504607; <https://doi.org/10.1117/12.2504607>
6. Penenko A. V, Mukatova Zh. S. Penenko V. V., **Gochakov A. V.**, Antokhin P. N. Numerical Investigation of the Direct Variational Algorithm of Data Assimilation in the Urban Scenario // ATMOSPHERIC AND OCEANIC OPTICS 2018 Том: 31 Выпуск: 6 Стр.: 678-684

Публикации в реферируемых научных изданиях (Scopus, в базе РИНЦ журналах перечня ВАК)

1. **Klevtsova Yu. Yu.** On the rate of convergence as $t \rightarrow +\infty$ of the distributions of solutions to the stationary measure for the stochastic system of the quasi-solenoidal Lorenz model for a baroclinic atmosphere// Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 5, с. 7-8.
2. **Gochakov A. V.**, A. V. Penenko, P. N. Antokhin and **A. B. Kolker** Air pollution modelling in urban environment based on a priori and reconstructed data // International Conference and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modeling and Information Systems: ENVIROMIS-2018 5–11 July 2018, Tomsk, Russian Federation // **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 211(2018), [012050]. doi:10.1088/1755-1315/211/1/012050

3. Антохин П.Н., **Гочаков А.В.**, Колкер А.Б., Пененко А.В. Сравнение результатов расчетов химико-транспортной модели WRF-Chem с данными самолетных измерений в г. Норильск. // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31. № 04. С. 282–287.
4. Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Девятова Е.В., **Мартынова Ю.В.**, Мордвинов В.И. Основные режимы выпадения осадков на юге Восточной Сибири и в Монголии в июле // Оптика атмосферы и океана. 2018. Том 31. № 6. С. 443-450. DOI: 10.15372/AOO20180604
5. **Здерева М.Я.**, Токарев В.М. Хлучина Н.А. Воробьева Л.П., Бабошина Н.А. Оперативная технология прогноза гроз в Сибири и результаты её испытаний //Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, №2(368) М.-2018.С. 27-43.
6. **Колкер А. Б.**, **А. В. Гочаков**, **Л. А. Воронина**, Е. А. Брусенко Создание электронных климатических справочников с использованием информационных технологий // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2018. Выпуск 181. С 18-30.
7. **Мартынова Ю.В.**, Харюткина Е.В., **Крупчатников В.Н.**, Антохина О.Ю. Связь вариации площади осеннего снежного покрова с температурным и циркуляционным режимами последующей зимы в Западной Сибири // Фундаментальная и прикладная климатология. 2018. Том 1. С. 71-83. DOI: 10.21513/2410-8758-2018-1-71-83 (РИНЦ, ВАК)
8. Пененко А.В., Мукатова Ж.С., Пененко В.В., **Гочаков А.В.**, Антохин П.Н. Численное исследование прямого вариационного алгоритма усвоения данных в городских условиях. // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31. № 06. С. 456–462.

Публикации в трудах, материалах конференций

1. Penenko Alexey, **Alexander Gochakov** , Pavel Antokhin and **Alexey Kolker** Urban air quality evaluation scenario with the use of inverse modeling and air quality monitoring data //Материалы конференции: Geophysical Research Abstracts. Vol. 20, EGU2018-11954, 2018 /EGU General Assembly 2018.
2. Антохин П.Н., **Гочаков А.В.**, Колкер А.Б., Пененко А.В. Моделирование распространения примесей в городских условиях с учетом априорной и восстановленной информации // Материалы конференции: Труды международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS–2018, с. 291-294
3. Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Девятова Е.В., **Мартынова Ю.В.** Формирование осадков в бассейне реки Селенги в периоды блокирования над Европой и Дальним Востоком в июле // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 335-339.
4. **Крупчатников В.Н.**, Платов Г.А., **Мартынова Ю.В.**, Якшина Д.Ф., **Боровко И.В.**, Зарипов Р.Б., Голубева Е.Н. Исследование взаимодействия динамики атмосферы Арктического региона и средних широт в условиях изменении климата // Тез. Международной конференции, посвященной столетию со дня рождения академика Александра Михайловича Обухова "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 16-18 мая 2018 г., С.81
5. **Мартынова Ю.В.**, **Крупчатников В.Н.** Вариация растительного покрова Сибири в XXI веке по данным модели JSBACH // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 70-73.
6. **Мартынова Ю.В.**, Харюткина Е.В. Влияния изменчивости осеннего снежного покрова на атмосферные условия последующей зимой в Сибири // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 29-34.
7. **Немировская Л.Г.** «Создание специализированных массивов климатических данных определённых по разным критериям для юго-востока Западной Сибири». // В кн.

«Турбулентность, динамика атмосферы и климата». Международная конференция, посвящённая 100-летию со дня рождения академика А.М.Обухова (сборник тезисов). 16-18. мая 2018 г. с.85-86.

8. **Ромасько В. Ю., Гордеев И. Н., Бураков Д. А.** Оценка снеготпасов по данным прибора AMSR-2 //Материалы V Международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Красноярск: СФУ. 2018. с.396-400.

9. **Мартынова Ю.В.,** Логинов С.В. Атмосферные осадки и их аномалии в Западной Сибири на фоне глобальных климатических изменений // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 38-41.

10. Худякова Т.А., **Мартынова Ю.В.** Нестационарность связи между вариацией площади осеннего снежного покрова в Сибири и Арктическим колебанием последующей зимой // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2018», г. Томск, Россия, 05 – 11 июля, 2018 г., Р. 63-67.

11. **Кононенко С.М., Старостина Т.В.** Спутниковые данные в прогнозе урожайности пшеницы для административных районов Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2018. XIV Междунар. науч. конгр., 23-27 апреля 2018 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов в 2 т. Т.1. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018.- С. 94-101.

Сдано в печать:

1. **Krupchatnikov V., D.F. Yakshina, G. Platov, Yu. Martynova, I. Borovko** On the interaction of atmospheric dynamics Arctic and mid-latitudes under climate change (2018 in press) (WoS)

2. **Zavalishin N.N.** The model of dependence of the temperature of the surface layer of atmosphere from the Earth's albedo and thermal inertia of the hydrosphere" // Journal of Atmospheric Science Research

3. **Martynova Yu.** Relationship between Siberian autumn snow cover and winter Arctic Oscillation: features of its time manifestation // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (2018) in print (WoS)

4. **Martynova Yu.V., Krupchatnikov V.N.** Siberian vegetation cover response to projected future climate change // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (2018) in print (WoS)

5. **Kharyutkina E.V., Martynova Yu.V., Loginov S.V.** Atmospheric precipitation and its anomalies in Western Siberia against the background of global climate change from reanalysis and numerical modeling data // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (2018) in print (WoS)

6. **Antokhina O. Yu., Antokhin P.N., Devyatova E.V., Mordvinov V.I., Martynova Yu.V.** Precipitation in the Selenga River basin during atmospheric blocking over Europe and the Russian Far East in July // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (2018) in print (WoS)