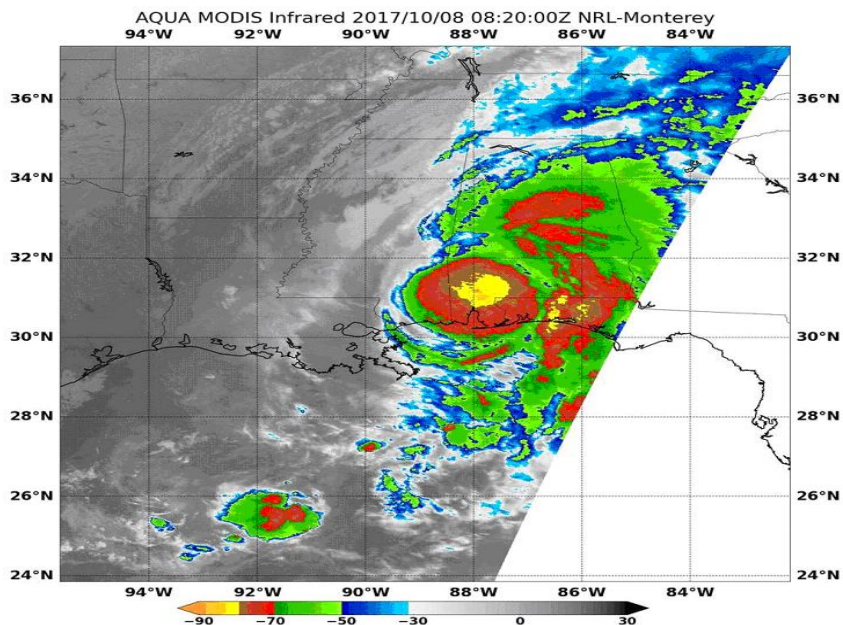


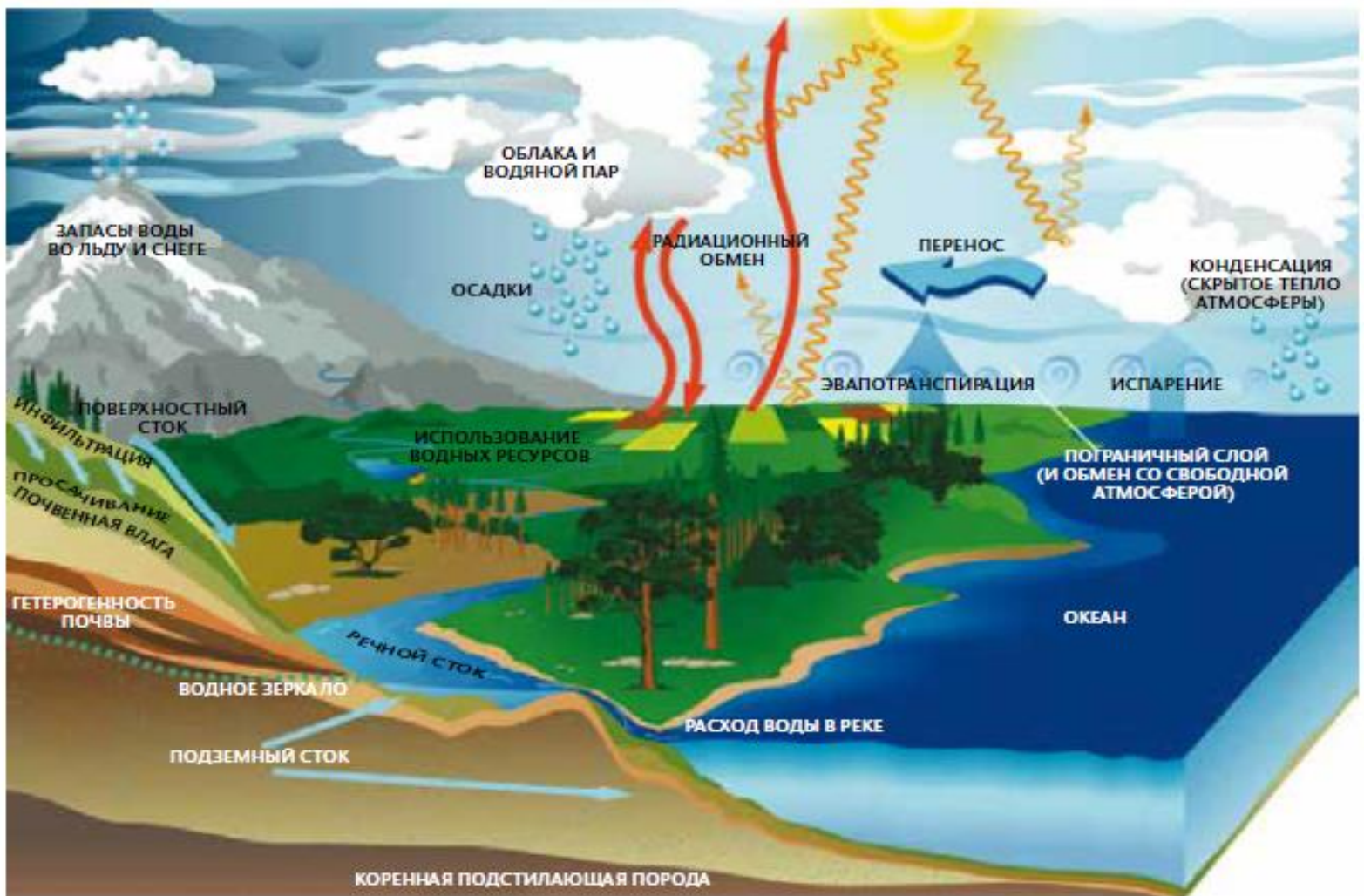


ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КЛИМАТ



*Дорожко Наталья Васильевна
(natashka_d10.05@mail.ru)*

*Национальный научно-исследовательский центр
мониторинга озоносферы БГУ.
г. Минск, Республика Беларусь*



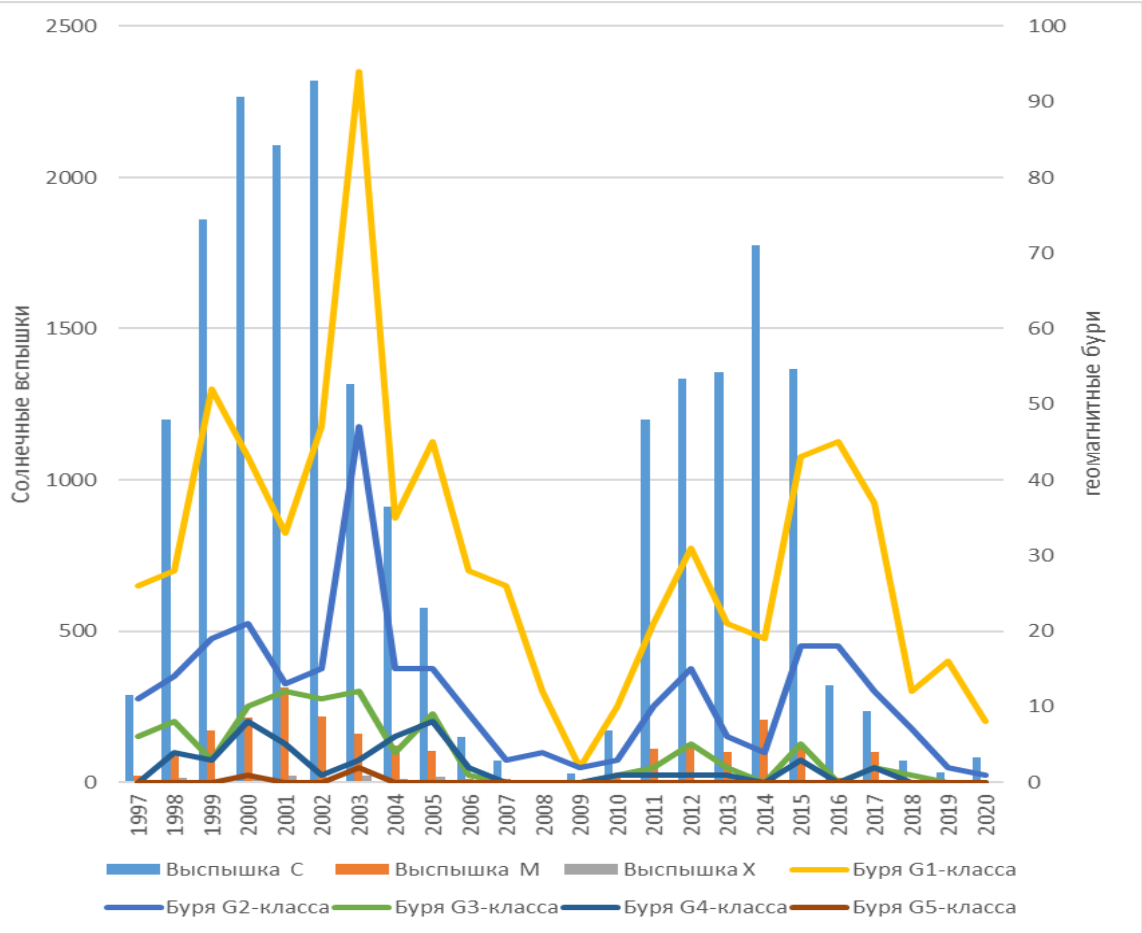
Общая схема климатической системы Земли

Явления и процессы в атмосфере протекают в основном за счет солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли и развиваются в тесном взаимодействии с природной средой. Состояние атмосферы над конкретной территорией и в определенное время определяется различными гелиогеофизическими факторами, которые в комплексе определяют погоду изучаемой территории. Процессы солнечной активности тесно связаны с процессами, происходящими на Земле, включая изменение метеорологических показателей, и влияют на формирование климата. Климатическая система представляет собой сложную интерактивную систему, включающую атмосферу, поверхность суши, снежный покров и льды, океаны и другие водные объекты, а также организмы. В конечном итоге она характеризуется множеством параметров, значения которых в фиксированный момент времени определяют ее состояние.

Данные, используемые в исследовании, охватывают временной интервал более 30 лет. Выбор этого временного интервала обусловлен наибольшей репрезентативностью данных. За основные гелиофизические факторы приняты количество солнечных пятен (число Вольфа), поток радиоизлучения Солнца с длиной волны 10.7 см (2800 МГц), поток электронов и протонов, а также вспышки на солнце С, М, Х классов. За дополнительные факторы приняты геомагнитные бури G1, G2, G3, G4, G5 классов, а также индексы общей циркуляции атмосферы, как глобального климатического параметра и изменение температур воздуха и количества осадков, как региональных климатических параметров. Выбор этих параметров, а также пространственных и временных масштабов их численного моделирования обусловлен спецификой их применения для анализа изменений климата. Выбранные параметры используются для исследования вклада естественных компонентов в колебания климата.

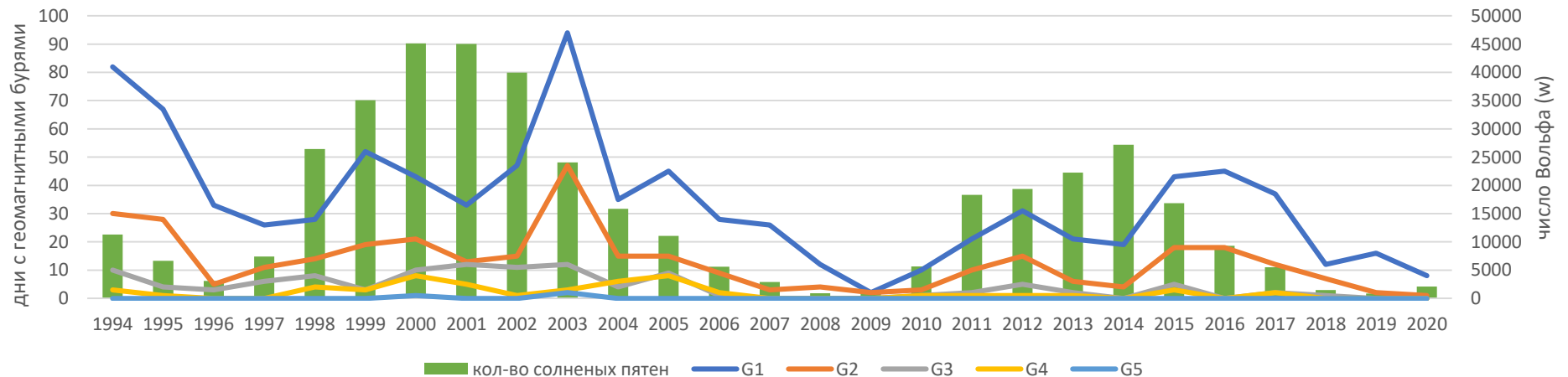


- Солнечная активность обусловлена солнечным магнитным полем. К основным формам солнечной активности относятся солнечные вспышки, корональные выбросы массы, солнечный ветер, поток радиоизлучения, число Вольфа.
- Вспышки – это также места, где ускоряются частицы (электроны, протоны и более тяжелые частицы).
- Поток радиоизлучения Солнца с длиной волны 10.7 см (2800 МГц) измеряется в солнечных единицах потока. Данный индекс характеризует изменения температуры и плотности на всём видимом диске Солнца. Его изменения хорошо коррелируют с изменениями чисел Вольфа, суммарной площади пятен и являются удобной ежедневной характеристикой солнечной активности.

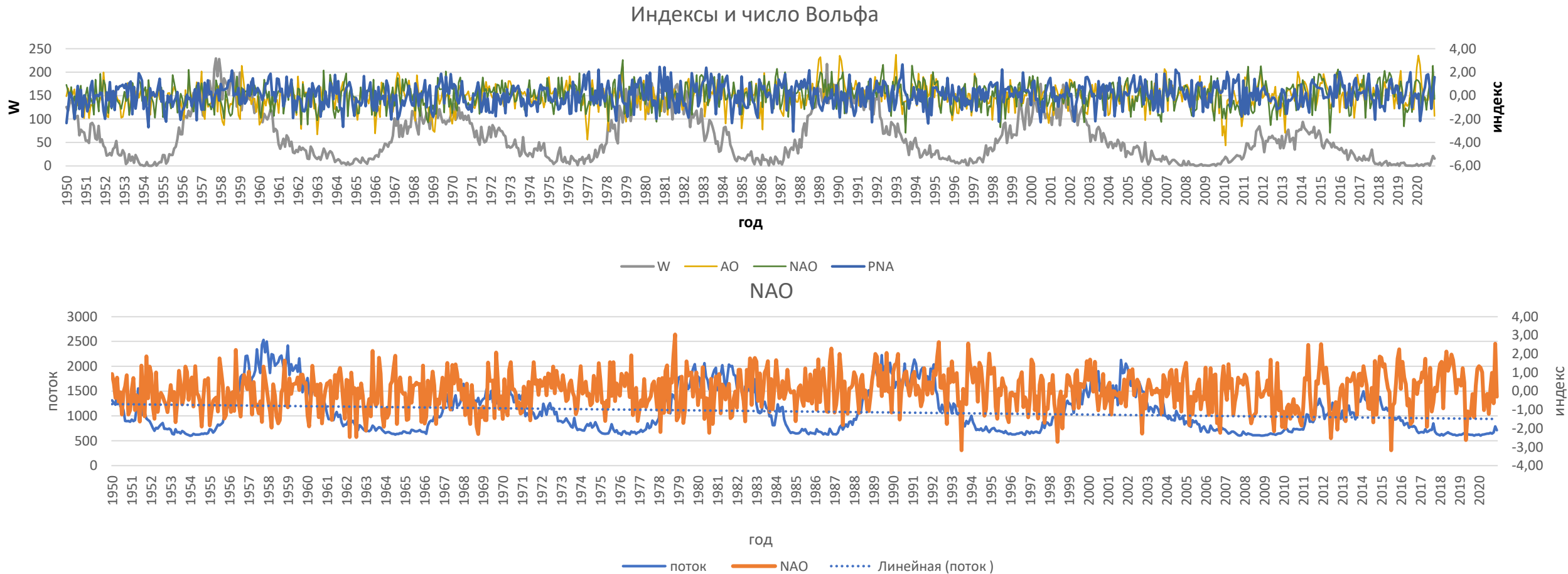


Наблюдения показали, что рост вспышечной активности в группах пятен тесно связан с появлением новых всплывающих магнитных потоков, следовательно важным компонентом будет является геомагнитная буря.

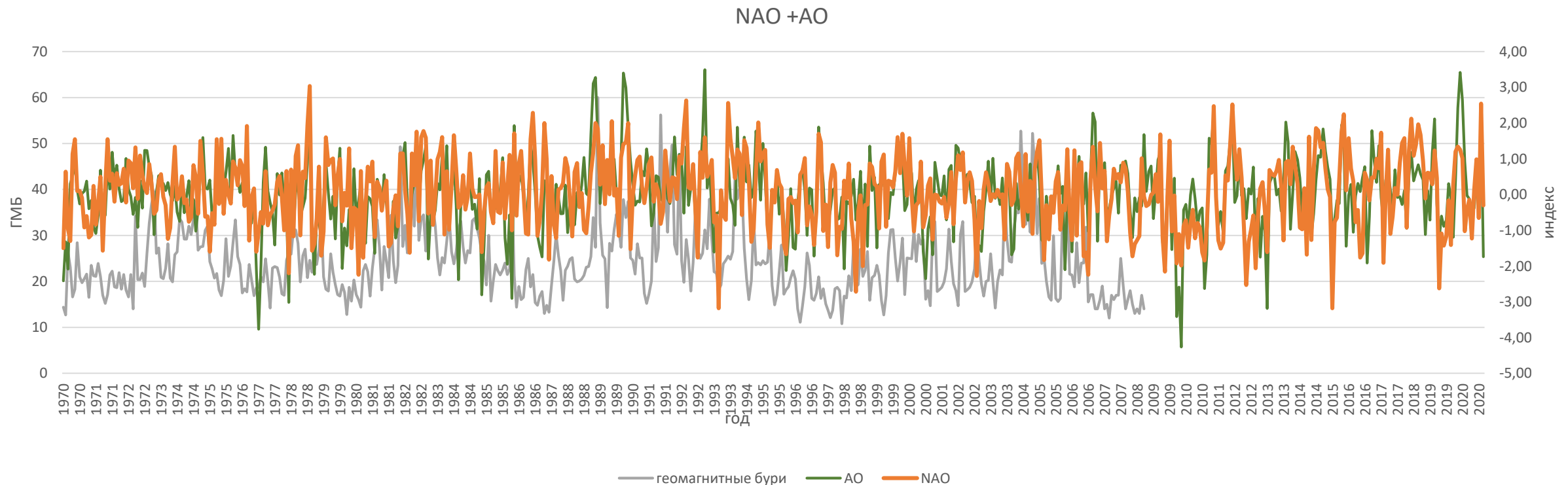
Следует отметить, что наблюдается связь между геомагнитной бурей и солнечными вспышками, при этом связь ярче прослеживается между разными классами. Такое же прослеживается и с количеством дней с геомагнитными бурями.



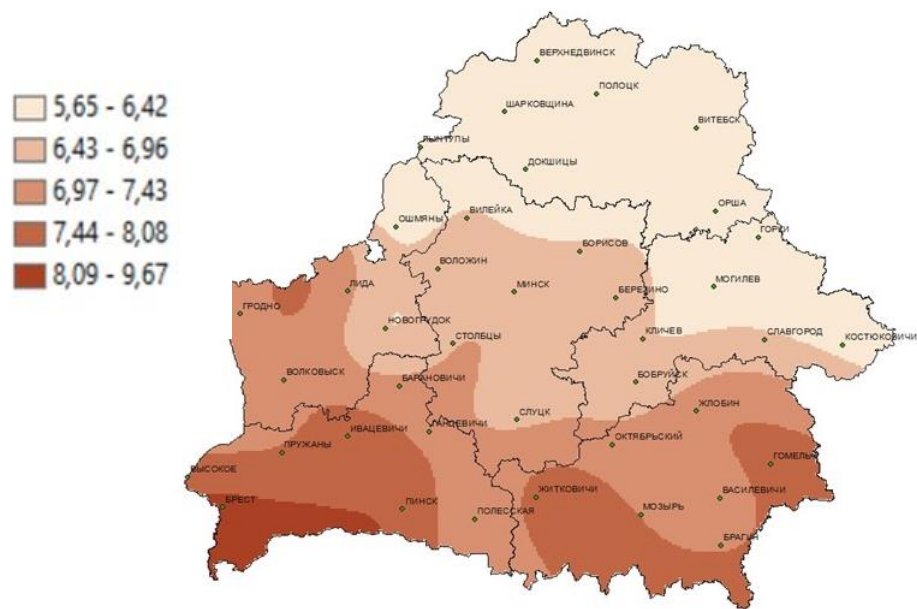
- Исходя из статистической и численной обработки данных наблюдается определенная связь между факторами солнечной активности и индексами глобальной циркуляции. За период 1950-2020 гг. наблюдается следующая картина: выражено некое смещение потока радиационного излучения относительно индексов общей циркуляции, также как и солнечных вспышек. Однако, если сместить показатели солнечной активности на 2-3 года методом наложенных эпох, то наблюдается уже определенная связь в глобальном масштабе (при росте факторов солнечной активности наблюдается рост индексов глобальной циркуляции и т.д.). Это обуславливает влияние факторов солнечной активности на глобальный климат. В некоторых районах с увеличением количества пятен на Солнце становится теплее, а в некоторых холоднее. В одной и той же местности солнечная активность в разные годы может оказывать на климат разное влияние. Это подтверждается и численным моделированием.



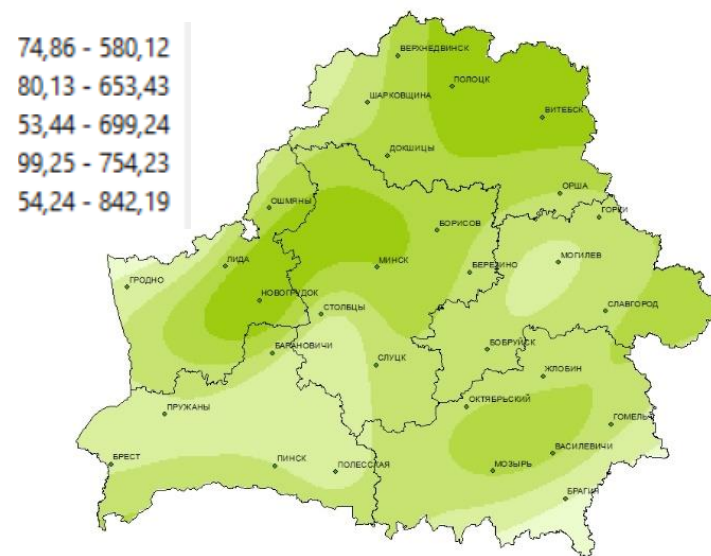
- Также связь наблюдается между интенсивностью геомагнитных бурь и индексами общей циркуляции как глобального климатического фактора. При росте интенсивности геомагнитных бурь наблюдается рост значений индексов ОЦА в северном полушарии. Наиболее ярко он связь выражена если сместить показатель интенсивности геомагнитных бурь на два-три года в перед методом наложенных эпох.



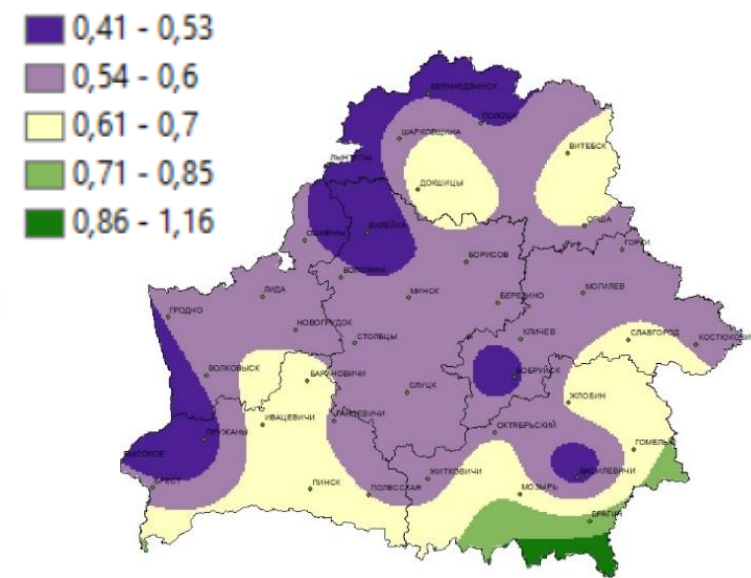
Наиболее важным вопросом является оценка климата на региональном уровне. В решение этой проблемы свой вклад могут внести исследования связи в цепи: солнечная активность – климатообразующий фактор (температура воздуха и осадки как важнейшие). На крайнем юго-западе, станция Брест, норма в пределах 8,09 - 9,67 °С, а на севере и северо-востоке – от 5,65 до 6,42 °С. Распределение линейного коэффициента тренда температуры воздуха за период 1977-2019гг для территории РБ имеет положительную тенденцию. Как показало исследование корреляция температуры воздуха и индексов АО (арктическое колебание) для территории РБ в январе за период 1950-2019гг. - в пределах 0,5, для NAO (северо-атлантическое колебание) - в пределах 0,5, лишь на юго-востоке страны – 0,4. За период 1977-2019гг для температурной нормы характерно уменьшение значений с юго-запада на северо-восток.



Среднее многолетнее значение приземной температуры воздуха за период 1977-2019гг, °С



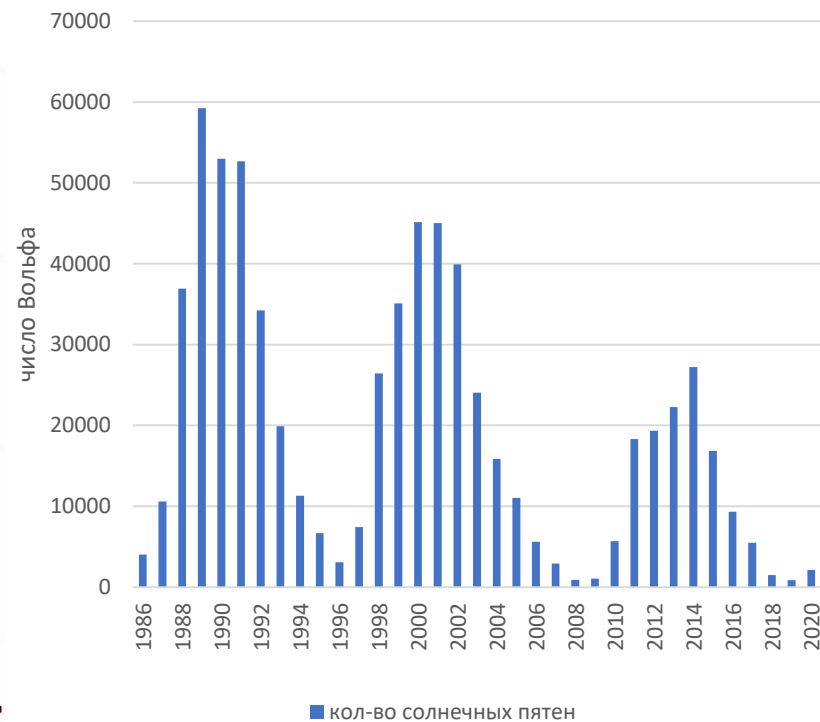
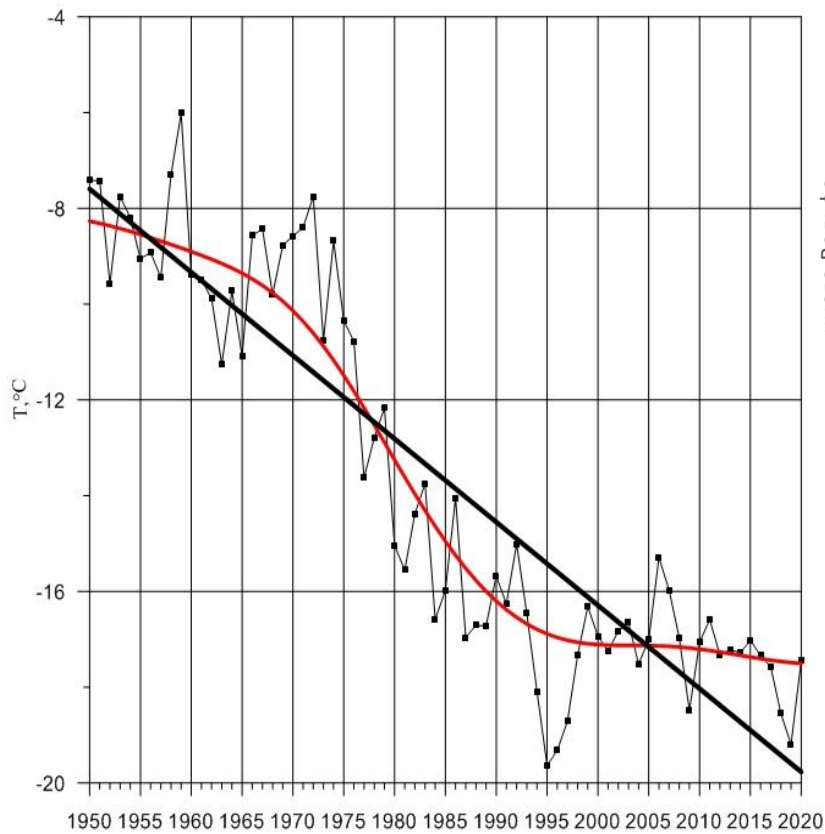
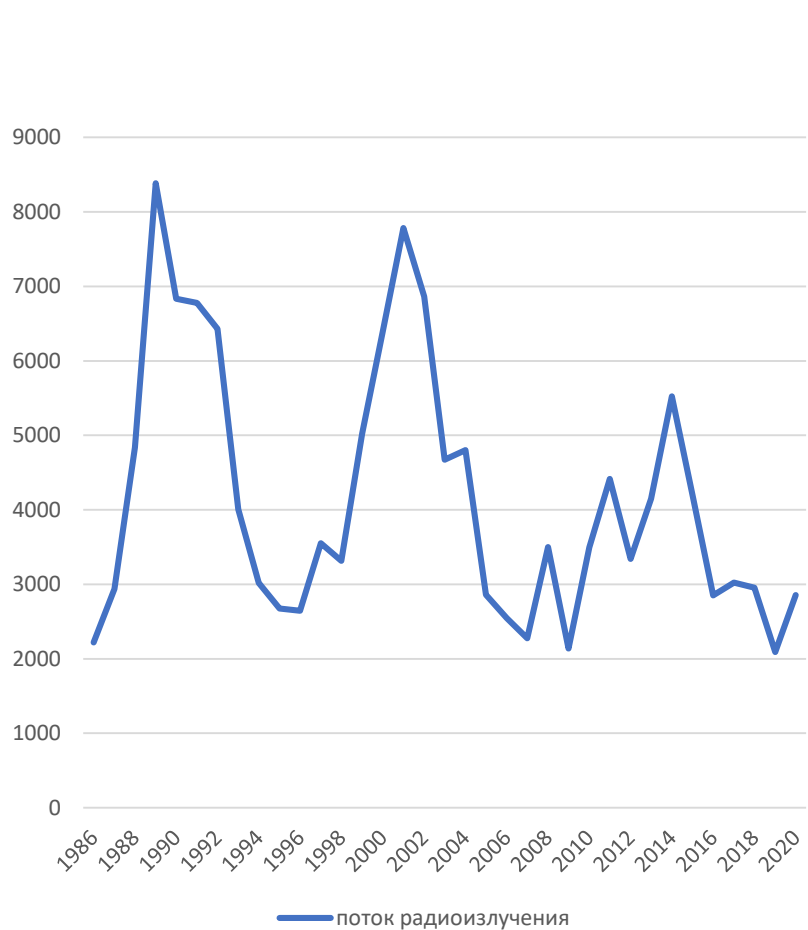
Среднее многолетнее значение суммарного количества атмосферных осадков за период 1977-2019гг, мм.



Коэффициент линейного тренда приземной температуры воздуха за период 1977-2019гг, °С / 10 лет

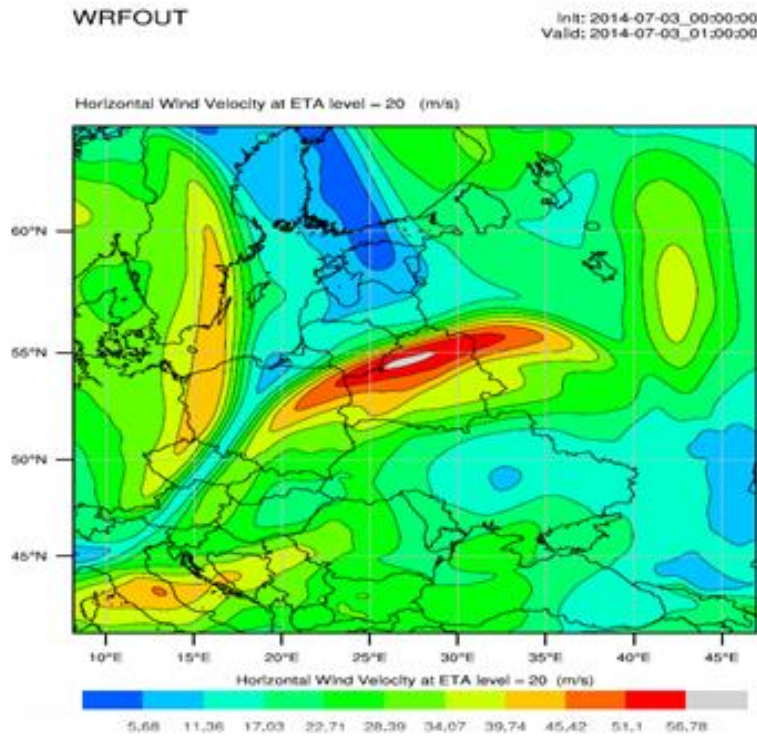
По данным реанализа ERA5 за период 1950 -2020 гг. отмечаются колебательные движения среднегодовой температуры воздуха осредненной для территории Беларуси и Европейской части России.

При наложении на вышеприведенные данные потока радиоизлучения прослеживается определенная связь: чем выше поток радиоизлучения, тем выше температура воздуха соответственно. Однако, с показателем солнечной активности картина противоположная.

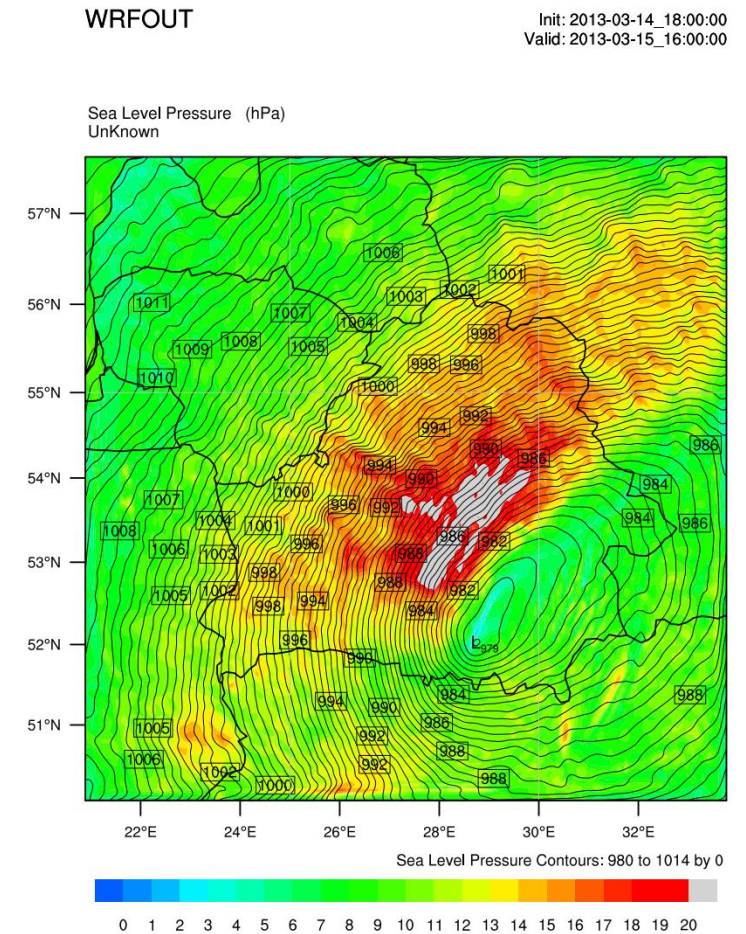


Важным является анализ струйного течения (как неблагоприятного явления) и связей его с параметрами солнечной активности. Анализ струйного течения для территории Беларуси проводился методом численного моделирования. Максимальное проявление струйного течения приходилось на восток и северо-восток Беларуси с увеличением скорости к центру. При этом изменения носили территориальный характер. Важным моментом при расчете струйного течения являлось определение скорости ветра и определение его признаков. Струйному течению в области изгиба высоты поверхностей равного давления характерен ламинарный воздушный поток.

Следует отметить, что при приходе на территорию Беларусь опасных метеорологических явлений (ураган 2005, 2013 гг и т.д.) наблюдается снижение числа Вольфа и потока радиоизлучения Солнца.

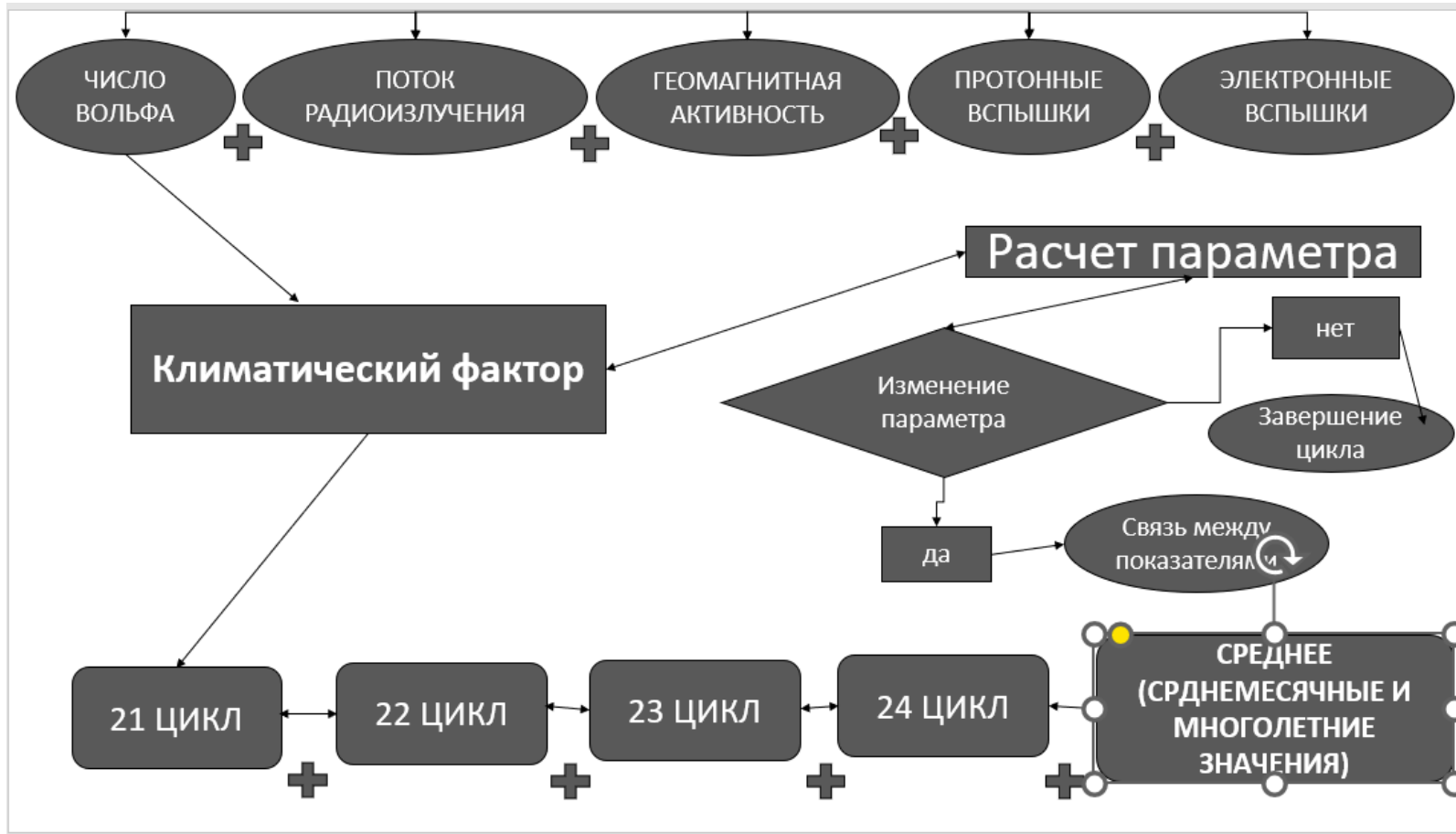


Расчет струйного течения на территории Беларуси 3 июля 2014 года



Расчет приземного атмосферного давления (гПа) и скорости ветра (м/с) урагана «Хавьер».

- Для проведения оценки степени воздействия гелиогеофизических факторов на климат была построена схема, отражающая параметры и их изменение при взаимодействии. Климатический фактор принят за основной параметр схемы. На основной параметр будут влиять внешние компоненты. За внешние компоненты взяли число Вольфа, поток радиоизлучения, геомагнитную активность, протонные и электронные вспышки. Как показали исследования приведенные внешние компоненты имеют связи между собой, при этом отсутствие одного или нескольких внешних компонентов в схеме не повлияет на расчет основного параметра. Расчет основного параметра зависит от изменения компонента. Изменение компонента проверяется методами статистической обработки. Если не наблюдается изменение параметра, то цикл расчета завершается, а значит связи не установлено. При обратном значении устанавливается связь между параметрами. Важно отметить, что все изменения происходят во времени. В таком случае, необходимо было выделить временны интервалы: 21, 22, 23 и 24 циклы солнечной активности, а также месячные и годовые значения.



Для использования климатических моделей в численном моделировании атмосферных процессов необходимо:

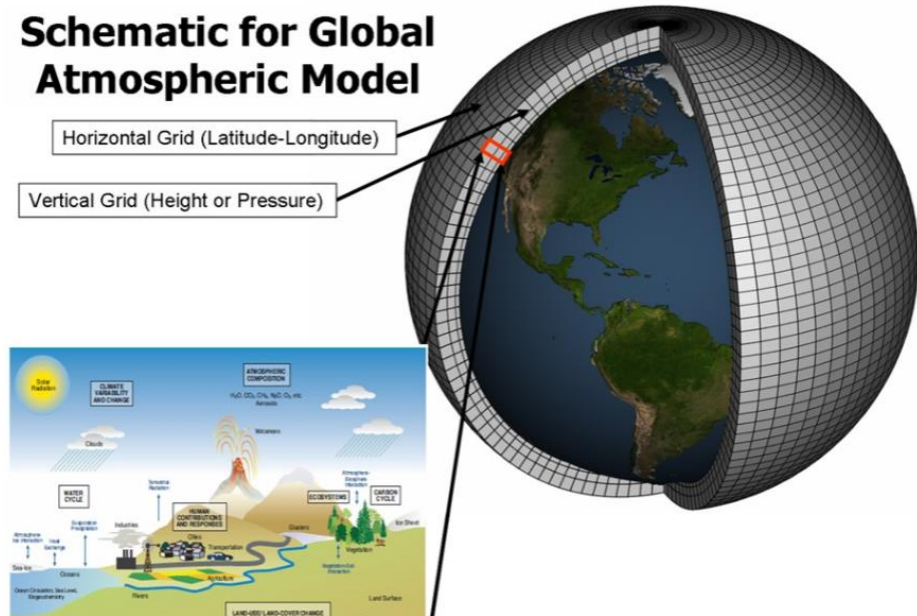
- Подготовить входные данные;
- Провести объективный анализ материалов моделирования;
- Выбрать модель атмосферы и провести расчет;
- Провести обработку и визуализацию полученных результатов.

- В настоящее время установлены и подтверждены экспериментально механизмы влияния солнечной активности и геофизических параметров на климат. Некоторые изменения можно описать наличием прямых связей между факторами, определенные – изменениями солнечной постоянной, а также изменением спектрального состава солнечного излучения и интенсивности потока солнечного спектра. Все вышперечисленные механизмы учитываются при расчете численными и статистическими моделями степени их воздействия на климат. Однако, воздействие солнечной активности на элементы климата большего масштаба (к примеру облачности) требуют более детальной эмпирической и модельной оценки.



Схема последовательности численного прогноза климата с использованием моделей.

Schematic for Global Atmospheric Model



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

