

На правах рукописи

УДК 551.589

Грищенко Ирина Васильевна

**ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И
НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Специальность 25.00.30 - метеорология, климатология,
агрометеорология

Автореферат

диссертация на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Санкт-Петербург

2011

Работа выполнена в государственном учреждении «Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова»

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Кобышева Нина Владимировна

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Воробьев Валерий Игоревич
кандидат географических наук
Мосолова Галина Ивановна

Ведущая организация: ГУ «Гидрометцентр России»

Защита состоится «12» октября 2011 г. в 14 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д327.005.01 в ГУ «ГГО» по адресу: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГУ «ГГО».

Автореферат разослан «_____» _____ 2011 г.

Ученый секретарь совета по защите
докторских и кандидатских диссертаций
доктор географических наук

А.В.Мещерская

Общая характеристика работы

Актуальность темы

В последние годы значительно возросло внимание общества к проблеме стихийных бедствий, в том числе и к природным экстремальным явлениям погоды. Социально-экономическое развитие регионов России находится в тесной зависимости от климатических условий, поэтому важно знать об опасных явлениях погоды, которые были в прошлом, чтобы исключить или смягчить их негативное проявление в настоящем и будущем. Необходима систематизированная информация о климатических характеристиках опасных гидрометеорологических явлений, которая используется при планировании и организации работ во многих отраслях экономики, а также для определения предполагаемых или состоявшихся ущербов по каждому случаю опасного явления. Рассчитанные статистические показатели по отдельным опасным элементам погоды необходимы также и при составлении климатического прогноза.

Опасные явления погоды играют важную роль в изучении географических условий местности с позиций неблагоприятного воздействия их на хозяйственную деятельность и здоровье населения. Кроме того, являясь продуктом климатической системы и одним из проявлений ее состояния, в динамике и интенсивности ОЯ находят проявление изменения климата, которое наблюдается в настоящее время.

Для исследования была выбрана территория Архангельской области, включая Ненецкий Автономный Округ. Рассматриваемая территория отличается суровым климатом, значительной экологической уязвимостью,

редкой сетью дорог. Эти факторы являются решающими в вопросе повышенного внимания к опасным явлениям погоды именно в этом регионе.

Неустойчивый характер погоды определяется с одной стороны влиянием Северной Атлантики, с другой стороны - близостью Арктики. Кроме того, для Севера характерна редкая наземная наблюдательная сеть. Все это создает достаточные трудности в прогнозировании и раннем обнаружении опасных явлений погоды.

Цели и задачи

Цель работы состоит в том, чтобы выявить закономерности в рядах многолетних наблюдений опасных явлений погоды для установления взаимосвязи между метеорологическими величинами и географическим положением, цикличностью, а также возможностью прогноза исследуемых явлений.

В связи с этим поставлены следующие задачи:

- выявить изменение климата на территории Архангельской области и НАО;
- выявить общие закономерности статистического распределения ОЯ, построить тренды ОЯ;
- выявить особенности пространственного распределения числа случаев ОЯ на территории Архангельской области и НАО;
- провести районирование территории по повторяемости случаев ОЯ;
- провести анализ синоптических ситуаций на исследуемой территории с позиции формирования условий возникновения опасных явлений;
- оценить ущербы и риски.

Исходные материалы и методы исследования.

В основу диссертации положены материалы наблюдений по температуре воздуха, количеству осадков, скорости ветра, относительной влажности, а также случаев ОЯ за период 1966-2008 г.г., отобранных по 52 метеорологическим станциям Архангельской области и НАО. Основными источниками были таблицы ТМС-1, хранящиеся в архиве Северного УГМС. Для выполнения исследования была создана база данных месячного и годового разрешения значений метеорологических величин, а также дней с опасными явлениями погоды.

Были рассмотрены следующие опасные метеорологические явления: сильный ветер, сильная метель, сильный дождь, сильные снегопады, сильные туманы, шквалы, сильные морозы, заморозки.

В основу выбора критериев опасных явлений погоды были положены руководящие документы Росгидромета.

Обработка данных производилась с применением методов статистической обработки климатических показателей и стандартных компьютерных программ Excel и SPSS 9.0. Для построения карт средних величин метеорологических параметров и статистических характеристик использовался пакет программ ArcGis.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Результаты анализа статистических характеристик метеорологических величин и исследование изменения климата на территории Архангельской области и НАО за период 1966-2008 г.г.;

2. Результаты анализа статистических характеристик распределения опасных явлений погоды во времени и пространстве и параметров линейного тренда;

3. Систематизация синоптических ситуаций, благоприятных для возникновения ОЯ;

4. Оценка ущербов и рисков.

Научная новизна работы.

С точки зрения региональной значимости работы ее новизна заключается в том, что впервые для территории Архангельской области и НАО:

- исследованы тенденции изменения климата и его тенденции за период 1966-2008 г.г.;

- проведена статистическая обработка случаев ОЯ за этот период, построены линейные тренды;

- определены вероятности возникновения опасных явлений;

- проведено районирование описываемой территории по частоте случаев ОЯ;

-систематизированы синоптические ситуации, благоприятные для возникновения ОЯ;

- оценены ущербы и риски.

Практическая значимость

Результаты работы могут быть использованы при прогнозировании ОЯ на территории Архангельской области и НАО, а также в виде климатических характеристик для проектных организаций, органов власти и МЧС.

Внедрение и апробация работы

Результаты работы были представлены на следующих конференциях:

1. Всероссийская конференция с международным участием «Северные территории России: проблемы и перспективы развития», 23-26 июня 2008 г., г. Архангельск.
2. X Международная конференция «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря», 18-20 сентября 2007 г., г. Архангельск
3. Научно- практическая конференция «Глобальное изменение климата: научные данные, проблемы и решения. Региональный аспект», 2007 г., г.Архангельск
4. Международная научно - практическая конференция «75 лет с начала планомерного изучения и развития Севморпути» в рамках мероприятий МПГ 2007/08, 21-22 февраля 2008г., г.Санкт-Петербург.

5. Молодежная международная конференция «Экология-2003» 17-19 июня 2003г. г. Архангельск

6. III Всероссийская научная конференция « Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага» 8-11 декабря 2008 г., г. Архангельск.

7. Всероссийская научная конференция с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований», Казань, 19-22 мая 2009 г.

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения. Основной текст изложен на 159 страницах. Работа содержит 124 рисунков, 33 таблиц, список литературы из 117 наименований.

Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность за оказанную помощь в работе научному руководителю д.г.н., профессору Н.В.Кобышевой.

Основное содержание работы

Во введении подчеркивается актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования, показаны научная новизна работы и ее практическая ценность, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводятся сведения о природных и социально-экономических условиях Архангельской области и НАО, об особенностях физико - географического положения и особенностях структуры экономики данного региона. Экономика региона ориентирована главным образом на добычу полезных ископаемых, а также лесопиление и глубокую переработку древесины.

Во второй главе рассматриваются климатические условия Архангельской области и НАО.

Проведено исследование основных климатических параметров - температуры воздуха, сумм осадков, скорости ветра, относительной влажности в месячном и годовом разрешении, рассчитаны их основные статистические характеристики - среднее, среднее квадратическое отклонение, коэффициенты асимметрии, эксцесса, коэффициенты вариации. Построены карты распределения этих величин.

Выявлены аномальные годы и месяцы по данным климатических величин. С этой целью были рассчитаны отклонения значений этих величин от нормы, затем был проведен анализ неравенств: $\Delta > \sigma$ (крупная аномалия) и $\Delta > 2\sigma$ (очень крупная аномалия). Выявлено, что по средней температуре воздуха до 2000г. преобладали годы с отрицательными аномалиями, с 2001 г. – с положительными аномалиями. По среднему ветру наблюдается обратная тенденция: положительные аномалии наблюдались во второй половине 60-х – первой половине 70-х г.г., годы с отрицательными аномалиями выявлены с 2001г. По значениям относительной влажности аномальность четко проявилась только в 2007 и 2008 г.г.

С целью изучения изменения климата за период 1966 - 2008г.г. были построены линейные тренды рассматриваемых климатических величин. Анализ параметров трендов показал устойчивое повышение средней годовой

температуры воздуха по всей территории, при этом основной вклад вносят зимние месяцы. Установлено, что годовые суммы осадков также имеют тенденцию к их увеличению практически на всей территории, за исключением отдельных станций на востоке Архангельской области. По средней годовой и средней месячной скорости ветра по всей территории наблюдается отрицательный тренд. Вместо с тем, в последние 10-15 лет наметилась тенденция к увеличению средней скорости ветра на побережье арктических морей и северо - востоке Архангельской области. По относительной влажности выявлен слабый положительный тренд на территории Архангельской области и отрицательный – на территории НАО.

В третьей главе исследуются опасные явления погоды на территории Архангельской области и Ненецкого Автономного Округа. Анализ изученности этого вопроса показывает, что несмотря на многочисленные работы в этой области, отсутствуют исследования именно для этого региона. Кроме того, эти работы, в основном, содержат статистический материал по ОЯ в разрезе административного деления территорий, либо рассматривается вопрос ОЯ с позиций последствия их проявления, а именно с позиций ущербов и рисков. Практически не освещена проблема ОЯ с позиций их генезиса.

В данной работе были исследованы следующие опасные явления погоды:

- сильный ветер (скорость ветра порывами не менее 25 м/с);
- сильная метель (средняя скорость ветра не менее 15 м/с, ухудшение видимости менее 500 м, продолжительность не менее 12 часов);
- сильный мороз (минимальная температура воздуха ниже -45° , минимальная температура воздуха -35° и ниже в течение 5 и более суток);
- сильный туман (видимость не более 100 м, продолжительность не менее 6 часов);

-сильный дождь (30мм за 12 часов и менее)

-сильный снег (20мм за 12 часов и менее);

-шквал (усиление ветра порывами не менее 25 м/с);

За период 1966 - 2008г.г. опасные явления погоды были зафиксированы на 44 метеорологических станциях.

Выявлено, что наибольшую повторяемость имеют заморозки, сильные метели, сильные ветры, сильные туманы и сильные морозы. Анализ линейных трендов дней с ОЯ по всей территории показывает тенденцию к их снижению.

Проведена статистическая обработка материала по ОЯ.

Сильный ветер отмечался на 47 метеорологических станциях. Наибольшая его повторяемость (2-4 дня в году) характерна для побережья Белого и Баренцева морей. Это явление характерно для зимнего сезона (13-16% случаев в декабре-феврале). Чаще всего шторма наблюдаются при юго-западных, южных и западных румбах. Выявлена тенденция к уменьшению числа дней с сильным ветром.

Сильная метель отмечалась на 33 метеорологических станциях. Наибольшая повторяемость этого явления наблюдается на побережье юго-востока Баренцева моря - от 3,3 до 15,3 дней в году. В континентальной части территорий повторяемость сильных метелей здесь не превысила 0,3 дней в году. Наиболее часто они наблюдаются в декабре (19,4%), в январе (25,5%) и в феврале (21,4%). В преобладающем числе случаев продолжительность сильных метелей составила от 12 до 24 часов (69,9 % от общего числа случаев), в 19,5% случаев метели имели продолжительность от 24 до 48 часов. Выявлена отрицательная тенденция в числе дней с сильными метелями.

Сильные морозы (-45°C и ниже) были зафиксированы на 30 метеорологических станциях Архангельской области и НАО. Средняя повторяемость составила 0,1-1,6 дней в году. В 73,3% случаев повторяемость сильных морозов составила менее 0,5 дней в году. Наиболее часто такие морозы наблюдаются в восточной половине Архангельской области и континентальных районах НАО, где их повторяемость составила от 0,8 до 1,6 дней в году. Наиболее часто сильные морозы наблюдаются в январе (61% случаев) и феврале (23%).

Были рассмотрены периоды продолжительностью 5 суток и более с минимальными температурами воздуха -35°C и ниже. Такие морозы за этот период наблюдались на 44 метеорологических станциях Архангельской области и НАО. Ежегодно такие пятидневки отмечаются в континентальных районах НАО, 1 раз в 2 года отмечаются на востоке, северо-востоке Архангельской области и в Печорской губе юго-востока Баренцева моря.

В течение года наиболее характерны пятидневки с минимальными температурами воздуха -35°C и ниже для января и февраля (44,2 и 32,8% случаев соответственно от общего количества). Непрерывная продолжительность периодов в 35,1% всех случаев составила 5 дней, в 56,7% - не превышает 2 пятидневок, в 6,8% - не превышает трех пятидневок.

Анализ линейных трендов дней с сильными морозами и числом пятидневок с морозами -35°C и ниже показывает их снижение.

Заморозки отмечаются повсеместно на территории Архангельской области с середины апреля до середины октября. Наиболее часто заморозки наблюдаются в мае (34,1% от общего количества случаев). Достаточно высока повторяемость заморозков в июне (16,6%), августе (10,9%) и сентябре (22,6%).

За исследуемый период заморозки были зафиксированы на 34 метеорологических станциях Архангельской области. На более половины

станций (52,9%) средняя повторяемость заморозков составила 10 и более дней в году. Значительно реже (повторяемость 1-2 дня в году) наблюдаются заморозки на прибрежных территориях и островах Белого моря. Исследование межгодовой изменчивости повторяемости заморозков в целом по территории показывает, что эта характеристика на фоне изменения климата практически не претерпевает особых колебаний - наблюдается очень слабый положительный тренд.

Сильные туманы за период 1966 - 2008 г.г. наблюдались на 48 метеорологических станциях.

Наиболее часто сильные туманы наблюдаются на побережьях Белого и юго-востока Баренцева морей (68,0% дней с сильными туманами зафиксированы на прибрежных станциях). При этом на 26,1% метеорологических станций, расположенных в этих районах, повторяемость сильных туманов составила от 1,0 до 4,1 дней в году, на 43,5% повторяемость составила 0,5 - 0,9 дней в году. На континентальных метеорологических станциях повторяемость, в основном, колеблется в пределах 0,2 - 0,4 дней в году. Лишь на 33,3% метеорологических станциях сильные туманы наблюдаются чаще - 0,5-0,9 дней в году.

Непрерывная продолжительность сильных туманов на морских прибрежных станциях в среднем составляет от 7,4 часа в феврале до 9,7 часа в мае, непрерывная продолжительность сильных туманов на континентальных метеорологических станциях в среднем составляет от 6,8 часа в феврале, июне и до 9,0 часа в октябре.

Межгодовая изменчивость числа дней с сильными туманами характеризуется отрицательным трендом.

Сильные снегопады были зафиксированы на 20 метеорологических станциях. Сильные снегопады достаточно редки на исследуемой территории, их повторяемость не превышает 0,1 дня в году. Сильные снегопады могут

наблюдаться в течение года с октября по май. Наибольшее количество дней со снегопадами (23,7% от общего количества случаев) зафиксировано в апреле, наименьшее – в декабре (2,9%).

Сильные дожди отмечались на 47 метеорологических станциях Архангельской области и НАО. Распределение случаев сильных дождей имеет достаточно пеструю картину по территории и явные закономерности во времени. В течение года максимальное количество дней с этим явлением приходится на июль (38,6%), август (30,7%), июнь (20,2%). Распределение сильных дождей, как и осадков в целом, крайне неравномерно по территории. Повторяемость имеет большой разброс и колеблется от 0,1 до 0,5 на территории Архангельской области, т.е. уверенно можно говорить о том, что частота этого опасного явления на рассматриваемой территории в среднем не превышает 1 раз за 2 года, и от 0,02 до 0,2 дней в году на территории НАО. Анализ межгодовой изменчивости показывает слабый положительный тренд.

Шквалы были зарегистрированы на 25 метеорологических станциях. Повторяемость этого опасного явления не превышает 0,3 дня в году. Наибольшее количество дней со шквалами (от 8 до 13 дней) за этот период было отмечено на нескольких метеорологических станциях (20% от общего количества метеорологических станций со шквалами), располагающихся компактно на небольшой территории, ограниченной реками Вага и Северная Двина. Шквалы - достаточно локальное явление. 91,5% шквалов были зафиксированы в течение дня только на одной метеорологической станции. В течение года наиболее часто шквалы возникают в июле и июне (31,9% и 25,5% соответственно от общего количества). Наиболее характерное направление ветра при шквалах - южное (28,3% от общего количества случаев), юго-западное (23,2%) и западное (20,2%). Межгодовая изменчивость числа дней с шквалами характеризуется отрицательным линейным трендом.

В данной работе была проведена систематизация синоптических ситуаций, характерных для каждого опасного явления.

По условиям возникновения сильного ветра выделено 6 типов синоптических процессов: Тип 1. Смещение активных циклонов в высоких широтах (12,7% случаев); Тип 2. Ныряющие циклоны (37,1% случаев). Тип 3. Смещение циклонов с северо-запада Скандинавии на восток, северо-восток вдоль побережья юго-востока Баренцева моря (36,7% случаев). Тип 4. Смещение циклонов с юго-запада (с районов юго-запада Скандинавии и акватории Балтийского моря) на северо-восток (через акваторию Белого моря) (9,5% случаев). Тип 5. Смещение циклонов с юга (с территории Вологодской области) (2,0% случаев). Тип 6. Смещение циклонов с юго-востока - аномальная траектория смещения (2,0% случаев).

Наиболее типичны для усиления ветра до шторма ситуации, при которых происходит смещение циклонов с запада и северо-запада на акваторию Баренцева моря.

Сильные метели возникают при четырех выделенных типах синоптических ситуаций: Тип 1. Смещение циклонов с запада (73,4% случаев),

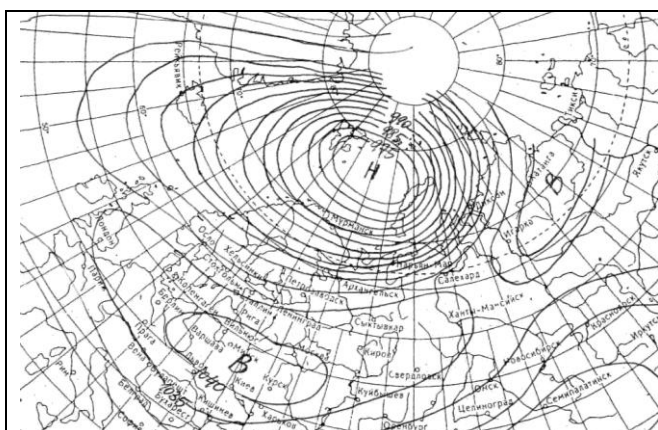


Рис. Сильный ветер. Барическое поле у земли (тип 1)

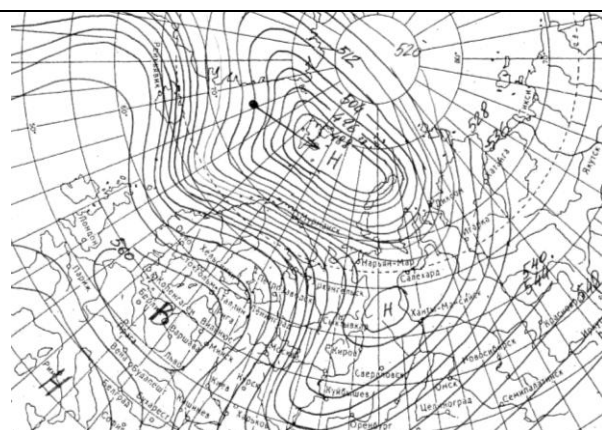


Рис. Сильный ветер. Барическое поле на АТ-500Гпа (тип 1)

Тип 2. Смещение циклонов с северо- запада («ныряющие» циклоны - 12,3% случаев), Тип 3. Смещение циклонов с юго-запада (11,1% случаев), Тип 4. Смещение циклонов с юга и юго-востока (3,2%).

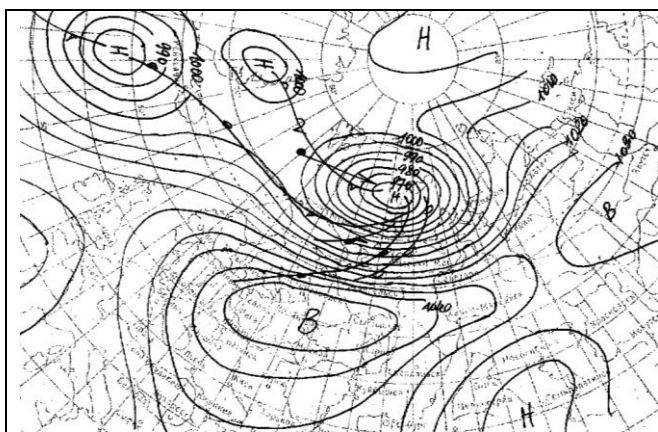


Рис. Сильная метель. Барическое поле у земли (тип 1)

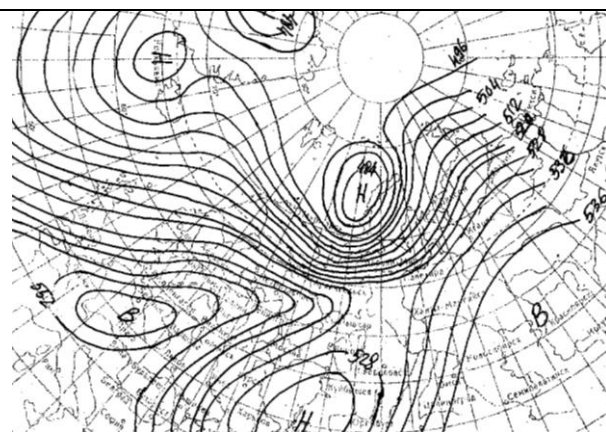
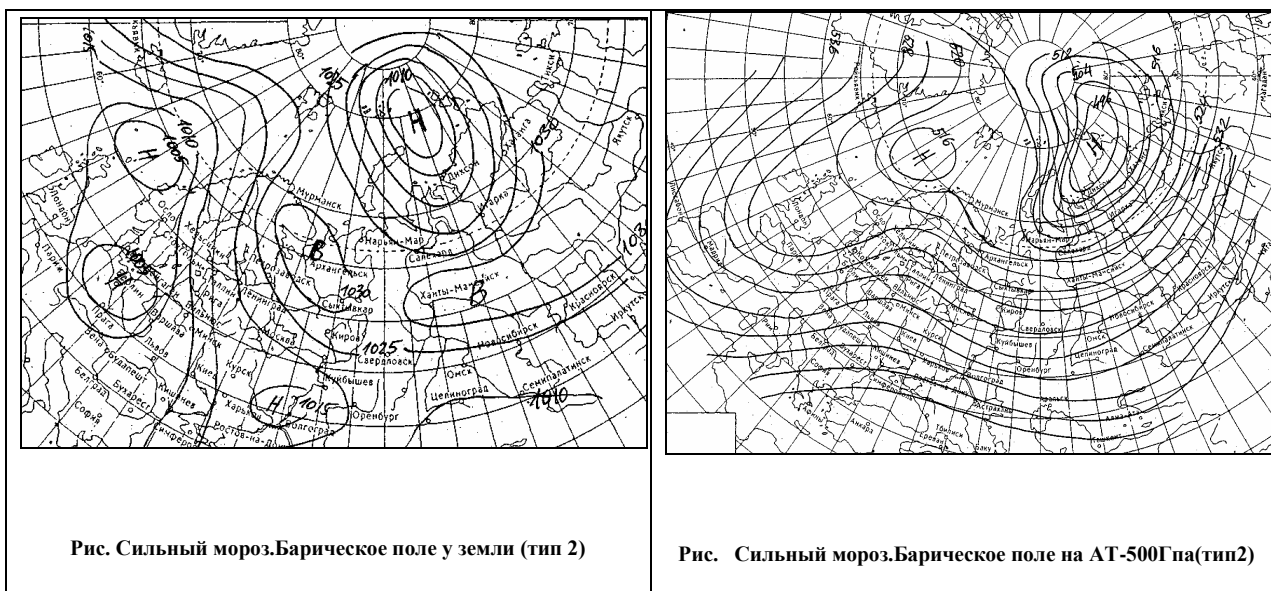


Рис. Сильная метель. Барическое поле на АТ-500 гПа (тип 1)

Сильные морозы формируются при четырех типах синоптических ситуаций: Тип 1. Наличие в средней тропосфере глубокого циклона (496-484 гПа) над Полярным Уралом, акваторией Карского моря или полуостровом Таймыр, в приземном слое - многоцентровая циклоническая депрессия (давление около 1000 гПа) или размытое поле повышенного давления; Тип 2. Наличие на поверхности АТ-500 гПа глубокого циклона (496-484 гПа) над районами Норильска - Обской губы и дальнейшим образованием в его ложбине высотного циклона над территорией НАО, в приземном слое - вторжение арктического антициклона (давление 1035-1040 гПа), сформировавшегося над акваторией Карского моря, районом Новой Земли на территорию Архангельской области; Тип 3. Сочетание 3 благоприятных факторов - наличие на поверхности АТ-500 гПа глубоких циклонов (496-484 гПа) над районами Таймыра - Обской губы или центральным районом России, в приземном слое - гребень арктического антициклона с центром над акваторией Карского моря и выход циклона с территории Украины в район Среднего Поволжья, усиление адвекции холода на территорию

Архангельской области и НАО по его северной периферии; Тип 4. Формирование высотного гребня на поверхности АТ-500 гПа над территорией Архангельской области, а в приземном слое - антициклона с давлением 1030 - 1040 гПа центром над территорией НАО.



Сильные снегопады возникают при четырех выявленных типах синоптических ситуаций: Тип 1. Циклоны смещаются с запада на восток - из района Шпицбергена на район архипелага Новая Земля или с севера Скандинавии вдоль побережья юго-востока Баренцева моря. В этих случаях теплый фронт вытягивается вдоль побережья, и таким образом, несмотря на перемещение самого циклона со скоростью 40-50 км/час, фронт как бы «стационарирует»; Тип 2. Циклоны смещаются юго-запада (из районов Прибалтики, Санкт-Петербурга) на северо-восток через северные районы Архангельской области; Тип 3. Смещение циклонов с юга (районы Украины, центральных районов ЕТР) или с юго-востока (территория Кировской области) на территорию Архангельской области и западную половину территории НАО; Тип 4. «Ныряющие циклоны», траектория которых направлена с северо-запада на юго-восток, как правило, из района Шпицбергена на акватории Печорского моря - Байдарацкой губы.

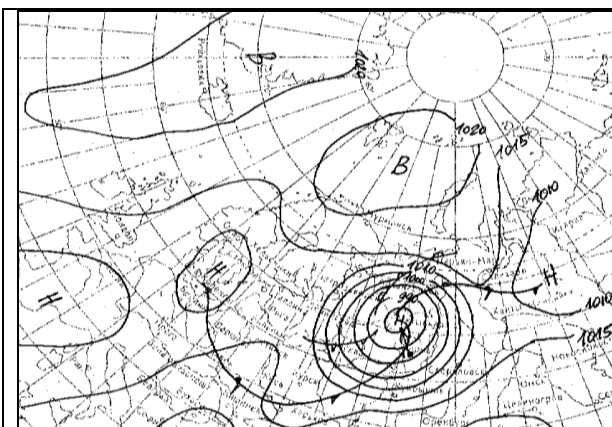


Рис. Сильный снег. Барическое поле у земли (тип 3).

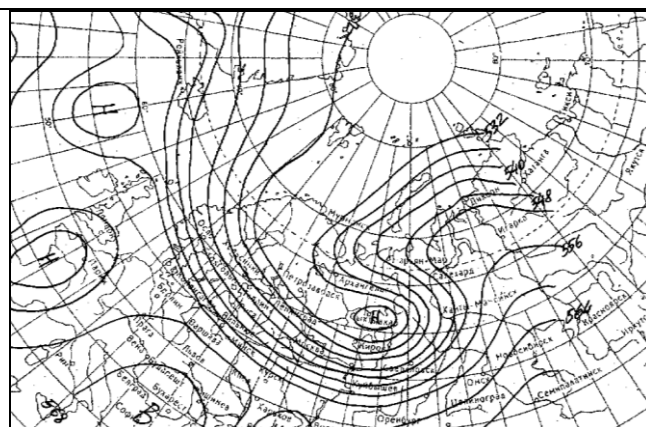


Рис. Сильный снег. Барическое поле на АТ-500Гпа(тип3).

С сильными дождями связано 6 выделенных типов синоптических ситуаций:

Тип 1. Циклоны, смещающиеся с юго-запада (с районов Прибалтики и Белоруссии) на северо-восток (26,7% случаев); Тип 2. Циклоны, перемещающиеся с запада (с акватории Норвежского моря, территории Скандинавии) на восток (6,7% случаев); Тип 3. Перемещение циклонов с юга на север-выход южных циклонов (20% случаев); Тип 4. Перемещение волн (частных циклонов) вдоль малоподвижных квазимеридиональных холодных фронтов с волнами (28,0% случаев); Тип 5. Процессы циклогенеза над северными районами ЕТР (10,7% случаев); Тип 6. Аномальное перемещение циклонов - с юго-востока (с территории Кировской области, Среднего Поволжья) на территорию Архангельской области (8,0% случаев).

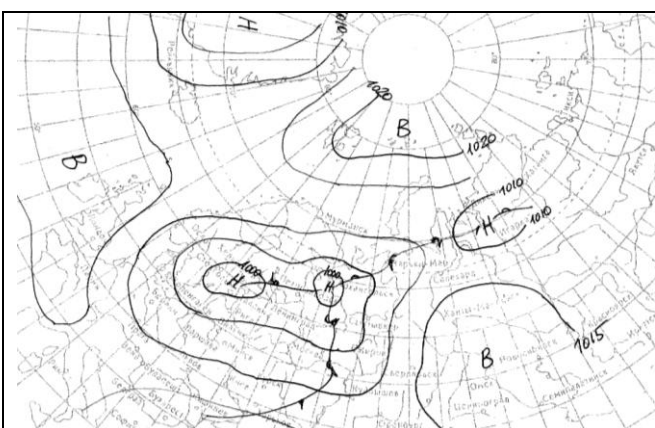


Рис. Сильный дождь. Барическое поле у земли (тип 4).

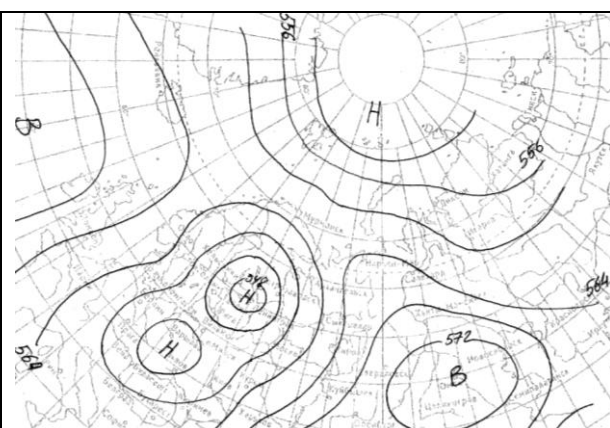


Рис. Сильный дождь. Барическое поле на АТ-500Гпа(тип 4).

Шквалы возникают при шести типах синоптических ситуаций: Тип 1. Медленно движущийся холодный фронт с волнами, скорость перемещения фронта 20-30 км/час (69% случаев). Возникающие на фронте волновые возмущения быстро перемещаются вдоль фронта со скоростью до 70-80 км/час. Тип 2. Быстродвижущийся холодный фронт (скорость 40-50 км/час и более) - 10,1% случаев. Фронт характеризуется большими контрастами температуры у земли (более 10-12°/500 км) и проходит в хорошо выраженной барической ложбине. Тип 3. Прохождение фронтов окклюзии (8,9% случаев). Максимальная температура теплого воздуха превышает 22-24°. Тип 4. Прохождение холодных вторичных фронтов в тылу циклонов в неустойчиво стратифицированной воздушной массе (3,4% случаев). Тип 5. Прохождение теплых фронтов, характеризующихся большими контрастами температуры воздуха - до 20-30° у земли, а также во всей нижней тропосфере. Такие случаи отличаются большой редкостью (1,6% случаев). Тип 6. Внутримассовые шквалы (7% случаев).

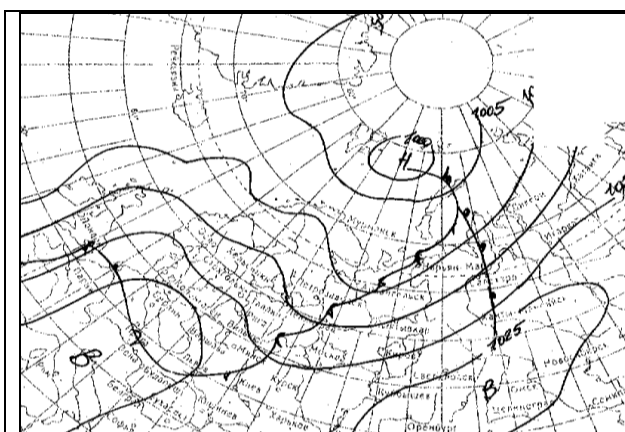


Рис. Шквал. Барическое поле у земли (тип 1).

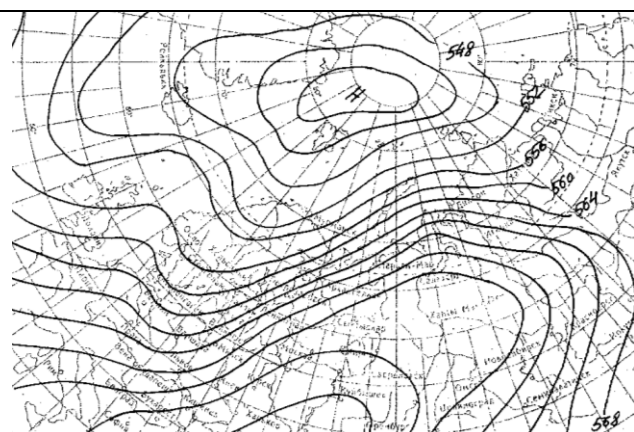


Рис. Шквал. Барическое поле на АТ-500гпа(тип 1).

Для формирования заморозков выделено 3 типа синоптических ситуаций: Тип 1. Адвективные заморозки (тип 1) – (10,2% случаев) возникают в результате сильной адвекции холода, наблюдающейся в тылу активных циклонов. В результате перемещения холодной воздушной массы с акваторий Баренцева или Карского морей происходит понижение

температуры воздуха до отрицательных значений в первую очередь в северных районах Архангельской области, в то время как в южных районах еще сохраняются положительные температуры. На поверхности АТ-850 гПа осуществляется адвекция холода до $-5, -10^{\circ}\text{C}$.

По мере роста давления в малоградиентном поле в холодном воздухе создаются условия для дополнительного выхолаживания нижнего слоя воздуха и заморозки уже принимают характер адвективно-радиационных. Обычно адвективно-радиационные заморозки (тип 2) - (40,1% случаев) возникают уже в первую ночь после адвекции холода. В этом случае заморозки также охватывают большие площади, которые зачастую занимают 50% и более территории Архангельской области.

Радиационные заморозки (тип 3) - (49,7% случаев) возникают на вторую или третью ночь после адвекции холода и, как правило, носят локальный характер и в значительной степени зависят от высоты местности.

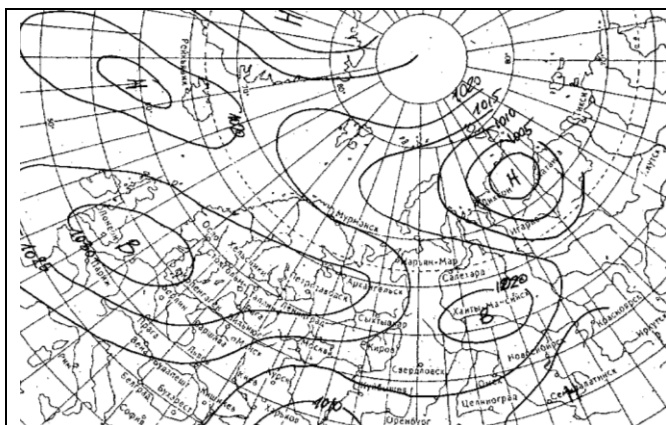


Рис. Заморозки. Барическое поле у земли (тип 3).

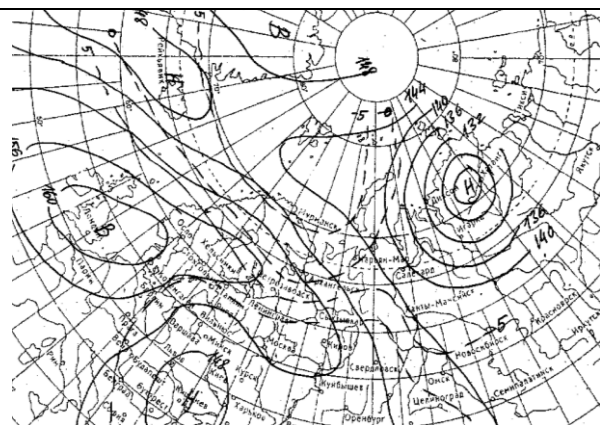


Рис. Заморозки. Барическое поле на АТ-850 гПа (тип 3).

Формированию сильных туманов способствует три выделенных типа синоптических ситуаций: Тип 1. Радиационные туманы (27,1% случаев) образуются в ночные часы, а рассеиваются после восхода солнца. Тип 2. Адвективные туманы (16,3% случаев) - с ними связано охлаждение относительно теплой и влажной воздушной массы в процессе ее

перемещения на более холодную подстилающую поверхность. Наиболее благоприятной синоптической ситуацией при этом являются теплые сектора циклонов и прилегающие к ним окраины антициклонов. Тип 3. Адвективно-радиационные туманы. Обычно адвекция тепла и положительная адвекция удельной влажности, приводящие к уменьшению дефицита точки росы, наблюдаются еще днем, но образование такого тумана связано непосредственно с ночным полным или неполным прояснением. Эти туманы (59,2% случаев) часто возникают на западной и северной периферии антициклонов или гребней антициклонов, где наблюдается адвекция тепла.

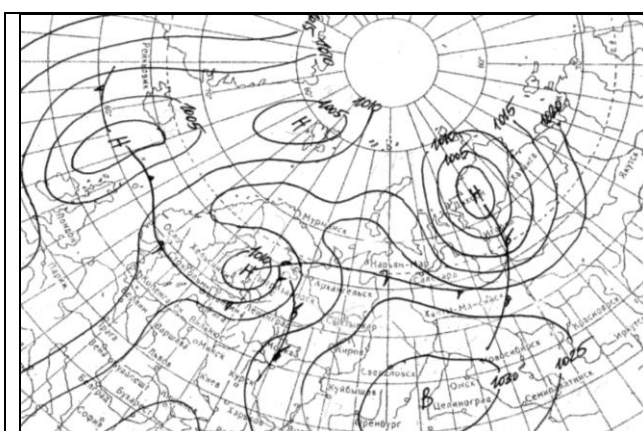


Рис. Сильный туман.Барическое поле у земли (тип 2).

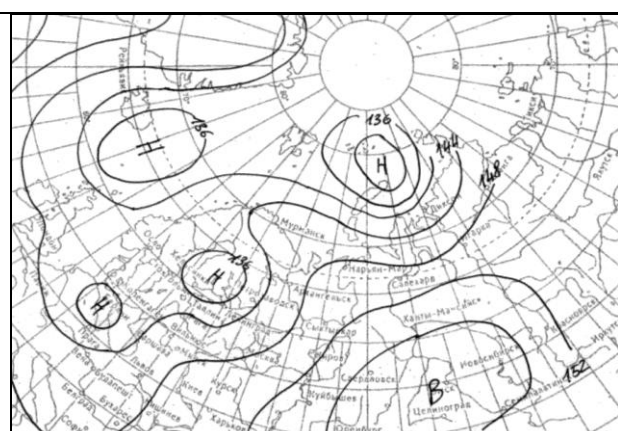


Рис. Сильный туман.Барическое поле на АТ-850Гпа(тип 2).

В четвертой главе рассмотрены особенности оценки ущербов и рисков, связанных с опасными явлениями погоды на территории Архангельской области и НАО. К основным особенностям Архангельской области и НАО относится крайне низкая плотность населения - 2,1 и 0,3 человека на км² соответственно, Другой особенностью Архангельской области и НАО является сама структура экономики, которая здесь сложилась исторически, исходя из природных богатств, которыми обладают эти территории.

На протяжении десятилетий основное внимание в регионе уделялось развитию лесопромышленного комплекса – вырубка леса и глубокая переработка древесины на деревообрабатывающих и целлюлозно - бумажных

комбинатах. Поскольку на начальном этапе этого производства ущерба, в основном, связаны с простоями по причине погодных условий - сильные морозы, сильные ветры, шквалы, размеры ущербов не носят масштабный характер даже в рамках области. На этапе переработки все же более вероятен вторичный ущерб.

В последние 15 - 20 лет лидирующие позиции в экономике региона стала занимать добыча полезных ископаемых. Особую актуальность в этом свете приобретает сбережение северных территорий, а именно территории Ненецкого автономного округа и прилегающих акваторий Баренцева и Карского морей, на шельфе которых идет интенсивная разработка углеводородных месторождений, активно развивается транспортная система, включая трубопроводные магистрали и морской транспорт.

Для оценки ущербов и рисков было проведено районирование дней с ОЯ по муниципальным образованиям Архангельской области и Ненецкому Автономному Округу как единой административной единице.

Расчеты были проведены по методике, разработанной в ГГО (авторы Кобышева и др., 2008)

$$y_{i \text{з}}^{\text{об}} = P_i \frac{s_i}{S} \frac{s_{\text{об}}}{S} k l A(t)$$

$$R_i^{\text{об}} = P_i \frac{s_i}{S} \frac{s_{\text{об}}}{S}$$

где $Y^{\text{об}}$ - экономическая уязвимость (ущерб) хозяйственного объекта (руб/год), R_i - риск для конкретного объекта, P_i - вероятность данного ОЯ, s_i - средняя площадь ОЯ, км^2 ; $s_{\text{об}}$ - площадь объекта, км^2 , S - площадь территории, км^2 , k - коэффициент агрессивности, l - число жителей, равномерно распределенных на данной территории, A - коэффициент, называемый ценой риска, полагаемый равным доле ВВП и основного фонда России, приходящегося на одного жителя России.

В заключении приводятся следующие основные результаты:

1. Выполнен расчет и проведен анализ статистических характеристик метеорологических величин - температуры воздуха, скорости ветра, осадков, относительной влажности за период 1966-2008г.г.

2. В результате анализа линейных трендов установлено:

- на территории Архангельской области и НАО за период 1966-2008г.г. наблюдается устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха, наибольший вклад в повышение годовой температуры воздуха вносит январь, наименьший вклад - вносят весенние и летние месяцы;

- изменения средней годовой скорости ветра за исследуемый период имеют отрицательные тенденции практически на всей территории Архангельской области и НАО;

- за последние 10-15 лет наметилась тенденция к замедлению снижения скоростей ветра и даже к их росту, особенно в период 1999-2008г.г. Это отчетливо выражено на побережьях Белого и Баренцева морей, а также на северо-востоке Архангельской области;

- на преобладающей части территории Архангельской области (исключение составляют некоторые метеостанции в восточной половине области), а также на территории НАО наблюдается увеличение годовых сумм осадков.

- изменения средней годовой относительной влажности по абсолютной величине оказались незначительными, по знаку в НАО преобладают отрицательные тренды, на территории Архангельской области - положительные. Вследствие большого разброса данных по знаку трендов на рассматриваемой территории не представилось возможным объединить эти данные по конкретным районам;

- выявлены аномальные годы со значительными отклонениями от нормы средних значений температуры воздуха, скорости ветра, осадков, относительной влажности, при этом 2007 и 2008г.г. оказались аномальными по всем рассмотренным метеорологическим величинам.

3.Выполнен расчет и проведен анализ статистических характеристик опасных явлений, рассчитаны значения ОЯ с заданной повторяемостью.

4.В результате анализа линейных трендов ОЯ установлено:

- на территории Архангельской области и НАО наблюдается тенденция уменьшения числа таких ОЯ как сильный ветер, сильная метель, сильный мороз, сильный туман;

- практически без изменения остается повторяемость таких ОЯ как сильный снег, сильный дождь, шквал;

5.Выявлены аномальные годы по ОЯ.

6.Проведена систематизация синоптических ситуаций, благоприятных для возникновения ОЯ.

7.Проведено районирование повторяемости ОЯ для каждого муниципального образования Архангельской области и отдельно для НАО.

8.Для этих районов проведена оценка ущербов и рисков, связанных с аномальными метеорологическими явлениями.

Публикации по теме диссертации:

1.Грищенко И.В. Особенности климата Соловецкого архипелага. Тезисы на III Всероссийской конференции «Проблемы мониторинга среды Соловецкого архипелага» 8-11 декабря 2008 г., г.Архангельск, с.24-25.

2. Грищенко И.В.. Мониторинг опасных гидрометеорологических явлений на акваториях арктических морей в условиях изменения климата. Всероссийская конференция с международным участием «Северные территории России: проблемы и перспективы развития», Архангельск. 23-26 июня 2008 г.

3. Грищенко И.В. Гидрометеорологическое обеспечение нефтегазодобывающей отрасли Архангельским ЦГМС-Р, Метеоспектр, № 4, 2007 г., с. 123-126.

4. Грищенко И.В., Водовозова Т.Е. Некоторые особенности климата Соловецкого архипелага. Научно- практическая конференция «Мониторинг природной среды Соловецкого архипелага: предварительные результаты и дальнейшие перспективы», Архангельск, 24-27 апреля 2006 г.

5. Грищенко И.В. Ураганы на акватории Белого моря. X Международная конференция «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря», Архангельск, 18-20 сентября 2007 г.

6. Грищенко И.В., Водовозова Т.Е. Наблюдаемые изменения климата на территории Архангельской области. Научно- практическая конференция «Глобальное изменение климата: научные данные, проблемы и решения. Региональный аспект», Архангельск, 2007 г.

7. Грищенко И.В. Сильные ветры как опасные природные явления на территории Архангельской области. Метеоспектр, №3, 2007., с. 80-83.

8. Грищенко И.В. .. Мониторинг опасных гидрометеорологических явлений на акваториях арктических морей в условиях изменения климата. Международная научно- практическая конференция «75 лет с начала планомерного изучения и развития Севморпути» в рамках мероприятий МПП 2007/08, 21-22 февраля 2008г., Санкт-Петербург, с.45-46.

9. Д.Ю.Поликин, И.В.Грищенко. Динамика климата на полуострове Канин. Материалы молодежной международной конференции «Экология-2003» 17-19 июня 2003 г., г. Архангельск., с. 63-64.
10. Абдрахманов Р.С., Зимняков С.А., Грищенко И.В. Климатические ресурсы ветра Архангельской области и эффективность их использования в ветроэнергетике. Труды Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований». Казань, 19-22 мая 2009г., с. 14-17.
11. Грищенко И.В. К вопросу о природных опасностях на территории Архангельской области. Труды Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований», Казань, 19-22 мая 2009г., с. 70-73.
12. Грищенко И.В. Опасные явления погоды как фактор природных рисков на территории Архангельской области. Географический вестник, №1(9), 2009 г, Пермь, с.17 - 19.
13. И.В.Грищенко, Водовозова Т.Е., Климатические аномалии на Соловецком архипелаге. IV Всероссийская научная конференция «Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага», Архангельск, 8-11 декабря 2009 г., с.15-16.
14. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата, под редакцией Ю.Г.Шварцмана, И.Н.Болотова (Грищенко И.В., Водовозова Т.Е. и др.), Екатеринбург, 2007г. с.31-44.
15. Грищенко И.В. Температурный режим и его изменения на акватории юго-востока Баренцева моря. Материалы международной научной конференции «Морские исследования полярных областей Земли в международном полярном году 2007/2008», С-Петербург, 21-23 апреля 2010 г., с.110 - 111.

16. Грищенко И.В. Проблемы гидрометеорологической безопасности в арктическом регионе. Материалы III Всероссийской морской научно-практической конференции «Стратегия развития России и национальная морская политика в Арктике» («Арктика-2010»), Мурманск, 14-15 сентября 2010 г., с.32-33.
17. Грищенко И.В. Изменения климата на акватории юго - востока Баренцева моря. Материалы X Международной научной конференции «Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики», Мурманск, 27-30 октября 2010 г.
18. Грищенко И.В., Водовозова Т.Е. Аномальное лето 2010 г. на Соловецком архипелаге. Материалы V юбилейной Всероссийской научной конференции «Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага», Архангельск, 8-11 декабря 2010 г., с.13-15.
19. Мониторинг микроклимата и климата Соловецкого архипелага. Монография. Под ред. Ю.Г.Шварцмана. (Грищенко И.В. и др.).
20. Грищенко И.В., Водовозова Т.Е., Осадчая М.В. Аномальная жара на территории Архангельской области в 2010 г. Материалы международной конференции «Изменение климата и его влияние на здоровье человека», Архангельск, 28-30 июня 2011 г., с.63-66.

Публикации по теме диссертации в журналах ВАК:

1. И.В.Грищенко «Шквалы и смерчи на территории Архангельской области и НАО» Вестник Поморского Университета. Серия «Естественные науки». Выпуск 4 Архангельск, 2009., с. 5-10.
2. Грищенко И.В. Очень сильные морозы на территории Архангельской области и НАО. Труды ГГО, выпуск 561, С-Петербург, 2010., с.276-284.
3. Грищенко И.В. Особенности оценки ущербов и рисков на территории Архангельской области и НАО. Труды ГГО, выпуск 563, С-Петербург, 2011., с. 137-148.

4. Грищенко И.В., Водовозова Т.Е. Тенденции в изменении климата и динамике опасных явлений погоды на территории Архангельской области и НАО, Экология и человек, № , Архангельск, 2011 (в печати).