

5. МОНИТОРИНГ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

Согласно п. 4 Положения о порядке проведения в составе НСМОС мониторинга озонового слоя и использования его данных, мониторинг озонового слоя – система наблюдений за состоянием озонового слоя, оценки и прогнозирования его изменений в целях своевременного выявления негативных воздействий природных и антропогенных факторов [23].

Современный уровень развития исследований верхних слоев атмосферы, показывает, что озон, поглощая излучение Солнца в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра, играет важную роль в радиационном и термическом балансе атмосферы. Именно фотохимические реакции образования и разрушения озона (O_3) ответственны за существование в атмосфере Земли специфического слоя – стратосферы, во многом определяющего погоду и климат на нашей планете. В последние годы появляется все больше свидетельств того, что стратосферный озон оказывает влияние на циркуляционные процессы не только в стратосфере, но и в тропосфере.

Всемирная Метеорологическая Организация (далее – ВМО) рассматривает распределение озона в атмосфере и, в частности, общее содержание (далее – ОСО) и профиль концентрации озона в вертикальном столбе атмосферы, как одни из важнейших климатических параметров [24, 25]. Кроме того, значение ОСО влияет на уровень и спектральный состав приземного биологически активного солнечного ультрафиолетового излучения, что является жизненно важным для существования человека и разнообразных форм жизни [26].

Мониторинг ОСО относится к глобальным видам мониторинга и находится под эгидой UNEP. В НИИЦ МО БГУ мониторинг ОСО осуществляется в рамках выполнения Республикой Беларусь международных обязательств по Венской конвенции «Об охране озонового слоя» 1985 г. В 2015 г. мониторинг ОСО проводился на Минской озонометрической станции, включенной в Международную озонометрическую сеть ВМО под №354, на измерительных площадках Гомельского университета (рисунок 5.1) и Нарочанской биологической станции им Г.Г. Винберга БГУ (рисунок 5.2).



Рисунок 5.1 – Сетевой двухканальный фильтровый УФ фотометр ПИОН-Ф на измерительной площадке Гомельского университета

Основные измерения осуществлялись с использованием ПИОН-УФ-П – полярной модификации ультрафиолетового спектрометрического ПИОН-УФ, разработанного в НИИЦ МО БГУ и предназначенного для измерения спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне 285–450 нм, а также сетевыми фильтровыми фотометрами ПИОН-Ф.



Рисунок 5.2 – Проведение измерений спектрального состава естественного приземного излучения на озере Нарочь с помощью спектро радиометра ПИОН-УФ-П

В 2015 г. разработана новая, усовершенствованная модификация двухканального фильтрового фотометра ПИОН-ФН (рисунок 5.3). Прибор обеспечивает полностью автономный режим работы с питанием от солнечной батареи и беспроводной связью для управления и передачи данных. Разработка предназначена для оснащения пунктов наблюдения в гг. Могилеве, Бресте и Гродно.



Рисунок 5.3 – Внешний вид блока фильтрового фотометра ПИОН-ФН с панелью солнечной батареи

Основные данные мониторинга ОСО методом СПЭО с использованием спектро радиометра ПИОН-УФ-П и также двухканальных фильтровых фотометров ПИОН-Ф представлены на рисунке 5.4. Для сравнения на рисунке приведены данные наземных измерений и системы орбитального базирования ОМІ. Пятилетний опыт проведения мониторинга показал, что реализация разработанного метода определения ОСО на базе спектров СПЭО ультрафиолетового спектро радиометра ПИОН-УФ, даже без специального учета влияния атмосферных параметров (например, наличия облачности, аэрозолей и т.п.), позволяет обеспечить точность измерения среднедневных значений ОСО в пределах $\pm 3 \div 4\%$.

Дополнительный (параллельный) мониторинг ОСО осуществлялся экземплярами модернизированного в НИИЦ МО БГУ фильтрового озонметра М-124 [3, 8], реализующего методики измерений «по прямому солнцу» (Direct-Sun) и «из зенита неба» (Zenith-Sky).

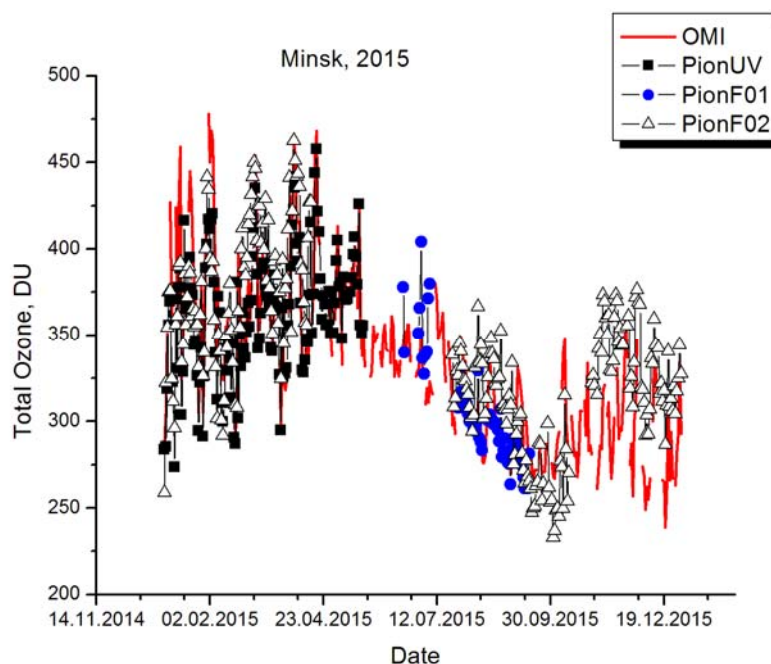


Рисунок 5.4 – Результаты наземных и спутниковых (ОМІ) измерений ОСО в атмосфере над г. Минском в 2015 г.

Мониторинг приземных концентраций озона

В отличие от стратосферного озона, защищающего живые организмы на Земле от разрушающего действия солнечного ультрафиолетового излучения, приземный озон является загрязняющим веществом, поскольку отрицательно влияет на здоровье человека и животных, оказывает угнетающее воздействие на леса и сельскохозяйственные культуры. Озон относится к загрязнителям атмосферы первого класса опасности.

В результате человеческой деятельности происходит увеличение концентрации приземного озона. Особенно заметно это в Северном полушарии. Концентрация озона в крупных городах, в условиях сильно загрязненной атмосферы, может достигать уровней, которые в десятки раз превышают естественные (фоновые) уровни и достаточны для ощутимого воздействия на живые организмы.

Мониторинг концентрации приземного озона в Беларуси проводится с 2004 г. на озонметрической станции Национального научно-исследовательского центра мониторинга озоносферы Белгосуниверситета (ННИЦ МО БГУ) с использованием, созданного в Центре, оптического трассового измерителя озона ТрИО-1 [27] и сертифицированного газоанализатора (озонметра) ТЕІ-49С фирмы Thermo Environment Instruments (USA).

Озонметрическая станция ННИЦ МО расположена на территории филиала БГУ (ул. Курчатова, 7). Кроме нее в Минске действуют еще 4 пункта наблюдений Гидрометеоцентра, которые проводят измерения приземных концентраций озона, оксидов углерода и азота, диоксида серы, летучих органических соединений (бензола, толуола, ксилола) и аэрозольных частиц.

Пункты наблюдений, расположены в различных по степени антропогенной нагрузки районах города Минска, а также других регионах Беларуси (гг. Могилев, Витебск и Березинский биосферный заповедник). Их данные позволяют судить о степени влияния загрязнений антропогенного происхождения на локальные концентрации приземного озона.

На рисунке 5.5 представлены результаты полуденных измерений концентрации приземного озона на станции ННИЦ МО БГУ в 2013-2015 гг. Показаны также среднемесячные значения полуденных концентраций.

Как видно из рисунка, в 2015 г. весенний максимум приземного озона в отличие от предыдущего года отсутствовал. В то же время летний период характеризовался заметно более высокими концентрациями, что связано с аномально жаркой погодой.

В 2015 г. по данным мониторинга на озонметрической станции ННИЦ МО и минских пунктах Гидрометеоцентра были определены климатические нормы максимальных и «экстремальных» концентраций приземного озона для г. Минска (рисунок 5.6) [28].

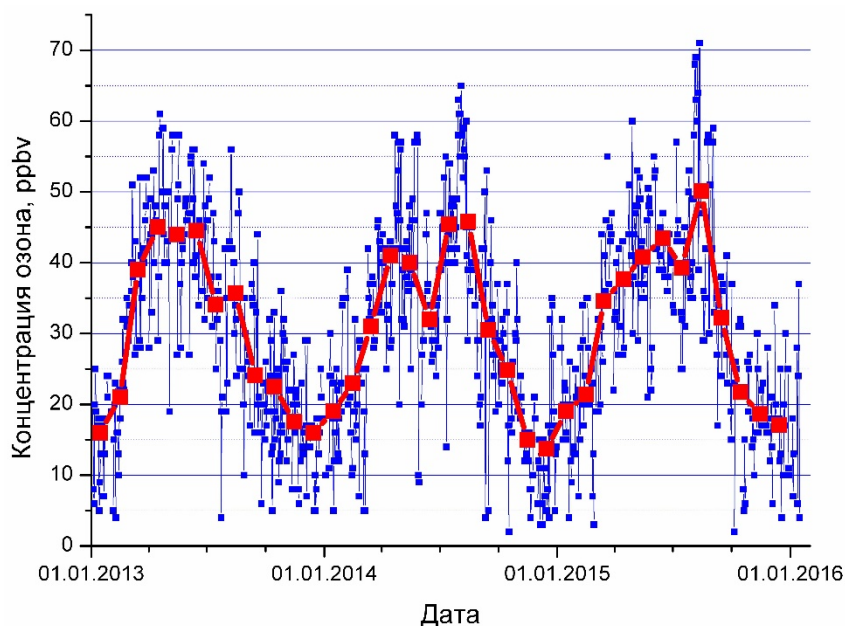


Рисунок 5.5 – Полуденные концентрации приземного озона в 2013-2015 гг. г. Минск, ННИЦ МО БГУ

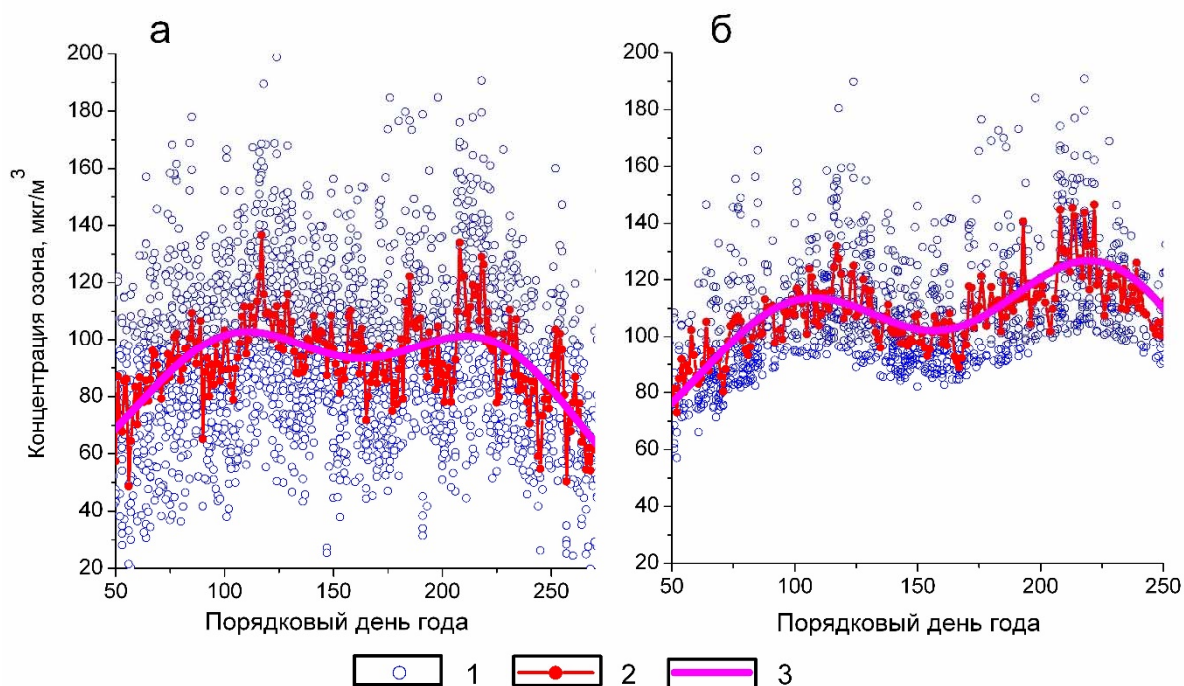


Рисунок 5.6 – Пример климатических норм максимальных (а) и экстремальных (б) суточных концентраций приземного озона для 2004 года – 3; а) - использованные для расчета данные измерений с вычетом многолетнего тренда; б) - средние значения измерений на каждый день рассматриваемого периода года

Поскольку «озоноопасные» ситуации возникают, как правило, в весенне-летний период и дневное время суток, сезонный и суточный периоды обработки измерений были ограничены весенне-летним периодом и временем суток с 6.00 до 18.00 GMT. В общей

сложности для расчета использовано около 3 тыс. измерений за период август 2005 г. – июнь 2015 г. Методика и алгоритм подробно описаны в работе [29].

На рисунке 5.7 представлены циклические составляющие норм максимальных и экстремальных суточных концентраций озона (сплошные линии). В обоих случаях заметны весенний и летний максимумы, приходящиеся приблизительно на одно и то же время. Норма максимальных суточных концентраций до некоторой степени повторяет годовой ход полуденных и послеполуденных концентраций озона [30]. Летний максимум «экстремальной» нормы заметно превосходит соответствующий максимум нормы максимальных концентраций и составляет около 120 мкг/м^3 . Это значит, что амплитуда положительных и отрицательных флуктуаций максимальных концентраций относительно их нормы летом в начале исследуемого периода была заметно больше, чем весной.

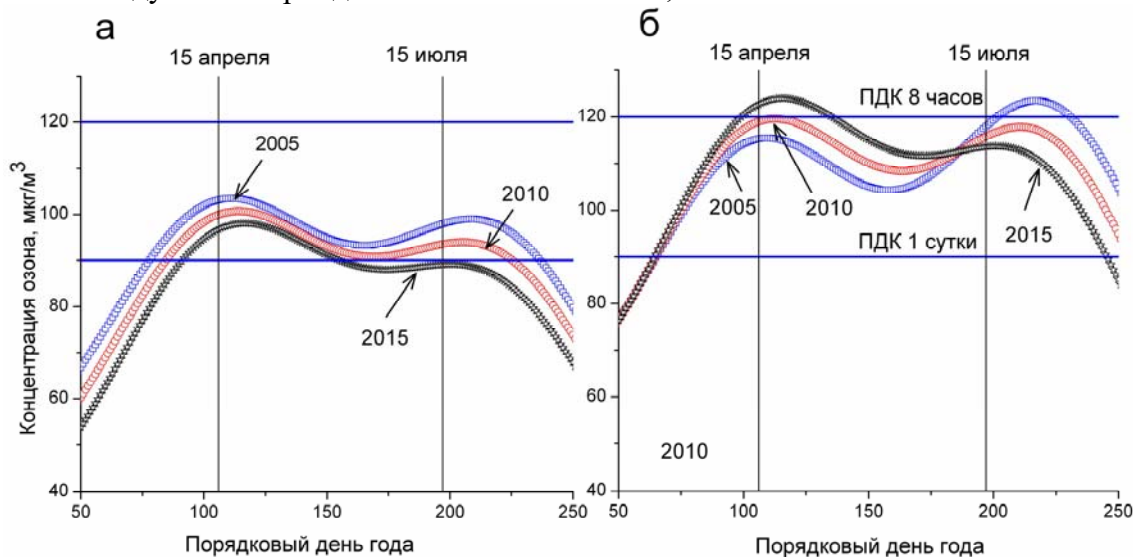


Рисунок 5.7 – Динамика изменения годового хода максимальной (а) и экстремальной (б) норм

На рисунке 5.7 видно, как менялся годовой ход норм за последние десять лет. Норма максимальных суточных концентраций озона снижалась с годами в течение всего периода наблюдений. Летом она уменьшалась значительно быстрее, чем весной, и к 2015 году достигла уровня суточной ПДК.

Такая динамика хорошо согласуется с отрицательным трендом полуденных и среднесуточных концентраций озона [29]. Норма экстремальных концентраций в весенний период растет, в то время как летом она снижается на протяжении всего времени наблюдений. Весенний максимум нормы в 2015 году приблизился к отметке 125 мкг/м^3 и превысил величину 8-часового ПДК. Амплитуда летнего максимума, несмотря на снижение, остается высокой и составляет приблизительно 115 мкг/м^3 (рисунок 5.8).

В весеннее время тренд максимальных суточных концентраций равен приблизительно -3 мкг/м^3 за десятилетие, в летнее – -10 мкг/м^3 . Тренд нормы экстремальных значений летом отрицателен (-4 мкг/м^3), весной его величина положительна и составляет приблизительно $+9 \text{ мкг/м}^3$ за десятилетие.

Анализируя полученную норму максимальных суточных концентраций и ее тренд, можно утверждать, что в настоящее время отсутствует сколько-нибудь серьезная угроза для населения, вызванная очень высокими приземными концентрациями озона.

Вместе с тем, существующая тенденция в поведении приземного озона обусловлена ростом загрязнения городского воздуха другими опасными веществами и, что также важно, сохранением их качественного состава. Если в будущем этот рост продолжится, а соотношение концентраций изменится в пользу летучих органических соединений, можно ожидать увеличения числа случаев «озоноопасных» ситуаций в весенне-летний период.

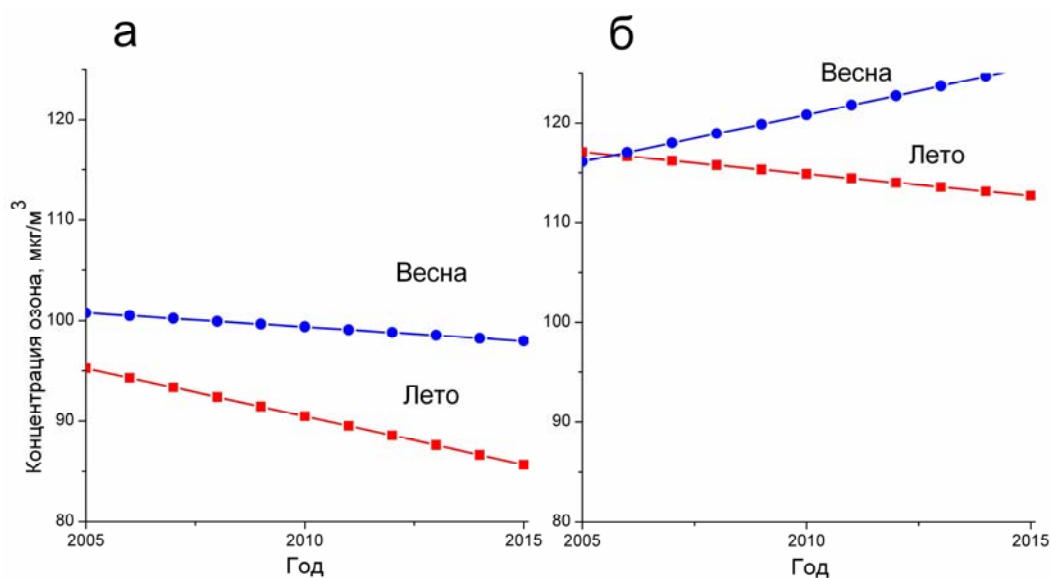


Рисунок 5.8 – Тренд норм максимальных (а) и экстремальных (б) суточных концентраций озона

Данные показывают, что климатическая норма максимальных концентраций в течение 2005-2015 гг. снизилась, а норма их положительных флуктуаций выросла в весенний период и уменьшилась в летний. Таким образом, выявляется закономерность: в течение всего периода наблюдений за приземным озоном в городе Минске амплитуда положительных флуктуаций максимальных суточных концентраций растет в весенний сезон, несмотря на отрицательный тренд как среднесуточных, так и максимальных концентраций озона.

Важную роль в понимании того, как формируется озонная ситуация в крупных населенных пунктах Республики и на территории Беларуси в целом, играет статистический анализ связи наблюдаемой концентрации приземного озона с метеорологическими параметрами атмосферы и концентрациями антропогенных загрязнителей. Т.е. наблюдаемая концентрация озона может быть представлена в виде нелинейной функции от всех факторов, влияющих на озон. В качестве аппроксимации такой функции используется уравнение линейной регрессии.

С учетом данных наблюдений за концентрацией приземного озона в 2014-2015 гг. в Минске уточнены количественные оценки степени влияния на озон меняющихся метеорологических условий и уровня антропогенного загрязнения воздуха. На основании мониторинга приземного озона, измерения концентраций антропогенных загрязнителей воздуха, а также метеорологических данных в г. Минске определены коэффициенты уравнения регрессии, характеризующие функциональную зависимость концентрации приземного озона от метеорологических параметров и концентраций загрязнителей. Пример обработки данных представлен на рисунке 5.9.

Мониторинг спектров и доз биологически активного солнечного УФ излучения

В 2015 г. измерения спектров плотности энергетической освещенности (СПЭО) земной поверхности солнечным излучением в спектральном диапазоне 285 – 450 нм проводились с помощью ультрафиолетового спектрорадиометра ПИОН-УФ и его полярной модификации ПИОН-УФ-П, разработанных в НИИЦ МО БГУ.

По измеренным спектрам, в соответствии с требованиями ВМО рассчитывались значения мощностей и суточных доз различных биологических эффектов (эритемы, повреждения ДНК и т.п.), а также значения УФ-индекса.

На рисунке 5.10 показано распределение УФ индекса, полученное обработкой спектров, измеренных на Минской озонометрической станции (НИИЦ МО БГУ) в 2015 г.

Аналогичные измерения мощностей и доз биологического эффекта «эритема» и УФ индекса проводились на биостанции оз. Нарочь (см. рисунок 5.9) и в Гомельском уни-

верситете с помощью фильтровых фотометров ПИОН-Ф, разработанных в НИИЦ МО БГУ специально для целей сетевого мониторинга УФ излучения.

Мониторинг СПЭО с помощью спектрорадиометра ПИОН-УФ-II регулярно проводился также на сезонном пункте мониторинга в районе базирования 5-й, 6-й и 7-й Белорусских Антарктических Экспедиций. Так, согласно полученным данным значения УФ индекса в конце декабря – начале января в районе БАЭ, как правило, превышали сравнительно безопасный предел – $6 \div 7$, что требовало от участников БАЭ соблюдения дополнительных мер безопасности (особенно для глаз).

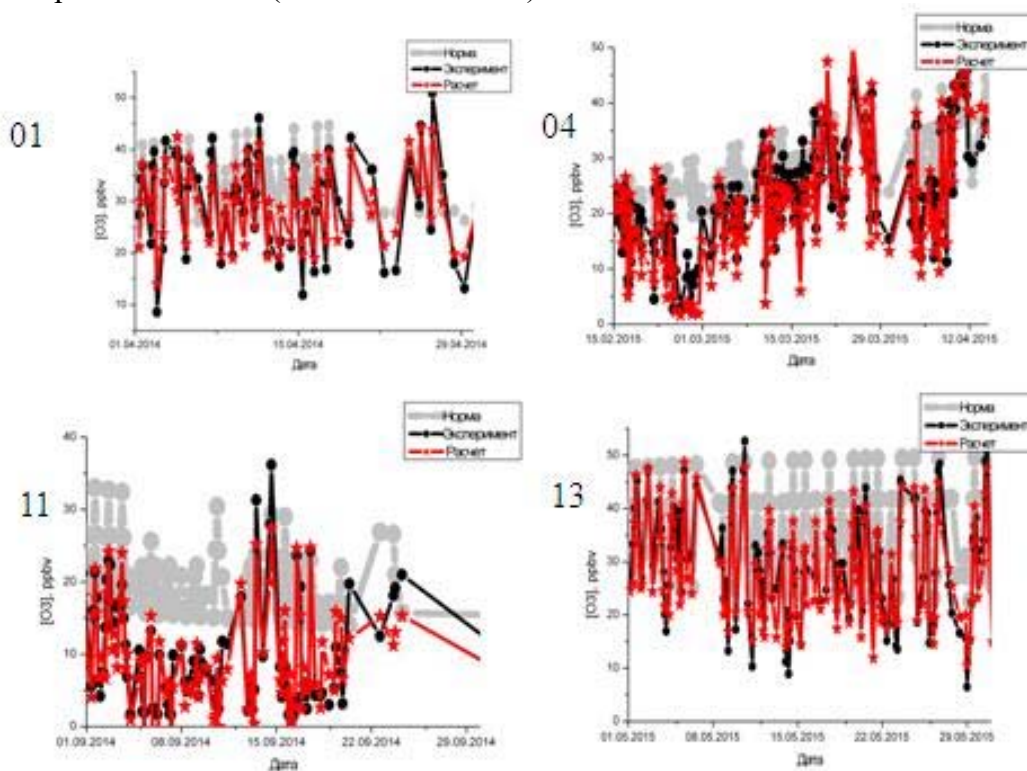


Рисунок 5.9 – Сравнение результатов измерений концентрации приземного озона на 4-х минских пунктах в 2014-2015 гг. с расчетами по уравнению регрессии, учитывающему влияние метеоусловий и уровень антропогенного загрязнения воздуха

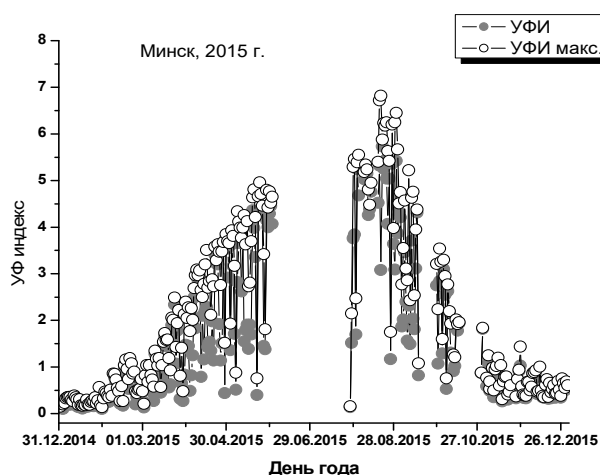


Рисунок 5.10 – Экспериментальные значения УФ индекса, Минск, 2015 г.

Вариант двухканального фильтрового фотометра ПИОН-ФАР, установленный на измерительной площадке Биостанции БГУ на оз. Нарочь, кроме биологически активного УФ излучения проводил также мониторинг суммарного солнечного излучения (рисунок 5.12) фотосинтетически активного излучения в диапазоне $400 \div 700$ нм (рисунок 5.13).

В рамках совершенствования и развития системы мониторинга в НИИЦ МО БГУ проведены исследования по разработке систем прогноза и ретроанализа уровней приземного солнечного УФ излучения и доз основных биологических эффектов. Разработаны оригинальные методики и алгоритмы обработки данных наземных и орбитальных наблюдений, реализовано соответствующее программное обеспечение.

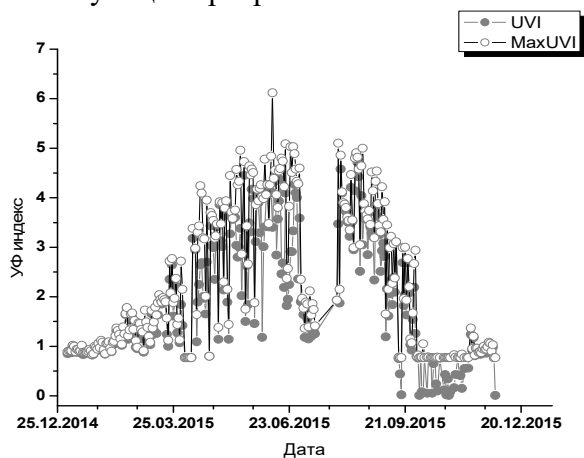


Рисунок 5.11 – Сезонные вариации УФ индекса в 2015 г., биостанция БГУ оз. Нарочь

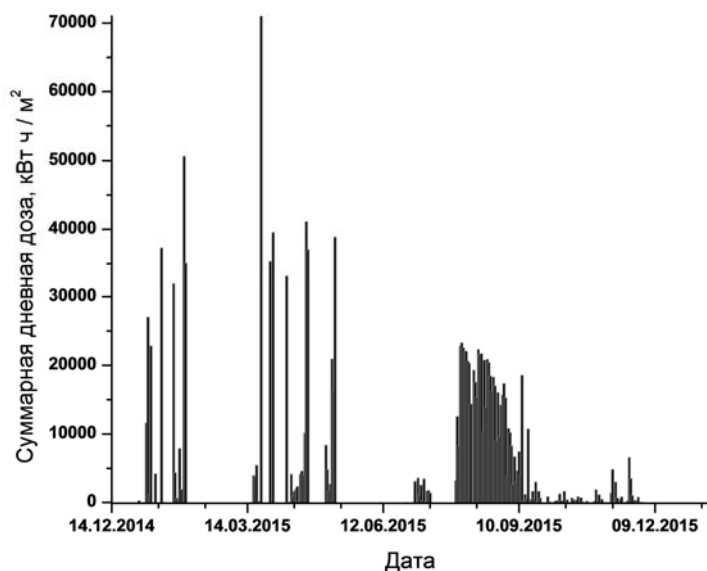


Рисунок 5.12 – Вариации суммарных дневных доз облученности, зарегистрированные в Нарочанском регионе

Необходимо также отметить, что использование разработанной в НИИЦ МО БГУ методики измерения спектров прозрачности водных сред в УФ области с помощью погружного фотометра, в сочетании с прогнозом и ретроанализом поверхностных уровней УФ облученности, позволит создать систему подобных оценок распространения УФ излучения в водных слоях природных и техногенных водоемов.

Сравнительный анализ динамики озоносферы над территорией Республики Беларусь за 2011-2015 годы. Озон составляет очень небольшую часть земной атмосферы, но его присутствие в ней имеет большое значение для благополучия жизни на Земле — общее содержание озона в вертикальном столбе атмосферы (ОСО) определяет уровень и спектральный состав приземного биологически активного солнечного ультрафиолетового излучения на поверхности Земли. В качестве примера, на рисунке 5.14 представлены предварительные результаты ретроанализа суммарной годовой «эритемной» дозы для района оз. Нарочь.

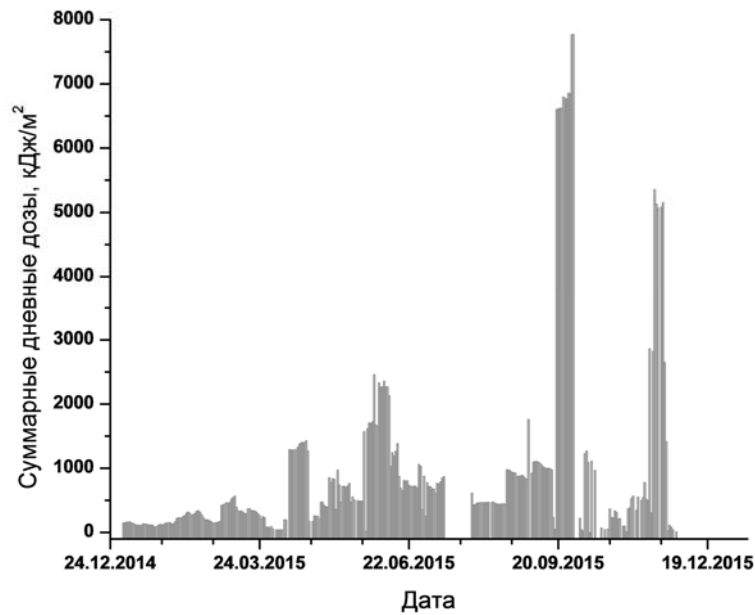


Рисунок 5.13 – Вариации суммарных дневных доз облученности ФАР, зарегистрированные в Нарочанском регионе

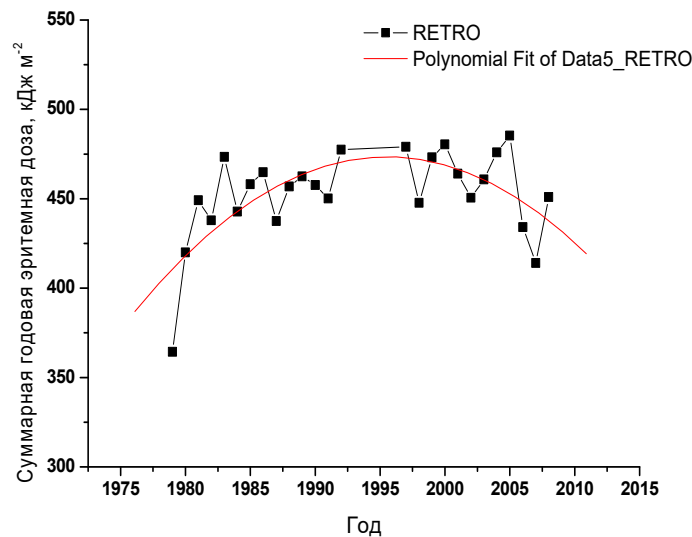


Рисунок 5.14 – Результаты ретрооценки суммарных годовых доз биоэффекта «эритема» по результатам численного моделирования для района оз. Нарочь

Поглощение озоном коротковолновой солнечной радиации и излучение в инфракрасной области спектра являются важнейшими составляющими радиационного и термического баланса всей атмосферы и стратосферы, в частности. На сегодняшний день найдено много свидетельств того, что стратосферный озон, как часть атмосферы играет ключевую роль в процессах, определяющих состояние глобальной климатической системы и связи процессов, протекающих в различных атмосферных слоях.

Установлено, что изменения циркуляционных процессов в стратосфере в ряде случаев можно рассматривать как предиктор изменений тропосферной циркуляции. Вследствие этого, общее содержание озона рассматривается как один из важнейших климатических параметров и Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) уделяет большое внимание мониторингу и изучению состояния озонового слоя, как в глобальных, так и в региональных масштабах. Результаты исследований публикуются в отчетах SCIENTIFIC ASSESSMENT OF OZONE DEPLETION ВМО, издаваемых каждые четыре года.

Рост концентрации озоноразрушающих веществ (ОРВ) вызвал наблюдаемое с 1980 по середину 1990-х большое повсеместное снижение содержания озона в атмосфере. С конца 1990-х, концентрации озоноразрушающих веществ снижаются из-за успешного действия Монреальского протокола.

Согласно последней оценке ВМО (отчет Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 55, 2014) и сделанным ранее оценкам (2010), с 2000 г. уровень общего содержания озона в глобальном масштабе стабилизировался, прежнего значительного отрицательного тренда ОСО не наблюдается и есть надежда на восстановление озонового слоя.

Наблюдения последних лет (2010-2015), показывают, что общее содержание озона остается в рамках прежних значений, ниже уровня 80-х г, однако резкий отрицательный тренд отсутствует. Восстановление содержания озона в глобальных масштабах, предсказанное результатами математического моделирования идет гораздо медленнее, что отчасти связано с изменениями глобальных атмосферных параметров — изменением концентрации парниковых газов и остыванием стратосферы, особенно в полярных районах обеих полушарий, где низкие температуры создают условия для разрушения молекул озона. Говорить о восстановлении озонового слоя преждевременно.

После значительного снижения (5-8% за десятилетие) наблюдаемого в 1980-х и 1990-х годах, содержание озона за десятилетие 2000-2013 гг. увеличилось на 2,5-5%. В Северном полушарии в среднем наблюдается некоторое увеличение содержания озона на высотах 35-40 км и в нижней стратосфере (12-15 км). Однако рост концентрации озона в стратосфере найден далеко не во всех регионах; на некоторых станциях отмечается наличие небольшого отрицательного тренда стратосферного озона и общего содержания озона.

В 2015 году в НИЦ МО БГУ был проведен анализ долговременных тенденций в состоянии озоносферы над территорией Республики Беларусь. За редким исключением территория Республики Беларусь находится под влиянием одной и той же области значений ОСО, поэтому для анализа были использованы среднесуточные значения ОСО полученные с помощью спутниковой аппаратуры для г. Минска (53.83 с.ш., 27.47 в.д.).

Рассмотрены ряды ежедневных среднесуточных значений общего содержания озона для периодов 1979-1992 гг. и 1997-2015 гг. Данные для периода 1993-1996 отсутствуют, так как спутниковые измерения в этот период не проводились. Были рассчитаны среднегодовые значения общего содержания озона и линейные тренды для непрерывных рядов данных 1979-1992 и 2000-2014 гг. (рисунок 5.15).

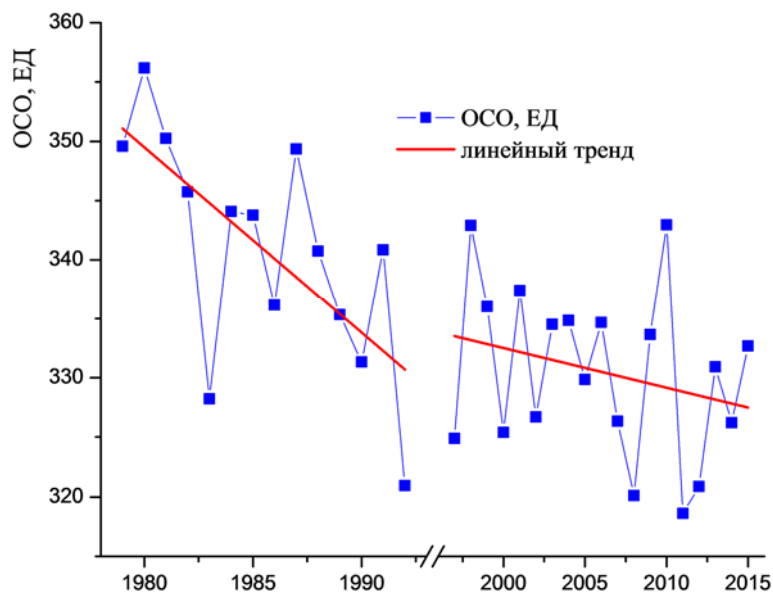


Рисунок 5.15 – Среднегодовые значения ОСО и линейный тренд для периодов 1979-1992 гг. и 2000-2015 гг

Очевидно, что величина отрицательного тренда ОСО в 1980-х и начале 90-х была существенно больше (~ 1,5 ЕД/год). Начиная с 2000 г и до сих пор отрицательный тренд общего содержания озона над нашей Республикой сохраняется, но величина его несколько снизилась (~ 0,3 ЕД/год). Среднегодовые значения ОСО испытывают значительную межгодовую изменчивость.

Изменилась не только величина тренда, но и его сезонность. В 80-х и начале 90-х гг. отрицательный тренд ОСО в той или иной мере был выражен во все сезоны, но наиболее сильное снижение ОСО наблюдалось зимой и ранней весной. После 2000г величина отрицательного тренда для всех месяцев, за исключением июня и сентября значительно снизилась, а в январе и феврале отмечается положительный тренд среднемесячных значений ОСО. Данные последних пяти последних лет подтверждают эту тенденцию. Отмечается усиление отрицательного тренда озона в июне, сохраняется довольно большой тренд в конце весны.

Ранее было установлено, что одновременно с отрицательным трендом ОСО, характерным для всех сезонов, произошло смещение годового максимума на более ранние сроки. Если в 80-х и начале 90-х он наблюдался обычно в апреле, то в конце 90-х и до настоящего времени положение годового максимума отмечается в феврале-марте. Было установлено, что такое изменение годового хода связано с изменением глобальных циркуляционных процессов в Северном полушарии. В частности, было найдено, что изменение направления тренда в зимнее время и изменения циркуляционных процессов в тропосфере связаны.

Анализ повторяемости типов зональной и меридиональной циркуляции для января и февраля в периоды 1979-1992 гг. и 2000-2015 гг. подтвердил связь процессов, протекающих в озоносфере и тропосфере. Найдено, что в январе и феврале, для которых наблюдается изменение знаков тренда ОСО, количество дней с меридиональной северной циркуляцией испытывает то же направление тренда (рисунок 5.16).

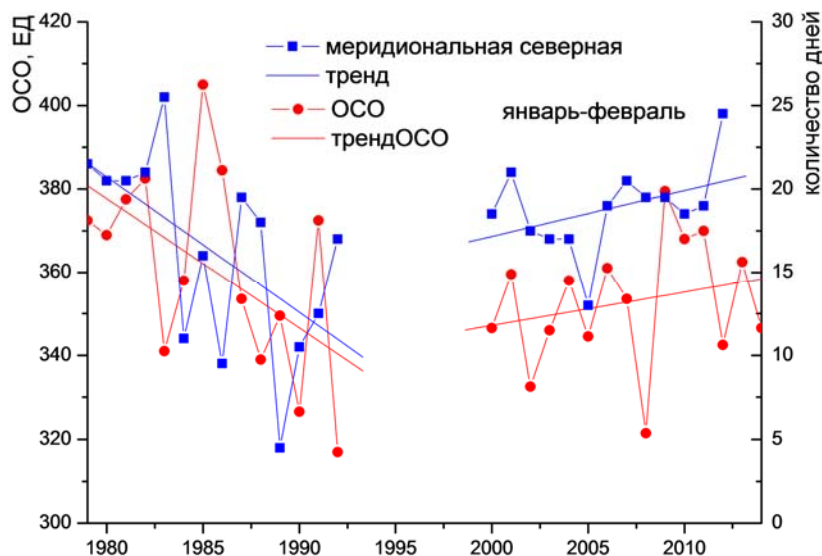


Рисунок 5.16 – Тренды средних для января-февраля значений ОСО и количества дней с меридиональной северной циркуляцией для периодов 1979-1992 гг. и 2000-2015 гг.

В НИИЦ МО БГУ совместно с ГГО им. А.И. Воейкова РАН, начато детальное исследование причинно-следственных связей между содержанием озона в стратосфере и динамикой тропосферных воздушных масс («озоновый механизм»). Особое внимание при этом уделялось анализу одной из сторон этого взаимодействия: влиянию распределения стратосферного озона на характеристики тропосферной циркуляции и связанные с ними погодные и климатические условия. Анализ обширных данных наблюдений, накопленных в ГГО им. А.И. Воейкова, указывает на чёткую корреляцию между распределением стратосферного озона, синоптическими образованиями и границами воздушных масс в верхней тропосфере и температурным полем нижней стратосферы.

Было получено детальное подтверждение тесной связи полей ОСО и синоптических образований верхней тропосферы в виде планетарных воздушных масс (ВМ). При этом выяснилось, что границы областей с высоким и низким содержанием озона всегда совпадают с полярными и субтропическими высотными фронтальными зонами (рисунок 5.17), разделяющими эти ВМ. Установлено, что тропосферные ВМ формируют различия в содержании озона и соответственно определяют температуру стратосферы.

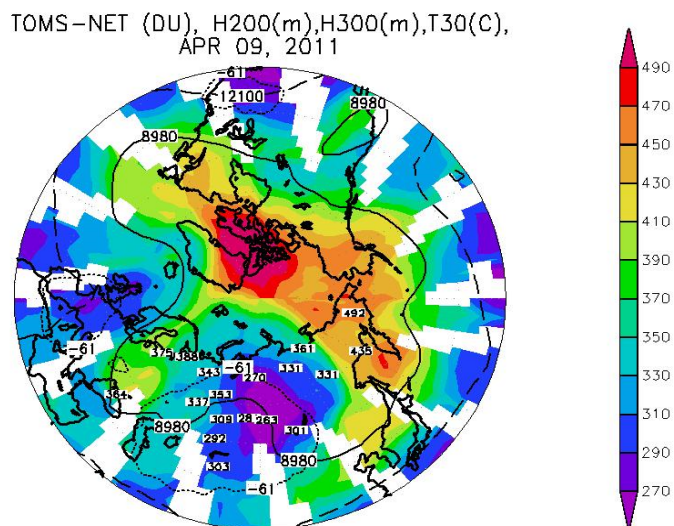


Рисунок 5.17 – Содержание стратосферного озона (DU) и положение стационарного полярного фронта (сплошная линия) [данные ГГО]

Результаты исследований показали, что высота тропопаузы представляет собой результат динамического равновесия между двумя противоборствующими категориями процессов – вертикальной конвекцией в тропосфере, т.е. характеристиками тропосферной воздушной массы и радиационным нагревом стратосферы в результате озонового цикла (рисунок 5.18).

Это свидетельствует о том, что стратосферные и тропосферные явления могут иметь влияние друг на друга. Воздействие озона на погоду и климат в заданном регионе может осуществляться не через некоторое прямое воздействие на атмосферные потоки, а в первую очередь путём изменения положения стационарных фронтов и непосредственно характеристик глобальных циркуляционных ячеек (например, само смещение уровня тропопаузы может иметь воздействие на ячейку циркуляции).

Взаимное влияние и относительная роль тропосферных и стратосферных механизмов зависят от региона и времени года. В зоне средних широт, в которой располагается Беларусь, в летний период существенное влияние оказывают тропосферные процессы, а в процессе перехода в зимний период начинает превалировать и играть существенную роль озоновый механизм. Если влияние озона на циркуляцию столь велико, как предполагается, то не учитывать это влияние означает ограничивать успешность долгосрочных прогнозов погоды.

Заключение

В ходе реализации Программы развития НСМОС за период с 2011 по 2015 г. проведено техническое переоснащение аппаратно-технической и программно-аналитической базы ИАЦ раздела НСМОС «Мониторинг озонового слоя».

Обеспечено регулярное проведение наблюдений за состоянием озонового слоя, а также определение и оперативное прогнозирование значения ультрафиолетового индекса на Минской озонометрической станции. Разработана методика и программное обеспечение для определения ОСО по результатам измерений фильтровыми фотометрами линейки ПИОН-Ф (ПИОН-Ф01, ПИОН-Ф02, ПИОН-ФАР), которыми оснащены пункты наблюдений на оз. Нарочь и в гг. Минск и Гомель. Аналогичная методика и программное обеспе-

чение разрабатывается для фотометров нового поколения ПИОН-ФН для оснащения сети мониторинга в гг. Могилев, Брест и Гродно.

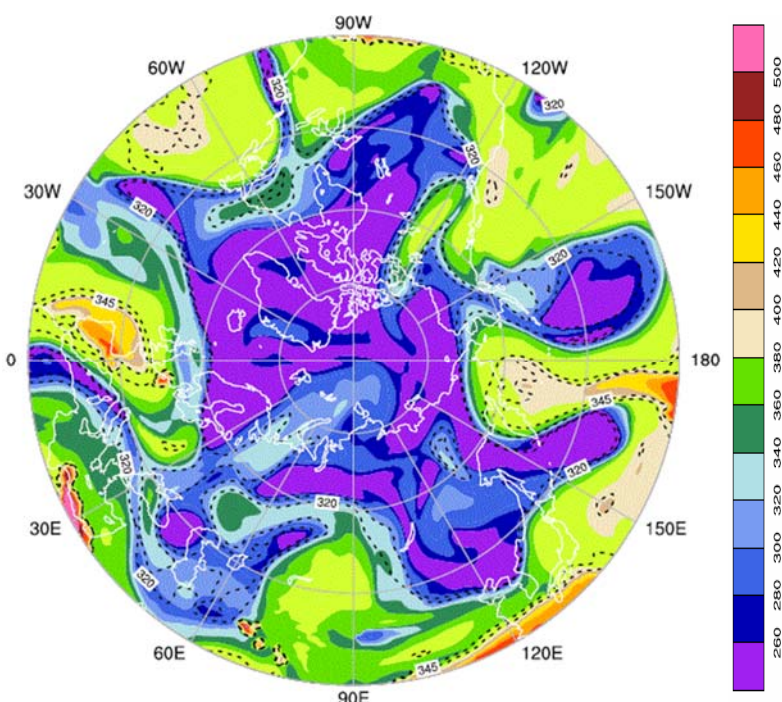


Рисунок 5.18 – Связь высоты тропопаузы с содержанием озона в стратосфере (распределение озона и высота тропопаузы имеют сходные очертания).
Распределение общего содержания озона в ЕД, температура на уровне 30 мб 24.04.2013

База данных по общему содержанию озона в атмосфере Республики Беларусь за 1978 – 2011 гг. дополнена данными за период 2011-2015 гг. В базу данных добавлен «Антарктический» раздел по результатам измерений за время сезонных БАЭ.

Проведена модернизация автоматизированной системы краткосрочного (до 3 суток) прогноза УФ индекса, характеризующего риск нахождения человека на открытом солнце, для всей территории Республики Беларусь.

Практически завершено формирование сети наблюдений и обеспечение проведения регулярных измерений уровня солнечного ультрафиолетового излучения в Республике Беларусь. Мониторинг СПЭО и доз биологически активной приземной солнечной радиации на постоянной основе проводится на Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ, на биостанции БГУ оз. Нарочь, а также на метеоплощадке Гомельского университета. Для пунктов наблюдения в гг. Могилеве и Бресте разработаны полностью автономные фотометры ПИОН-ФН нового поколения, оснащенные солнечными батареями и беспроводной системой передачи данных и сигналов управления. После полевых тестовых испытаний и некоторого периода работы в режиме реального мониторинга аналогичная система будет подготовлена для установки в г. Гродно.

Проведена оценка региональной и сезонной изменчивости УФ климата на территории Беларуси по данным сети наблюдения за уровнем приземного солнечного биологически активного ультрафиолетового излучения. Разработана оригинальная методика ретроспективного анализа уровней и доз облученности поверхности приземным солнечным излучением. Проведен ретроанализ УФ облученности для Нарочанского региона.