

Министерство образования Российской Федерации

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(РГГМУ)

На правах рукописи

УДК 556.535.2 (282.247.21)

Ефимова Юлия Викторовна

**УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНЫХ НЕВСКИХ
НАВОДНЕНИЙ.**

25.00.30 – метеорология, климатология и агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург

2003

Министерство образования Российской Федерации

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(РГГМУ)

На правах рукописи

УДК 556.535.2 (282.247.21)

Ефимова Юлия Викторовна

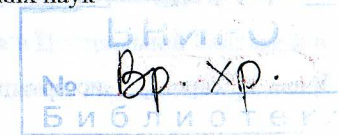
**УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНЫХ НЕВСКИХ
НАВОДНЕНИЙ.**

25.00.30 – метеорология, климатология и агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание ученой степени

кандидата географических наук



Санкт-Петербург

2003

Работа выполнена в Российском Государственном
Гидрометеорологическом Университете

Научный руководитель: доктор географических наук,
профессор К.В. Кондратович.

Официальные оппоненты:

доктор географических наук А.Е. Антонов;
кандидат географических наук Е.И. Серяков.

Ведущая организация: Государственное учреждение Арктический и
Антарктический научно-исследовательский институт.

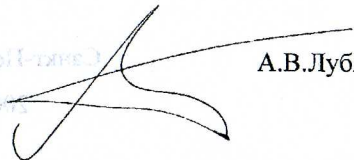
Защита состоится « 20 » марта 2003 г. в 15³⁰ часов на
заседании диссертационного совета К212.197.01 Российского
Государственного Гидрометеорологического Университета по адресу:
195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, 98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского
Государственного Гидрометеорологического Университета.

Автореферат разослан «20» февраля 2003 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат технических наук


А.В. Лубяной

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

До завершения строительства комплекса морских защитных сооружений проблема прогнозирования сильных и катастрофических наводнений в Невской губе сохраняет актуальность. Заблаговременное предупреждение администрации и населения о катастрофическом наводнении позволило бы уменьшить материальные потери и гибель людей.

Данная работа посвящена исследованию синоптических условий возникновения длинной волны и ее учета при прогнозе сильных наводнений. Самостоятельное значение имеет зависимость возникновения наводнения от характера зимы и от среднего уровня моря.

Цели и задачи исследования

Исследовать синоптические условия возникновения значительного статического и динамического подъема уровня моря в Центральной Балтике, которое является начальной фазой сейшевых колебаний уровня моря или приводят к вхождению в Финский залив длинной волны.

Разработать схему использования наблюдений уровня моря и влияющих на колебания уровня атмосферных процессов, характера движения на восток и эволюции атлантического циклона. Использовать зависимость возникновения наводненческих ситуаций от типа синоптических процессов, каталог которых имеется с 1891 года.

Для достижения указанной цели необходимо решить ряд задач:

1. Оценить корреляцию колебаний уровня моря в Центральной Балтике и в Невской губе с различными временными сдвигами. Определить признаки возникновения явления длинной волны.
2. По материалам каталога элементарных процессов и форм циркуляции Вангенгейма за 1891 – 2001 годы выявить те типы ЭСП, при которых в каждом календарном месяце «наводненческого периода» (август – январь) наблюдались наводнения, $\Delta h > 160$ см, и сильные наводнения, $\Delta h > 200$ см.

3. Разработать схему использования оперативно составляемых в России и зарубежных центрах прогнозов барического поля на 3 суток для определения типа элементарного синоптического процесса по классификации Вангенгейма.

Научная новизна

Впервые установлено, что в ряде случаев возникновения наводнений имеет место корреляционная связь колебаний уровня в Центральной Балтике и Невской губе. Наличие этой связи указывает на перспективу повышения заблаговременности прогноза сильных наводнений.

Анализ изаллобарических очагов на акватории Балтики и способы учета фоновых предикторов (градации среднего уровня моря и суммы отрицательных температур воздуха) являются новыми.

Учет гомологов циркуляции на основе типизации Вангенгейма ранее не использовался.

Методы исследования и исходные данные.

Анализ синоптических условий прохождения атлантического циклона по району Балтики и возникновения длинной волны осуществлялся путем построения карт давления и карт изаллобар по материалам архива барических полей за 1946 – 1994 гг. (2 срока в сутки).

Корреляционные оценки связи колебаний уровня в Центральной Балтике и в Невской губе осуществлялись по материалам наблюдения уровня моря в Стокгольме и р. Невы у Горного.

Выявление зависимости наводнений от типа синоптического процесса основывалось на каталоге элементарных синоптических процессов Вангенгейма за 1891 – 2001 годы.

Практическая значимость работы

Выполненные в процессе исследований по теме диссертации работы непосредственно входят в НИР кафедры динамики атмосферы и космического земледения.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Выявлены существенные корреляционные зависимости между подъемом уровня моря в Центральной Балтике и в устье реки Невы. Признаком возникновения длинной волны или сейшевого колебания в Центральной Балтике при наличии очага падения давления целесообразно считать подъем уровня более 10 см.
2. Зависимость повторяемости сильных наводнений от фонового предиктора: среднего уровня моря. В январе практически все невые наводнения происходили при градации "значительно выше нормы".
3. Зависимость повторяемости сильных наводнений от фонового предиктора: суммы отрицательных температур воздуха в Санкт-Петербурге. Малая вероятность возникновения наводнения в декабре – январе при достижении суммы отрицательных температур градаций «значительно ниже нормы» (ЗНН) и «ниже нормы» (НН) в данный день.
4. Зависимость повторяемости сильных наводнений от типа синоптического процесса на основе каталога элементарных синоптических процессов Г.Я.Вангенгейма.

Апробация работы

Оценки повторяемости невых наводнений в наступающем месяце составлялись регулярно с августа 1993 года по январь 2003 года и направлялись в МЧС, ГМЦ СПб, в "Морзащиту". Результаты исследований и отдельные положения диссертации докладывались на Итоговых сессиях Ученого Совета РГГМУ в 2002, 2003, были представлены на седьмой Санкт-Петербургской ассамблее молодых ученых и специалистов в 2002.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 4 основных разделов, заключения и списка литературы из 56 наименований.

Общий объем диссертации 121 страниц, в том числе 28 рисунков, 10 таблиц

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Наводнением в Санкт-Петербурге называют подъем уровня Невы выше 160 см над ординаром у Горного Института. Сильным наводнением считается подъем уровня выше 200 см, а катастрофическим - выше 300 см

Практически всегда невыеские наводнения возникают при сильном или штормовом ветре юго-западного и западного направления. Поворот ветра к северо-западу, связанный с прохождением холодного фронта, обычно свидетельствует о начале снижения уровня р. Невы у Санкт-Петербурга.

В отдельных случаях ветровой нагон сопровождается долгопериодными колебаниями вод Балтийского моря в виде сейш или вхождением в Финский залив длинной волны. Наиболее вероятно, что случаи подъема уровня более 250 см, а также катастрофические наводнения, осуществлялись при совпадении времени наступления максимума ветрового нагона и подхода вершины длинной волны.

Несомненно, что все три катастрофических наводнения за время существования города (1777, 1824 и 1924 года) происходили при «ураганном» по шкале Бофорта ветре 30 – 40 м/с. Об этом свидетельствует ряд публикаций того времени.

Без ветрового нагона явления длинной волны или стоячих волн (сейш) значительных наводнений не вызывают. Известен лишь один случай наводнения при полном штиле, в 1784 г., когда уровень Невы поднялся до 150 см.

До катастрофического наводнения 23 сентября 1924 года научных исследований механизма возникновения наводнений практически не было. Это объясняется состоянием служб гидрологических и метеорологических прогнозов, деятельность которых может обеспечиваться лишь регулярным наступлением сводок погоды и данных об уровне по всей акватории Балтийского моря.

Наша работа посвящена исследованию синоптических условий возникновения невыеских наводнений, учитывающих возникновение в Центральной Балтике длинной волны и ее смещение в Финский залив к устью Невы.

Наряду с анализом воздействия штормовых циклонов на колебания уровня Балтики, в работе уделено внимание особенностям влияния длительно действующих факторов: среднего уровня моря в Центральной Балтике и Финском заливе, а также ледового покрова в зимний период.

В первом разделе диссертации рассмотрены сезонные и многолетние изменения повторяемости невыеских наводнений и вопросы влияния сильных и катастрофических наводнений на экологическую безопасность Санкт-Петербурга. Не вызывает сомнения рост повторяемости наводнений в 20 веке, особенно, в последнюю четверть столетия.

Эпоха наводнений продолжается. Уже в 2001 – 2002 году произошло 4 наводнения, одно из которых (15 ноября 2001 года) попало в раздел сильных. Уровень Невы поднялся на 215 см выше ординара.

Наиболее опасными для города являются катастрофические наводнения, с которыми связан целый ряд **экологических** последствий. При более сильных наводнениях разрушаются промышленные объекты, склады опасных веществ.

Даже наводнения, которые не считаются опасными, пополняют подземные водосборы и повышают уровень грунтовых вод. В настоящее время подвальные помещения в ряде районов затоплены или полузатоплены. Этот фактор приводит к разрушению фундаментов, создает условия массового размножения комаров и др.

Смыв почвенного слоя, в котором десятилетиями накапливались отходы промышленной и научно-исследовательской деятельности, может в считанные часы превратить воды Финского залива в крупный очаг экологического бедствия. Выход из строя систем связи, теплоснабжения,

электросетей на длительное время создаст в нескольких районах города «блокадную обстановку».

Во втором разделе рассмотрены особенности воздействия на формирование сильных наводнений ветрового нагона, сейшевых колебаний уровня, длинной волны, среднего уровня моря и ледового покрова.

Ветровой нагон создают продолжительные сильные ветры. Сильные ветры характерны для глубоких циклонов. Проходящий над водоемом циклон создает не только сгон и нагон, но также и длинную волну и сейшу. Совершенно ясно, что причиной сильного или катастрофического наводнения является ряд факторов, воздействующих на водные массы. Ветровой нагон, очевидно, имеет основное значение. В большинстве случаев, сильному наводнению в Санкт-Петербурге сопутствуют западные и юго-западные ветра. Они могут достигать 30-40 м/с. Уже при 20 м/с сток Невы уменьшается.

Длинная волна и сейша так же имеют большое значение для возникновения сильного наводнения. Сейшевые колебания охватывают всю толщу вод моря, достаточно быстро возбуждаются, а затухают в течение нескольких суток. В результате исследований было определено примерное время прохода длинной волны или сейши, образовавшейся у берегов Швеции к берегам Санкт-Петербурга. Это время составило около 10-12 часов. Полупериод 24 часовой сейши составляет 12 часов. Соответственно, можно предположить, что попадание сейши в фазу или противофазу с длинной волной или совпадение ее с максимумом (гребнем) ветрового нагона может повлиять на интенсивность подъема уровня у Санкт-Петербурга.

Прохождение глубоких циклонов над Балтикой часто сопровождается возникновением длинной волны. В работе понятие длинной волны рассматривается как статический подъем уровня моря у берегов Стокгольма в результате выхода на Центральную Балтику глубокого

циклона. В данном случае, на возникновение длинной волны влияет, в основном, статический закон или «закон обратного барометра». Известно, что при уменьшении атмосферного давления на один гектопаскаль уровень моря повышается на один сантиметр.

В случае катастрофического наводнения 23 сентября 1924 года подъем уровня моря у Аландских островов составил 60 см. Сейшевый тип наводнений, как уже упоминалось, дает максимальный подъем уровня до 150 см, обычно (50 - 60 см). Смешанные наводнения наиболее часто встречаются в природе. Они вызываются совместным действием длинной волны, сейши, ветра и других метеорологических и гидрологических факторов. Если вклады этих факторов складываются, то возникают условия образования сильных и катастрофических наводнений.

Повышенный средний уровень Балтики является одним из благоприятных условий возникновения сильного наводнения. Средний уровень Балтийского моря может играть определенную роль в развитии наводненческой ситуации. При высоком уровне в Балтийском море более слабые атмосферные процессы могут приводить к наводнениям, а при низком уровне для возникновения наводнения потребуются более интенсивные атмосферные процессы.

На зимние невисские наводнения, помимо основных метеорологических и гидрологических факторов, влияет также ледовый режим Балтийского моря.

При исследовании зимних невисских наводнений следует обращать внимание на изменение ледовитости (т.е. тенденцию к потеплению или похолоданию) за последние годы. Тенденция к уменьшению ледовитости может косвенно отражаться на увеличении числа случаев зимних наводнений. В очень суровые зимы наводнений за период с 1956 – 1985гг. зимних наводнений не было. Данные выводы подтверждаются исследованиями температуры воздуха в зимний период и случаев наводнений, проведенными на кафедре ДАКЗ. Снижение средней

месячной температуры воздуха и наличие сильных морозов косвенно свидетельствует о появлении значительного ледового покрова. Поскольку, ветровой нагон один из основных факторов повышения уровня в устье Невы, образование ледового покрова снимает воздействие ветра на водную поверхность.

Результаты исследований зависимости наводнений от форм циркуляции и элементарных синоптических процессов, от структурных особенностей барических и изобарических полей представлены в третьем разделе. Там же изложены разработанные на кафедре ДАКЗ положения о зависимости повторяемости новых наводнений от климатических изменений режима атмосферной циркуляции. Соответствующие оценки и прогностические выводы о характере изменения современного климата поддержаны учеными Санкт-Петербурга.

Для исследования зависимости случаев наводнений от форм циркуляции и элементарных синоптических процессов использовался каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма за 1891 – 2001 гг. Классификация Вангенгейма отображает особенности атмосферной циркуляции над атлантико-европейским сектором северного полушария, включая Балтийское море. Типизация макросиноптических процессов основана на понятии элементарного синоптического процесса (ЭСП), в течение которого в данном географическом районе сохраняются основные направления воздушных течений и знак барического поля. Все виды атмосферных процессов сгруппированы в три типа (формы) атмосферной циркуляции: **западный (W), восточный (E) и меридиональный (C)**. Целью нашей работы является исследование условий возникновения сильных и катастрофических наводнений. Даты сильных наводнений были сопоставлены с ЭСП и основными формами циркуляции по каталогу Вангенгейма (1891 – 2001 гг.). За указанный период наблюдений сильные наводнения наиболее часто наблюдались при процессах западной формы атмосферной циркуляции (43 случая из 53).

Таблица 2. - Распределение сильных наводнений (1891-2001 гг.) в зависимости от основной формы циркуляции (ОФЦ)

ОФЦ	число случаев
Форма W	43
Форма E	5
Форма C	5
всего	53

При процессах меридиональной и восточной формы было по 5 случаев сильных наводнений. В ноябре, когда повторяемость наводнений максимальна, при процессах формы E сильных наводнений не было. В октябре при восточной форме циркуляции было всего 2 сильных наводнения, а при западной форме 11. В январе, феврале и августе при формах E и C не было сильных наводнений. Данная зависимость повторяемости сильных наводнений от форм циркуляции обеспечивает возможность оценки вероятности редкого явления сильных наводнений в методах долгосрочного метеорологического и климатического прогноза.

Даты сильных наводнений были сопоставлены с ЭСП по каталогу Вангенгейма (1891 – 2001 гг.). Наиболее часто встречающийся элементарный синоптический процесс ЭСП в дни с сильными наводнениями – это «Западный перенос» (Зап.пер). Он диагностируется только при W форме циркуляции и встречается в 11 случаях из 53. Чаще всего сильные наводнения наблюдались при ЭСП «Западный перенос» (5 случаев из 7) в январе. Сильное наводнение при меридиональной форме атмосферной циркуляции наиболее вероятно при «английском северо-восточном» элементарном синоптическом процессе. Сильному наводнению при восточной форме характерны два элементарных синоптических процесса – «пояс высокого давления» и «Стационарный положение IV».

В феврале благоприятным фоном для возникновения сильного наводнения является «Стационарный II» ЭСП при западной форме циркуляции. В августе – «Стационарный II» и «Английский

Южноскандинавский» процесс в совокупности с западной формой атмосферной циркуляции.

В целом зависимость повторяемости сильных наводнений от форм циркуляции и ЭСП может быть использована при долгосрочном и климатическом прогнозе.

Для возникновения сильных наводнений характерна определенная синоптическая ситуация. С помощью имеющегося на кафедре ДАКЗ архива барических полей, начиная с 1946 года до 1994, были построены карты барики и карты изаллобар для сильных наводнений. Так как в исследованиях особое внимание уделялось статическому воздействию атмосферы на акваторию Балтики, наиболее показательными оказались карты изаллобар, на которых в большинстве случаев выделялись резкие очаги падения давления. В следующие 12 - 24 часа очаг падения сменялся очагом роста. Несомненно, что движение обширной и интенсивной области падения давления с Северного моря на Балтику и ее смена мощным изаллобарическим очагом роста сопровождается значительными колебаниями уровня. Изаллобарические очаги за 12 часов наглядны и в большей степени отвечают временному масштабу процесса возникновения и движения длинной волны. Имеющийся архив барических полей за 0 и 12 часов по Гринвичу позволяет получить 12-часовые изаллобарические очаги, обеспечивая тем самым ретроспективный анализ синоптических процессов, сопутствующих сильным невиским наводнениям.

В четвертом разделе обсуждаются прогностические возможности используемых методов и вопросы их комплексного применения в целях синоптического и климатического мониторинга невиских наводнений. Значение более точного и своевременного предупреждения о сильных невиских наводнениях для экологии Невы и Финского залива и безопасности населения сомнений не вызывает. Основной причиной возникновения наводнений в Санкт-Петербурге является штормовой нагон. Он и учитывается прогнозистами. Длинная волна и сейша,

учитываются в СЗУГМС с помощью эмпирических зависимостей и имеют небольшую заблаговременность. К сожалению, некоторые каналы информации, необходимые для вычисления высоты уровня, в настоящее время дают сбои. Например, в случае наводнения 15 ноября 2001 года, когда Нева поднялась выше уровня ординара на 215 см, связь с Таллином отсутствовала.

Данная работа направлена на увеличение заблаговременности определения типа и интенсивности наводнения. Самостоятельное значение имеют корреляционные связи колебаний уровня в Стокгольме и у Горного. Максимальная корреляция за 10-12 часов до наводнения по существу дает оценку предела предсказуемости вклада длинной волны. В тех случаях невиских наводнений, когда корреляционные связи слабы или отсутствуют, явление длинной волны не сказывается на общем подъеме уровня в Невской губе.

Географические особенности расположения Стокгольма и Санкт-Петербурга таковы, что опасные наводненческие траектории циклонов, проходящие через Скандинавию, а далее к северу от Финского залива, характеризуются подъемом уровня у берегов Швеции. Значительный подъем уровня в Центральной Балтике свидетельствует о первой стадии возникновения длинной волны.

В исследовании использовались материалы об уровне моря в Стокгольме, Визби (Визбю) и Ландсворте, и данные об уровне Невы у ординара Горного института.

Нас интересовал характер связи между уровнями моря у берегов Швеции и р. Невы в Санкт-Петербурге, что внесло некоторые ограничения по выбору дат наводнений, т.к. архивные материалы по Швеции не всегда совпадали с имеющимися данными по Питеру.

Для анализа вклада сейшевых колебаний изучался ежечасный ход уровня Невы у Горного института за 3 суток до наводнения и сутки после.

В качестве методики исследований приняты методы математического анализа. В частности, предпочтение было отдано статистическим и графическим методам исследований. В работе используется корреляционный и спектральный анализ, а также вейвлет-преобразование.

В работе было рассмотрено более 30 случаев наводнений, причем предпочтение отдавалось сильным ($h > 200$ см) и катастрофическим.

Из 30 случаев наводнений всего 6 показало отрицательный результат на наличие статической волны или сейши, образовавшейся у побережья Швеции, в остальных же случаях анализ хода уровней показал наличие «вспученности» у берегов Стокгольма, в той или иной мере влияющей на наводнения в Санкт-Петербурге. Наиболее яркие примеры возникновения статической волны у берегов Швеции представлены в таблице 5. Коэффициент корреляция между рядами является значимым.

Таблица 5. Явления длинных волн в Центральной Балтике.

Дата	Мах уровень Невы	Амплитуда у Стокт. (см)	Смещение (в часах)
09.09.37	2.37	27	11
14.09.38	2.33	25	10
11.08.33	2.08	14	12
12.11.54	1.98	15	9
21.01.83	1.80	21	9
14.01.83	1.78	23	11

На данном этапе исследовалось только наличие длинной волны или сейши у берегов Стокгольма в период предшествующий наводнению. Анализ показал, что в большинстве случаев данное явление присутствует. Но без более детального анализа ежечасных уровней на акватории Финского залива диагностировать явление сейши или длинной волны и оценить их вклад в колебания уровня в Невской губе затруднительно. Необходимо провести анализ сопутствующей синоптической ситуации над Центральной Балтикой и Финским заливом. Определенные возможности

при диагнозе сейш и длинной волны дает спектральный анализ и вейвлет-преобразование данных об уровне.

Спектральный анализ хода уровня Невы в наводненческий период заключается в разложении реализаций по времени хода уровня на различные частотные составляющие (спектр) и показывает вклад колебаний с различными частотами в энергию процесса. Всего было рассмотрено 30 случаев наводнений, предпочтение отдавалось сильным (уровень у Горного института более 200 см). Использовалось дискретное преобразование Фурье.

В результате проведенной работы выяснилось, что сейшевые колебания принимают непосредственное участие в формировании уровня Невы в наводненческий период (особенно волны с периодом 24 и 30 часов). Однако дискретное преобразование Фурье может дать лишь качественную оценку вклада сейш в наводнение. Для более детального анализа хода уровня в наводненческий период мы обратились к методу вейвлет-анализа. Термин вейвлет-анализ по смыслу аналогичен термину Фурье-анализ. Коэффициенты Фурье поддаются достаточно простой физической интерпретации, тем не менее, вейвлеты обладают существенными преимуществами по сравнению с преобразованием Фурье. Вейвлет-преобразование позволяет судить не только о частотном спектре сигнала, но и о том, в какой момент времени появилась та или иная гармоника. Вейвлеты – это математические функции, позволяющие анализировать различные частотные компоненты данных. В исследовании колебания уровня Невы за 3 суток до наводнения с помощью вейвлет-преобразования возможно выделить и локализовать по времени различные частотные составляющие волн, участвующих в колебаниях. Ход уровня в наводненческий период является сложным, колебания могут накладываться друг на друга. На графике вейвлет-преобразования видны все волны, которые участвуют в общем ходе уровня и их временная локализация.

Наиболее полное представление о ходе уровня Невы и его составляющих в наводненческий период может дать совместное использование спектрального анализа на основе Фурье-преобразования в совокупности с вейвлет-преобразованием.

Во временном масштабе недель и месяцев фоновыми предикторами возникновения сильных наводнений являются зимнее похолодание и средний уровень моря. В исследованиях кафедры ДАКЗ рассчитывалась сумма (по модулю) отрицательных градусодней мороза для каждого дня от 1 декабря до 31 января. Эти суммы разбиты на 5 градаций. В очень холодных декабрях и январях (градации значительно ниже нормы (ЗНН) и ниже нормы (НН)) наводнений практически не было. В нашей работе графики $\sum (t_w < 0)$ были получены для сильных наводнений. На графике 1 указаны все случаи сильных наводнений в декабре и январе (1885 – 2001 гг.), на оси ординат даются значения накопленной суммы отрицательных температур.

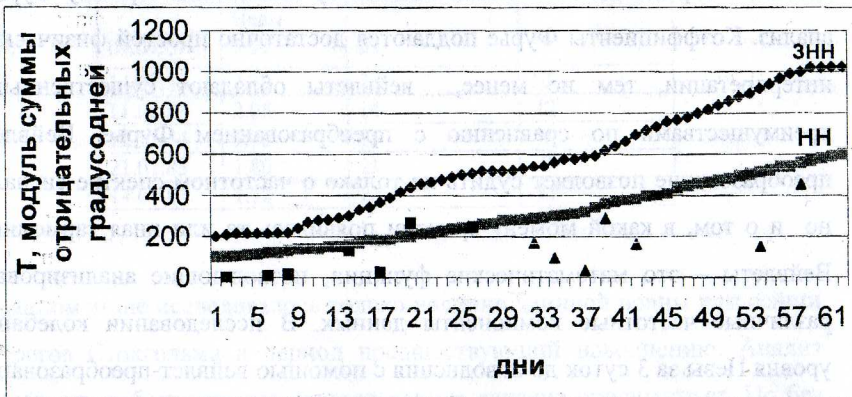


График 1. Сильные зимние наводнения (декабрь, январь) в зависимости от модуля суммы градусодней мороза.

Только один случай сильного наводнения (20 декабря 1973 года, высота уровня Невы $h=2.4$ м) находится выше линии НН (ниже нормы). Надо сказать, что декабрю 1973 года предшествовал довольно холодный ноябрь (сумма градусодней мороза $84,7^{\circ}\text{C}$). В середине декабря произошло резкое

потепление (10 декабря $t = -17^{\circ}\text{C}$, 11 декабря $t = +1^{\circ}\text{C}$, далее до 20 декабря температура не понижалась ниже $t = -7^{\circ}\text{C}$, в день наводнения $t = -4,5^{\circ}\text{C}$). В данном случае наблюдался восточный (E) тип атмосферной циркуляции, что не характерно для декабрьских сильных наводнений (7 случаев из 8 - западная (W) форма циркуляции, 1 случай из 8 - восточная форма атмосферной циркуляции). Можно сделать выводы, что не исключены случаи сильных наводнений в декабре и январе в периоды резких потеплений.

Целесообразно, для каждого зимнего сезона вести свой график суммы градусодней мороза, что позволяет по накопленной сумме для каждого дня судить о возможности возникновения сильного наводнения. При достижении градации ЗНН в последующий период сильных наводнений не возникало.

Другим фоновым предиктором для возникновения наводнений, как указывалось ранее, является средний уровень моря. Среднее месячное значение уровня в портах Балтики довольно изменчиво. В январе и феврале их амплитуды у Горного превышает 100 см. В январе с 1863 года не было ни одного наводнения с низким и средним среднемесячным уровнем у Горного и Кронштадта. Почти всегда средний уровень относится к градации «значительно выше нормы». Это обстоятельство позволяет рассматривать общие колебания уровня в портах Стокгольма, Галлина, Кронштадта и Санкт-Петербурга в качестве фонового предиктора. Низкие значения уровня после периодов длительного преобладания восточной циркуляции и отсутствия западной циркуляции существенно снижает вероятность возникновения наводнений в наступающем месяце.

В заключении сформулированы основные выводы работы и предложения по мониторингу невских наводнений.

1. При климатическом и метеорологическом прогнозе вероятности возникновения сильного наводнения целесообразно для всего

наводнения периода (август-январь) использовать зависимость повторяемости сильных наводнений от форм циркуляции и при краткосрочном прогнозе от типа элементарного синоптического процесса.

2. Средний уровень моря является фоновым предиктором, влияющим на возможность возникновения наводнения. Градация уровня «значительно выше нормы» является благоприятной для возникновения сильного наводнения, особенно в совокупности с западной формой циркуляции. Градация «ниже нормы» после периодов длительного преобладания восточной циркуляции и отсутствия западной циркуляции существенно снижает вероятность возникновения наводнений в наступающем месяце.

3. Для каждого зимнего сезона целесообразно вести свой график зависимости суммы градусо-дней мороза и по накопленной сумме для каждого дня судить о возможности возникновения сильного наводнения в последующий период.

Оценка данных предикторов по гомологам циркуляции ААНИИ позволит судить о повышенной или пониженной климатической вероятности возникновения наводнения и сильного наводнения.

Помимо фоновых предикторов необходимо учитывать возможность вклада явления длинной волны, возникающей в Центральной Балтике, или сейшевого колебания в подъем уровня Невы у Санкт-Петербурга. Современные возможности сбора необходимой информации с помощью Интернета обеспечивают анализ случаев возникновения сейш и статических волн в оперативном режиме.

Европейский центр погоды публикует на своем сервере фактические и прогностические (на 12, 24, 48 и 72 ч.) карты погоды. По ним заблаговременно до 3 суток возможно оценить синоптическую обстановку на ближайшее время. В случае ожидаемого выхода циклона или глубокой ложбины на Центральную Балтику необходимо отслеживать уровни у Санкт-Петербурга на предмет сейшевых колебаний, а при фактическом выходе циклона – уровни моря у Стокгольма. В качестве

первого приближения целесообразно считать повышение уровня моря в Центральной Балтике на 10 – 15 см в качестве признака возникновения статического подъема уровня, который может проявляться в виде длинной волны или сейшевых колебаний уровня. При возникновении вышеуказанного подъема имеет смысл по прогностическим картам приблизительно оценить ожидаемую скорость циклона и его траекторию. При скорости циклона выше 50 км/ч и одной из опасных траекторий, вклад длинной волны или сейши в подъем уровня становится более вероятным. Далее необходимо отслеживание продвижения длинной волны и изменения ее параметров с помощью системы BOOS (в оперативном режиме уровни моря по Центральной Балтике даются через каждые 20 мин.).

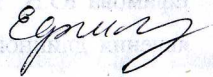
В перспективе, в случае завершения строительства МЗС достаточно точный прогноз колебаний уровня будет важным элементом управления водным режимом и экологическим состоянием Невской дельты, что технологически обеспечивается маневрированием затворами МЗС.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ефимова Ю.В., Яльчик М.В. Условия возникновения сильных и катастрофических наводнений. Учет длинной волны и сейш // Итоговая сессия Ученого совета 30—31 января 2002 г.: Тезисы докладов. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2002. – С. 31-33.
2. Ефимова Ю.В. Условия возникновения невыховских наводнений. Учет явления длинной волны и сейши // Седьмая Санкт-Петербургская ассамблея молодых ученых и специалистов 2002 г.: Тезисы докладов. – СПб.: Изд. Санкт-Петербургский университет, 2002. – С. 70.
3. Ефимова Ю.В., Кондратович К.В. Условия возникновения сильных невыховских наводнений в зимний период // Итоговая сессия Ученого совета 27 - 28 января 2003 г.: Тезисы докладов. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. – С. 29-32.

ЕФИМОВА ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА

АВТОРЕФЕРАТ



Подписано в печать с оригинал-макета 18.02.03.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Уч.-изд. л. 1,0. Печ. л. 1,25. Тираж 100 экз. Заказ № 57. С 3а.

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия
Издательско-полиграфический отдел СПбЛТА
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 3

