

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 1 (12)

Одесса - 2011

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2011. — № 1(12). — 192 с. — Языки: укр., рус.**

Редакционная коллегия

Главный редактор: Сытов В. Н.
Зам. гл. редактора: Савилова А. И.
Члены редколлегии: Чумак П. К.
Лаврентьева В. Н.
Драган А. Н.
Компьютерная верстка: Щеголева М. А.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 65009, г. Одесса,
ул. Французский б-р, 89
ГМЦ ЧАМ
тел. (0-482) 63-16-10
www.odessabul@ukr.net

ВСЕМИРНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕНЬ 2011 Г. КЛИМАТ ДЛЯ ВАС

Согласно Титу Ливию (~ 59 г. до н. э. - 17 г. н. э.) и его «Римской истории» понятие «люструм» (lustrum) подразумевало в Древнем Риме пятилетний период между проведением двух последовательных всеобщих переписей граждан, первая из которых была проведена шестым царем Древнего Рима Сервием Туллеем в шестом столетии до н. э. Такая периодичность выдерживалась на протяжении эпохи ранней Римской республики как естественный цикл развития, и в наши дни этот термин применяется без ограничений в некоторых языках для обозначения любого пятилетнего периода.

Для ВМО «люструм» — 5-летний период, который завершился в конце 2010 г., безусловно, запомнится как очень важный подготовительный период для организации климатического обслуживания.

В ноябре 2005 г. на проведенной в Пекине Технической конференции ВМО на тему «Климат как ресурс» была принята рекомендация о том, чтобы страны мобилизовали свои возможности в целях оказания содействия удовлетворению растущих потребностей общества в этом обслуживании, при этом было отмечено, что климату присущи как физические аспекты, которые могут определять доступность природных ресурсов, таких, как, в частности, возобновляемые источники энергии, так и информационные аспекты, которые могут использоваться, по крайней мере, потенциально, для поддержки принятия социально-экономических решений.

Более того, климат как ресурс может оказывать значительное влияние на управление другими видами природных ресурсов, в частности, на обеспечение достижения наивысшей эффективности деятельности сельскохозяйственного сектора и продовольственную безопасность, рациональное использование водных ресурсов, здравоохранение и многие другие важнейшие области практических применений, тем самым, бросая весьма заманчивый вызов эффективности международного гидрометеорологического сообщества.

Вскоре после этого на Конференции ВМО «Жизнь в условиях изменчивости и изменения климата: понимание неопределенностей и учет факторов риска» (Эспо, Финляндия, июль 2006 г.) было подчеркнуто, что в то время как климат, безусловно, является крайне важным ресурсом, мы также чрезвычайно уязвимы от его изменчивости и изменения.

Соответственно предполагается, что в то время как ряд мер необходимо будет безотлагательно предпринять по учету климатичес-

ких факторов риска, другие меры будут приниматься все в большей степени в целях извлечения преимуществ, получаемых от использования климатической информации и обслуживания, особенно различными социально-экономическими секторами, которые могут с помощью этого максимально повысить их эффективность и производительность, при этом внося вклад в управление этими рисками.

В марте 2007 г. ВМО организовала проведение в Мадриде Международной конференции по теме «Безопасная и устойчивая жизнь: социально-экономическая эффективность обслуживания информацией о погоде, климате и воде», которая предоставила исключительную по важности возможность для широкого обмена мнениями, перспективными оценками и информацией между различными секторами общества в целях оптимизации процесса принятия решений. Кроме того, 2007 год стал годом, когда МГЭИК, одним из спонсоров которой является ВМО, выпустила свой Четвертый доклад об оценке и получила престижную Нобелевскую премию мира, а также когда Пятнадцатый Всемирный метеорологический конгресс решил провести вместе с партнерами третью Всемирную климатическую конференцию, в духе двух предыдущих, имеющих историческое значение всемирных климатических конференций, проведение которых ВМО организовала в 1979 и 1990 гг.

Незадолго до начала работы ВКК-3 Исполнительный Совет ВМО на своей шестьдесят первой сессии в июне 2009 г. постановил, что темой Всемирного метеорологического дня, празднованием которого торжественно отмечается вступление в силу Конвенции ВМО 23 марта 1950 г., в 2011 г. будет «Климат для вас».

Вместе с тем этот год имеет гораздо большее значение, чем просто единичный, взятый в отдельности год. Тема «Климат для вас» может быть легко признана в качестве неофициальной темы для пятилетнего периода, который завершился в конце 2010 г., когда в соответствии с поручением сегмента высокого уровня ВКК-3 Целевая группа высокого уровня представила в ВМО отчет, в котором содержатся, в частности, предложения по Глобальной рамочной основе для климатического обслуживания (ГОКО), основные принципы ее осуществления, рекомендации по структуре, а также предложения по управлению и возможные первоначальные наиболее важные задачи.

Как недавно сообщила ВМО, 2010 г. был самым теплым за всю историю наблюдений, на том же уровне, что и 1998 и 2005 гг., поскольку сравнительные отличия между тремя годами менее значительны, чем диапазон неопределенности, что только подтверждает наличие

долгосрочной тенденции потепления, отмеченной в докладе МГЭИК для всех десяти самых теплых лет в ряду наблюдений за период с 1998 г. Кроме того, на протяжении десяти лет, прошедших с 2001 г., значения глобальных температур в среднем были почти на полградуса выше их среднего значения за 1961-1990 гг. и являются самыми высокими из наблюдавшихся за любой 10-летний период со времени начала проведения инструментальных климатических наблюдений.

Менее чем через два месяца от настоящего момента времени — в мае, отчет Целевой группы высокого уровня будет в числе ключевых вопросов для рассмотрения странами-членами ВМО во время Шестнадцатого Всемирного метеорологического конгресса, возвещая новую эру в дальнейшем в международном сотрудничестве в области предоставления климатической информации и обслуживания для процесса принятия решений.

Деятельность ВМО в области климата широко воспринимается в наши дни как важный вклад в обеспечение безопасности и благосостояния человека и реализацию экономических преимуществ для использования всеми странами, тем самым, подводя нас даже к еще более тесному соответствию духу нашего учредительного мандата, Конвенции ВМО, которая вступила в силу шестьдесят один год назад в этот день, а также наследию бывшей Международной Метеорологической Организации (ММО), учрежденной Первым Международным метеорологическим конгрессом (Вена, сентябрь 1873 г.).

Эти направления деятельности также будут обеспечивать достижение другой жизненно важной цели ВМО: к 2019 г. уменьшить в два раза среднее число за десятилетний период 1994-2003 гг. несчастных случаев со смертельным исходом в результате стихийных бедствий метеорологического и гидрологического происхождения. Более того, они будут оказывать поддержку целям четвертой Конференции Организации Объединенных Наций по наименее развитым странам (НРС-IV), которая вскоре состоится в Стамбуле, и достижению целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия ООН (ЦРТ), особенно в плане искоренения к 2015 г. крайней нищеты и голода и обеспечения устойчивости окружающей среды.

В этой связи по случаю Всемирного метеорологического дня 2011 г. и от имени ВМО я хотел бы выразить нашу признательность всем тем коллегам в 189 странах - членах ВМО, которые в последние годы принимали активное участие в реализации этих важных целей и чей большой вклад в эту работу способствовал развитию такой темы, как «Климат для вас».

Генеральный секретарь ВМО, Мишель Жарро

**ОПИС ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ,
ЯКІ МАЛИ НАЙБІЛЬШ ІСТОТНИЙ ВПЛИВ НА ВИРОБНИЧУ
ДІЯЛЬНІСТЬ ОСНОВНИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ГАЛУЗЕЙ
У 2010 РОЦІ**

Зима (січень, лютий) характеризувалась нестійкою погодою з різкими коливаннями температури повітря від сильних морозів до тривалих відлиг, але була холодніша, ніж зима 2009 року. Середня місячна температура повітря у січні становила 3-7⁰ морозу, що на 1-2⁰ нижче за норму і на 3-4⁰ нижче торішніх значень. У лютому середня температура повітря була від 3⁰ морозу до 1⁰ тепла, що на 1⁰ вище за норму і 2-3⁰ нижче торішніх значень.

У першій декаді січня спостерігалась тепла для даного часу погода. З 13-14 січня встановився зимовий режим погоди, а в період з 22 по 26 січня відмічалась дуже холодна погода. Оподи випадали впродовж всього місяця, але найбільш інтенсивними вони були у другій декаді січня. Кількість опадів у середньому по області становив 54 мм або 150 % місячної норми. Сніговий покрив утворився 14-15 січня і зберігався до кінця місяця, найбільша висота снігового покриву спостерігалась у другій декаді січня і становила 6-15 см, подекуди 20-30 см. Максимальна температура повітря в першій декаді січня підвищувалась до 10-14⁰ тепла. В Одесі 7, 9, 10 січня максимальна температура повітря досягала максимуму для цих днів (відповідно 10,8⁰, 9,1⁰, 10,0⁰). Мінімальна температура у третій декаді знижувалась до 21-26⁰ морозу.

У лютому зимовий режим погоди відмічався лише у першій декаді місяця, у другій половині місяця спостерігалась тепла для цієї пори року погода. Оподи, місцями сильні, у вигляді снігу, мокрого снігу та дощу випадали переважно у першій та другій декадах лютого. Середня кількість опадів становила 64 мм або 168 % місячної норми. Сніговий покрив залягав переважно у першій декаді лютого, у північних районах зберігався протягом другої декади. Найбільша висота снігового покриву 20-35 см спостерігалась в північних районах області, в центральних — 12-17 см, в південних — 4-10 см. Температурний мінімум спостерігався у першій декаді місяця і становив 10-15⁰ морозу, максимальна температура повітря у найтепліші дні другої половини місяця становила у північних та центральних районах 6-11⁰ тепла, у південно-західних 15-18⁰.

Атмосферна циркуляція протягом зими була переважно меридіональною, зональна циркуляція спостерігалася в першій половині січня та в другій половині лютого. Меридіональне перетворення термобаричного поля супроводжувалось вторгненням арктичного повітря, особливо на східні райони Європи. При зональному переносі повітряних мас спостерігалась адвекція теплого атлантичного та середземноморського повітря, що обумовлювало в ці періоди незвичайно теплу погоду з тривалими туманами.

Основні синоптичні ситуації, які істотно впливали взимку на господарську діяльність підприємств різних галузей економіки Одеської області, — це, насамперед, південні циклони, переміщення улоговин західних та північно-західних циклонів, багатоцентрові депресії, що поширювались помірні широти Європи, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля та гребінь сибірського антициклону.

Дуже активною в зимові місяці була середземноморська гілка полярного фронту, на хвилях якого при сприянні меридіональності змішаної форми утворювались південні циклони, які зміщувались на північний схід. Всього за зимовий період було 15 таких циклонів з мінімальним тиском 995-1005 гПа. Яскравим прикладом впливу південних циклонів на погоду Одеської області може бути ситуація 17-20 січня, коли на Чорне море зі сходу Середземного моря змістився циклон з мінімальним тиском близько 1010 гПа. В цей же період відбувалось посилення впливу на територію України гребеня сибірського антициклону, максимальний тиск в центрі якого становив близько 1060 гПа. Це призвело до блокування циклону над Чорним морем, і, як наслідок, стаціонавання фронтального розділу над північно-західним узбережжям Чорного моря. В цей період на території Одеської області спостерігався сніг, місцями сильний, посилення вітру північно-східного напрямку до 15-16 м/с, сильна хуртовина в Одесі 18-19 січня досягла критерію СГЯ. Термодинамічні умови сприяли активізації циклону, який знаходився в передній частині висотної улоговини.

В лютому на погоду Одеської області впливали 8 південних циклонів, які зумовлювали складні погодні умови на території області. Особливо це стосується 1-2 лютого, коли спостерігалось СГЯ — дуже сильний сніг (21-22 мм), налипання мокрого снігу, хуртовини, погіршення видимості в опадах, ожеледь, ожеледиця, посилення північного вітру до 20 м/с, різкі коливання температури

повітря, в Одесі навіть спостерігалась гроза. В цьому випадку на територію Одеської області з Адріатики зміщувались один за одним два південні циклоні: один з мінімальним тиском 997 гПа, а другий — 1002 гПа.

8-13 та 15-16 лютого несприятливі погодні умови на території Одеської області обумовлювала також серія південних циклонів. Спостерігались місцями сильні опади, переважно у вигляді снігу та мокрого снігу, хуртовини та тумани з погіршенням видимості до 300-500м, складні відкладення, ожеледь, ожеледиця, посилення північного вітру до 20 м/с.

Південні циклони 19-21 та 24-25 лютого зумовили підвищення температури вдень до 11-18⁰ тепла.

У улоговинах північно-західних циклонів на території Одеської області посилювався північно-західний вітер, місцями спостерігались сильні опади у вигляді дощу та мокрого снігу, коливання температури повітря. Прикладом може бути синоптична ситуація 1-2, 10-12, 28-31 січня.

Взаємодія баричних утворень протилежного знаку найчастіше відбувалась між улоговинами південних циклонів та гребенем сибірського антициклону. В результаті взаємодії загострювались фронтальні розділи над північним заходом Чорного моря та південними районами України, посилювався вітер східного та північно-східного напрямку до 16-17 м/с. Прикладом може бути період 17-20 січня, 11-13 лютого.

Найяскравішим прикладом впливу гребеня сибірського антициклону на погодні умови Одеської області може бути період 24-26 січня, коли внаслідок вторгнення арктичного повітря на території області спостерігалась дуже холодна погода: мінімальна температура була 21-26⁰ морозу, максимальна 10-19⁰ морозу.

Навесні переважала помірно тепла погода. У березні вона була нестійкою з різкими коливаннями температури повітря. У першій половині місяця відмічалась холодна для даного часу погода з опадами у вигляді снігу та мокрого снігу. Найтеплішою видалась третя декада, коли температура повітря була на 3-4⁰ вище за норму. Середня температура повітря у березні становила 2-5⁰ тепла, що на 1⁰ вище за норму і виявилась близькою до торішніх значень. Мінімальна температура повітря у першій декаді знижувалась до 6-9⁰ морозу, у північних та східних районах до 12-15⁰ морозу. Максимальна температура повітря у третій декаді підвищувалась

до 19-24°. Кількість опадів на більшій частині області становила 27 мм або 90 % місячної норми, у південно-західних — 46 мм (153 %). у східних районах кількість опадів не перевищувала 11 мм або 37 % норми. Сніговий покрив у більшості районів області утворився у першій декаді березня і зберігався до середини другої декади. Максимальна висота снігового покриву становила в північних районах області 20 см.

У квітні на території Одеської області спостерігалась помірно тепла погода. Істотні опади випадали переважно у північних та центральних районах, де випало в середньому 39-50 мм або 11-143 % місячної норми. У південно-західних районах кількість опадів не перевищувала 14-23 мм або 40-66 % норми. Середньомісячна температура повітря становила 10-11° тепла, що вище за норму на 1° і у більшості районів на 1° нижче торішніх значень. Мінімальна температура повітря та на поверхні ґрунту у найбільш холодні ночі знижувалась до 0-3° морозу. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні підвищувалась до 18-22°.

У травні на території області спостерігалась нестійка погода. В першій половині місяця вона була по-літньому теплою, без істотних опадів. З 17 травня температурний фон суттєво знизився (на 4-7° нижче норми), в третій декаді відбувалось поступове підвищення температури. Зливові опади з градом та шквалистим посиленням вітру спостерігались у другій половині травня. Середньомісячна кількість опадів становила 61 мм або 139 % норми, в північних та центральних районах випало 109-113 мм опадів або 217-279 % норми. В південно-західних районах місцями спостерігалось 30-40 мм (68-85 %) Середньомісячна температура повітря становила 17-18°, що на 1° вище за норму та торішніх значень. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні підвищувалась до 26-31°, мінімальна температура становила 3-8° тепла, на поверхні ґрунту 1-6° тепла.

Протягом весни в середній тропосфері переважала меридіональна форма циркуляції. В першій та другій декадах березня спостерігалась меридіональність при західному та центральному положенні висотного гребеня, зональність переважала в третій декаді. В першій та третій декадах квітня помітне місце займала меридіональна форма циркуляції при східному та центральному положенні висотного гребеня, разом з тим в окремі періоди другої декади розвивалась зональна форма. Меридіональне перетворення термобаричного поля супроводжувалось вторгненням арктичного повітря на схід

Європи, внаслідок чого на території області спостерігались заморозки на поверхні ґрунту, місцями у повітрі. В першій декаді травня переважала змішана форма циркуляції, в другій декаді найчастіше спостерігалась меридіональна циркуляція при східному положенні висотного гребеня, а наприкінці місяця отримала розвиток меридіональність при центральному положенні висотного гребеня.

На господарську діяльність підприємств Одеської області навесні впливали такі синоптичні ситуації: улоговини західних циклонів, південні циклони, гребені західних та північних антициклонів, малоазійська депресія та взаємодія баричних утворень протилежного знаку.

Активною середземноморська гілка полярного фронту була в першій декаді березня, на початку другої декади квітня, в середині травня. Саме тоді південні циклони ускладнювали погодні умови на території Одеської області.

Атлантична гілка полярного фронту була активна наприкінці березня та травня. В ці періоди через територію області проходили улоговини циклонів з нестійкою погодою.

Навесні найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

5-7 березня в улоговині південного циклону на території Одещини спостерігались опади у вигляді мокрого снігу, подекуди сильні опади, налипання мокрого снігу до 20 мм, погіршення видимості в опадах до 300-1000 м, місцями ожеледь, ожеледиця, хуртовина, посилювався північно-західний вітер до 20 м/с. Такі погодні умови були пов'язані з циклоном, що виник 5 березня на хвилі холодного фронту над Егейським морем, а 7 березня перемістився на Азовське море. Мінімальний тиск в центрі циклону становив 1001-1004 гПа. В тилевій частині циклону на територію Одеської області проникало холодне арктичне повітря, мінімальна температура повітря знизилась 7 березня в північних районах області до 7⁰ морозу, а 8 березня — до 15⁰ морозу.

14-15 та 27-28 квітня на території Одеської області в умовах малоградієнтного поля підвищеного тиску в результаті адвекції арктичного повітря та радіаційного вихолодження спостерігався заморозок на поверхні ґрунту та місцями в повітрі 1-3⁰. Заморозки не призвели до значного пошкодження та загибелі посівів зернових, овочевих культур та виноградників.

20-21 квітня погодні умови Одеської області зумовлював південний циклон, який зміщувався з Егейського моря на північний захід

Чорного моря, поглиблюючись з 1006 до 1002 гПа. 20 квітня на території області спостерігались сильні дощі, 21 квітня в тиловій частині циклону посилювався північно-західний вітер до 15 м/с.

15-17 травня синоптична ситуація визначалась улоговиною південного циклону, який виник в районі Сицилії з мінімальним тиском 997 гПа та зміщувався в північному напрямку на Угорську низину, поглибившись при цьому до 992 гПа. На території області пройшли грозові дощі, місцями сильні. Посилювався південно-західний вітер до 15-20 м/с, 17 травня за холодним фронтом максимальна температура повітря знизилась на 7-9°.

19-22 травня погоду Одеської області визначала улоговина циклону, центр якого знаходився над Каспієм з мінімальним тиском 1000 гПа. Фронти в улоговині циклону зумовили по області грозові дощі, місцями сильні, посилювався північно-західний вітер 15-18 м/с.

Влітку переважала спекотна і дуже спекотна погода зі зливовими дощами, грозами, градом та шквалами.

У червні середня місячна температура повітря становила 21-22°, що на 2° вище за норму і близько до торішніх значень. Однак, в період з 11 по 15 червня погода була надзвичайно спекотною, середньодобова температура повітря підвищувалась до 25-28° і перевищувала норму на 7-9°. Максимальна температура повітря досягала 33-36°, мінімальна температура знижувалась до 9-13°. Кількість опадів у середньому по області становила 71 мм або 122 % місячної норми, в південних районах місячна кількість опадів становила 111-134 мм або 161-235 % норми. Дощі пройшли переважно у другій половині місяця.

У липні середня місячна температура повітря була 23-24° і виявилась на 2-3° вище за норму та близькою до торішніх значень. Максимальна температура повітря досягала 33-36°, мінімальна температура знижувалась до 13-16°. Кількість опадів у середньому по області становила 55 мм або 90 % місячної норми, місцями в південно-західних районах області випало 99-115 мм опадів або 162-213 % норми. Зливові дощі випадали переважно у першій та другій декадах місяця.

У серпні переважала спекотна суха погода. Середньомісячна температура повітря склала 25-26°, що на 4-5° вище за норму і на 3-4° вище торішніх значень. Отже літо звітного року виявилось ще більш спекотним, ніж літо 2009 року. Максимальна температура

повітря досягала 37-40⁰, мінімальна температура знижувалась до 9-13⁰. В червні в Вилковому був перевищений на 0,1⁰ абсолютний максимум температури повітря для цього місяця і становив 33,6⁰. У серпні перекрито абсолютний максимум для цього місяця в Затишші (37,8⁰ проти 36,9⁰), Сербці (39,7⁰ проти 36,4⁰), Роздільній (37,5⁰ проти 37,3⁰), Білгород-Дністровському (37,7⁰ проти 36,1⁰) та у Вилковому (38,7⁰ проти 35,2⁰). У серпні спостерігався значний недобір опадів. У середньому по області кількість опадів становила 16 мм або 38 % місячної норми. Дощі пройшли лише в останні дні місяця.

Влітку значне місце займала зональна форма циркуляції. З нею була пов'язана суха спекотна погода в періоди 7-13 червня, в другій та третій декадах липня, першій та другій декадах серпня. А от дощами з грозами та шквалами найчастіше супроводжувалась меридіональна форма циркуляції. Саме така погода була 1-3, 27-30 червня та 5-10 липня.

Влітку на господарську діяльність підприємств Одеської області впливали наступні синоптичні ситуації: малоазійська та чорноморська депресії, улоговини атлантичних циклонів, гребені континентальних антициклонів, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля.

Влітку досить активною була циклонічна діяльність на атлантичній гілці полярного фронту. В тій чи іншій мірі на погоду Одещини впливали улоговини 15 атлантичних циклонів з мінімальним тиском 990-1008 гПа. В улоговинах атлантичних циклонів з полярними та арктичними фронтами спостерігались невеликі та помірні короткочасні грозові дощі, місцями сильні. Подібна ситуація мала місце в першій половині червня та липня, в окремі дні третьої декади серпня.

Середземноморська гілка полярного фронту влітку була не активною, південні циклони розвитку майже не набували.

Чорноморська та малоазійська депресії були основним синоптичним процесом влітку, характеризувались невеликими та помірними грозовими дощами, місцями сильними. Саме така ситуація спостерігалась в третій декаді червня, в другій та третій декадах липня, майже протягом всього серпня.

Взаємодія чорноморської та малоазійської депресій з гребенями антициклонів найбільше характеризувала погоду Одеської області в другій декаді липня та в третій декаді серпня.

Найбільш несприятливі умови влітку 2010 року на території Одещини спостерігались в наступні періоди.

2-3 червня при проходженні системи фронтів, пов'язаних з обширною багатоцентровою депресією над Східною Європою (мінімальний тиск в центрах становив 998-1000 гПа), на Одещині спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами, градом, шквалистим посиленням вітру.

22-25 червня на погоду Одещини впливав циклон над Чорним морем з мінімальним тиском 1003 гПа. Цей період характеризувався нестійкою погодою з сильними грозовими дощами та шквалами. Денні температури знизились до 18-25⁰, 25 червня місцями до 14-15⁰. В середній тропосфері всю третю декаду червня стаціонував висотний циклон, який і підтримував нестійку погоду цього періоду.

5-10 липня територія Одеської області перебувала під впливом близькосхідної депресії з мінімальним тиском 996-1002 гПа. В денні часи загострювались fronti, які проходили в полі депресії, спостерігалась активна грозова діяльність, яка супроводжувалась зливами, шквалистим посиленням вітру 16-18 м/с, в Білгород-Дністровську 6 липня випало 78 мм опадів, спостерігався шквал 23 м/с. Нестійкість підтримувалась висотним циклоном в районі протоки Босфор. 9 липня по області пройшли дощі, місцями сильні, з погіршенням видимості до 700 м. Активна грозова діяльність супроводжувалась шквалистим посиленням вітру з досягненням в прибережній смузі критерію СГЯ — 30 м/с.

Суша спекотна погода серпня сприяла надзвичайній пожежній небезпеці, яка спостерігалась на території Одеської області з 4 серпня по 1 вересня. Малоазійська депресія майже весь місяць зумовлювала погоду на Одещині. Лише наприкінці серпня пройшов холодний фронт циклону з центром над Білоруссю. 28 серпня пройшли дощі, місцями сильні, посилювався північний вітер до 17 м/с, відбулось зниження температури повітря на 8-10⁰.

Осінь визначалась досить теплою для даної пори року погодою, особливо в листопаді.

У вересні переважала тепла погода. Середня температура повітря у вересні була 15-19⁰, що на 1-2⁰ вище за норму і на 1-2⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні підвищувалась до 27-30⁰, мінімальна температура у третій декаді місяця знижувалась до 6-8⁰, місцями у південно-західних районах до 3⁰ тепла. Кількість опадів у середньому по

області становила 55 мм або 134 % місячної норми. Зливові дощі випадали в окремі дні першої та наприкінці третьої декади місяця.

У жовтні переважала прохолодна, в окремі дні навіть холодна для даного часу погода. Середньомісячна температура повітря становила 7-9⁰, що на 2⁰ нижче за норму, та на 4⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря спостерігалась у другій декаді і становила 17-20⁰. Мінімальна температура в третій декаді знижувалась до 1-4⁰ морозу. Заморозки у більшості районів області спостерігались протягом 8-13 днів місяця.

Кількість опадів у середньому становила 60 мм або 231 % місячної норми.

У листопаді на території Одеської області спостерігалась аномально тепла для даного часу погода з дефіцитом опадів. Середньомісячна температура повітря була 10-12⁰, що на 6-7⁰ вище за норму і на 4⁰ вище торішніх значень. Максимальна температура повітря у першій та другій декадах місяця підвищувалась до 21-25⁰. Такий температурний режим за останні 65 років на Одещині не спостерігався. Мінімальна температура в третій декаді місяця знижувалась до 0-3⁰ морозу. В Одесі 5 листопада було зафіксовано рекордну для цього дня максимальну температуру повітря — 22,1⁰. Кількість опадів у середньому по області становила 20 мм або 55 % місячної норми. Таким чином, осінь 2010 року була в цілому теплішою, ніж осінь минулого року.

Атмосферна циркуляція у вересні була переважно меридіональною: змішаної форми і при центральному положенні висотного гребеня. Зональність спостерігалась лише наприкінці другої декади місяця. У жовтні значне місце займала циркуляція змішаної форми, в меншій мірі зональна циркуляція, а також меридіональна при східному положенні висотного гребеня. У листопаді частіше спостерігалась зональна форма циркуляції, 8-12 листопада — меридіональність при західному положенні висотного гребеня, 16-18 листопада — при східному положенні висотного гребеня.

Основні синоптичні ситуації, які істотно впливали на господарську діяльність восени: улоговини західних атлантичних циклонів, південні циклони, гребені західних, північно-західних та східних антициклонів, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля.

Найбільш несприятливі погодні умови восени спостерігались в наступні періоди:

1-2 вересня територія Одеської області перебувала під впливом улоговини циклону, що виник на хвилі холодного фронту в районі Кишинєва, переміщувався на північні райони України з мінімальним тиском 998 гПа. Холодний фронт з хвилями загострювався в денні години і супроводжувався активною грозовою діяльністю зі зливовими дощами, в північних районах сильними, зниженням денної температури повітря до 17-22°.

30 вересня погоду Одеської області зумовлював південний циклон, що виник на хвилі холодного фронту в районі Криму і зміщувався на Азовське море. Мінімальний тиск становив 998 гПа. По області після стійкої погоди спостерігались сильні дощі (19-29 мм), посилювався північно-західний вітер до 16 м/с, температура повітря вдень знизилась до 16-19°.

9 жовтня несприятливі погодні умови на території Одеської області зумовлювала взаємодія гребеня антициклону з центром в районі Риги з максимальним тиском 1037 гПа та циклону, що виник в улоговині близькосхідної депресії над східною частиною Чорного моря в з мінімальним тиском 1006 гПа. По області пройшли дощі, в південних районах сильні, посилювався вітер північного напрямку 15-20 м/с. Денна температура повітря знизилась до 7-9°, лише в прибережній зоні було дещо тепліше — 12°.

19 жовтня погоду Одеської області зумовлювала взаємодія гребеня антициклону з центром в районі Самари, з максимальним тиском в центрі 1031 гПа та улоговини південного циклону, що виник на хвилі полярного фронту в районі Сицилії та зміщувався на південь Італії. При проходженні теплового фронту по області пройшли дощі, місцями сильні, відбулось посилення північно-східного вітру до 17 м/с. В теплому секторі, завдяки адвекції теплового вологого повітря, спостерігались тумани з видимістю 100-500 м. Температура повітря вдень 20 жовтня підвищилась до 17-20°.

В кінці жовтня західні та східні антициклони принесли на територію Одеської області холодну суху погоду. На поверхні ґрунту відмічався заморозок до 3-6°, місцями в повітрі 1-4°. Саме так було у період 22-25, та 28-31 жовтня.

На відміну від жовтня, у листопаді спостерігалась аномально тепла погода з дефіцитом опадів, яку зумовила зональна форма атмосферної циркуляції. Основні небезпечні явища — це тумани, які погіршували видимість до 100-500 м.

Погодні умови погіршились наприкінці місяця, коли посилювався вплив південних циклонів. Так, 26-27 листопада погоду на тери-

торії Одеської області зумовлювала улоговина південного циклону, який виник над північними районами Італії і зміщувався в східному напрямку на східні райони України. Мінімальний тиск в центрі становив 998 гПа. При проходженні системи полярного та арктичного фронтів спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами, місцями сильними (17 мм), в тиловій частині циклону відбулось зниження температури повітря до 2⁰ морозу.

28-30 листопада активний південний циклон з мінімальним тиском в центрі 994 гПа зміщувався зі західних районів Середземномор'я через північні райони Італії, Угорську низину, схід України на Середню Волгу. При проходженні теплового фронту через територію Одеської області спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами, посилювався південний та південно-західний вітер до 20 м/с, температура повітря підвищилась вночі до 2-11⁰ тепла, вдень до 12-22⁰.

В першій декаді грудня на Одещині спостерігалась нестійка погода з різкими коливаннями температури повітря, опадами у вигляді дощу, снігу та мокрого снігу. Середня декадна температура повітря становила від 0,5⁰ морозу до 5⁰ тепла, що на 1-2⁰ вище за норму та на 4-6⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря в найбільш теплі дні підвищувалась до 11-17⁰ тепла, мінімальна знижувалась в більшості районів до 4-9⁰, на півночі області до 10-11⁰ морозу.

На більшій частині території випало 21-33 мм опадів або 162-254 % декадної норми, місцями кількість опадів досягала 37-41 мм або 285-315 % норми. Сніговий покрив висотою 3-10 см в північних та центральних районах спостерігався в період 2-7 грудня, в південно-західних районах — 1-4 грудня.

В другій декаді переважала холодна погода, в окремі дні дуже холодна. Мінімальна температура повітря знижувалась до 10-14⁰ морозу, максимальна температура в останній день декади підвищилась до 3-7⁰ тепла.

Опади у вигляді мокрого снігу та снігу випадали переважно в другій половині декади. В більшості районів за декаду випало 16-20 мм опадів або 107-133 % декадної норми, в окремих районах — 21-28 мм або 140-187 % норми, в південно-західних районах місцями кількість опадів не перевищила 10-14 мм або 67-93 % норми. Сніговий покрив у більшості районів утворився 15 грудня і зберігався до кінця декади, його висота склала 3-10 см, в північних та центральних районах — 11-20 см.

Основні синоптичні ситуації, які впливали на погоду Одеської області: взаємодія гребенів західних та східних антициклонів з південними циклонами, гребені східних континентальних антициклонів, улоговини західних циклонів, південні циклони.

Найбільш несприятливі погодні умови спостерігались при переміщенні південних циклонів на південні райони України та їх взаємодії з гребенями північних антициклонів в умовах меридіональної циркуляції при східному положенні висотного гребеня та змішаної форми.

1-5 грудня синоптична ситуація визначалася взаємодією улоговини південного циклону з мінімальним тиском 995 гПа, який виник на сході Середземного моря і зміщувався на північ Італії, та гребеня антициклону з максимальним тиском 1041 гПа, який зміщувався зі Скандинавії в район Актюбинська. На території Одеської області в зоні полярного та арктичного фронтів спостерігались складні погодні умови: опади, переважно у вигляді снігу, місцями сильного, хуртовина, погіршення видимості в туманах та опадах до 100-500 м, ожеледь, на дорогах ожеледиця, посилення вітру східного напрямку до 16 м/с. В північних районах області утворився сніговий покрив висотою 3-10 см.

6 грудня в умовах адвекції арктичного повітря за холодним фронтом в полі підвищеного тиску на території області спостерігалось значне зниження нічної температури повітря: в північних районах до 7-11⁰ морозу, в південній частині до 3-8⁰ морозу.

Активно розвивались процеси 17 грудня, коли циклон з Егейського моря з мінімальним тиском 995 гПа зміщувався через Кримський півострів в район Києва. На території Одеської області, яка знаходилась під впливом улоговини південного циклону, спостерігались вкрай несприятливі погодні умови: сильний сніг (8-16 мм), місцями дуже сильний (28 мм), хуртовина, посилення північно-східного вітру 15-17 м/с, погіршення видимості в опадах 500-1000 м, ожеледь, на дорогах ожеледиця. По всій області утворився сніговий покрив, який в північних районах досягав 20 см.

21-24 грудня на території області спостерігались густі тривалі тумани з досягненням в Одесі (АМСЦ) СГЯ, які утруднювали роботу міського та міжміського автотранспорту. Погоду в цей період зумовлювала адвекція теплого вологого повітря в теплому секторі циклону, який з Атлантики зміщувався на північ Італії. Мінімальний тиск в центрі становив 989 гПа.

Висновки

Минулий 2010 рік був характерний більш холодною, ніж минулого року, зимою, помірно теплою весною, спекотним літом, переважно теплою для даної пори року осінню. Середньорічна температура повітря склала 10-12⁰ тепла, що на 1,3-1,7⁰ вище за норму і виявилась близькою до торішніх значень. Характерна особливість року — значна активність середземноморської гілки полярного фронту.

Літо та листопад 2010 року виявились теплішими, ніж у 2009 році. Були перебиті абсолютні максимуми для червня у Вилковому на 0,1⁰, для серпня — в Затишші на 0,9⁰, в Сербці на 3,7⁰, в Роздільній на 0,2⁰, в Білгород-Дністровському на 1,6⁰, в Вилковому на 3,5⁰. У серпні спостерігався значний недобір опадів. В цей період у середньому по області кількість опадів становила 16 мм або 38 % місячної норми. Дощі пройшли лише в останні дні місяця. В умовах зональної циркуляції розвивалась надзвичайна пожежна небезпека

Атмосферна циркуляція протягом року була переважно меридіональною. Найчастіше спостерігалась меридіональність змішаної форми. В таких умовах активно була ісландська депресія, в якій формувались високі циклони з улоговинами, орієнтованими в південні широти аж до Середземномор'я та Малої Азії. В улоговинах на полярному фронті виникали південні циклони, які суттєво впливали на погодні умови Одеської області. Особливо це проявилось в 17-20 січня, 1-2 лютого, наприкінці листопада та в другій половині грудня, коли з середземноморського басейну на Чорне море зміщувалась серія глибоких, з мінімальним тиском 995-1000 гПа, південних циклонів. Негативний вплив циклонів посилювався їх взаємодією з гребенем північного антициклону. Так, сильна хуртовина в Одесі 18-19 січня досягла критерію СГЯ, 1-2 лютого спостерігалось СГЯ — дуже сильний сніг (21-22 мм), налипання мокрог снігу, хуртовини, погіршення видимості в опадах, ожеледь, ожеледиця, посилення північного вітру до 20 м/с, різкі коливання температури повітря, в Одесі навіть спостерігалась гроза, 17 грудня по області випав сильний сніг, в Вилковому дуже сильний — 23 мм, а за добу — 28 мм, спостерігались хуртовини,

Зональна форма циркуляції зумовлювала переміщення теплого повітря Атлантики. Переважала стійка суха погода зі слабкими та помірними вітрами, влітку зі спекою, а навесні, восени та в середині третьої декади грудня з туманами.

На господарську діяльність в Одеській області істотно впливали улоговини південних циклонів, малоазійські та чорноморські депресії, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля. Депресії набували пріоритетного значення влітку, а також восени.

Л. А. Савтер

АНАЛІЗ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ТА ОПЕРАТИВНО-ПРОГНОСТИЧНОЇ РОБОТИ МОРСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ГІДРОМЕТСЛУЖБИ УКРАЇНИ У 2010 РОЦІ

Гідрометеорологічне забезпечення і обслуговування організацій морегосподарчого комплексу України, вітчизняного та зарубіжного флоту на Азово-Чорноморському басейні у 2010 році здійснювалось за досить сприятливих (за винятком зимового сезону) для діяльності на морі гідрометумов. Несприятливі погодні умови для мореплавства та діяльності підприємств морської галузі на Азово-Чорноморському басейні у звітному році спостерігались, головним чином, у січні, лютому, березні та грудні. Вони були зумовлені активною циклонічною діяльністю на середземноморській гілці полярного фронту, взаємодією баричних утворень протилежного знаку.

В березні та травні на мореплавство та діяльність підприємств морської галузі найбільш впливали південні циклони, малоазійська депресія та взаємодія баричних утворень протилежного знаку. В умовах меридіональної циркуляції хвильові утворення на холодних фронтах розвивались в циклони, які зміщувались через Балкани на північний схід. Умови для циклогенезу в цей період були найбільш сприятливими.

Характерною особливістю квітня була відсутність активного впливу улоговин північно-західних циклонів. В травні не відчувалось активного впливу південних циклонів.

Чорноморська та малоазійська депресії були основним синоптичним процесом влітку та восени, характеризувались грозовими дощами зі шквалами, місцями сильними.

Кінець звітнього року був здебільшого несприятливим для діяльності морегосподарського комплексу на Азово-Чорноморському басейні, особливо кінець листопада та грудень, коли дуже активною була середземноморська гілка полярного фронту, на якій виникла серія південних циклонів, що зміщувались на акваторію Азово-Чорноморського басейну.

Влітку погодні умови погіршувались не тільки за рахунок енергетики висотної фронтальної зони. Велике значення в цей період мала конвективна діяльність в малоградієнтних баричних полях, багатоцентрих близькосхідних депресіях, внаслідок чого спостерігались зливи з грозами та шквалами, які досягали критеріїв СГЯ.

Зима (січень-лютий) для діяльності морської галузі була не сприятливою. Штормова погода спостерігалась при меридіональній формі циркуляції, коли створювались належні умови для виникнення південних циклонів та їх виходу на Азово-Чорноморський басейн. Внаслідок цього нестійка погода супроводжувалась штормовими вітрами, опадами, місцями сильними (переважно у вигляді снігу та мокрого снігу), туманами, парінням моря, різкими коливаннями температури повітря.

Дуже активною в зимові місяці була середземноморська гілка полярного фронту, на хвилях якого при сприянні меридіональності змішаної форми утворювались південні циклони, які зміщувались на північний схід, значно погіршуючи погодні умови на Азово-Чорноморському басейні. Так було:

29-31 січня, коли на акваторії АЧБ спостерігалось погіршення видимості в туманах та опадах до 100-1000 м, в портах спостерігалась ожеледь, хуртовина, посилювався вітер південного напрямку 12-20 м/с. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-30 дм.

1-5 лютого, коли на акваторії морів спостерігалось погіршення видимості в тумані та опадах 200-900 м, посилення вітру від південно-східного до північно-західного 12-20 м/с. Всюди спостерігались сильні опади у вигляді мокрого снігу та дощу, в портах хуртовини та ожеледь. Взаємодія південного циклону з гребенем сибірського антициклону призвела до посилення вітру північного та північно-східного напрямку 12-21 м/с, а 5 лютого в районі Новоросійська — до 30-35 м/с. Висота хвиль становила 15-20 дм, в порту Туапсе — 30 дм, помірний тягун.

6-16 лютого, коли на акваторії Чорного та Азовського морів спостерігались несприятливі погодні умови, пов'язані з переміщенням серії південних циклонів на акваторію морів та їх взаємодією з гребенем сибірського антициклону. В передній частині циклонів в умовах адвекції теплого вологого середземноморського повітря погіршувалась видимість в туманах до 50-500 м, в портах спостерігалась хуртовина, ожеледь. Східний вітер посилювався від 12 до 24 м/с, в районі Миколаєва та на Азовському морі в Генічеську 25-30 м/с. Висота хвиль становила 15-25 дм, 16 лютого в Кримсь-

кому районі 20-30 дм. 11-12 лютого в портах північно-західної частини Чорного моря спостерігався небезпечний підйом рівня моря.

20-22 лютого на АЧБ посилювався вітер від південного, південно-східного напрямку до північно-західного 12-20 м/с, погіршувалась видимість в туманах до 100-900 м. Висота хвиль становила 15-30 дм. В портах північно-західної частини Чорного моря відмічався підйом рівня моря, близький до небезпечних відміток.

Всього в зимовий період на погоду АЧБ впливало 15 південних циклонів з мінімальним тиском 980-1005 гПа.

Активна взаємодія баричних утворень протилежного знаку, в основному улоговин південних циклонів з гребенем сибірського антициклону, найбільш помітною була:

14-25 січня, коли на АЧБ посилювався вітер переважно північно-східного напрямку від 12 м/с до 23 м/с, а на Азовському морі в Генічеську до 25 м/с, погіршувалась видимість в опадах, тумані та парінні моря 200-900 м, в п. Севастополь паріння моря з видимістю менше 100 м досягло критерію СГЯ. В портах спостерігалась хуртовина, ожеледь, сильний сніг. Висота хвиль досягала 15-25 дм, 18-19 січня 20-30 дм, на Азовському морі — 10-15 дм.

6-16 лютого, коли в передній частині південних циклонів в умовах адвекції теплого вологого середземноморського повітря на Азово-Чорноморському басейні погіршувалась видимість в туманах 50-500 м, в портах спостерігалась хуртовина, ожеледь. Східний вітер посилювався від 12 до 24 м/с, в районі Миколаєва та на Азовському морі в Генічеську — 25-30 м/с. Висота хвиль становила 15-25 дм, 16 лютого в Кримському районі — 20-30 дм. 11-12 лютого в портах північно-західної частини Чорного моря спостерігався небезпечний підйом рівня моря

25-28 лютого, коли на акваторії Чорного та Азовського морів посилювався вітер східного, північно-східного напрямку 12-21 м/с. Висота хвиль становила 15-20 дм. 26-27 лютого в портах північно-західної частини Чорного моря спостерігався небезпечний підйом рівня моря (521-557 см).

Переміщення циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту, відбувалось в другій половині лютого, коли спостерігались посилення вітру до штормового та істотні коливання температури повітря.

Несприятливі погодні умови в вигляді погіршення видимості в туманах спостерігалися в гребенях східних антициклонів. Прикладом можуть бути ситуації 5 та 26 січня.

Ці явища були, звісно, небезпечними, але звичними для холодного періоду, тому всі вони були вчасно спрогнозовані усіма морськими прогностичними організаціями.

Погодні умови січня та лютого формувались, в основному, під впливом повітряних мас субтропічних широт Атлантики та Середземномор'я, проте в окремі періоди спостерігалось вторгнення арктичного повітря. Оскільки зональність переважала в першій половині січня, то цей період був теплий, як для даної пори року, а з середини січня встановився зимовий режим погоди.

Льодовий період тривав з 17 грудня 2009 р. до 17 березня 2010 р. Сума «градусо-днів морозу», що характеризує суворість зими, склала 225,6^о, що на 141,3^о більше попередньої зими. Найбільш холодними періодами зими 2010 року були III декада січня та I декада лютого. «Сума холоду» в II декаді грудня склала 40,8^о, в III декаді січня — 94,5^о, в I декаді лютого — 36,4^о.

На акваторії Чорного та Азовського морів з 22-27 січня розпочалось повторне льодоутворення. Температура повітря знижувалась до 16-22^о. В північно-західній частині Чорного моря в Дністровському, Дніпро-Бузькому лиманах утворився припай товщиною 21-29 см, в портах та вздовж узбережжя — плавучий лід. На Азовському морі лід спостерігався по всьому узбережжі. В північній частині моря та в Таганрозькій затоці товщина льоду збільшувалась, в Керченській затоці з'явився плавучий лід. Товщина льоду на Азовському морі складала 20-28 см, в південній частині акваторії — 14 см.

В лютому в північно-західній частині Чорного моря в Дністровському, Дніпро-Бузькому лиманах спостерігався припай товщиною 18-31 см, в Каркінітській затоці, Керченській протоці, в портах та вздовж узбережжя — плавучий лід. На кінець місяця лід зберігався тільки в Дніпро-Бузькому лимані товщиною 15 см. В Дністровському лимані очищення від льоду відбулось 27 лютого, в Каркінітській затоці — 22 лютого, в Керченській протоці — 14 лютого. На Азовському морі лід спостерігався в західній та північній частині. В Таганрозькій затоці товщина льоду збільшувалась. До кінця місяця плавучий лід зберігався в північній частині, на півдні очищення від льоду відбулось на початку другої декади лютого.

В північно-західній частині Чорного моря повне очищення від льоду відбулось 17 березня, на Азовському морі в Генічеську та Стрільковому до кінця березня зберігався плавучий лід.

За льодовий період ГМЦ ЧАМ було складено 6 короткострокових льодових прогнозів. Справджуваність яких склала 100 %. У зимовий період складався і передавався російською та англійською мовами льодовий огляд по підрайонах Чорного та Азовського морів. Всього складено 95 оглядів. Були поширені 3 довгострокових льодових прогнози, складених РосГМЦ та 430 прогнозів про льодові умови на Азовському морі, справджуваність яких склала 99 %.

В період зимової навігації 2010 року морських аварій не було. Цьому сприяло вчасне попередження керівництва портів, судноплавних компаній, підприємств морської галузі про штормові погодні умови.

Весна, за винятком березня, була сприятливою для діяльності морської галузі. В березні та травні на мореплавство та діяльність підприємств морської галузі найбільш впливали південні циклони, малоазійська депресія та взаємодія баричних утворень протилежного знаку. В умовах меридіональної циркуляції хвильові утворення на холодних фронтах розвивались в циклони, які зміщувались через Балкани на північний схід. Умови для циклогенезу в цей період були найбільш сприятливими.

Характерною особливістю квітня була відсутність активного впливу улоговин північно-західних циклонів. В травні був майже відсутнім активний вплив південних циклонів. Активною середземноморська гілка полярного фронту була в першій декаді березня, на початку другої декади квітня, в середині травня. Саме тоді південні циклони ускладнювали погодні умови на акваторії морів, особливо, 5-11 березня, коли погіршувалась видимість в туманах та опадах 50-500 м, при проходженні холодних фронтів посилювався вітер до 12-20 м/с. В Новоросійську північно-східний вітер досягав 25-30 м/с. Висота хвиль становила на Чорному морі 15-30 дм, 7 березня — 25-40 дм; на Азовському морі — 10-15 дм. В портах відмічались сильні опади, складні відкладення. В порту Туапсе спостерігалась гроза та слабкий тягун.

Атлантична гілка полярного фронту була активна в другій та третій декадах березня та травня. В ці періоди через акваторію морів проходили улоговини циклонів з нестійкою погодою. Найбільш несприятливими були погодні умови були 12-18 березня, коли акваторія Чорного та Азовського морів перебувала під впливом улоговини циклону з центром над Баренцовим морем (з мінімальним тиском 992 гПа). Проходження холодних фронтів з хвилями обу-

мовило посилення вітру від південного до північно-західного напрямку 12-17 м/с, в районі Анапа-Туапсе до 21-25 м/с, погіршувалась видимість в опадах та тумані до 200-1000 м, в портах спостерігались хуртовини, складні відкладення, сильний сніг. 16 березня в Хорлах, а 17 березня в Кримському районі спостерігались грози. Висота хвиль становила 10-15 дм, а 16-18 березня на Чорному морі — 15-30 дм.

Нестійка погода спостерігалась в багатоцентрових малоазійських депресіях, які навесні поширювались на акваторію морів. Значне місце займала взаємодія малоазійських депресій з континентальними антициклонами. Атмосферна циркуляція при цьому була меридіональною. Мінімальний тиск в депресіях становив 1000-1005 гПа, максимальний в антициклонах — 1030-1037 гПа. У перехідній зоні між цими баричними утвореннями протилежного знаку формувалися значні баричні градієнти (2,5-3,5 гПа/111 км). Внаслідок цього посилювались північно-східні вітри 12-20 м/с, в районі Новоросійська — до 25 м/с. Це стосується третьої декади березня, значної частини квітня та початку травня.

Літо було досить сприятливим для діяльності морської галузі. Значне місце літом займала зональна форма циркуляції. А от дощі з грозами та шквалами найчастіше супроводжувалась меридіональна форма циркуляції.

Влітку досить активною була циклонічна діяльність на атлантичній гілці полярного фронту: у тій чи іншій мірі на погоду Азово-Чорноморського впливали улоговини 15 атлантичних циклонів з мінімальним тиском 990-1008 гПа. ВФЗ, вздовж якої переміщувались західні циклони, проходила між 50-70° п.ш. Контрасти температур в ВФЗ були в межах 10-12°/1000 км. В улоговинах атлантичних циклонів з полярними та арктичними фронтами спостерігались грозові дощі зі шквалитим посиленням вітру. Подібна ситуація мала місце в окремі періоди червня та наприкінці серпня.

Середземноморська гілка полярного фронту влітку була не активною, вплив південних циклонів спостерігався лише 22-25 червня та 31 серпня.

Чорноморська та малоазійська депресії були основним синоптичним процесом влітку, характеризувались грозовими дощами зі шквалами, місцями сильними. Найбільш несприятливі погодні умови спостерігались 1-8 липня, коли на акваторії морів спостерігалась активна грозова діяльність, яка супроводжувалась зливами, в

північно-західному районі шквалистим посиленням вітру 13-17 м/с, в Білгород-Дністровську 6 липня випало 78 мм опадів, спостерігався шквал 17-23 м/с. Висота хвиль складала 10-15 дм. 6-7 липня в Вилковому спостерігався небезпечний рівень води (170-173 см).

20 липня на АЧБ змістився арктичний фронт з північного заходу. Проходження фронту в зоні депресії супроводжувалось грозовою діяльністю зі зливовими дощами, посилювався вітер в основному при грозах 12-24 м/с, 20 липня в п. Одеса спостерігалось СГЯ — вітер північно-західний 26 м/с. Висота хвиль становила 10-15 дм, в Вилковому зберігався небезпечний підйом рівня. СГЯ по п. Одеса було непередбаченим, тривалість становила 10 хвилин, явище по площі розповсюдження критерію СГЯ для району моря не досягло.

Восени погодні умови були, загалом, сприятливими для діяльності морської галузі. Основні синоптичні ситуації, які істотно впливали на морегосподарчу діяльність, це, насамперед, малоазійська та чорноморська депресії та їх взаємодія з гребенями західних та східних антициклонів. Саме так було:

4-15 вересня, коли за рахунок взаємодії на акваторії морів посилювався північно-східний вітер 12-20 м/с. В районі Туапсе в другій половині дня 15 вересня під потужними купчасто-дощовими хмарами на хвилі холодного фронту спостерігався смерч над морем. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-30 дм, на Азовському морі 11 вересня 10-15 дм.

2-11 жовтня, коли на акваторії морів посилювався північно-східний вітер 12-21 м/с, а 9 жовтня в Генічеську — 25 м/с. Найбільш несприятливі погодні умови спостерігались 8-9 жовтня, коли над східними районами Чорного моря на хвилі холодного фронту утворився циклон і ще більше посилив взаємодію з гребенем північного антициклону. Висота хвиль в Чорному морі досягала 30-40 дм, в Азовському 10 дм. В п. Хорли спостерігався небезпечний згін рівня моря. Вранці 11 жовтня в районі мису Киз-Аул (на виході з Керченської протоки в Чорне море) затонуло судно «Василий» під монгольським прапором з металобрухтом. З 13 членів екіпажу було врятовано 9 чоловік, дві людини потонули, дві — зникли безвісті. В районі Керчі спостерігався вітер південного напрямку 13 м/с, видимість в опадах погіршувалась до 800 м. Небезпечні явища були передбачені синоптиками АМСЦ Керч із завчасністю 13 год. ГМЦ ЧАМ прогнозував посилення вітру та хвилювання моря на 10-11 жовтня по 555 підрайону Чорного моря

в прогнозах на другу та третю добу ще 7, 8, 9 жовтня. Претензій від судновласника щодо гідрометзабезпечення не було.

Характерною особливістю вересня та жовтня була невисока активність середземноморської гілки полярного фронту, південні циклони впливали на погодні умови на акваторії морів лише наприкінці вересня та жовтня. Так, 30 вересня погоду на АЧБ зумовлював південний циклон, що виник на хвилі холодного фронту в районі Криму і зміщувався на Азовське море. Мінімальний тиск становив 998 гПа. На акваторії морів спостерігались вкрай несприятливі погодні умови з досягненням критеріїв СГЯ. Посилювався вітер переважно західного та північно-західного напрямку 12-24 м/с, в Алушті, Генічеську та Мисовому — 25-30 м/с, в Анапі посилювався вітер південно-західного напрямку до 25 м/с. Висота хвиль становила на Чорному морі 20-35 дм, на Азовському — 10-15 дм. Різка зміна погодних умов була передбачена ГМЦ ЧАМ із завчасністю майже дві доби. Штормове попередження про РЗП, отримане від ГМЦ ЧАМ, було своєчасно доведено до споживачів усіма морськими прогностичними організаціями, які надалі деталізували його прогнозами на наступну добу, поточний день, а також штормовими попередженнями СГЯ.

Малоазійська та чорноморська депресії поширювалися на південь європейської частини Росії, Балкани. До складу депресій входили арктичний та полярний фронти з активною хвильовою діяльністю. В другій половині листопада посилився вплив південних циклонів на погодні умови Азово-Чорноморського басейну. Так, 23-30 листопада на акваторії морів посилювався вітер від південно-східного до північно-західного напрямку до 20 м/с, в районі Анапі — 25 м/с. Проходження фронтів супроводжувалось активною грозовою діяльністю, сильними дощами. Максимальна висота хвиль на Чорному морі становила 20-30 дм. І в цьому випадку фахівці морських прогностичних організацій спрацювали на високому рівні, всі небезпечні явища були попереджені з необхідною завчасністю.

Грудень був несприятливим для діяльності підприємств морської галузі та судноплавства. Різде погіршення погодних умов відбулось в середині грудня і символізувало перехід до зимового навігаційного сезону.

Найбільш складні погодні умови для мореплавства спостерігались при переміщенні південних циклонів на акваторію АЧБ та їх

взаємодії з гребенями північних антициклонів в умовах меридіональної циркуляції. Найбільш несприятливим було 17-18 грудня, коли в результаті переміщення південного циклону з мінімальним тиском 995 гПа на акваторії морів посилювався південно-східний та східний вітер 15-22 м/с, погіршувалась видимість в опадах до 400-1000 м, спостерігались значні коливання температури повітря. Сніг та хуртовина, які спостерігались в цей період, спричинили припинення в портах швартових операцій та вантажно-розвантажувальних робіт. Висота хвиль на Чорному морі становила 20-35 дм, на Азовському морі — 10-15 дм. В портах північно-західної частини Чорного моря спостерігався небезпечний підйом рівня моря. Погіршення погодних умов було завчасно передбачене усіма морськими прогностичними організаціями, штормові попередження були своєчасно доведені до споживачів.

На Чорному морі первинні форми льоду з'явилися 16 грудня в Дністровському лимані.

Кількість морських СГЯ, відмічених на Азово-Чорноморському басейні в межах зони прогностичної відповідальності України в 2010 році, була на рівні 2009 року. Всього спостерігалось метеорологічних СГЯ по всій акваторії АЧБ — 5 та 2 РЗП, по портах — 6 СГЯ. Морських метеорологічних НЯ на АЧБ спостерігалось 710, по портах — 962, гідрологічних НЯ по АЧБ — 320, по портах — 258. Всього про формування та розвиток РЗП, СГЯ та НЯ по районах моря було складено та доведено до споживачів, відповідно, 2, 22 та 1444 штормпопереджень; по акваторіях портів про СГЯ — 20, про НЯ — 1908 штормпопереджень. Переважна більшість НЯ, СГЯ та всі РЗП були передбачені прогностичними організаціями гідрометслужби України із необхідною завчасністю: РЗП — 2 доби, СГЯ — 20 год., НЯ — в середньому 16 год.

Гідрометзабезпечення судноплавства в територіальних водах України та акваторіях морських портів згідно з міжнародним та національним законодавством та спеціалізоване обслуговування морегосподарчих організацій різних відомств та форм власності здійснювалось прогностичними підрозділами гідрометслужби України на підставі планів-схем та укладених договорів (55). Основними споживачами морської прогностичної інформації на Азово-Чорноморському басейні у 2010 році були: вітчизняний та зарубіжний флот, інформація якому доводилась за міжнародною системою NAVTEX, морські торгівельні, рибні та спеціалізовані порти, судно-

плавні компанії різної форми власності, державні гідрографічна та лоцманська служби, аварійно-рятувальні служби та центри Мінтрансу та МНС України, прикордонні частини, військові морські угруповання, місцеві органи виконавчої влади, населення приморських районів та інші. Спеціалізованою оперативно-прогностичною інформацією забезпечено майже 3 тис. рейсів суден різної обмеженості по умовах мореплавання, у т.ч: 39 рейсів поромів, близько 200 маломірних суден рибпромислового флоту та близько 2414 рейсів суден, які прямували по маршруту Маріуполь-Керч у порти Чорного та Азовського морів. По запитах судноплавних компаній здійснювалося гідрометеорологічне забезпечення суден по маршрутах плавання у Чорному морі.

Основу морського гідрометзабезпечення та обслуговування споживачів на Азово-Чорноморському басейні складали прогнози про стан погоди і моря на 1-3 доби та уточнення на поточний день, попередження про стихійні та небезпечні морські явища, а також огляди та консультації про фактичний та очікуваний стан погоди і моря. Для обслуговування вітчизняного та зарубіжного флоту по системі NAVTEX доведено більше 3 тис. прогнозів, попереджень, оглядів про стан погоди і моря в зоні відповідальності України. Крім того, по запитах щоденно проводились консультації керівників судноплавних та експедиторських компаній, чергових диспетчерських служб портів та лоцманських служб, штурманського складу суден про гідрометумови в різних районах Світового океану.

Всього протягом 2010 року про стан погоди і моря складено і доведено до основних споживачів близько 49 тис. прогнозів, середня справджуваність яких становила:

- прогнозів погоди по акваторіях основних портів на добу — 94 %;
- прогнозів погоди по районах на першу добу — 95 %;
- на другу добу — 96 %, на третю — 92 %;
- прогнозів стану моря на добу — 98 %;
- попереджень про морські СГЯ: справджуваність — 100 %; попередженість — 91 %;
- про різкі зміни погоди: справджуваність — 100 %, попередженість — 100 %;
- про морські НЯ: справджуваність — 92 %, попередженість — 94 %.

Справджуваність прогнозів та штормових попереджень в порівнянні з 2009 роком залишилась майже на тому ж рівні.

Претензій до своєчасності, повноти та якості гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування підприємств морської галузі та судноплавства на Азово-Чорноморському басейні в 2010 році не надходило, оскільки гідрометеорологічні та льодові умови були завчасно та точно передбачені у прогнозах та попередженнях, які доводились керівництву морських портів та судноплавних компаній, а також за міжнародною системою NAVTEX безпосередньо судноводіям на басейні.

Методична робота ГМЦ ЧАМ полягала в проведенні регулярного контролю за якістю прогностичного матеріалу підрозділів гідрометслужби України, залучених до гідрометобслуговування та забезпечення морської галузі, а також наданні методичної допомоги та консультацій в складних метеоумовах. Між ГМЦ ЧАМ та ГМБ Іллічівськ взаємодія з питань прогнозування відбувається щоденно, з другими підрозділами — в міру необхідності. Фахівці морських прогностичних підрозділів вчасно реагували на ускладнення погодних умов, про що свідчить висока справджуваність прогнозів та штормових попереджень. Методичні інспекції в 2010 році виконані не в повному обсязі.

Аналіз річних звітів морських прогностичних підрозділів показав достатню повноту та якість їх підготовки щодо відображення характеру гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування. Всі звіти були надані вчасно як в електронному виді, так і на паперових носіях.

В секторі методичного керівництва ГМЦ ЧАМ протягом року в рамках співробітництва з Морським Гідрофізичним Інститутом НАН України проводилась робота з оцінки справджуваності прогностичної моделі розрахунку хвилювання моря.

В ГМЦ ЧАМ протягом року проводилась робота з уточнення обрахунків середньої собівартості морської оперативного-прогностичної продукції та послуг, яка виконувалась за відповідними рекомендаціями Держгідромету.

В цілому, гідрометзабезпечення морських галузей економіки України в 2010 році проводилось на досить високому рівні, незважаючи на те, що фінансування цього виду робіт було недостатнім, особливо в частині переоснащення приладного парку мережі морських спостережень.

**ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 185 ЛЕТ В РАЙОНЕ ОДЕССЫ**

В работе использованы данные о средних месячных значениях температуры воздуха метеорологических станций при обсерваториях Одессы за 1894-2009 гг. и Николаева за 1825-1950 гг. Средние температуры за 1894-1950 гг. в пунктах, находящихся на расстоянии около 120 км, свидетельствуют о весьма сходном температурном режиме (табл. 1).

Таблица 1.

Средние месячные и годовые температуры (1894-1950 гг.)

Месяц Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред. год.	Ампли- туда
Николаев	-3,3	-2,6	2,3	9,3	16,3	20,1	22,9	22,0	16,9	10,5	4,0	-1,2	9,8	26,2
Одесса	-2,3	-1,8	2,2	8,2	15,0	19,4	22,1	21,5	16,9	11,2	5,1	0,1	9,8	24,4
Разность значений	-1,0	-0,8	0,1	1,1	1,3	0,7	0,8	0,5	0,0	-0,8	-1,1	-1,3	0,0	

В Николаеве и Одессе в первой половине XX века наблюдались одинаковые значения средних годовых температур, хотя в холодный период (октябрь-февраль) в Одессе было теплее, а в теплый период (апрель-август) — холоднее. В марте и сентябре средние месячные температуры практически одинаковы. Таким образом, климат в Николаеве отличается несколько большей континентальностью, чем в Одессе.

Представляют интерес колебания разностей средних годовых температур: в 1897-1910 гг. в Николаеве на 0,2 °С теплее, в 1914-1916 гг. разность меняет знак, а затем оказывается на 0,1 °С ниже, чем в Одессе.

Для удлинения температурного ряда в Одессе использован известный в климатологии метод разностей. Вычисленные за 1894-1903 гг. средние разности (табл. 2) мало отличаются от разностей за 1894-1950 гг. (табл. 1).

Таблица 2.

Разности средних температур в Николаеве и Одессе

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Разность	-0,7	-0,5	0,4	1,2	1,4	0,9	1,4	0,6	0,0	-0,9	-1,2	-1,2

С помощью разностей (табл. 2) средние месячные значения в Николаеве за 1825-1893 гг. были приведены к данным Одессы, что позволило получить единый ряд наблюдений за 185 лет

(1825-2009 гг.). Для более детального анализа температурного режима этот ряд был разбит на пять равных интервалов продолжительностью по 37 лет: I — 1825-1861 гг., II — 1862-1898 гг., III — 1899-1935 гг., IV — 1936-1972 гг. и V — 1973-2009 гг., для каждого из этих интервалов вычислены средние значения температуры воздуха (табл. 3).

Таблица 3.

Средние месячные и годовые температуры в Одессе по интервалам

Месяц Интервал	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне- год.
I	-4,0	-2,1	1,3	7,9	16,4	19,9	21,7	21,8	17,0	11,5	5,3	-0,2	9,7
II	-3,4	-2,6	1,9	7,9	14,8	19,5	21,7	21,6	16,9	11,5	5,3	-0,4	9,6
III	-2,2	-2,2	2,1	8,1	15,0	19,2	21,9	21,3	16,7	11,4	5,1	0,2	9,7
IV	-2,1	-1,3	2,1	8,8	15,0	19,6	22,2	21,7	17,1	11,0	5,8	0,8	10,0
V	-0,7	0,0	3,5	9,3	15,4	19,8	22,2	21,7	17,1	11,4	5,6	1,2	10,5
Средние за 1825-2009 гг.	-2,5	-1,7	2,2	8,4	15,3	19,6	21,9	21,6	16,9	11,4	5,4	0,3	9,9

Об изменениях значений температур от интервала к интервалу можно судить по табл. 4.

Таблица 4.

Изменения значений средних месячных температур между интервалами наблюдений

Месяц Интервал	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
I – II	+0,6	-0,5	+0,6	0,0	-1,6	-0,4	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,1
II – III	+1,2	+0,4	+0,2	+0,2	+0,2	-0,3	+0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	+0,6	+0,1
III – IV	+0,1	+0,9	0,0	+0,7	0,0	+0,4	+0,3	+0,4	+0,4	-0,4	+0,7	+0,6	+0,3
IV – V	+1,4	+1,3	+1,4	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	0,0	0,0	+0,4	-0,2	+0,4	+0,5
I – V	+3,3	+2,1	+2,2	+1,4	-1,0	-0,1	+0,5	-0,1	+0,1	-0,1	+0,3	+1,4	+0,8

В период с декабря по апрель имело место повышение температуры, составившее от +1,4 °С в декабре и апреле до +3,3 °С в январе. Наиболее интенсивно процесс потепления происходил от IV до V интервала в январе-марте. Именно за счет этого и произошел рост средней годовой температуры на 0,5 °С.

В табл. 5 представлена повторяемость типов годов по значениям средних годовых температур.

Почти 3/4 лет относятся к нормальному (умеренному) типу. Более холодные и более теплые годы имеют примерно равную повторяемость: 13 и около 12 % соответственно. Самым холодным

годом был 1832 (7,0 °С), а самыми теплыми — последние три года в ряду наблюдений (2007 — 12,5 °С; 2008 — 12,0 °С; 2009 — 11,9 °С). При этом, если общее число холодных и очень холодных лет относительно плавно уменьшается от I к V интервалу (с 9 до 2), то суммарное число теплых и очень теплых лет от IV к V интервалу резко возрастает в 5 раз (с 3 до 15). Наиболее холодным оказалось 20-летие 1828-1847 гг. со средней годовой температурой 9,2 °С. В этом периоде наблюдались в холодных и единственный очень холодный год, а теплых лет не было. Последнее же 20-летие (1990-2009 гг.), наоборот, характеризуется отсутствием холодных лет и средней годовой температурой 10,9 °С. В этом периоде отмечались все три очень теплых года (2007, 2008 и 2009 гг.) и 8 теплых лет, 6 из которых имели место с 1999 по 2005 гг.

Таблица 5.

Повторяемость различных типов года

Тип	Градация, °С	Повторяемость	
		число случаев	%
ОХ	≤ 7,7	1	0,5
Х	7,8 – 8,8	23	12,5
Н	8,9 – 10,8	138	74,6
Т	10,9 – 11,8	20	10,8
ОТ	≥ 11,9	3	1,6

Примечание: ОХ — очень холодный; Х — холодный; Н — нормальный; Т — теплый; ОТ — очень теплый.

Представляет интерес многолетний ход «скользящих» средних годовых температур по десятилетиям (от минимального значения в 1829-1838 гг. (8,89 °С) до максимального (11,33 °С) в 2000-2009 гг.).

Колебания «скользящих» средних начинаются с 17-летнего роста значений (1840-1857 гг.) с 8,9 до 10,2 °С (т.е. на 1,3 °С). Второй максимум (10,1 °С) наблюдается спустя 17 лет (в 1874 г.), после чего в течение 10 лет температура падает на 1,0 °С (до 9,1 °С). В течение последующих 90 лет происходит медленный волнообразный рост значений на 1,1-1,2 °С. На этом участке многолетнего хода «скользящих» можно выделить 5-6 небольших «волн» с амплитудами 0,2-0,6 °С и периодами от 19 до 8 лет. С 1975 до 1987 гг. (в течение 12 лет) средняя температура имеет тенденцию к понижению на 0,5 °С, однако затем начинается ее интенсивный подъем, продолжающийся до конца периода наблюдений (2009 г.). При этом значения «скользящей» средней годовой температуры

достигает 11,3 °С (рост 1,5 °С), что сопоставимо только с подъемом температуры в начале ряда наблюдений (1840-1857 гг.).

Нами также произведен подсчет сумм средних месячных значений температур за все календарные сезоны: зима (декабрь-февраль), весна (март-май), лето (июнь-август) и осень (сентябрь-ноябрь). Средние и экстремальные значения этих сумм приведены в табл. 6 и 7.

Таблица 6.

Средние значения сумм температур по сезонам

Интервал набл. Сезон	Интервал наблюдений					Весь период наблюдений	Амплитуда средних сумм
	I	II	III	IV	V		
Зима	-6,6	-5,9	-4,2	-2,7	0,2	-3,8	6,8
Весна	24,1	24,7	25,3	25,8	27,9	25,5	3,8
Лето	63,3	63,0	62,4	63,5	63,4	63,1	1,1
Осень	33,2	33,7	33,2	33,8	34,0	33,6	0,8

Табл. 6 показывает устойчивый рост значений сумм температур зимой и весной. Колебания осенних и, особенно, летних сумм выражены менее четко.

Таблица 7.

Наибольшие и наименьшие суммы температур по сезонам

Сумма Сезон	Наибольшие суммы		Наименьшие суммы		Амплитуда колебаний
	величина	год	величина	год	
Зима	10,7	2006-2007	-21,9	1879-1880	32,6
Весна	35,3	1872	13,1	1875	22,2
Лето	72,3	2007	54,9	1832	17,4
Осень	45,8	1851	20,8	1920	25,0

Наиболее теплая зима и наиболее теплое лето связаны с самым теплым за весь период наблюдений 2007 г, а наиболее суровой зимой XX века стала зима 1953-1954 гг. с суммой -21,8 °С (всего на 0,1 °С теплее зимы 1879-1880). Самая холодная осень обусловлена самым холодным ноябрем 1920 г. (-0,9 °С), а самое холодное лето отмечалось в самом холодном 1832 г. Амплитуда колебаний сумм температур зимой почти вдвое превышает летнюю, а весенняя и осенняя амплитуды близки друг другу.

В табл. 8 приведены градации типов сезонных сумм: очень холодных (ОХ), холодных (Х), нормальных (Н), теплых (Т) и очень теплых (ОТ).

Таблица 8.

Градации типов сезонных сумм температуры воздуха

Тип \ Сезон	Сезон года			
	зима	весна	лето	осень
ОХ	$\leq -16,0$	$\leq 17,1$	$\leq 57,5$	$\leq 24,8$
Х	$-15,9 \div -9,9$	$17,2 - 21,3$	$57,6 - 60,3$	$24,9 - 29,2$
Н	$-9,8 \div +1,0$	$21,4 - 28,8$	$60,4 - 66,2$	$29,3 - 37,7$
Т	$1,1 - 5,9$	$28,9 - 32,2$	$66,3 - 69,4$	$37,8 - 41,9$
ОТ	$\geq 6,0$	$\geq 32,3$	$\geq 69,5$	$\geq 42,0$

В табл. 9 дано распределение различных типов по сезонам, при этом теплые объединены с очень теплыми, а холодные с очень холодными.

Таблица 9.

Распределение теплых и холодных типов по сезонам и интервалам наблюдений

Интервал \ Сезон	Теплый сезон						Холодный сезон					
	I	II	III	IV	V	сумма	I	II	III	IV	V	сумма
Зима	8	6	7	9	16	46	14	9	6	3	3	35
Весна	4	7	6	11	16	44	8	7	4	6	2	27
Лето	7	2	4	9	8	30	7	7	10	4	9	37
Осень	3	7	7	7	2	26	4	3	9	4	4	24

Как видно в табл. 9, количество теплых зим и весен существенно возрастает от I к V интервалу наблюдений (зимой вдвое, весной вчетверо). Количество холодных зим и весен, наоборот, уменьшается (зимой — почти в 5, весной — в 4 раза). Общее число теплых сезонов за зиму и за весну превышает число холодных. Холодных летних сезонов больше, чем теплых, а осенью их количество примерно одинаково.

Последняя очень холодная зима в Одессе отмечалась в 1953-1954 гг., последняя очень холодная весна — в 1987 г., последнее очень холодное лето — в 1976 г., последняя очень холодная осень — в 1973 г. Последние очень теплые сезоны зафиксированы: зима 2006/2007 гг., весна и лето 2007 г., осень 1923 г.

Как показывают результаты всестороннего анализа удлиненного ряда наблюдений за последние 185 лет, в районе Одессы происходили весьма значительные колебания значений средних месячных температур воздуха. А в последние десятилетия периода наблюдений

отчетливо прослеживается тенденция к потеплению климата, главным образом, за счет повышения зимних и весенних температур.

Ю. И. Шамраев

РЕЖИМ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В XX И НАЧАЛЕ XXI ВЕКА ПО ДАННЫМ ТРЕХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

В работе использованы средние месячные и годовые значения трех метеорологических станций России и Украины, сведения о которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Сведения о метеорологических станциях

Станция	Координаты		Период наблюдений (гг.)	Расстояние между станциями (км)
	широта (северная)	долгота (восточная)		
Туапсе	44 ⁰ 06'	39 ⁰ 04'	1894-2009	Туапсе - Одесса, 690
Одесса	46 ⁰ 26'	30 ⁰ 46'	1894-2009	Одесса - Чертково, 770
Чертково	49 ⁰ 23'	40 ⁰ 09'	1923-2009	Чертково - Туапсе, 590

Станции находятся в вершинах треугольника, внутри которого лежит Азовское море. Туапсе и Одесса расположены на Черноморском побережье, а Чертково — на границе Украины и России, в 250 км севернее устья реки Дон.

Основной период наблюдений продолжительностью 116 лет (1894-2009 гг.) был разбит на четыре равных интервала, каждый из которых составляет 29 лет: I — 1894-1922 гг., II — 1923-1951, III — 1952-1980 гг. и IV — 1981-2009 гг. В Чертково таких интервалов оказалось три, причем данные за 1923-1935 гг. получены путем приведения метод разностей по Таганрогу. Для каждого из интервалов периода наблюдений вычислены средние месячные и годовые значения температуры воздуха (табл. 2).

Более четкое представление об изменениях значений средних месячных температур от одного интервала наблюдений к другому дает табл. 3.

Изменения средних месячных температур воздуха между отдельными интервалами наблюдений, как правило, носят хорошо выраженный синхронный характер. Так, в Туапсе и Одессе от первого до второго интервала синхронность колебаний присуща 10 меся-

цам: в декабре-марте имеет место понижение значений температур, а в мае-сентябре и ноябре — повышение. При этом среднее годовое значение в Туапсе не изменяется, а в Одессе возрастает на 0,2 °С.

Таблица 2.

Средние месячные и годовые температуры воздуха
в различных интервалах наблюдений

Интервал	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Туапсе													
I	5,0	4,9	7,7	11,5	15,9	20,0	22,9	23,2	19,2	15,3	10,0	6,8	13,5
II	4,4	4,6	6,9	11,0	16,4	20,4	23,0	23,4	19,9	14,8	10,9	6,4	13,5
III	4,7	4,9	7,1	11,7	16,2	20,3	23,2	23,3	19,3	14,5	10,7	7,1	13,6
IV	5,1	5,1	7,6	12,0	16,4	20,6	23,8	24,1	19,9	15,1	10,0	6,5	13,8
Одесса													
I	-2,0	-1,4	2,4	8,2	14,8	19,2	21,9	21,4	16,5	11,2	4,3	0,1	9,7
II	-2,7	-2,2	1,9	8,4	15,3	19,6	22,4	21,5	17,2	11,3	6,1	-0,2	9,9
III	-1,9	-1,2	2,1	8,7	14,8	19,4	21,7	21,3	16,8	11,0	5,9	1,4	10,0
IV	-0,5	0,1	3,4	9,4	15,6	19,9	22,5	22,1	17,1	11,7	5,5	1,1	10,7
Чертково													
II	-9,0	-8,5	-2,8	7,0	15,0	19,3	21,8	20,8	15,0	7,0	0,8	-5,8	6,7
III	-8,0	-7,3	-2,1	8,3	15,7	19,3	21,5	21,5	14,4	6,9	0,2	-4,1	7,1
IV	-5,3	-5,6	0,0	9,0	15,6	19,7	21,8	21,8	14,7	8,0	0,4	-4,2	7,9

Таблица 3.

Изменения значений средних месячных температур
по интервалам

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от I до II интервала													
Туапсе	-0,6	-0,3	-0,8	-0,5	+0,5	+0,4	+0,1	+0,2	+0,7	-0,5	+0,9	-0,4	0,0
Одесса	-0,7	-0,8	-0,5	+0,2	+0,5	+0,4	+0,5	+0,1	+0,7	+0,1	+1,8	-0,3	+0,2
от II до III интервала													
Туапсе	+0,3	+0,3	+0,2	+0,7	-0,2	-0,1	+0,2	-0,1	-0,6	-0,3	-0,2	+0,7	+0,1
Одесса	+0,8	+1,0	+0,2	+0,3	-0,5	-0,2	-0,7	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	+1,6	+0,1
Чертково	+1,0	+1,2	+0,7	+1,3	+0,7	0,0	-0,3	-0,3	-0,6	-0,2	-0,6	+1,7	+0,4
от III до IV интервала													
Туапсе	+0,4	+0,2	+0,5	+0,3	+0,2	+0,3	+0,6	+0,8	+0,6	+0,6	-0,7	-0,6	+0,2
Одесса	+1,4	+1,3	+1,3	+0,7	+0,8	+0,5	+0,8	+0,8	+0,3	+0,7	-0,4	-0,3	+0,7
Чертково	+2,7	+1,7	+2,1	+0,7	-0,1	+0,4	+0,3	+0,2	+0,3	+1,1	+0,2	-0,1	+0,8

Одинаковый знак изменения значений температуры от второго до третьего интервала отмечается в Туапсе, Одессе и Чертково в 9 месяцах: в декабре-апреле значения растут, а в августе-ноябре

понижаются. Средние годовые температуры в Туапсе и Одессе повышаются на 0,1 °С, в Чертково — на 0,4 °С.

Наибольшее повышение значений наблюдается от третьего до четвертого интервала: в течение 9 месяцев (с января по апрель и с июня по октябрь) отмечается синхронный рост, наиболее значительный в январе-марте (в Чертково до 2,7 °С в январе). В мае и ноябре процессы имеют разнонаправленный ход, а в декабре значения температуры синхронно понижаются. При этом, если в Туапсе средняя годовая температура четвертого интервала повышается по сравнению с третьим всего на 0,2 °С, то в Одессе и Чертково аналогичный рост составляет 0,7 и 0,8 °С соответственно.

Хорошо иллюстрирует повышение средних температур сравнение их значений за последние 12 лет (1998-2009 гг.) с соответствующими средними четвертого интервала наблюдений (табл. 4).

Таблица 4.

Отклонение средних температур за 1998-2009 гг.
от средних значений за 1981-2009 гг.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Туапсе	+0,2	+0,5	+0,8	+0,6	+0,3	+0,6	+0,8	+1,3	+0,9	+0,8	+0,8	+0,5	+0,7
Одесса	+0,4	+0,5	+1,0	+0,8	+0,4	+0,7	+1,0	+0,8	+0,4	+0,5	+0,8	+0,4	+0,6
Чертково	+0,6	+1,1	+1,3	+0,5	-0,4	0,0	+0,7	+0,7	+0,4	+0,6	+0,8	+0,6	+0,6

Как видно из табл. 4, во всех месяцах и на всех станциях, кроме мая в Чертково, отмечаются положительные отклонения средних значений температур. В декабре-марте наибольшие отклонения имеют место в Чертково, в апреле-июле — в Одессе, в августе-октябре — в Туапсе.

Самые высокие значения средних зафиксированы, в основном, в четвертом интервале наблюдений. Так, наиболее теплым в Чертково и Одессе оказался январь 2007 г. Именно 2007 год был самым теплым по средней годовой температуре за весь период наблюдений (1894-2009 гг.). В этих же пунктах наиболее теплыми были февраль 2002 и март 1990 г. Апрель 1998 и 2000 гг., май 2003 и 2007 гг., июли 2007 и 2008 гг. стали самыми теплыми в Одессе и Туапсе. В августе 2001 и 2007 гг. в Туапсе средние месячные значения достигали 27,0 °С.

Самые низкие значения температур отличаются меньшей синхронностью. Самым холодным в Чертково и Одессе был июнь 1933, а в Чертково и Туапсе — май 1945 и ноябрь 1993 г.

Средние годовые за последнее пятилетие (2005-2009 гг.) оказались самыми высокими: в Одессе и Туапсе они превысили средние годовые за четвертый интервал наблюдений на 1 °С, в Чертково — на 1,6 °С.

Неравномерное повышение температуры на рассматриваемых станциях приводят к уменьшению разностей средних месячных значений, особенно хорошо заметном в холодный период года (ноябрь-март). Так, разность температур Туапсе-Чертково в январе уменьшается с 14,0 °С во втором интервале до 10,0 °С в четвертом. В феврале такое снижение составляет почти 3 °С (с 13,4 до 10,5 °С).

В табл. 5 представлены величины наибольших и наименьших «скользящих» по 10-летиям средних годовых значений температуры.

Таблица 5.
Величины «скользящих» по 10-летиям средних годовых температур

Станция	Наибольшее значение		Наименьшее значение		Амплитуда колебаний
	величина	десятилетие	величина	десятилетие	
Туапсе	14,51	1998 - 2007	13,01	1941 - 1950	1,50
Одесса	11,33	2000 - 2009	9,47	1924 - 1933	1,86
Чертково	8,40	1999 - 2008	6,26	1924 - 1933	2,14

За последние полтора десятилетия имел место наиболее устойчивый и интенсивный рост «скользящих» средних годовых значений: в Чертково на 1,07 °С, в Одессе и Туапсе на 1,37 °С.

Таким образом, режим температуры воздуха на рассматриваемых метеорологических станциях характеризуется устойчивым повышением средних температур, что особенно заметно в конце XX - начале XXI века.

*О. Л. Казаков,
М. В. Табашникова*

РЕЖИМ ОПАДІВ В БЕССАРАБІЇ (південний захід Одеської області)

Частина 1. Порівняльна оцінка характеристик опадів на території Бессарабії по даним різних довідкових видань

Для багатьох користувачів кліматичної інформації основним джерелом є Довідники з клімату [1-4]. Проте вони відносяться до різних періодів спостережень, з різними методиками спостережень,

включали різні формати представлення даних та отримані за різними методами обробки. Відомо також, що серед спеціалістів кліматологів були дві течії визначення поняття «норми»: з використанням всього періоду спостережень або 20-30-річні ряди. У кожного з підходів були логічні ствердження. Для першого — це доцільність та об'єктивність використання всього ряду з наявними екстремумами та змінами клімату, а для другого — оцінювання кліматичного режиму не підчас «вибухових» змін, а в досі «спокійні» періоди, з даними яких можна порівнювати зміни метеорологічних величин, що відбуваються. Тому для об'єктивності ми поставили для себе завдання оцінити режим опадів Бессарабії спочатку за різними джерелами довідкових видань. Нагадаємо, що на території Бессарабії зараз діють 5 станцій: Болград, Ізмаїл, Вилкове, Сарата та Білгород-Дністровський. Що стосується останньої, то в її роботі була перерва у спостереженнях та перенесення з аеропорту до морського порту, тобто відновлення у 1975 р.

1. Нагадаємо, що у зв'язку зі зміною методики спостереження за опадами, ми маємо на увазі заміну дощоміру на опадомір на початку 50-х років, в рядах спостережень могла мати місце неоднорідність.

Проте в Довіднику по клімату СРСР [2] наведені таблиці поправочних коефіцієнтів до даних вимірювань по дощоміру для перерахунку середньомісячних, піврічних і річних сум опадів за 1891-1935 рр. Ці відомості дозволяють зробити ряди однорідними. В табл. 1 наведені дані по середньорічним і піврічним сумах опадів для п'яти станцій, які знаходяться у вищезазначених довідних виданнях з урахуванням поправок.

Таблиця 1.

Порівняння середньорічних і піврічних сум опадів

Станція	1891-1935			1891-1964			1961-1990		
	рік	ТП	ХП	рік	ТП	ХП	рік	ТП	ХП
Ізмаїл	372	253	119	403	263	140	489	298	191
Болград	461	309	152	416	280	135	512	332	180
Вилкове	-	-	-	405	246	159	482	277	205
Сарата	366	250	116	400	273	127	482	316	166
Білгород-Дністровський	403	268	135	387	242	145	433	265	168

Позначення: ТП — тепле півріччя, ХП — холодне півріччя.

Для всіх станцій у всі періоди року, в тому числі за рік, середньорічні і піврічні суми опадів зростають для періоду 1961-1990 рр. Дані Довідника за 1891-1935 і 1891-1964 рр. [1; 2] вказують на невеликі зрушення у бік зростання для Ізмаїла та Сарати, а для Болграда і Білгород-Дністровського вказують на деякі зменшення опадів за цей період. Звернемо увагу на отримані екстремальні значення. На станції Болград по даним трьох періодів відмічається річний максимум. В теплий період року максимальні значення опадів отримані для станції Болград, а мінімальні в Вилкове і Білгород-Дністровську. Відповідно, в холодний період року максимальні опади отримані для Вилкове. На такий розподіл екстремумів можливо впливає близьке знаходження до моря в різні сезони року: узимку море сприяє значному зволоженню, а влітку призводить до зменшення опадів.

2. Розглянемо більш детально особливості річного ходу середньомісячних сум опадів по даним Довідників [1-4].

Спочатку розглянемо зміни, що сталися на окремих станціях за різні періоди. Для Сарати та Ізмаїлу можна порівняти дані для чотирьох періодів, а для Вилкове та Білгород-Дністровського — лише для двох. По території Одеської області і її південно-західної частини характерним можна вважати привілеювання кількості опадів, що випадають у теплий період року над опадами, що рееструються у холодний період. Криві річного ходу відображають цю особливість (рис. 1). По друге, слід вважати, що дані по останній нормі — за 1961-1990 рр. [4] — показують зростання кількості опадів у більшості місяців року. Однак по різним довідникам ми маємо різні максимуми у різні місяці. Більша частина кривих демонструє максимуми в червні, а мінімальні суми отримані для жовтня і березня. Максимум в липні отриманий для Болграда і Ізмаїла по даним за 1891-1935 рр. [1], а також Вилкове та Білгород-Дністровський за 1961-1990 рр. [4]. Найбільше розходження з характерними кривими річного року отримані для Ізмаїлу по даним за 1961-1990 рр. Для цього ж періоду отриманий найбільш виражений річний хід для станції Вилкове. Звернемо увагу на те, що річний хід по даним за 1891-1935 рр. має менші суми опадів у порівнянні з іншими періодами. Дані по Сараті за цей же період показують зменшення опадів на весні та влітку.

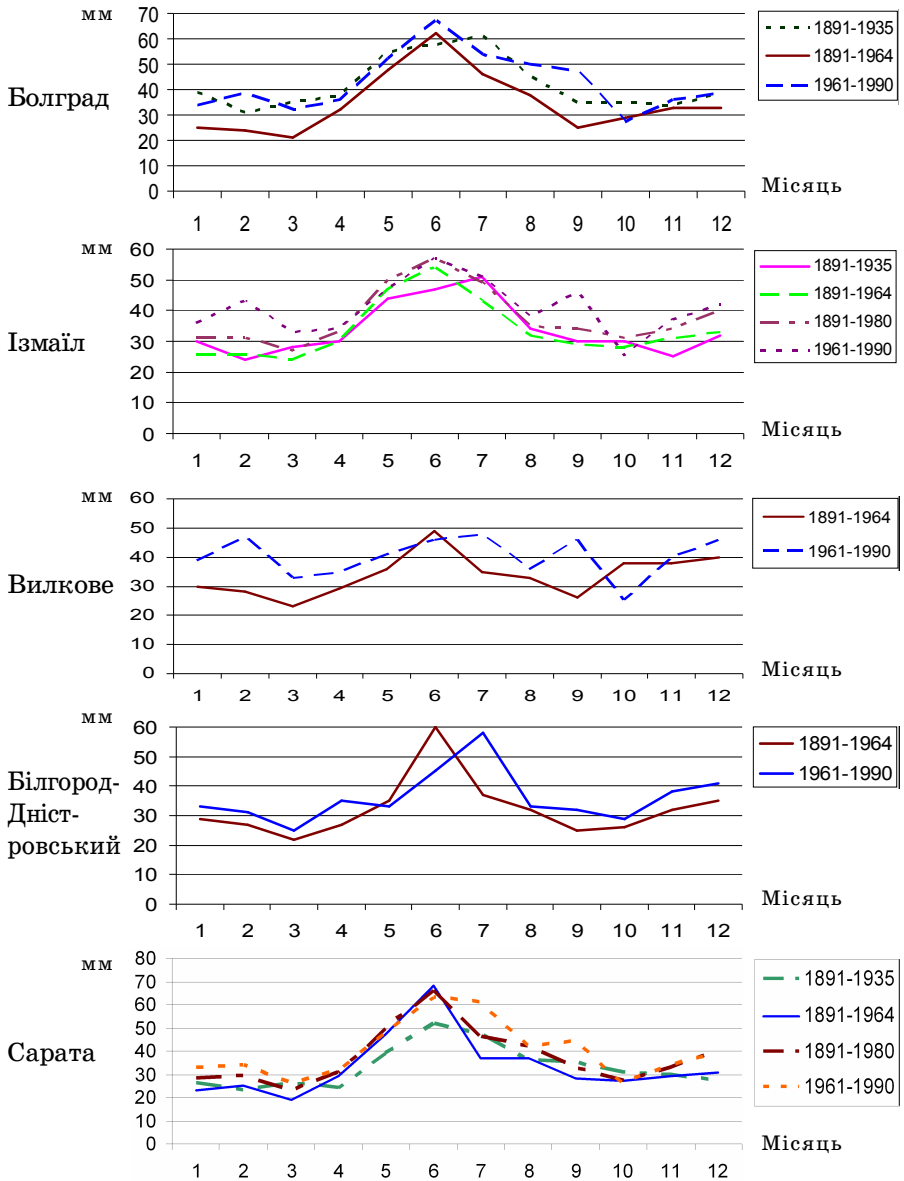


Рис. 1. Річний хід середньомісячних сум опадів на станціях Бессарабії по даним Довідників [13; 15-17]

Далі розглянемо порівняння кривих річного ходу по кожному періоду для станцій Бессарабії (рис. 2). В перший період (1891-1935 рр.) найбільші суми на протязі більшої частини року отримані для станції Болград. У другому періоді (1891-1964 рр.) криві річного ходу чітко виділяють холодний і теплий періоди року з абсолютним максимумом на станції Сарата. В третьому періоді дані Сарата та Ізмаїлу демонструють зближення кривих, хоча абсолютний максимум отриманий так само для станції Сарата. В четвертому періоді відмічаються найбільші відмінності в кривих річного ходу, незважаючи на те, що в окремі періоди мало місце співпадіння окремих частин для декількох станцій (січень, березень, червень, липень, вересень, жовтень). Звернемо увагу, що взимку максимальні суми опадів отримані на станції Вилкове, яка знаходиться ближче до моря.

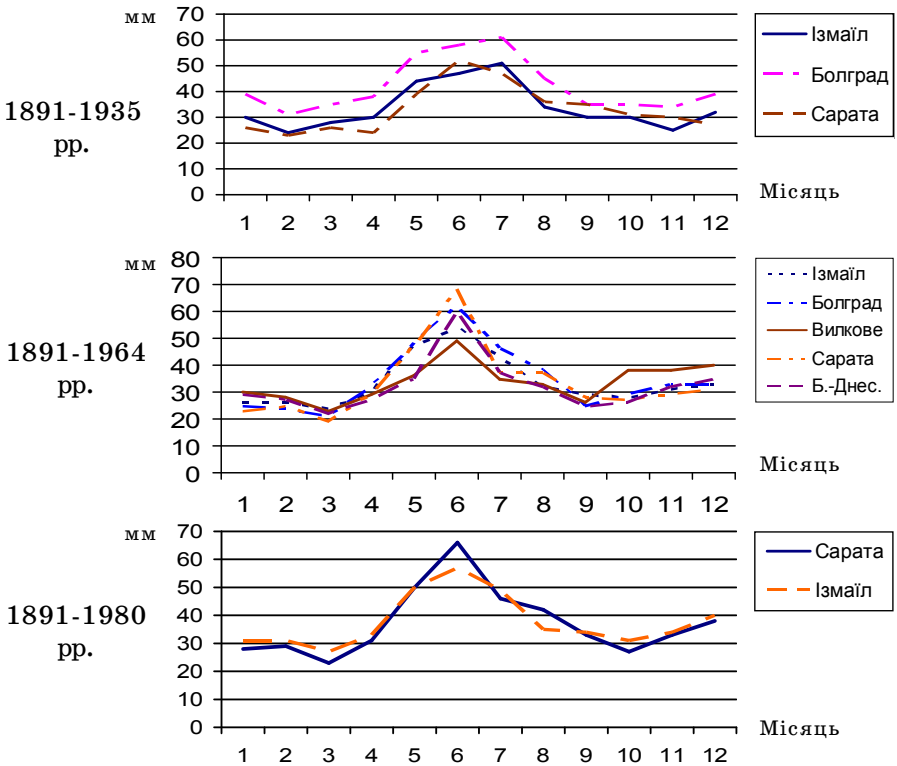
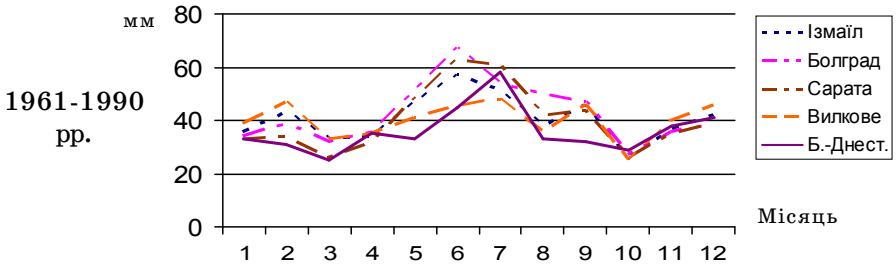


Рис. 2. Порівняння річного ходу місячних сум опадів на станціях Одеської області для різних періодів

Продовження рис. 2



3. Окрім річних і місячних сум опадів в Довідниках по клімату СРСР [2; 4] наведені деякі інші характеристики опадів.

На рис. 3 представлений абсолютний максимум місячних сум опадів для трьох станцій (Болград, Сарата, Ізмаїл). По даним 1961-1990 рр. повсюдно відмічається зростання абсолютного максимуму у порівнянні з 1891-1965 рр., причому у зимовий період це зростання найбільш помітно (150 мм), в інші місяці року це зростання менше але влітку максимум досягає 200 мм і більше.

У двох «Довідниках по клімату СРСР» [1; 2] представлені річний хід середніх максимумів добових сум опадів (рис. 4). Тільки для станції Ізмаїл на протязі всього року в період 1961-1990 рр. відмічено збільшення середнього максимуму. Для Сарати та Болграду середні максимуми зросли в зимовий і літній період за винятком червня.

Нам не вдалось порівняти абсолютний максимум добових сум опадів по двох періодах оскільки в кліматичному кадастрі України [4] були наведені максимуми за весь період спостереження — 1891-1990 рр. Однак відмітимо, що абсолютний максимум опадів також має добре виражений річний хід, з мінімумами в осінньо-зимовий, а максимуми в літній період. Абсолютний максимум отриманий для станції Болград в червні — 116 мм.

Порівняння середнього числа днів з опадами по двох основних періодах (1891-1965 і 1961-1990 рр.) (рис. 5) показує, що в другому періоді відбулося їх збільшення на протязі всього року на станції Болград, а на станції Ізмаїл на протязі більшої частини року. Така ж тенденція просліджується для числа днів з опадами більше 1,0 мм. Однак в літні місяці тенденція порушується. Порівняння кривих річного ходу середнього числа днів зі значними опадами (більше 10,0 мм) з кривими середньомісячних сум вияв-

ляє схожі риси, а саме наявність максимального числа днів з опадами і місячних сум опадів в вересні і жовтні на станціях Болград та Ізмаїл. Це свідчить про роль значних опадів у формуванні місячних сум.

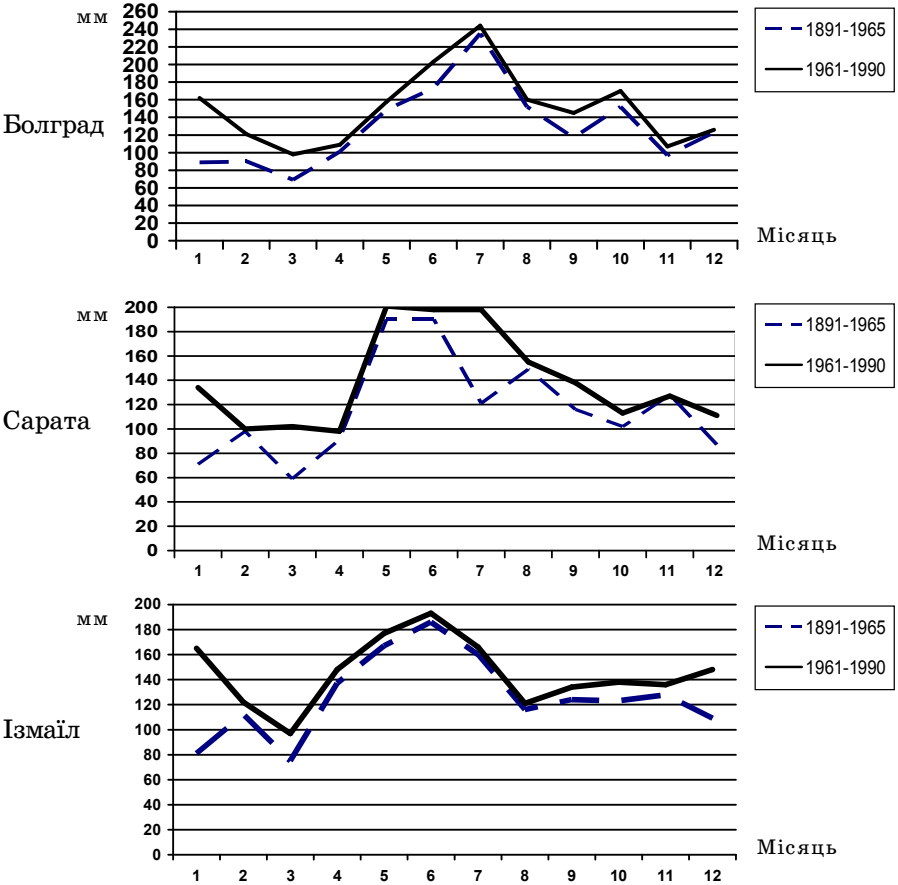


Рис. 3. Порівняння абсолютних максимальних місячних сум опадів на станціях Бессарабії

Проведений огляд та порівняння характеристик опадів по станціях Бессарабії за допомогою Довідників по клімату показав, що значення більшості показників збільшились у останній період 1961-1990 роки. Це слід мати на увазі при використанні режимної інформації по опадах.

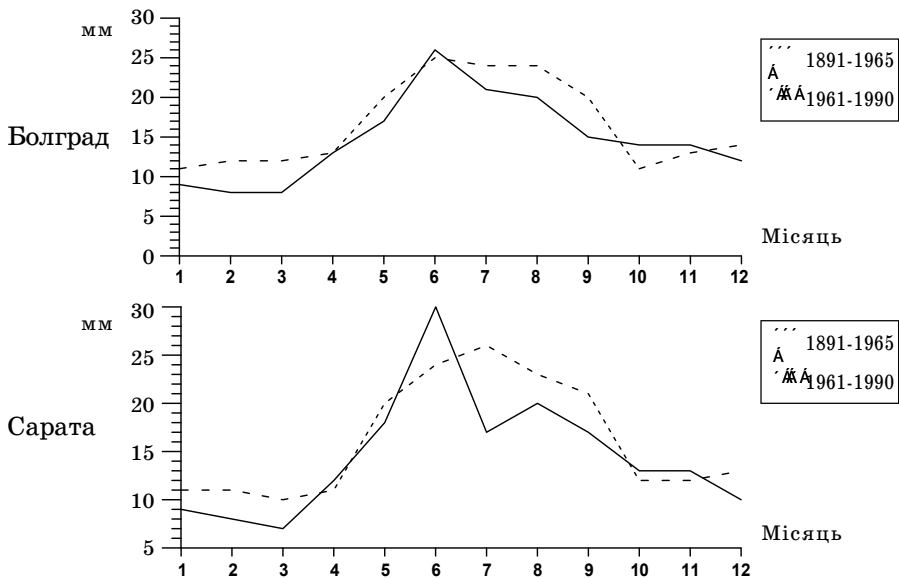


Рис. 4. Порівняння середніх максимальних добових сум опадів по станціям Бессарабії по різним Довідникам

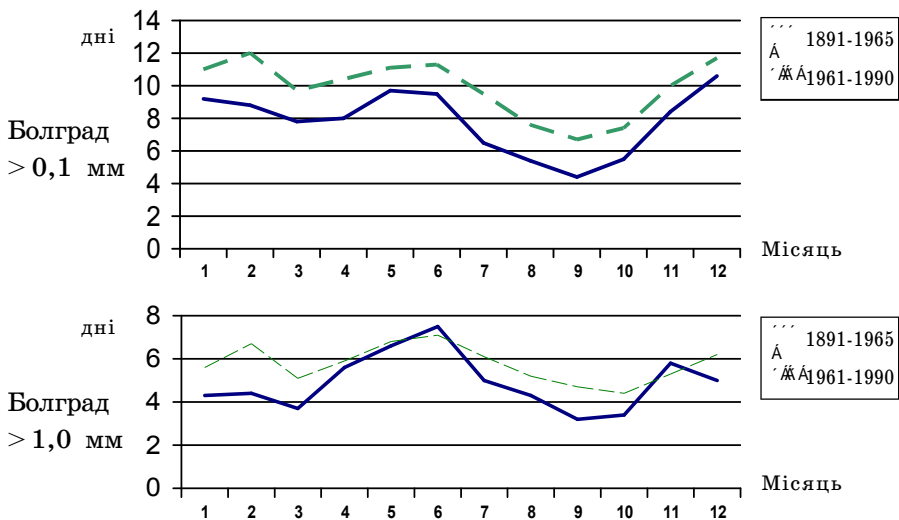
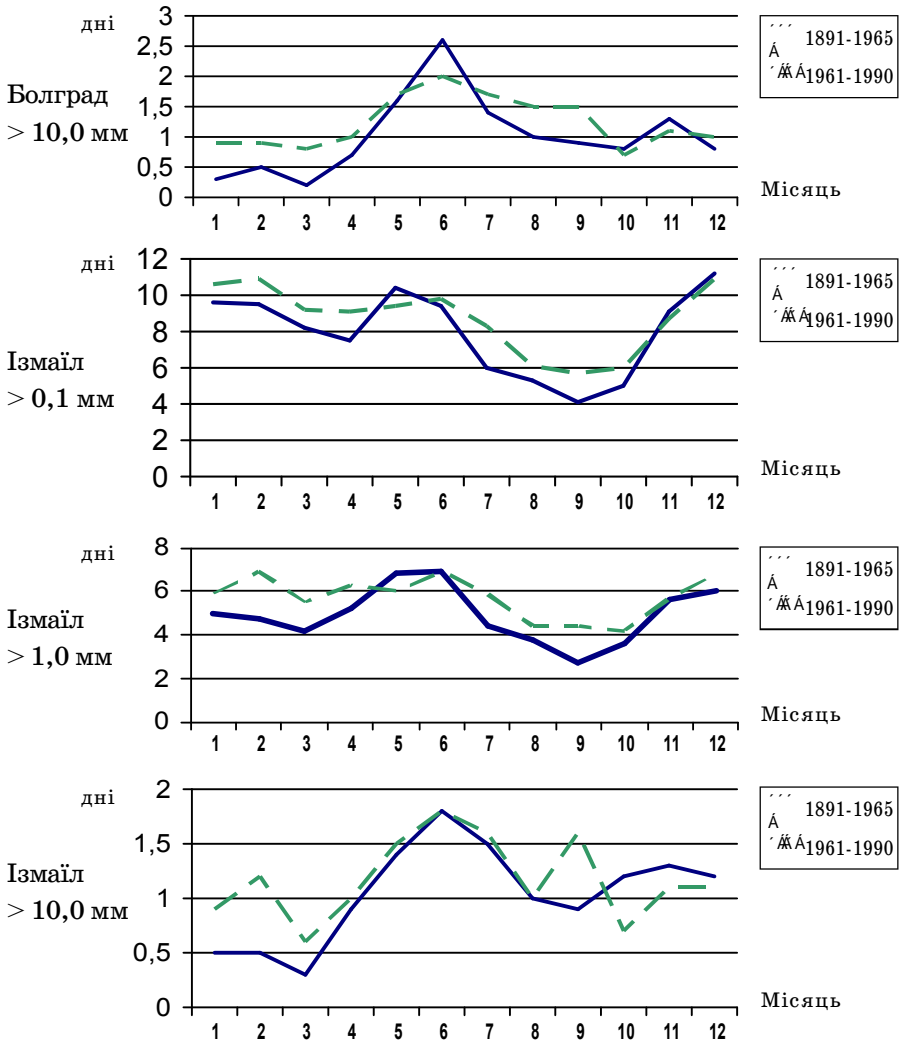


Рис. 5. Порівняння числа днів з різною кількістю опадів на станціях Бессарабії

Продовження рис. 5



Література

1. Климатический справочник СССР. — Вып. 10. — К., 1950. — 704 с.
2. Справочник по климату СССР. — Вып. 10. — Ч. 4. — Л.: Гидрометеоиздат, 1969. -646 с.

3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. — Вып. 10. — Ч. 1-6. — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — 608 с.
4. Кліматичні стандартні норми (1961-1990). — К., 2002.

*В. В. Український,
С. П. Ковалишина, М. О. Грандова*

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКИХ ВОД ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ У 2006-2010 РР.

Вступ. Кліматичні зміни початку ХХІ століття призводять до змін у водному середовищі, що в свою чергу викликає зміни у структурній організації спільнот гідробіонтів. На сьогоднішній надзвичайно гостро стоїть питання отримання регулярної, достовірної і всебічної інформації про стан морського довкілля. Український науковий центр екології моря є суб'єктом регіональної системи моніторингу довкілля Одеської області і відповідає, в межах повноважень, за здійснення моніторингу екологічного стану морського середовища. Аналіз сучасного стану прибережних вод Одеського району за окремі попередні роки було виконано у ряді робіт [1-3].

Мета дослідження полягала в узагальненні результатів спостережень екологічного стану морських прибережних вод Одеського регіону за період 2006-2010 рр., оцінки тенденцій та змін їх рівня евтрофікації обумовлених впливом антропогенних та кліматичних факторів.

Об'єктами дослідження були гідрохімічний, гідрологічний стан вод, стан фітопланктонної та мейобентосної спільноти.

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом для повідомлення є результати багаторічного моніторингу прибережних морських вод у рекреаційній зоні Одеси у районі мису Малий Фонтан та Аркадія. Загальна кількість спостережень за останні п'ять років складає 276 гідрохімічних та гідрологічних проб, 276 проб фітопланктону та 280 проб мейобентосу.

Відбір планктонних проб проводили щотижня, проби мейобентосу відбирали з травня по жовтень. Проби відбирали і обробляли за стандартними методиками [5-6]. У ході кожного забору проб гідробіонтів в районах дослідження проводили виміри температури й солоності води, гідрохімічний аналіз.

Результати дослідження та їх аналіз. У 2006-2010 рр. у водах Одеського регіону спостерігався досить високий рівень евтро-

фікації вод. Біогенні речовини були присутні в основному в органічній формі. Відношення органічної форми азоту до суми його мінеральних форм складало у середньому 5,0, а відношення органічної форми фосфору до фосфатного фосфору було у середньому на рівні 1,3. Максимальні концентрації загального азоту у липні 2010 року досягали 4040 мкг/л у зоні масового цвітіння синьо-зеленої водорості, а середні річні значення вмісту загального азоту у 2006-2010 рр. змінювались у межах 372-669 мкг/л. Середні концентрації загального фосфору у ці роки складали 28,7-42,1 мкг/л, а середні концентрації фосфатів змінювались у межах 12,7-15,6 мкг/л. Максимальне значення загального фосфору 121,0 мкг/л реєструвалось у листопаді 2009 р. У сумі мінеральних форм азоту основний вклад припадає на нітратний азот. У середньому відносний вклад мінеральних форм азоту розподіляється: 3 % — нітритний азот; 71 % — нітратний азот; 36 % — амонійний азот. За період 2006-2010 рр. спостерігається підвищення відносного вкладу нітратного азоту від 61 до 83 % і відповідно зменшення вкладу амонійного азоту від 36 до 14 %, при відносній стабільності вкладу нітритного азоту.

Вміст розчиненого у воді кисню і його мінливість є одним з визначаючих показників стану екосистеми морських вод. Середні річні значення відносного насичення поверхневих вод Одеської затоки були близькими до рівноважного стану і змінювались у 2006-2010 рр. у межах 102-105 % насичення. Однак екстремальні характеристики відносного вмісту кисню, які є індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічних речовин і інтенсивності їх біохімічного окислення, були на рівні 65,0-82,6 % і 124-140 % насичення, з максимальними відхиленнями від 100 % насичення у 2010 році. Максимум пересичення вод киснем спостерігався у травні, у період інтенсивного цвітіння фітопланктону і низької солоності вод (9,4 ‰), що пов'язано з інтенсивним виносом вод Дніпровського стоку. Середні концентрації хлорофілу-«а» у Одеському регіоні, за даними супутникових спостережень у цей період досягали максимуму 42,3 мкг/л. Мінімум насичення вод киснем спостерігався у серпні, який був пов'язаний з інтенсивними процесами біохімічного окислення органічної речовини у період максимальної температури води, а також з прибережним апвелінгом придонних вод, які характеризуються у цей період малим вмістом кисню. Солоність вод у цей період підвищувалась до

17,0 ‰. Середня річна величина водневого показника у 2006-2010 рр. у Одеському регіоні знаходилась у межах 8,26-8,43 од. рН, при поодиноких екстремальних значеннях 7,85 од. рН у 2007 р. і 8,82 од. рН у 2010 р.

Виконаний УкрНЦЕМ екологічний моніторинг прибережних вод з початку ХХІ століття дозволяє виявити тенденції у евтрофікації вод Одеської затоки за останнє 10-річчя (рис. 1).

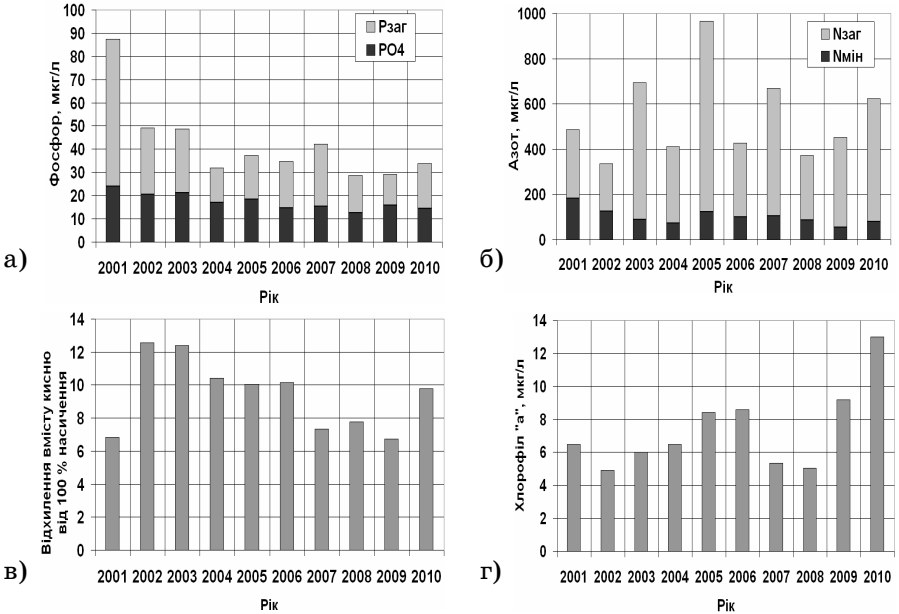


Рис. 1. Динаміка середніх річних характеристик стану вод

Одеської затоки: а) мінеральний та загальний фосфор;

б) мінеральний та загальний азот; в) відхилення вмісту кисню від 100 % насичення; г) хлорофіл «а».

У міжрічних змінах загального фосфору спостерігається тенденція до зниження його концентрації і у більшій мірі за рахунок органічної форми. Так у 2001 році відношення $P_{орг}/P_{мін}$ складало 2,7, а у 2004 і 2009 рр. переважав вміст мінеральної форми фосфору при відношенні $P_{орг}/P_{мін} = 0,9$.

У ході міжрічних змін загального азоту до 2005 р. спостерігалась тенденція збільшення концентрації за рахунок його органічної форми. В останні роки визначається слабка тенденція до зниження його концентрації.

У вмісту суми мінеральних форм азоту також визначається тенденція до зменшення їх концентрації від 183 мкг/л у 2001 р. до 56 мкг/л у 2009 р.

У міжрічних змінах вмісту кисню з 2002 до 2009 р. спостерігалась визначена тенденція до зменшення його відхилень від 100 % насичення, що характеризувало відносно поліпшення екологічного стану прибережних вод Одеського регіону. Але у 2010 році, який характеризувався великою кількістю хлорофілу-«а» у весняний період і аномально високими значеннями влітку поверхневої температури води, спостерігалось підвищення коливань вмісту кисню відносно 100-відсоткового насичення до рівня 2005-2006 рр.

У ході міжрічних змін вмісту хлорофілу-«а», який визначався за даними регулярних супутникових спостережень (SeaWiFS 1998-2008 рр., Modis 2002-2010 рр.), в Одеському регіоні в період 2001-2010 рр. спостерігається тенденція до збільшення його концентрації з загальним трендом 0,5 мкг/л у рік і визначається середній річний максимум у 2010 році 13 мкг/л.

Для визначення якості вод використовували індекс E-TRIX, який змінюється від 0 до 10 (відповідно з рівнем трофності вод: < 4 — низький; 4-5 — середній; 5-6 — високий ; > 6 — дуже високий) і розраховується за формулою:

$$E - TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_3) + 1,5] / 1,2$$

де Ch — концентрація хлорофілу «а», мкг/л; $D\%O$ — відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100 % насичення; N_M — концентрація розчинених форм мінерального азоту, мкг/л; P_3 — концентрація загального фосфору, мкг/л.

Зміни якості вод Одеської затоки за показником E-TRIX за останнє десятиріччя (2001-2010 рр.) представлені на рис. 2.

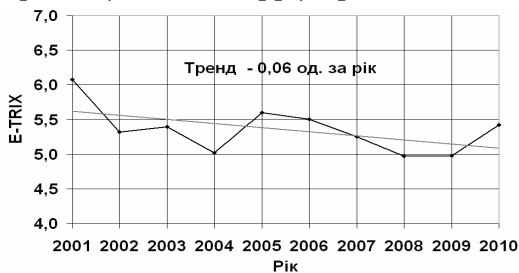


Рис. 2. Міжрічні зміни якості вод Одеської затоки за показником E-TRIX

У цілому за 2001-2010 рр. визначається слабка тенденція до зменшення рівня трофності вод Одеської затоки від високого до середнього. Найбільш сприятливі умови спостерігались у 2008 та 2009 рр. коли трофність вод зменшувалася до середнього рівня. У 2010 році несприятливі умови, які привели до підвищення рівня трофності вод були пов'язані як з антропогенними так і кліматичними умовами (збільшення стоку річкових вод у весняний період і пониження солоності вод Одеського регіону, аномально висока температура вод літнього періоду, велика кількість опадів та збільшення кількості зливних вод). У 2010 році в липні визначалось і масове цвітіння синьо-зеленої водорості *Nodularia spumigena* на великій площі ПЗЧМ, яка охоплювала прибережну частину Одеського регіону і поширювалась до півдня (сmt Затока) і далі до зони устя Дунаю. Масштаби цвітіння визначали за даними супутникового знімку (рис. 3).

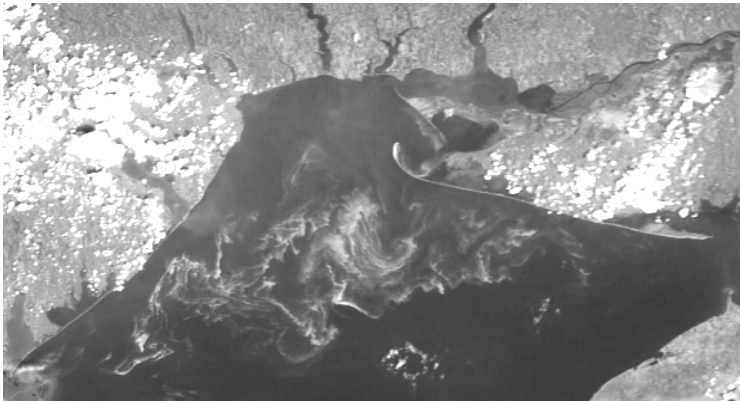


Рис. 3. Супутниковий знімок (MODIS Aqua) 15.07.2010 р.

За даними багаторічного моніторингу прибережних вод м. Одеси раніше в Одеському прибережжі нодулярія зустрічалася в поодиноких екземплярах, переважно влітку. Цвітіння води, викликані масовим розвитком планктонних організмів в Одеському регіоні реєструються досить часто, але практично завжди характеризувалися мозаїчністю поширення і охоплювали невеликі площі. Цвітіння води такого масштабу викликане масовим розвитком нодулярії в Одеському регіоні було зареєстровано вперше [4]. Концентрація в зоні цвітіння становила до 1-2 млн. ниток/л при довжині ниток до 4 мм (до 1000 клітин в одній нитці), а біомаса нодулярії в цей

період складала 200-400 мг/л, в окремих точках до 900 мг/л. Вода у період цвітіння була білувато-буруватого кольору, а прозорість вод знижалася до 0,5 м.

Пониження в Одеському регіоні вмісту кисню поверхневих вод до 65 % насичення в період апвелінгу у серпні 2010 р. вказує на розвиток процесів гіпоксії вод у придонних шарах після масового і інтенсивного розвитку фітопланктону.

Зміни клімату і в першу чергу підвищення температури води зимового періоду, привело до змін річного циклу мікроводоростей. Зимове цвітіння фітопланктону у зв'язку зі зміною температурного режиму вод є новим елементом річного ходу його чисельності і біомаси. Такі зміни визначаються з початку 90-х років минулого сторіччя і спостерігаються в наступний час, як за даними супутникових, так і прямих визначень [7; 8]. Зимовий максимум кількісних показників, особливо помітний за даними спостережень в прибережних районах Одеського регіону (рис. 4).

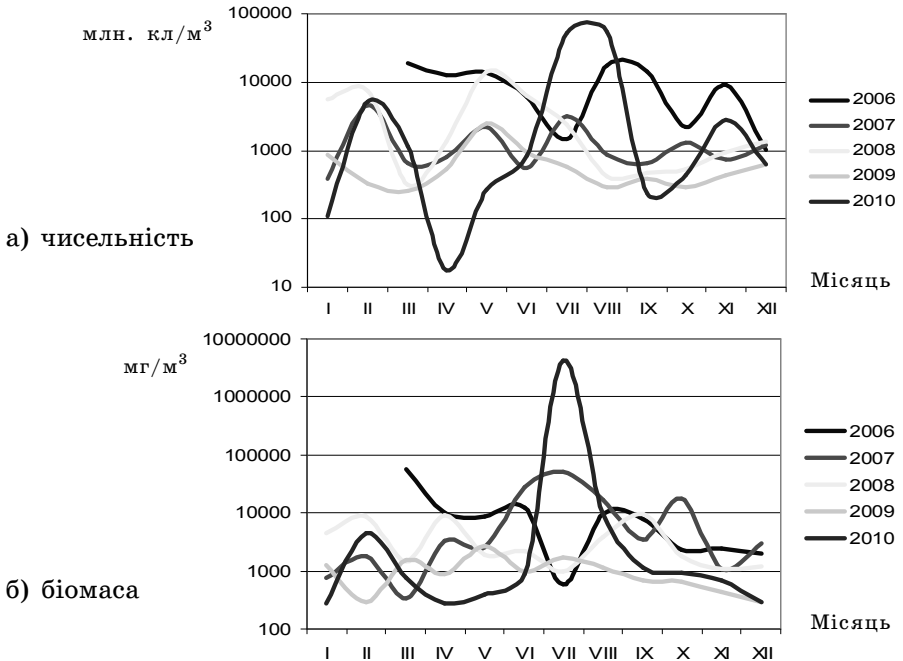


Рис. 4. Сезонні зміни чисельності та біомаси фітопланктону за 2006-2010 рр.

Основу цього максимуму становлять дрібноклітинні форми (*S. costatum*, види роду *Pseudonitzshia* і ін.). У зимовий період спостерігається помітне підвищення чисельності в порівнянні із традиційними для цієї пори року показниками, періодично досягаючи рівня цвітіння. Поява зимових максимумів розвитку співтовариства мікродоростей свідчить про зміни умов середовища їх проживання.

В основне ядро фітопланктону поряд зі звичайними представниками (*Skeletonema costatum*, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros socialis*, *Leptocylindrus danicus*, *Prorocentrum cordatum*, *Pr. micans*) стали входити: *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros insignis*, *Gyrodinium cornutum*, *Heterocapsa triquetra*, *Scrippsiella trochoidea*, криптофітова *Hillea fusiformis*, *Emiliana huxleyi*, прісноводні *Skeletonema costatum*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Melosira granulata*, види родів *Merismopedia* і *Gleocapsa*.

В останні роки спостерігається тенденція появи 3-4 піків розвитку фітопланктону в прибережних районах Одеського регіону (весняний, літній, осінній, зимовий), тоді як раніше відзначалося два-три (весняно-літній, осінній). Весняний пік починається на 2-3 тижні раніше звичайного строку, що пов'язане з теплими зимами. Потепління інгібує розвиток холодноводних видів, в основному діатомей, але сприятливо для тепловодних видів, таких як зелені й синьо-зелені мікроводорості. Видовий комплекс прісноводних водоростей, що надходять у Одеський регіон разом зі стоком рік Дніпра та Бугу, також змінився за рахунок синьо-зелених і особливо зелених водоростей. У складі останніх з'явилися нові види, що відносяться до родів *Monoraphidium* і *Scenedesmus*. Особливо помітно ця тенденція проявляється у весняний період з підвищенням річкового стоку, що вносить у морські біоценози дрібноклітинний прісноводний компонент. Постійним компонентом фітопланктону Одеського регіону моря стали дрібноклітинні види з родів *Gleocapsa*, а також *Nodularia spumigena*, що вперше досягла рівня цвітіння в 2010 році. Все це характеризує достатньо високий рівень евтрофікації вод Одеського регіону.

Тварини, які віднесені за розмірно-екологічною характеристикою у склад мейобентосу, характеризуються великою чисельністю та трофічним різноманіттям. Саме тому вони займають важливе місце у збереженні рівноваги донних екосистем та одночасно є індикаторами екологічного стану акваторій. Якісний склад мейобентосу Одеського узбережжя був традиційним та багатим. За період спо-

стережень було виявлено 17 таксономічних груп: *Foraminifera*, *Nematoda*, *Kinorhyncha*, *Turbellaria*, *Nemertini*, *Harpacticoida*, *Ostracoda*, *Amphipoda*, *Anizopoda*, *Cumacea*, *Isopoda*, *Acarina*, *Oligochaeta*, *Polychaeta*, *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Chironomida L.*

У період дослідження значення чисельності мейобентосної спільноти варіювали від 5500 до 4367170 екз·м⁻². Максимальні значення чисельності (4367168 екз·м⁻²), та біомаси (15350 мг·м⁻²) спостерігали у 2006 р. У 2008 році відзначено значне зростання чисельності хробаків, що пов'язано з наслідками проведеного рефулювання восени 2007 року та збільшенням деструкційних процесів у бенталі пляжних акваторій Одеського регіону. Дольовий вклад таксономічних одиниць мейобентосу в чисельність відображено на рис. 4.

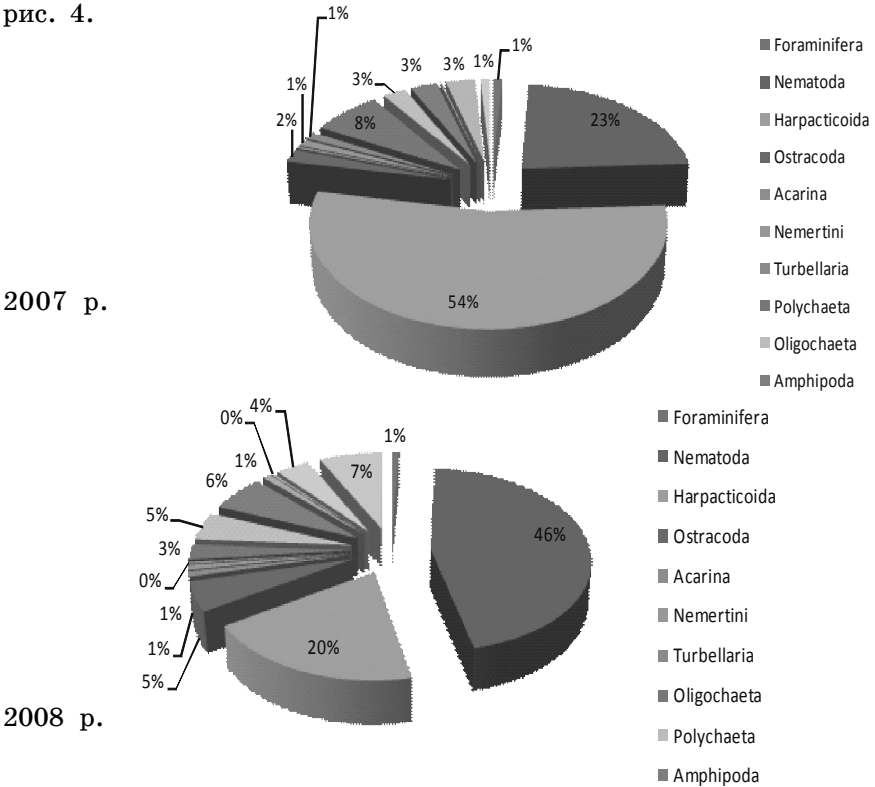
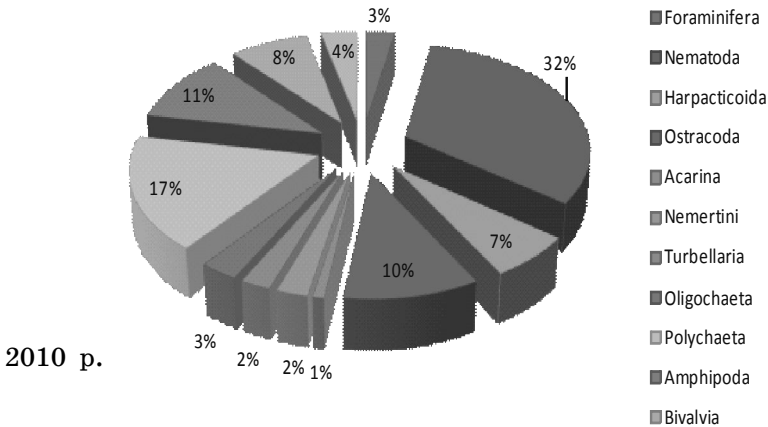
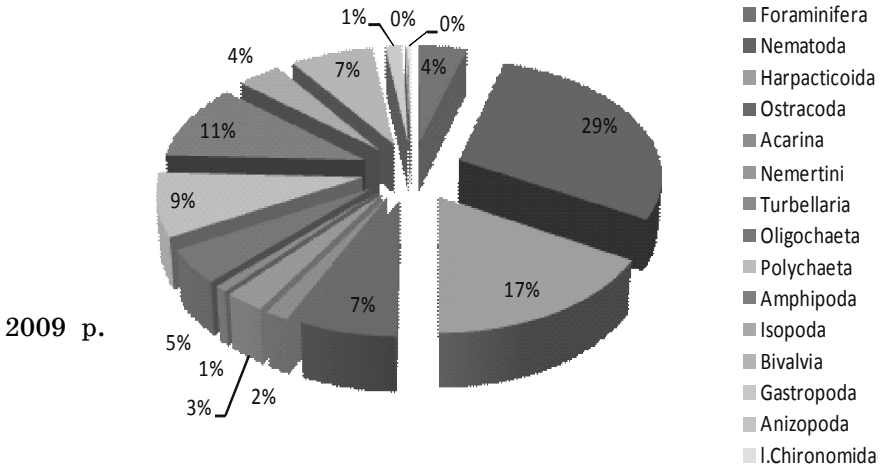


Рис. 4. Дольовий вклад (%) таксонів мейобентосу в чисельність в Одеському регіоні (2007-2010 рр.)

Продовження рис. 4



При аналізі кількісних показників мейофауни розраховано співвідношення N_{nem}/N_{Har} (нематодно-гарпактицидне співвідношення) (рис. 5). При зміні якості морського середовища у негативний бік у зв'язку з більш швидкою реакцією копепод, показник співвідношення буде збільшуватись у зв'язку із зменшенням чисельності гарпактицид.

Найбільш складною екологічною ситуацією характеризуються 2006 та 2010 роки, погіршення екологічного стану бенталі в 2008 р. пояснюються значними деструкційними процесами, що є наслідком

активного будівництва прибережних частин та не коректно проведеним рефулюванням восени 2007 року. В 2010 році значне прогрівання води та цвітіння планктону, що спричинило зменшення концентрації кисню, призвело до масової загибелі прикріплених бентосних організмів (в першу чергу молюсків) до глибин 4 м майже у всій прибережній акваторії Одеського регіону. На глибинах більше 5 м плантації молюсків збереглися.

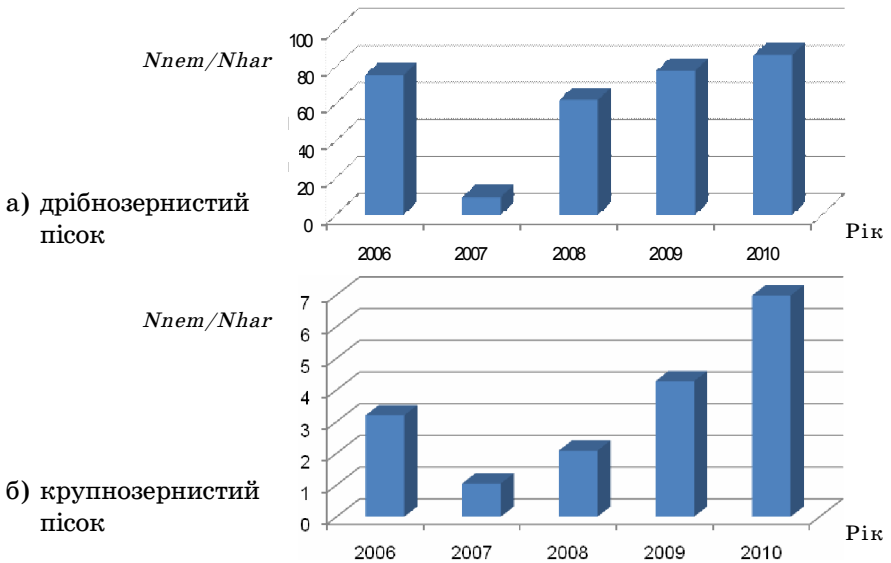


Рис. 5. Кількісний розподіл мейобентосу за $Nnem/Nhar$ відношенням в акваторіях Одеського регіону, 2006-2010 рр.

Висновки. За даними гідрохімічних спостережень в прибережних морських водах Одеського регіону визначається тенденція до зменшення концентрацій загального фосфору, за рахунок його органічної форми, зменшення суми мінеральних форм азоту, та тенденція зменшення розмаху всередині року коливань відносного вмісту кисню.

Міжрічні зміни індексу евтрофікації (E-TRIX) свідчать про тенденцію до пониження трофності прибережних вод Одеського регіону від рівня «дуже високий» до «середнього». Значення індексу трофності E-TRIX змінювались у останні роки в межах від 5,0 до 5,5. Це дозволяє віднести прибережні райони Одеського узбережжя до мезотрофних акваторій.

В останні роки відбувається стабілізація біоценозів прибережної частини моря Одеського регіону. Спостерігається збільшення видового різноманіття планктонних та бентосних організмів та кількості його масових видів. Збільшується роль зелених водоростей та ціанобактерій, які зараз зустрічаються у прибережному фітопланктоні майже в усі сезони року, а деякі види, які раніше були рідкими, можуть досягати рівня цвітіння (як наприклад *N. spumigena* у 2010 році).

Завдяки теплим зимам спостерігається додатковий максимум розвитку фітопланктону у лютому. *S. costatum*, яка раніше формувала цвітіння в усі сезони року, майже зовсім зникла з домінантів, активно розвивається тільки взимку. Помітне зменшення кількості цього виду, який є індикатором підвищеної евтрофікації, може свідчити про стабілізацію екологічної ситуації в Одеському регіоні. З іншого боку, кліматичні зміни можуть призводити до зимових цвітінь, які досягають значних масштабів.

Найбільш оптимальний розвиток бентосних організмів зареєстровано у 2007 році, починаючи з 2008 року екологічна ситуація в бенталі прибережних частин погіршилась, що пов'язано із значними деструкційними процесами, які є наслідком цвітіння планктону та значним рекреаційним навантаженням у цих районах. На глибинах більше 5 м спостерігається нормальний розвиток бентосних організмів протягом всіх років дослідження та відмічено збільшення видового різноманіття.

Література

1. Лоева І. Д., Орлова І. Г., Павленко М. Ю, Український В. В., Попов Ю. І., Деньга Ю. М. Сучасний екологічний стан Чорного та Азовського морів // Причорноморський екологічний бюлетень «Морське середовище — стратегічний ресурс Держави: стан природних ресурсів, охорона та використання». — 2008. — № 4(30). — С. 26-36.
2. Орлова І. Г., Український В. В., Коморін В. М., Попов Ю. І., Ковалишина С. П. Стан чорноморської екосистеми у 2008 році (за даними гідролого-гідрохімічних та гідробіологічних досліджень) // Зб. наук. ст. до Міжнародної наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря» (Одеса, 20-30 жовтня 2009 р.) — Одеса: ІНВАЦ, 2009. — С. 169-172.
3. Ковалишина С. П., Калошина Н. С., Грандова М. А., Дудник Д. С. О гидробиологическом и гидрохимическом состоянии прибреж-

- ных акваторий г. Одессы // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2009. — № 1(9). — С. 112-116.
4. Украинский В. В., Ковалишина С. П., Сытов В. Н., Неверовский И. П., Грандова М. А., Калошина Н.С. Цветение синезеленых водорослей в Одесском побережье (июль, 2010 г.) // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2010. — № 1(11). — С. 109-115.
 5. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений // Под ред. А. В. Цыбань. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — С. 100-105, 150-165.
 6. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. — С-Пб: Гидрометеиздат, 1993. — 264 с.
 7. Oguz T., Ducklow H. W., Purcell J. E., [et al.] Modeling the response of top-down control exerted by gelatinous carnivores on the Black Sea pelagic food web // J. Geophys. Res. — 2001. — № 106. — P. 4543-4564.
 8. Огуз Т., Дорофеев В. Л., Коротаев Г. К. Моделирование экосистемы Черного моря // Морской гидрофизический журнал. — 2007. — № 1. — С. 59-72.

УДК 551.465

*В. В. Украинский,
Ю. И. Попов*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Исследования глобальных и региональных изменений климата Земли приобрели особую остроту в конце прошлого столетия. Это подтверждается принятием в июне 1992 г. рамочной конвенции ООН по изменению климата (Рио-де-Жанейро) и реализацией с 1998 г. международной климатической программы CLIVAR — Climate Variability and Predictability, которые направлены на повышение эффективности научных исследований по вопросам глобальных и региональных изменений климата, экологических и социально-экономических последствий глобального потепления.

Важным направлением климатической программы являются исследования регионального климата. Как отмечают многие ученые и, в частности CIESM (Средиземноморская научная комиссия), —

глобальные изменения быстрее всего затронут наиболее уязвимые полузамкнутые и специфические морские экосистемы, таких морей как Средиземное и Черное, чем Мировой океан в целом.

На современном этапе в результате антропогенного воздействия экосистема Черного моря, и в большей степени его северо-западного шельфа, претерпела значительные изменения [1; 2]. В результате повышения температуры зимнего периода и ослабления зимней конвекции вод, биогенного загрязнения и эвтрофикации, в летне-осенний период практически регулярно на северо-западном шельфе Черного моря (СЗШ ЧМ), с различной интенсивностью, в придонных слоях возникают условия дефицита кислорода [3; 4]. Если в 50-60-е годы прошлого столетия концентрация кислорода в летний период (май-сентябрь) в придонном слое (15-30 м) СЗШ ЧМ составляла в среднем 6,5 мл/л (93,9 % насыщения), то уже в 90-х годах понизилась до 5 мл/л (70,2 % насыщения). Повышение температуры воды зимнего периода, привело к изменению годового цикла микро водорослей. Зимнее цветение фитопланктона в связи с изменением температурного режима вод является новым элементом годового хода его биомассы. Такие изменения отмечаются с начала 90-х годов прошлого столетия и наблюдаются в настоящее время по данным как спутниковых, так и прямых определений [5; 6].

В прошедшие годы зоны эвтрофикации и цветения вод примыкали к устьям рек и промышленным мегаполисам. В современных условиях интенсивное цветение фитопланктона в летний период отмечается на больших пространствах СЗШ ЧМ [7].

При этом на СЗШ ЧМ отмечаются новые виды токсичного фитопланктона, *Nodularia spumigena* (Нодулария пенорожденная), которые ранее здесь не наблюдались. На основе регулярного мониторинга прибрежной зоны вод Одесского региона, который выполняется Украинским научным центром экологии моря, было установлено, что в период цветения водорослей концентрации Нодулярии доходили до 1-2 млн. экз/л при длине нитей до 4 мм (до 1000 кл. в одной нити), биомасса нодулярии составляла 200-400 мг/л, а в отдельных точках до 900 мг/л. Крупномасштабное цветение фитопланктона и высокий уровень интенсивности этого процесса является новым состоянием экосистемы СЗШ ЧМ.

Для определения климатических изменений в приливной атмосфере черноморского региона были рассчитаны годовые суммы

отклонений температур холодного полугодия (с ноября по март включительно) в г. Одесса в сторону низких температур от значения $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в агрометеорологии — граница вегетационного периода) (рис. 1). Для получения количественных оценок степени суровости зимних условий использовался модифицированный метод, ранее предложенный в [8]. Средняя величина отклонений, вычисленная по данной методике, отличается от среднеарифметической величины отклонений для Одессы в пределах 1-2 %.

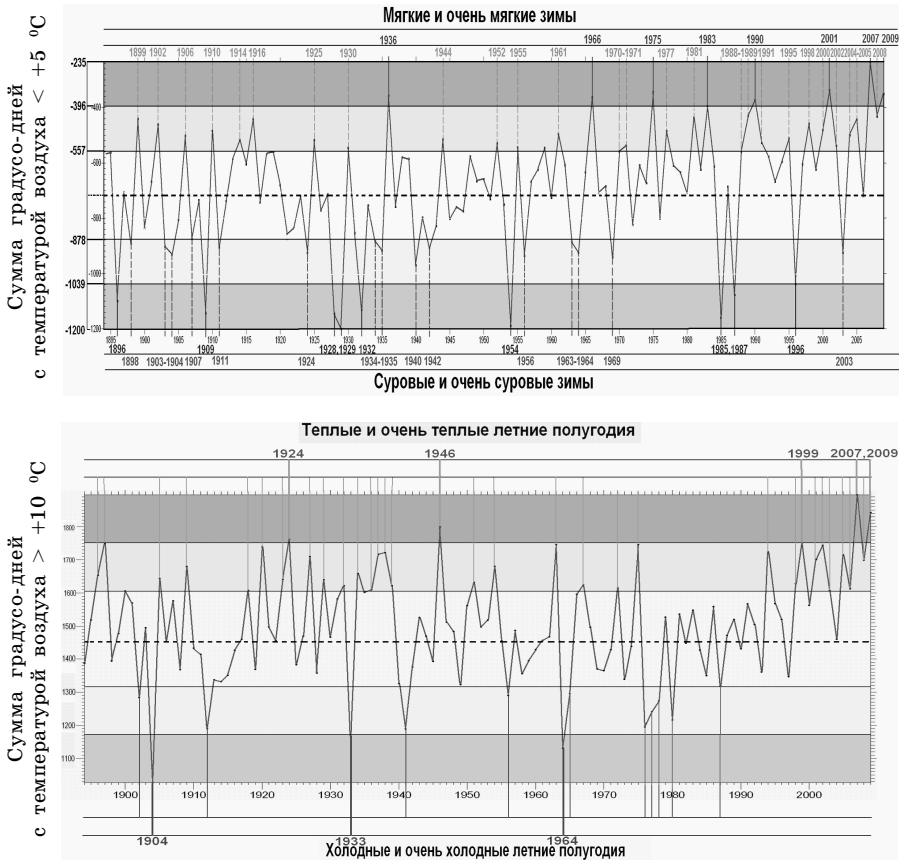


Рис. 1. Межгодовая изменчивость отклонений суммарных температур холодного полугодия (ноябрь-март) в сторону низких температур относительно значения $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ по данным метеостанции г. Одессы

Начиная с 20-х годов прошлого столетия, отмечается выраженная тенденция уменьшения суровости зимних условий, по крайней мере, в северо-западном Причерноморье. На протяжении последних 40 лет очень теплые зимние условия отмечались 7 раз (в 1966, 1975, 1983, 1990, 2001, 2007 и 2009 гг.), в то же время в предшествующие 70 лет имела место лишь одна очень теплая зима (1936 г.). Соответственно, обратный процесс наблюдается в области очень холодных зим.

По данным г. Одессы условия холодного полугодия 2007 года были экстремально мягкими за весь период более чем 100-летних наблюдений.

Все вышесказанное во многом характерно и для погодно-климатических условий летнего полугодия: большая повторяемость в последние годы теплых и очень теплых летних условий и наоборот, полное отсутствие очень суровых зим. Несколько иначе ведет себя длиннопериодный тренд: он практически отсутствует до начала 80-х годов, а затем термические условия летнего полугодия резко возрастают до своего климатического максимума в 2007 г. и, чуть менее, в 2009 г. При этом, в последние 30 лет существенно уменьшилась и дисперсия межгодовых колебаний суммарного летнего термического режима.

Важным интегральным параметром черноморского климата является температура вод в ядре холодного промежуточного слоя (ХПС) Черного моря. Такая характеристика была рассчитана в области материкового склона моря с глубинами более 200 метров (в пределах пространственной трапеции с границами 44-45° с.ш., 31-33° в.д.). Кривая температуры ХПС наложена на показатель суровости холодных полугодий в Одессе на рис. 2.

Межгодовые изменения температуры ХПС показывают, что в последние три года наблюдений происходит их аномальное резкое увеличение. В 2009 году отмечается положительный экстремум температуры за последний 25-летний период (8,07 °С). Имеет место хорошее согласование общего хода суммы зимних температур воздуха в г. Одессе и температуры вод ХПС в области материкового склона СЗШ ЧМ. Некоторая сдвигка в уровне значений рассматриваемых величин (особенно заметна в 1983 г. и в период 1988-1994 гг.) возможно связана с региональными особенностями зимних условий в г. Одессе и в открытой части Черного моря, где происходит основное формирование вод ХПС.

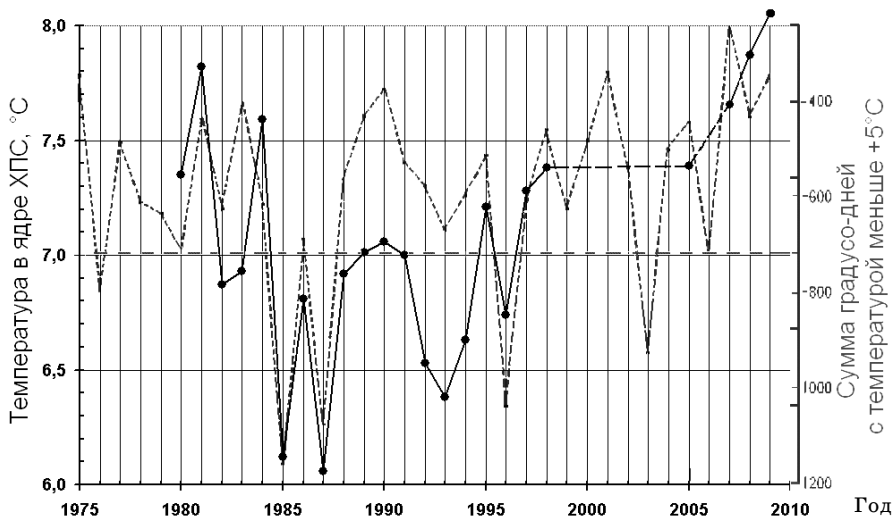


Рис. 2. Временной ход изменения летней температуры воды в ядре ХПС в области открытой части Черного моря, примыкающей к материковому склону СЗШ (—) и суммы зимних градусо-дней с температурами $< +5^{\circ}\text{C}$ (---)

Литература

1. Зайцев Ю.П. Самое синее в мире. — Нью-Йорк: ООН, 1998. — 142 с.
2. Динамика гипоксических процессов в придонных водах северо-западного шельфа Черного моря / И. Г. Орлова, Р. Белевич, Ю. И. Попов [и др.] // Океанология. — 1999. — № 39(4). — С. 548-554.
3. Причины и последствия эвтрофикации северо-западной части Черного моря / И. Г. Орлова, В. И. Михайлов, Ю. И. Попов, В. В. Украинский // Труды УкрНИГМИ. — 2000. — Вып. 248. — С. 209-220.
4. Украинский В. В. Климатические и гидрофизические условия развития гипоксии вод на северо-западном шельфе Черного моря / В. В. Украинский, Ю. И. Попов // Морской гидрофизический журнал. — 2009. — № 3. — С. 19-29.
5. Огуз Т. Моделирование экосистемы Черного моря / Т. Огуз, В. Л. Дорофеев, Г. К. Коротаев // Морской гидрофизический журнал. — 2007. — № 1. — С. 59-72.

6. Modeling the response of top-down control exerted by gelatinous carnivores on the Black Sea pelagic food web / T. Oguz, H. W. Ducklow, J. E. Purcell [et al.] // J. Geophys. Res. — 2001. — № 106. — P. 4543-4564.
7. Украинский В. В., Ковалишина С. П., Сытов В. Н., Неверовский И. П., Грандова М. А., Калошина Н. С. Цветение синезеленых водорослей в Одесском прибрежье (июль, 2010 г.) // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2010. — № 1(11). — С. 109-115.
8. Климат Черного моря / Под ред. Сорокина.

Ю. И. Шамраев

РЕЖИМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МОРЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОДЕССЫ

В работе использованы данные о средних суточных значениях температуры поверхностного слоя моря за теплый период (май-октябрь) 1978-2007 гг. на прибрежной станции Геофизической лаборатории Одесского Государственного экологического университета, расположенной в Отраде (3,5 км южнее Одесского морского порта).

Средние месячные значения температуры в Отраде сопоставлены с соответствующими значениями за май-октябрь 1978-2007 гг., полученными при наблюдениях на гидрометеостанции Одесса-порт. В табл. 1 приведены результаты таких сопоставлений, показывающие, что во все месяцы теплого периода, кроме октября, у берегов Отрады теплее, чем в порту. Разности температур по трем десятилетиям (1978-1987, 1988-1997, 1998-2007 гг.) наиболее стабильны в июне (0,8-1,0 °С). В остальные месяцы заметное уменьшение температурных различий характерно для третьего десятилетия (1998-2007): в мае и августе с 0,9-1,0 до 0,5 °С, в июле с 1,0-1,1 до 0,3 °С, в сентябре с 0,7 до 0,2 °С. В октябре средние месячные значения в первом и втором десятилетиях в Отраде и порту одинаковы, в третьем десятилетии в порту становится на 0,3 °С теплее. Уменьшение разностей температур в третьем десятилетии связано с более интенсивным (на 0,5 °С) потеплением портовой акватории. Анализ «скользящих» средних температур теплого периода за десятилетние интервалы показывают высокую синхронность колебаний в Отраде и порту, нарушенную в 2000 и, особенно, в 2001 гг. Наиболее низкие значения «скользящих» отмечены в 1984-1993 гг.

(17,43 °С в Отраде и 16,58 °С в порту), наиболее высокие — в 1998-2007 гг. (18,97 °С в Отраде и 18,63 °С в порту). Общий рост температурных значений за последние 14 лет составил в Отраде 1,5 °С, в порту 2,0 °С. Данные табл. 2 также свидетельствуют о потеплении прибрежных вод в последние полтора десятилетия.

Таблица 1.

Средние месячные значения температуры воды
на прибрежной станции Геофизической лаборатории (ГЛ)
и на станции Одесса-порт (ОП)

Период наблюдений	Станция	Месяц						Ср. за период май-октябрь
		май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
1978 - 1987	ГЛ	14,7	18,8	19,9	20,2	18,0	14,0	17,6
	ОП	13,8	18,0	18,9	19,2	17,3	14,0	16,9
	Разность	0,9	0,8	1,0	1,0	0,7	0,0	0,7
1988 - 1997	ГЛ	14,8	18,4	20,8	21,3	18,2	13,7	17,9
	ОП	14,2	17,4	19,7	20,4	17,5	13,7	17,2
	Разность	0,6	1,0	1,1	0,9	0,7	0,0	0,7
1998 - 2007	ГЛ	15,5	19,3	22,3	23,1	18,9	14,8	19,0
	ОП	15,0	18,4	22,0	22,6	18,7	15,1	18,6
	Разность	0,5	0,9	0,3	0,5	0,2	-0,3	0,4
1978 - 2007	ГЛ	15,0	18,8	21,0	21,5	18,4	14,2	18,2
	ОП	14,3	17,9	20,2	20,7	17,8	14,3	17,6
	Разность	0,7	0,9	0,8	0,8	0,6	-0,1	0,6

Таблица 2.

Повторяемость типов средних температур теплого периода

Пункт Тип	Отрада			Морской порт		
	градация, °С	число случаев	экстремальные годы	градация, °С	число случаев	экстремальные годы
ОХ	≤ 16,6	2	1985, 1993	≤ 15,6	2	1985, 1993
Х	16,7 - 17,4	5	1978, 1980, 1987, 1988, 1990	15,7 - 16,6	6	1978, 1980, 1987, 1988, 1990, 1997
Н	17,5 - 19,0	17		16,7 - 18,4	15	
Т	19,1 - 19,8	4	1994, 1999, 2005, 2006	18,5 - 19,3	4	1994, 2005, 2006, 2007
ОТ	≥ 19,9	2	2002, 2007	≥ 19,4	3	1999, 2001, 2002

Примечание: ОХ — очень холодный; Х — холодный; Н — нормальный (умеренный) тип; Т — теплый; ОТ — очень теплый

Годы с наиболее холодными периодами зафиксированы в 1978-1990 гг. (в порту к холодному типу отнесен и 1997 год), с наибо-

лее теплыми — в 1994-2007 гг. При этом очень теплый в порту 2001 год в Отраде оказался умеренным.

Детальное представление о годовом ходе средних многолетних (за 1978-2007 гг.) суточных температур поверхностного слоя моря у берегов Отрады дает табл. 3, показывающая рост значений с 12 °С (1 мая) до 22,5 °С (8 августа) и последующее их падение до 11,4 °С (30-31 октября). При этом в течение мая температура возрастает на 6,3 °С, за июнь — на 1,5 °С, за июль — на 2,6 °С. В августе значения понижаются на 2,1°, в сентябре — на 3,5°, в октябре — на 5,4°. По табл. 3 легко найти даты перехода средней температуры воды через определенные значения и число дней с температурой выше этих значений. Эти сведения для Отрады и Туапсинского порта, находящегося на 2°20' южнее и расположенного на Кавказском побережье Черного моря, помещены в табл. 4.

Если считать, что массовый купальный сезон начинается с момента устойчивого перехода средних суточных температур через 19 °С, то в Одессе он имеет среднюю продолжительность 76, а в Туапсе — 130 суток (почти в 2 раза больше).

Сопоставление средних суточных температур в мае-октябре в Одессе (Отрада) и Туапсе (порт), вычисленных за период 1995-2005 гг., показывает, что разность температур Туапсе-Одесса в первой половине мая имеет минимальные значения и не превышает 1,1°. В середине мая она увеличивается до 1,6-1,7°, а с 27 мая по 11 июня становится отрицательной (т. е. в Одессе теплее), достигая 6-7 июня 2,3-2,6 °С. Затем разность вновь меняет знак: море у берегов Туапсе становится более теплым. Уже к 19-20 июня значения средние суточные температур различаются на 3 °С. До 8 августа разность колеблется от 1,3 до 3,8 °С, после чего начинается ее устойчивый рост. С 10 сентября она увеличивается до 4°, а с 12 октября — до 5 °С и более.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что средние суточные значения температур в мае в Отраде могут достигать 25-26 °С (23 и 25 мая 2007 г.) и опускаться ниже 11 °С (23 мая 1978 и 25 мая 2001 гг.). В июне самые высокие температуры наблюдались 17.06.2007 (27,6 °С) и 29.06.2006 (27,0 °С). В эти же дни в 1981 и 1993 гг. отмечались значения 9,9 и 8,5 °С, соответственно. 10 июля 1999 г и 31 июля 2007 г температура равнялась 28 °С, а в 1985 и 1979 гг. в эти же дни она опускалась до 12,2 и 15,8 °С, соответственно. До отметки 28 °С значения поднимались

Таблица 3.

Средние суточные значения температуры воды в районе Отрады (Одесса) за 1978-2007 гг.

Число Мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Май	12,1	12,3	12,3	12,3	12,2	12,8	13,2	13,5	13,3	13,7	14,2	14,4	14,5	14,7	14,8	
Июнь	18,2	18,2	18,4	18,2	18,3	18,6	18,7	18,8	19,2	19,2	18,8	18,5	19,1	19,3	18,6	
Июль	19,6	20,1	19,9	21,1	21,2	20,8	20,9	20,5	20,3	20,3	20,4	20,6	21,1	21,2	21,3	
Август	22,3	22,1	22,2	22,1	22,2	22,4	22,2	22,5	22,3	22,2	22,0	21,7	21,3	21,4	21,5	
Сентябрь	20,5	20,2	20,0	20,0	19,9	19,6	19,3	19,1	18,9	18,5	18,4	18,4	18,4	18,3	18,5	
Октябрь	16,8	16,4	16,3	16,0	16,0	15,8	15,6	15,5	15,4	15,5	15,3	15,1	14,7	14,5	14,4	
Число Мес.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Май	14,9	15,4	15,6	15,9	16,1	15,8	16,0	16,3	16,5	16,6	16,6	17,5	17,4	18,0	18,4	18,4
Июнь	18,4	18,6	18,7	18,6	18,6	18,4	18,6	18,8	19,0	19,5	19,5	19,7	19,6	19,1	19,4	
Июль	21,4	21,1	21,1	21,1	21,3	21,9	21,6	21,6	21,3	20,9	20,4	20,9	21,9	22,1	22,1	22,2
Август	21,6	21,6	22,1	21,7	21,4	21,6	21,4	21,5	21,1	21,0	20,9	20,7	20,5	20,4	20,5	20,4
Сентябрь	18,3	18,1	18,2	17,8	17,7	17,7	17,4	17,2	17,3	17,2	17,3	17,3	17,0	17,2	17,1	
Октябрь	14,3	14,0	13,8	13,8	13,5	13,3	13,1	12,9	12,9	12,7	12,4	12,2	11,9	11,7	11,4	11,4
Наибольшие значения средних суточных температур воды (Отрада) в 1978-2007 гг.																
Число Мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Май	16,0	15,2	16,0	16,7	17,3	16,3	16,9	17,8	17,6	17,5	17,8	17,3	19,6	19,6	19,7	
Июнь	23,8	23,8	24,5	22,7	22,7	23,8	22,8	24,3	23,8	24,8	25,6	26,4	25,4	24,7	24,6	
Июль	24,3	25,6	24,8	25,5	26,0	25,9	26,7	26,7	27,7	28,0	27,0	25,7	26,5	26,5	26,9	
Август	27,3	26,4	26,4	27,8	28,0	27,4	26,9	25,8	25,7	26,3	25,1	25,6	24,8	26,2	26,8	
Сентябрь	24,9	24,1	23,9	23,5	23,1	23,5	23,3	22,3	22,5	22,4	21,6	22,1	22,3	21,4	22,3	
Октябрь	21,3	21,2	20,9	21,2	20,4	20,1	20,2	19,4	18,9	19,2	18,5	19,0	17,9	17,1	16,7	
Число Мес.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Май	20,1	20,7	21,0	20,7	23,0	24,0	23,3	25,6	24,4	26,4	22,6	23,8	23,4	23,9	23,1	23,6
Июнь	25,9	27,6	26,2	25,7	25,5	25,5	24,9	25,8	24,8	25,0	26,0	25,9	26,5	27,0	26,2	
Июль	26,9	27,6	27,0	27,6	26,9	26,7	26,1	26,2	26,2	26,0	27,3	26,2	26,6	25,6	26,0	28,0
Август	26,4	25,5	25,2	25,4	26,3	26,2	27,4	27,1	27,1	27,3	25,7	24,8	25,0	24,7	24,4	24,8
Сентябрь	22,5	22,5	22,8	22,7	22,9	23,1	22,5	22,0	21,6	21,6	21,7	21,1	21,6	21,1	21,4	
Октябрь	17,4	16,7	16,3	16,0	16,4	16,1	16,0	15,4	16,1	14,9	15,1	15,0	14,1	14,4	14,1	14,1

Продолжение табл. 3.

Наименьшие значения средних суточных температур воды (Отрада) в 1978-2007 гг.																
Число Мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Май	6,6	5,2	6,7	7,4	6,6	7,9	9,9	8,2	9,0	7,8	7,6	7,6	7,7	9,8	10,3	
Июнь	10,9	11,3	11,3	11,5	8,5	10,5	13,3	14,4	13,2	11,2	7,6	8,5	10,6	11,1	12,2	
Июль	11,6	13,3	9,1	12,5	9,9	11,4	13,6	12,6	10,9	12,2	13,1	12,2	13,0	12,4	15,2	
Август	14,5	16,5	17,2	14,9	12,3	12,9	10,2	15,7	16,3	16,2	18,6	9,8	10,4	14,9	14,1	
Сентябрь	16,0	14,2	14,5	15,0	13,4	15,5	13,9	12,4	11,6	11,6	11,3	11,4	11,9	12,2	12,6	
Октябрь	12,8	10,7	11,4	12,3	11,1	11,6	9,9	9,9	10,9	13,2	13,1	12,9	12,3	11,2	11,5	
Число Мес.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Май	7,1	7,2	8,4	9,2	10,9	10,7	9,8	10,4	12,1	10,6	8,6	12,5	12,3	13,7	13,1	12,2
Июнь	9,0	9,9	8,6	8,4	10,2	7,8	9,5	11,9	12,2	11,9	13,2	13,7	10,2	8,5	10,1	
Июль	15,3	10,0	11,0	13,9	10,7	14,5	11,8	14,1	13,1	9,4	10,2	10,8	11,4	12,5	15,0	15,8
Август	15,0	16,8	17,8	17,6	13,3	16,1	11,7	11,9	11,6	12,4	14,2	14,0	16,1	14,8	14,5	14,0
Сентябрь	13,1	13,3	13,6	12,3	13,0	12,8	11,5	10,5	13,0	13,0	13,3	14,1	11,5	12,6	12,3	
Октябрь	12,1	11,9	11,6	11,8	11,7	11,3	10,7	10,0	10,8	10,6	10,1	9,8	9,0	6,6	6,3	6,3
Амплитуда																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	20,7	21,2	17,3	20,4	21,4	19,5	17,0	18,5	18,7	20,2	19,4	18,8	18,8	16,7	16,6	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	19,8	20,4	18,6	19,2	16,7	18,9	17,9	17,1	16,3	17,9	18,7	16,4	17,6	20,4	19,9	21,7

и 5 августа 1998 г. (спустя два года в этот день температура равнялась 12,3 °С). В самом теплом 2007 г. с 18 мая по 11 сентября средняя суточная температура не опускалась ниже 20 °С, а в самом холодном 1993 г. такое значение было достигнуто только 7 июня. Выше 20 °С в этом году температура поднималась в июне четыре, в июле пять и в августе 16 раз (до 21 августа). А в следующем, 1994 г., термометр показывал значения выше 20 °С ежедневно с 8 июля по 5 октября.

Таблица 4.

Даты перехода температуры воды через определенные значения и число дней с температурой выше этих значений

Значение температуры воды, °С	Отрада (Одесса)			Туапсинский порт		
	дата перехода температуры через определенные значения		число дней с температурой выше значений	дата перехода температуры через определенные значения		число дней с температурой выше значений
	при подъеме температуры	при спаде температуры		при подъеме температуры	при спаде температуры	
18	30.05	18.09	112	09.06	23.10	137
19	25.06	08.09	76	12.06	19.10	130
20	04.07	05.09	63	20.06	13.10	121
21	28.07	25.08	29	26.06	04.10	101
22	29.07	11.08	14	1.07	19.09	81

Резкие падения температуры в теплый период связаны со сгонными явлениями (апвеллинг), к которым отнесены суточные понижения более 1 °С. По интенсивности падения значений условно различают три типа сгонов: слабые (охлаждение за сутки на 1,1-2,9 °С), умеренные (3,0-4,9 °С) и сильные (падение на 5 °С и более). Как правило, наиболее значительные понижения температуры имеют место в первые-вторые сутки явления, средняя продолжительность которого у берегов Отрады составляет около 4 суток, а последующее восстановление теплового состояния вод происходит в среднем за 7-8 суток. Наиболее значительные суточные понижения отмечены 28-29 июня 1980 г. (9,8 °С), 16-17 июня 1981 г. (7,9 °С за сутки, а за четыре дня на 15,5 °С), 23-24 июля 1985 г. (8,2 °С, падение за трое суток на 11,1 °С) и 11-12 августа 1983 г. (на 10,3 °С за сутки).

Естественно, сгоны заметно нарушают суточный ход температуры поверхностного слоя моря и сокращают продолжительность купального сезона. Наибольшую повторяемость подобные явления

имеют в мае-июле (до 65-70 %). В сентябре их число сокращается вдвое, а в октябре значения температуры, как правило, после сгонов не восстанавливаются и сглаживаются сезонным охлаждением морских вод.

Более детально явления сгонов рассмотрены в статье «Статистические оценки апвеллинга у побережья Одессы», опубликованной в сборнике материалов международной научно-практической конференции «Экологические проблемы Черного моря» (Одесса, октябрь 2008 года).

По средним месячным температурам воды за 1979-1994 гг. вычислены уравнения регрессии, позволяющие по значениям температуры в Отраде (x) находить соответствующие значения в порту за один и тот же месяц (табл. 5).

Таблица 5.

Корреляционные связи средних месячных температур воды в Одесском порту (y) и в Отраде (x)

Месяц	Уравнение связи	Коэффициент корреляции	Обеспеченность (%)
Май	$y = 1,02x - 1,1$	0,980	100
Июнь	$y = 0,905x + 0,9$	0,970	100
Июль	$y = 1,04x - 2,0$	0,970	100
Август	$y = 0,95x + 0,6$	0,917	81
Сентябрь	$y = 1,14x - 3,2$	0,965	100
Октябрь	$y = 1,05x - 0,6$	0,976	100

Приведенные в табл. 5 уравнения дают возможность проверять (уточнять) средние месячные величины в одном из пунктов наблюдений. В частности, расчеты средних месячных для теплого периода 2001 года показывают, что они оказались завышенными в порту в среднем на 1,6 °С. Для окончательного решения этой проблемы необходим дополнительный анализ имеющихся данных и проверка стабильности пунктов измерений температуры воды.

Представляет интерес сопоставление средних суточных температур за отдельные десятилетия периода наблюдений в Отраде (табл. 6), которое свидетельствует о весьма заметном потеплении прибрежных вод в последние годы, наиболее наглядно выраженном в изменениях средних величин от второго (1988-1997 гг.) к третьему (1998-2007 гг.) десятилетию (табл. 7).

Таблица 6.

Средние суточные значения температуры воды в районе Отрады (Одесса) по периодам:
I (1978-1987 гг.), II (1988-1997 гг.), III (1998-2007 гг.)

Май																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	10,5	11,0	12,1	11,2	10,8	11,4	12,2	12,6	12,8	13,6	14,4	14,5	14,0	14,0	13,9	
II	13,0	13,0	12,9	12,4	12,3	13,3	13,2	13,3	13,4	13,9	14,1	14,0	14,4	15,0	15,5	
III	12,7	13,0	12,9	13,4	13,4	13,8	14,4	14,5	14,4	13,6	14,0	14,7	15,1	15,2	15,0	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Период																
I	14,8	15,2	15,8	16,2	16,3	16,2	16,5	16,3	16,5	16,4	16,9	17,4	17,3	18,1	18,4	18,7
II	15,2	15,9	16,0	15,7	16,1	15,8	15,5	15,7	15,5	15,8	16,0	16,8	16,7	16,9	17,2	17,2
III	14,6	14,9	15,0	15,8	15,9	15,6	16,1	17,0	17,4	17,5	17,0	18,4	18,3	19,0	19,6	19,2
Июнь																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	18,6	18,9	19,1	18,7	18,0	17,5	17,7	17,8	18,4	18,2	17,8	18,8	19,4	19,2	18,8	
II	17,1	16,8	17,4	17,6	18,2	18,7	18,8	18,9	19,3	19,3	19,4	18,4	19,0	19,5	18,4	
III	19,0	19,0	18,8	18,4	18,7	19,7	19,7	19,9	20,0	20,0	19,4	18,3	18,8	19,2	18,6	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Период																
I	18,4	18,0	19,1	19,4	19,6	19,8	19,1	19,1	19,3	19,8	20,0	20,0	19,5	19,2	19,6	
II	19,1	18,4	17,3	17,7	17,3	16,4	17,3	18,0	18,2	18,8	19,0	18,9	19,0	18,8	19,1	
III	17,7	19,5	19,8	18,8	18,9	19,2	19,4	19,3	19,4	19,8	19,7	20,1	20,3	19,4	19,4	
Июль																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	19,9	19,1	18,7	19,8	19,4	18,9	19,5	18,6	18,9	18,4	18,6	19,2	20,2	20,9	21,0	
II	19,6	20,8	21,3	22,1	22,4	21,5	21,0	20,8	21,3	21,2	21,0	21,1	21,4	20,7	20,7	
III	19,4	20,5	19,7	21,3	21,6	21,9	22,3	22,1	20,8	21,2	21,7	21,5	21,8	21,9	22,3	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Период																
I	20,7	21,3	21,8	20,7	20,9	21,4	21,7	21,3	20,3	19,9	19,7	19,3	19,7	20,3	20,5	20,3
II	20,9	19,9	20,0	20,0	21,0	21,3	20,3	20,4	20,0	19,2	18,2	19,8	21,5	21,8	21,5	21,5
III	22,6	22,2	21,6	22,5	22,1	23,1	22,8	23,0	23,5	23,7	23,1	23,7	24,4	24,3	24,4	24,8

Продолжение табл. 6.

Август																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	20,7	20,4	20,2	20,8	20,9	21,7	21,5	21,6	21,4	20,8	21,0	20,0	20,0	20,3	20,7	
II	21,5	21,4	21,9	21,1	21,9	21,5	21,6	22,1	22,2	22,1	22,5	22,3	21,4	22,0	21,7	
III	24,6	24,5	24,5	24,4	23,8	24,2	23,5	23,7	23,2	22,6	22,6	22,9	22,4	21,8	22,0	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Период																
I	20,4	19,9	20,3	20,3	19,6	20,1	19,8	20,3	19,5	19,6	19,5	19,7	19,7	19,8	19,5	19,4
II	22,2	21,9	22,6	21,8	21,4	21,1	20,6	20,3	20,3	20,5	20,8	20,3	19,9	19,6	20,2	20,0
III	22,2	22,8	23,2	23,0	23,1	23,5	23,9	23,8	23,5	22,9	22,4	22,1	21,8	21,8	21,8	21,9
Сентябрь																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	19,3	19,4	19,3	19,4	19,6	19,5	19,2	18,9	18,9	18,5	18,5	18,8	18,8	18,1	18,1	
II	20,5	19,9	19,6	19,7	19,2	19,2	18,7	18,6	18,8	18,3	18,1	18,4	17,7	18,1	18,6	
III	21,7	21,3	21,0	20,8	21,0	20,1	19,9	19,7	19,1	18,7	18,7	18,2	18,7	18,8	18,7	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Период																
I	17,9	17,6	18,0	17,2	17,2	17,2	16,6	16,5	17,1	16,8	17,0	17,3	16,5	16,8	16,6	
II	18,3	18,3	18,2	18,0	17,7	17,9	17,7	17,3	16,8	17,0	17,0	16,8	16,7	16,8	16,7	
III	18,7	18,5	18,4	18,2	18,3	18,0	17,9	17,9	17,8	18,0	17,9	17,8	17,8	18,1	17,9	
Октябрь																
Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Период																
I	16,4	15,7	15,6	15,6	15,7	15,5	15,2	15,3	15,4	15,2	15,1	15,0	14,5	14,4	14,6	
II	16,3	15,9	16,1	15,2	15,0	14,8	14,7	14,6	14,8	15,1	14,9	14,8	14,7	14,4	14,3	
III	17,7	17,5	17,3	17,3	17,3	17,2	16,8	16,6	16,2	16,2	15,7	15,5	15,0	14,8	14,4	
Число	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Период																
I	14,4	13,9	13,8	13,6	13,3	13,4	13,3	13,0	13,1	12,7	12,3	11,9	11,7	11,3	11,1	11,0
II	14,0	14,2	13,9	13,7	13,4	13,2	12,7	12,4	12,4	12,4	11,9	11,8	11,6	11,3	11,0	11,2
III	14,5	13,9	13,9	14,0	13,7	13,3	13,3	13,3	13,1	13,1	13,0	13,0	12,5	12,4	12,2	12,2

Таблица 7.

Изменения средних месячных значений температуры воды у берегов Отрады по десятилетиям (°C)

Десятилетие	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Среднее за тепл. период
I – II	+0,2	-0,6	+0,8	+1,0	+0,2	-0,2	+0,2
II – III	+0,6	+1,0	+1,5	+1,7	+0,7	+0,9	+1,1
I – III	+0,8	+0,4	+2,3	+2,7	+0,9	+0,7	+1,3

Наиболее интенсивно повышение температур отмечалось в июле и августе (табл. 7). Только в июне и октябре от первого до второго десятилетия температура несколько понизилась. От второго к третьему десятилетию во всех месяцах имел место устойчивый рост значений (от 0,6 в мае до 1,7 °C в августе). Общее повышение средних температур теплого периода за 30 лет составило 1,3 °C.

Таким образом, статистическая обработка данных наблюдений прибрежной станции Геофизической лаборатории ОГЭУ позволила получить представление о тепловом режиме прибрежных вод в мае-октябре в районе Отрады. Для более детального исследования температурных колебаний у берегов Одессы было бы весьма полезно произвести подобную обработку данных станции Одесса-порт и сопоставить полученные результаты.

УДК 551.465

А. А. Чепыженко

СИСТЕМА ТЕЧЕНИЙ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В ИЮЛЕ 2010 ГОДА ПО ДАННЫМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Введение. 24, 25 июля 2010 г в рамках совместной экспедиции ЮгНИРО (г. Керчь) и МГИ НАН Украины (г. Севастополь), с целью изучения современного состояния элементов водной экосистемы Керченского пролива, в западной его части были проведены экспериментальные исследования, включившие наблюдения за гидрофизическими, гидрохимическими, гидробиологическими и геологическими параметрами среды.

В настоящей статье представлен результат анализа трехмерного поля векторов течений в проливе, полученного в ходе этой экспедиции на основе контактных измерений.

Исходные данные и методы исследования. Работы проведены с борта маломерного судна на полигоне, включавшем 22 комплексные океанологические станции (рис. 1-а). Каждая станция выполнялась в течение 1-1,5 часов с заякоренного судна. Диапазон глубин на полигоне 4-16 м.

Течения измерялись при помощи автономного регистратора, которым снабжен биофизический комплекс «Кондор» [1], в трех слоях: верхнем метровом, срединном и придонном. Дискретность наблюдений — 20 с. Время экспозиции прибора на станциях в каждом слое — 20-40 минут. Для анализа использованы средние по каждой из реализаций векторы течений.

Во время съемки, как и в предшествовавшие ей 9 суток, над акваторией пролива наблюдался устойчивый северо-восточный ветер скоростью 4-10 м/с (рис. 1-б).

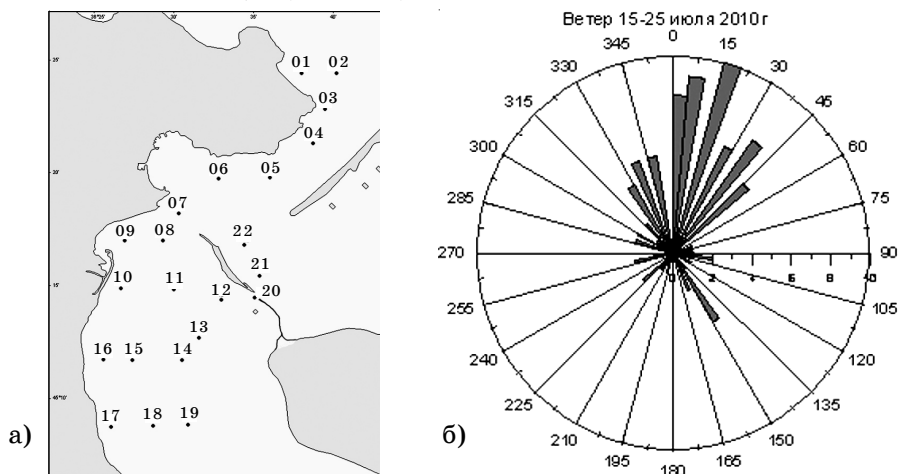


Рис. 1. Схема океанологических станций (а), роза ветров над Керченским проливом за время с 15 по 25 июля 2010 (б)

Обсуждение результатов. Известно [2; 3], что система течений в Керченском проливе имеет преимущественно ветровой характер. В существенной мере она определяется направлением ветра и интегральным расходом воды через пролив.

В течение всего года над проливом преобладают северо-восточные ветры с повторяемостью около 22 % [4]. Поэтому кинематическая ситуация, зафиксированная анализируемой съемкой, представляется типичной для рассматриваемой акватории.

Характерная особенность вертикальной структуры поля течений, наблюдавшаяся, практически, на всех станциях, глубина которых превышала 4-5 м, — разворот вектора вправо по направлению к придонному горизонту. Эпюра вектора скорости течений на преобладающей части исследуемой акватории оказалась близкой к экмановской, что подтверждает ветровую природу течений в Керченском проливе. Исключение составили станции, локализованные на участке южнее о. Тузла (ст. №№ 7-10, 11, 12, 20), где вектор скорости с глубиной разворачивался влево. Здесь же скорости течения были минимальными ~ 5-15 см/с (рис. 2). Напомним, что данный участок расположен с подветренной стороны острова (при анализируемой ветровой ситуации). Сила ветра здесь, вследствие ограниченности его разгона ослаблена, а ветровой режим существенно отличается от характеристик ветра на преобладающей части акватории пролива.

На мелководных станциях вектор скорости незначительно изменял свое направление с глубиной (рис. 2).

В верхнем слое вод наблюдались развитые потоки, максимальная скорость которых в области Азовской узкости и на юге пролива достигала 60-90 см/с.

Отмечено также не типичное для пролива явление, — слабые течения (10-20 см/с) в обеих узкостях, расположенных у западной и восточной оконечностей Тузлы, где, как правило [2-5], скорость течения в несколько раз превышает ее фоновые значения.

Направление течений в верхнем слое на большей части полигона соответствовало направлению ветра. В Азовском предпроливье и Керченской бухте вследствие орографического эффекта эта закономерность нарушалась. Также заметная разница между направлением ветра и течения отмечена на участке южнее о. Тузла, который экранирован от северо-восточных ветров. Здесь в верхнем слое вод зафиксирована локальная антициклональная циркуляционная ячейка, а вдоль острова течение в верхнем метровом слое имело хорошо выраженную вдольбереговую составляющую, которая, проникая через промоину, обтекала остров по циклонической траектории (рис. 2).

В целом, можно считать, что анализируемая ситуация соответствует известным представлениям о крупномасштабной (в рамках пролива) структуре течений, вызываемой ветрами северной четверти. То есть, в верхнем слое нами был зафиксирован поток азово-морских вод, который, следуя Азовской узкостью, обтекал берег

Керченской бухты. Далее в виде узкой струи этот поток, прижимаясь к западному берегу пролива, распространялся в Черное море.

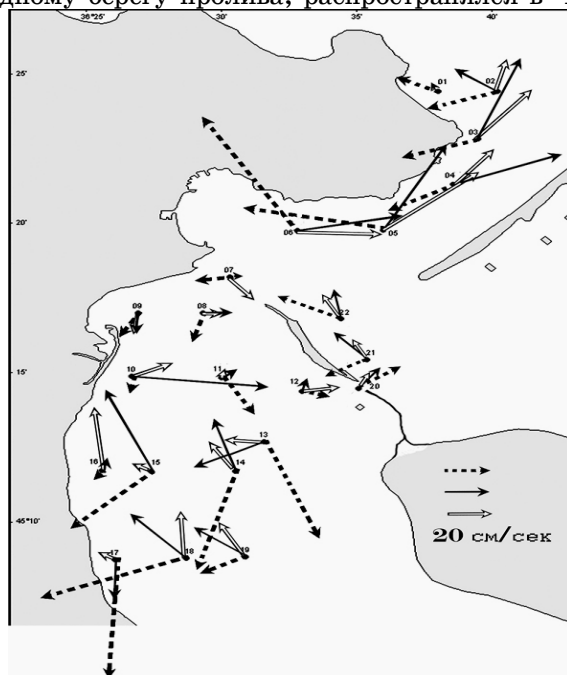


Рис. 2. Векторы течений в верхнем (---), среднем (—) и придонном (≡) слоях

Вместе с тем, необходимо отметить интересную кинематическую особенность данной ситуации. На рис. 2 отчетливо видно, что южнее Павловской узкости поток из Азовского моря разделялся на вдольбереговую ветвь и ветвь с восточной составляющей, которая омывала южное побережье Тузлы. Основной поток последней ветви в черноморской части пролива формировал упомянутую выше антициклональную циркуляционную ячейку. У юго-восточного побережья Тузлы от него отделялась струя, которая, как уже упоминалось, через промоину между Тузлой и дамбой проникала в Таманский залив и далее, омывая северное побережье этого острова, через проход между Чушкой и Тузлой следовала в северную часть Керченского пролива.

Отметим, что известные схемы течений, полученные для Керченского пролива при северо-восточном ветре на основе численного

моделирования [3; 5], обнаруживают южнее Тузлы циркуляцию обратного знака. Вдоль северного побережья Тузлы, в Таманском заливе, согласно численным экспериментам, течение направлено на восток и на юг — в промоине между Тузлой и дамбой. То есть, противоположно направлению течений в этом районе, которые наблюдались здесь в ходе анализируемых экспедиционных исследований. Эти разногласия можно объяснить тем фактом, что в модельных экспериментах поле ветра над всей акваторией пролива задано равномерным потоком, без учета его пространственных особенностей, связанных с морфометрическими формами.

В срединном и придонном слоях на преобладающей части акватории течение было направлено противоположно направлению течения в верхнем слое вод. Особенно ярко это качество выражено для придонного слоя. В северной части пролива у дна течение направлено в Азовское море (рис. 2).

На участке, южнее о. Тузла, который экранирован от северо-восточного ветра, характер циркуляции с глубиной качественно не изменился. Здесь, как и в верхнем слое, в подповерхностных и придонных водах сохранилась антициклональная ячейка (рис. 2).

Вдоль южного побережья Тузлы течение в срединном слое и у дна преимущественно было направленным вдоль островного склона на юго-восток. У восточной оконечности Тузлы в срединном и придонном слоях векторы течений были ориентированы от берега (рис. 2). То есть, локальная циркуляция, формирующаяся вокруг восточной оконечности Тузлы при устойчивом северо-восточном ветре, способствует размыву этого участка острова, который, согласно [4], активизировался после сооружения тузлинской дамбы. Вдоль северо-восточного (таманского) побережья этого острова течения в придонном слое имели составляющую, ориентированную к островному склону.

Течения в срединном слое и у дна обладали меньшей скоростью по сравнению с течением в верхнем слое вод. В среднем слое максимально развитое течение со скоростью 40-80 см/с зафиксировано в северной узкости и на юге пролива. На этих же участках наблюдались максимальные скорости течения у дна, до 20-50 см/с.

Зафиксированная анализируемой съемкой кинематическая ситуация подтверждает мнение [4], согласно которому, даже при развитом генеральном переносе вод в Керченском проливе из Азовского моря в Черное, в его придонном слое черноморские воды проникают в азовское предпроливье.

Заключение. На основе данных инструментальных наблюдений, проведенных в июле 2010 года, рассмотрено трехмерное поле течений в Керченском проливе при типичной для исследуемого региона ветровой ситуации — устойчивом северо-восточном ветре.

Выявлено, что на преобладающей части исследуемой акватории эпюра скорости течений близка к экмановской, что подтверждает ветровую природу течений в Керченском проливе.

В верхнем слое зафиксирован поток азовоморских вод, который, следуя Азовской узкостью, обтекал берег Керченской бухты. Далее этот поток, прижимаясь к западному берегу пролива, распространялся в Черное море. К югу от о. Тузла наблюдалась антициклональная циркуляционная ячейка, а сам остров обтекался вдольбереговым течением по циклонической траектории.

Отмечено не типичное для пролива явление, — слабые течения в обеих узкостях, расположенных у западной и восточной оконечностей Тузлы.

В срединном и придонном слоях на преобладающей части акватории течение было направлено противоположно направлению течения в верхнем слое вол.

На участке, южнее о. Тузла, который экранирован от северо-восточного ветра, характер циркуляции с глубиной качественно не изменился. Здесь, как и в верхнем слое, в подповерхностных и придонных водах сохранилась антициклональная ячейка, что противоречит результатам численного моделирования течений для данного участка пролива.

Показано, что локальная система течений, формируемая вокруг о. Тузла устойчивым северо-восточным ветром, способствует размыву его восточной оконечности; и что при развитом генеральном переносе вод в проливе из Азовского моря в Черное, в его придонном слое черноморские воды проникают в азовское предпроливье.

Резюме

На базі експериментальних даних проаналізовано тривимірне поле векторів течії в Керченській протоці при типовій для регіону синоптичній ситуації, що обумовлює стійкий північно-східний вітер. Виявлено ділянки акваторії з локальними особливостями циркуляції вод, де реальне поле течій якісне відмінно від теоретичних схем. Показано, що при стійкому північно-східному вітрі навколо о. Тузла формується локальна система течій сприяюча розмиву його східного краю.

Литература

1. <http://www.ecodevice.narod.ru/turbidimeter/turbidimeter.htm>
2. Альтман Э. Н. Динамика вод Керченского пролива // Гидрометеорология и гидрология морей СССР. Проект «Моря СССР». — Т. 4 (Черное море). — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 291-328.
3. Шапиро Н. Б. Линейная баротропная модель установившихся течений в Керченском проливе и в предпроливных зонах // Моделирование динамики вод в Керченском проливе и предпроливных зонах. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — С. 5-41.
4. Ломакин П. Д., Спиридонова Е. О. Природные и антропогенные изменения в полях важнейших абиотических элементов экологического комплекса Керченского пролива в течение двух последних десятилетий. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — 118 с.
5. Фомин В. В., Иванов В. А. Совместное моделирование течений и ветрового волнения в Керченском проливе // Морской гидрофизический журнал. — 2007. — № 5. — С 3-13.

УДК 551.465

А. А. Чепыженко

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В РАЙОНЕ О. ТУЗЛА (КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ) ПРИ УСТОЙЧИВОМ ЮГО-ВОСТОЧНОМ ВЕТРЕ

Введение. 11, 12 ноября 2010 г. в рамках экспедиции МГИ НАНУ с целью изучения состояния элементов водной экосистемы Керченского пролива, в его центральной части были проведены экспериментальные исследования, включившие наблюдения за гидрофизическими, гидрооптическими и гидрохимическими параметрами среды.

В настоящей статье представлен результат анализа структуры термохалинного поля, поля мутности, динамики вод и суммарного взвешенного в водной толще вещества в районе о. Тузла в условиях устойчивого юго-восточного ветра.

Исходные данные и методы исследования. Работы проведены с борта маломерного судна на полигоне вокруг о. Тузла, включавшем 49 комплексных океанологических станций (рис. 1-а). Диапазон глубин на полигоне 1-6 м. Преобладающее большинство стан-

ций выполнено с дрейфующего судна при помощи биофизического зонда «Кондор» [1].

Отметим метрологическую особенность этого прибора, — его канал для определения мутности может быть отградуированным как в объемно-весовых единицах взвеси (мг/л), так и в оптических единицах мутности (ЕМФ), которые численно соотносятся, как 1,00/0,66. Поскольку концентрация взвеси и мутность вод связаны прямой зависимостью, то структура полей этих параметров среды качественно аналогична. Поэтому в тексте настоящей статьи эти величины иногда отождествляются.

Течения фиксировались при помощи буксируемой системы «ADCP». Лишь на 4 станциях, расположенных в узкости между о. Тузла и дамбой (рис. 1), течения были измерены автономным регистратором, которым снабжен биофизический комплекс «Кондор», при постановке судна на якорь.

Во время съемки, как и в предшествовавшие ей 9 суток, над акваторией пролива наблюдался устойчивый юго-восточный ветер скоростью 4-10 м/с (рис. 1-б).

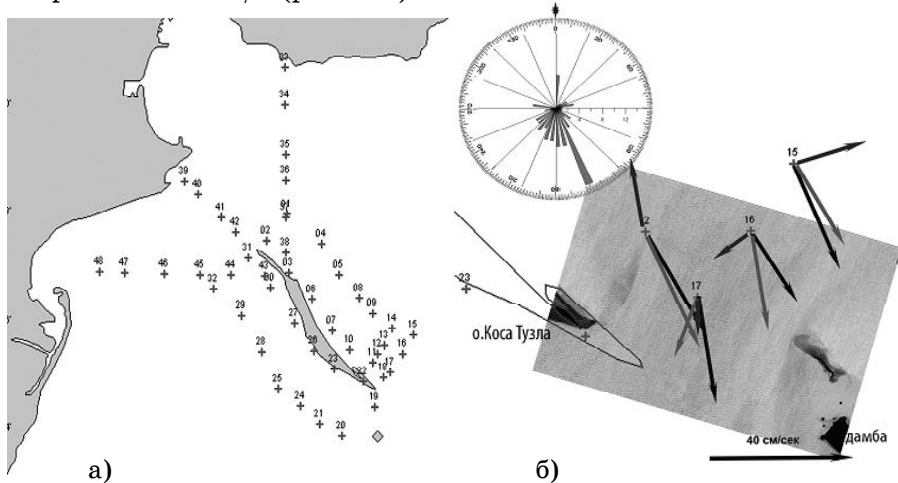


Рис. 1. Схема океанологических станций (а); роза ветров над Керченским проливом за время с 3 по 12 ноября 2010 г., здесь же векторы течения в узкости между Тузлой и дамбой (б)

Следует обратить внимание на один важный факт — как показал результат анализа эксплуатации использовавшейся, наверное, самой совершенной в настоящее время системы «ADCP», она ока-

залась непригодной в условиях мелководья. В силу собственных конструктивных особенностей, система не дает достоверную информацию о течениях в верхнем ~2 м слое и в слое такой же толщины у дна [2]. В связи с этим при анализе течений в статье использованы только данные, полученные при помощи комплекса «Кондор».

Обсуждение результатов. Вертикальная стратификация термохалинного поля была типичной для начала холодного сезона. На большинстве станций температура и соленость незначительно изменялись с глубиной. В узкости между Тузлой и дамбой водная толща отличалась, практически, полной однородностью по вертикали, что свидетельствует об активном процессе турбулентного обмена на данном участке акватории.

Горизонтальная структура полей температуры и солености была достаточно хорошо выраженной, что позволило использовать соответствующие распределения в качестве косвенных показателей динамики вод.

Так, на рис. 1 отчетливо видно, что от юго-востока на рассматриваемую акваторию распространялись черноморские воды с температурой 14,7-15,0 °С и соленостью 17,93-17,95 епс. Часть этих вод проникала в узкость. Другая часть, возможно в виде узкой прибрежной струи, обтекала остров по антициклональной траектории. В эту циркуляцию втягивались более холодные и менее соленые воды из центральной части пролива. Так, температура и соленость вдоль северного берега Тузлы соответственно равнялись 14,2-14,3 °С и 17,75-17,85 епс. В районе западной оконечности Тузлы находилась отдельная замкнутая антициклональная вихревая ячейка.

Векторное поле течений (рис. 2) подтверждает описанную выше систему циркуляции вокруг о. Тузла. Интересна структура течений в узкости между Тузлой и дамбой. Отметим, что материал анализируемой экспедиции впервые позволил получить представление о реальном поле течений в этой узкости (рис. 1). Видно, что в верхнем слое течение имело скорость 15-20 см/с. Векторы течений разнонаправлены. Хотя в определенном приближении их совокупность здесь можно интерпретировать, как антициклональное вихревое образование. Совершенно другая кинематическая ситуация наблюдалась в срединном и придонном слоях, где на всех четырех станциях зафиксирован единый поток. Его скорость по сравнению с верхним слоем возрастала, примерно, в два раза, а направление имело ярко выраженную составляющую на юг.

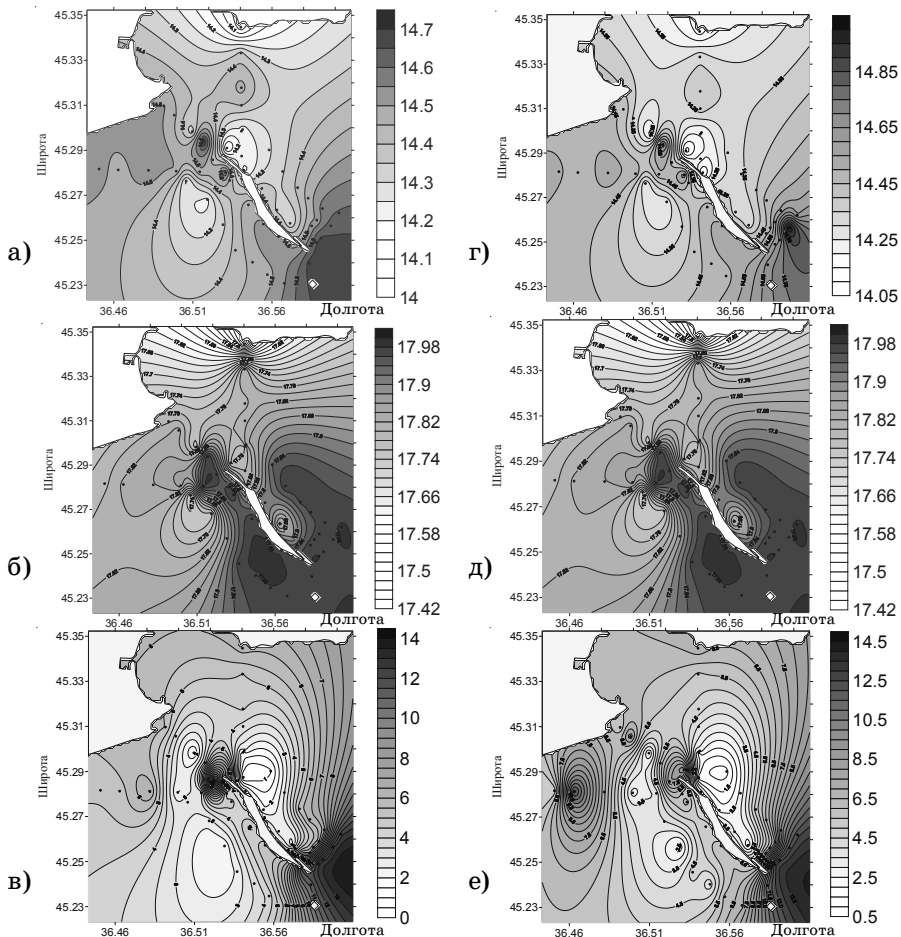


Рис. 2. Распределение температуры ($^{\circ}\text{C}$), солёности (ЕПС), мутности вод (ЕМФ) на поверхности (соответственно — а, б, в) и у дна (соответственно — г, д, е)

Поле мутности (взвеси) вод характеризовалось наличием двух максимумов: в протоке со значениями 13,6-14,5 емф и у западной оконечности Тузлы — 8,5-9,1 емф.

Судя по направлению придонного потока вод в узкости (рис. 1), взвесь выносилась к югу частично в черноморскую часть пролива, частично она аккумулировалась на таманском склоне дамбы. Развитое южное течение у дна способствовало размыву восточной оконечности Тузлы.

У западній оконечності о. Тузла наблюдалась область аккумуляції взвеси в системі антициклонального вихревого формування (рис. 2-в).

Представлений вище аналіз емпіричних даних виявив ряд явних ознак, типових для сгонно-нагонного механізму. Ветер південної чверті, маючи нормальну складову до зонально орієнтованої морфометричної системи «Тузла+дамба», викликав нагон на її чорноморському схилі і сгон — на таманському.

Висновок. Аналіз полів гідрофізических елементів, зафіксованих в експедиції МГІ НАНУ в листопаді 2010 г., показав, що стійкий південно-східний ветер став причиною сгонно-нагонних явищ вздовж берегів морфометричної системи «Тузла+дамба». Нагона на її чорноморському схилі і сгона — на таманському. В результаті цього ефекта навколо о. Тузла сформувалася система течій, яка сприяла розмиву його південної оконечності і акумулюючим процесам у таманському берега дамби і у південній оконечності острова Тузла.

Резюме

На базі даних експедиції МГІ НАН України, проведеної в листопаді 2010 р. в Керченській протоці, розкрито закономірності структури термохалінного поля, поля мутності і динаміки сумарної суспензії в районі о. Тузла в умовах стійкого південно-східного вітру. Виявлені локальні ділянки акваторії з активними акумулюючो-абразійними процесами. Показано вплив змінно-нагінних процесів в динаміці вод і зваженої речовини в центральній частині Керченської протоки.

Література

1. <http://dent-s.narod.ru/kondor.html>
2. Морозов А. Н., Лемешко Е. М., Иванов В. А., Шутов С. А., Зима В. В. Течения в Керченском проливе по данным ADCP наблюдений 2008-2009 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — Вып. 22. — С. 253-267.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ЭКОСИСТЕМЫ БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ ПО МАТЕРИАЛАМ
КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ИНБЮМ НАН УКРАИНЫ**

Введение. Балаклавская бухта занимает особое место среди участков крымского побережья. Уникальная история, географическое расположение, природно-климатические факторы и геоморфологические особенности бухты открывают широкие возможности для развития здесь рекреационно-туристического комплекса.

В 1958 г. известный океанолог и геоморфолог В. П. Зенкович, описывая берег Черного моря между мысами Фиолент и Айя, замечает: «Только в одном месте горный массив расколот узкой щелью Балаклавской бухты. Ее устьевая часть напоминает в миниатюре норвежский фьорд — это узкий изогнутый коридор между темных скал» [1].

Превращение Балаклавской бухты в секретную базу подводного флота СССР на Черном море в 1961 г. стало причиной не только закрытия этого района для гражданских исследователей, но и исключило на долгие годы даже упоминание в научной литературе самого названия «Балаклавская бухта». Изменение геополитической обстановки к началу 90-х годов XX века, а затем и вывод подводного флота позволили возобновить (по сути только начать) здесь научные исследования после длительного перерыва.

Нерациональное с экологической точки зрения использование акватории бухты и прилегающей к ней территории привело к серьезным последствиям, природный ущерб, от которых до сих пор не оценен.

Выполненный нами обзор имеющихся литературных источников позволяет утверждать следующее. До начала нынешнего столетия Балаклавская бухта, практически, никогда не исследовалась в рамках более или менее емких комплексных научных проектов. Ее акватория слабо освещена океанологической информацией. До настоящего времени не существует обобщающих исследований по океанологии и экологии бухты.

В предлагаемой работе представлен результат обобщения серии статей [2-14], подготовленных, в основном, сотрудниками отдела

Марикультуры и прикладной океанологии Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (в том числе и авторами настоящей статьи) в течение последнего десятилетия, которые касаются современного состояния океанологических полей и загрязнения вод рассматриваемой акватории.

Исходные данные и методы исследования. Мониторинговые гидрофизические, гидрооптические, гидрохимические и гидробиологические исследования велись с 2000 по 2010 гг. на полигоне, включающем акваторию Балаклавской бухты и небольшой примыкающий к ней участок залива Мегало-Яло (рис. 1). Наблюдения выполнялись на 19 станциях, равномерно покрывающих интересующий участок побережья.

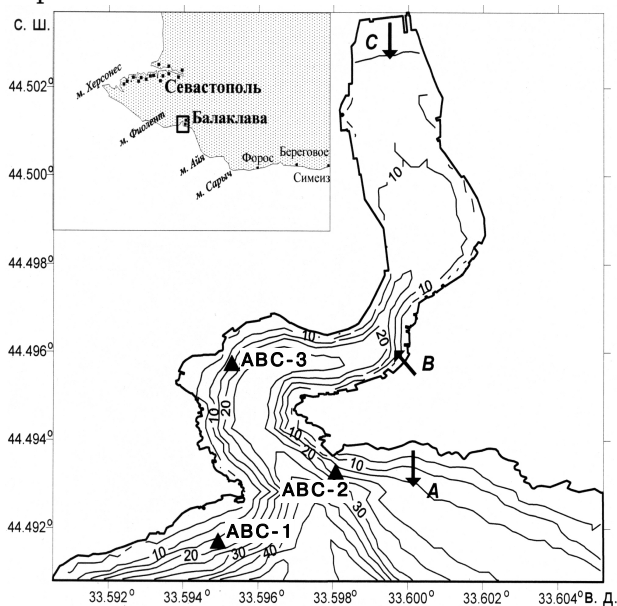


Рис. 1. Рельеф дна Балаклавской бухты

(стрелками указаны места выпуска загрязняющих веществ:

А — выпуск сточных вод г. Балаклава; В — ливневый сток;

С — выпуск сточных вод завода «Металлист»)

Съемки Балаклавской бухты проводились, практически, ежемесячно с борта 4-местного яла. Координаты станций определялись при помощи спутниковой навигационной системы GPS-12, GARMIN. Подобные исследования продолжаются и в настоящее время.

Данные контактных мониторинговых исследований послужили основой для подготовки большинства анализируемых статей [2; 4; 6-8; 10-14]. В качестве исходных данных также были использованы массивы спутниковых снимков в инфракрасном диапазоне, заимствованные в ЮгНИРО и МГИ НАНУ [9; 13]. Результаты, касающиеся динамики вод и переноса загрязняющих веществ получены на основе численного моделирования [3; 11].

Обсуждение результатов. Балаклавская бухта со смежным с нею заливом Мегало-Яло (залив Большой берег), расположенные на юго-западе Крымского полуострова, характеризуются сухим, умеренно-теплым субсредиземноморским климатом. Локальная орография обуславливает здесь особые погодные условия — повышенную амплитуду суточного и сезонного хода температуры и влажности воздуха.

Значительная средняя многолетняя скорость ветра в районе Балаклавской бухты 6,0 м/с уступает лишь таким ветроактивным регионам Черного моря, как устье Дуная и о. Змеиный. Максимальные скорость ветра и интенсивность волнения отмечаются в холодное время года, минимальные — в теплое. Преобладают ветры южных (31 %), северных (29 %) и северо-восточных (22 %) направлений. Наибольшая повторяемость сильных ветров типична для южных и северных направлений.

Максимальная повторяемость волнения, в том числе и штормового, отмечена со стороны моря: южного (около 30 %), юго-западного (17,2 %) и юго-восточного (10,7 %) направлений. Значительная повторяемость (29 %) характерна для слабого волнения северного и северо-восточного направлений.

Залив Мегало-Яло и открытая часть Балаклавской бухты подвержены влиянию жестоких штормов. Глубокие средиземноморские циклоны, следующие вдоль северных берегов Черного моря в ноябре с частотой ~1 раз в 20 лет, вызывают ветры южной четверти, скоростью более 30 м/с. Эти ветры генерируют предельно высокие волны и штормовые нагоны, влияние которых распространяется на акваторию всей бухты [15].

Особенности геологического строения и рельефа дна залива Мегало-Яло обеспечивают достаточную устойчивость его берега против абразионных процессов. В геоморфологическом аспекте залив находится между ЮБК, с типичным абразионным берегом, и побережьем у Севастополя, где остались нетронутыми абразией риассовые бухты. Для геоморфологической структуры берегов залива Мегало-Яло свойственны пляжи, клифы, волноприбойные ниши, гроты, кеккуры.

Показано [5], что за счет антропогенного воздействия наибольшие изменения в очертании береговой линии и распределении глубин претерпели северная мелководная и центральная части Балаклавской бухты. Около 80 % береговой линии бухты превращено в набережную с причалами. Дно северной мелководной части углублено до 7-8 м. В результате дноуглубительных работ поперечный профиль дна бухты приобрел корытообразную форму. Пляжа и острова у западного берега мелководной части, которые представлены на плане 1854 г., не существует как минимум с 1944 г.

На основе анализа эмпирических данных и результатов численного моделирования выявлены следующие особенности системы течений в Балаклавской бухте [3; 8; 11].

Циркуляция вод в бухте представлена ветровыми и компенсационными течениями. Ветровые течения по своим кинематическим свойствам близки к классическим дрейфовым и сосредоточены в верхнем слое вод. В подповерхностном и придонном слоях течения имеют компенсационную природу. Их горизонтальная скорость, как по данным натурных наблюдений, так и согласно численным экспериментам, изменяется от 2 до 35 см/с.

Для Балаклавской бухты типична развитая вихревая структура поля течений. Как интегральная циркуляция, так и движение вод на отдельных горизонтах характеризуются наличием нескольких вихревых структур различного знака. Реже, при северных и южных ветрах, на поверхности наблюдаются струйные течения соответственно южного и северного направлений, которые интенсифицируются у западного и восточного берегов бухты.

На поверхности циркуляция вод в мористой части Балаклавской бухты представлена квазистационарным антициклональным вихревым образованием, параметры которого изменяются в зависимости от ветровых условий. В кутовой части бухты превалирует циклоническая вихревая структура.

Вихри формируют локальные зоны подъема и опускания вод, которые обеспечивают хороший вертикальный обмен. Здесь вертикальная составляющая скорости токов по теоретическим оценкам может достигать ± 1 см/с.

На основе анализа массива спутниковых снимков в инфракрасном диапазоне выявлены закономерности структуры и получены временные параметры крупномасштабного апвеллинга в районе юго-западного побережья Крыма. Рассмотрено его проявление в водах Балаклавской бухты [9; 14].

Показано, что в исследуемом регионе, наряду с апвеллингом, генерируемым локальными сгонными и вдольбереговыми ветрами, существует его более масштабный вид. Этот вид прибрежного апвеллинга связан с крупномасштабными атмосферными процессами над Черным морем. В Балаклавской бухте он может проявляться в условиях отсутствия выраженных локальных ветровых факторов.

Для рассматриваемой акватории чаще всего крупномасштабный апвеллинг зарождается у берега, вокруг мысов Тарханкут и Сарыч. Средняя ширина вдольбереговой полосы, где прослежено его влияние 63 мили, у юго-западного побережья Крыма и, соответственно, в Балаклавской бухте, апвеллинг наиболее част в июне и в июле, а пики его интенсивности во внутригодовом цикле приходится на июль и август. В межгодовом ходе показателя интенсивности апвеллинга отчетливо выражена 2-летняя цикличность. В последние годы интенсивность апвеллинга заметно ослабла. Максимальная повторяемость (48 %) характерна для короткопериодных апвеллингов с длительностью цикла около суток. Апвеллинги с циклом, превышающим 5 суток, наблюдаются крайне редко. Их суммарная повторяемость не более 3 %.

Апвеллинг в термохалинном поле Балаклавской бухты сопровождается как существенными количественными, так и качественными структурными изменениями. В частности, трансформируется или полностью исчезает верхний квазиоднородный слой. Смещается по вертикали и расслаивается слой скачка, обостряется вертикальный градиент в отдельных его прослойках. В подповерхностных и придонных водах формируются локальные фронтальные образования с поперечным масштабом в несколько сотен метров. На участках активного взаимодействия апвеллинговых и местных вод обостряется горизонтальный градиент температуры и солёности.

На основе массивов стандартных океанографических наблюдений и спутниковых данных выявлены закономерности структуры и сезонной изменчивости температуры и солёности вод в Балаклавской бухте и смежного с ней залива Мегало-Яло [12; 13].

В поле температуры исследованной акватории отчетливо выделяются два основных сезона — теплый (май-сентябрь) и холодный (ноябрь-март), качественно различающиеся вертикальной стратификацией данной характеристики водной среды. Для теплого сезона типична вертикальная структура с верхним квазиоднородным слоем, слоем скачка и придонным слоем плавного падения темпе-

ратуры с глубиной. В холодный сезон вертикальная стратификация в поле температуры отсутствует. В результате зимней термической конвекции формируется однородная по вертикали толща вод. Короткие, характерные для исследуемой акватории, как и для смежных с нею участков черноморского побережья, переходные сезоны года, весенний (апрель) и осенний (октябрь) отличаются максимальной временной изменчивостью температуры воды.

Поле солености, по сравнению с полем температуры, отличается более сложной фоновой структурой. В бухте расположены три локальные области распреснения: кутовая часть, куда поступают воды речки Балаклавка и склоновый сток; участок вблизи Георгиевского источника субмаринной разгрузки; участок, подверженный антропогенному распреснению от городского коллектора сточных вод. Соленость в этих местах на 0,2-0,5 ‰ ниже по сравнению с окружающим фоном.

Внутригодовые вариации солености в Балаклавской бухте определяют следующие факторы. Весенний паводок р. Балаклавка и материковый сток, обусловленный интенсивными осадками и таянием снега в области ее водосбора, влияние которых наиболее ощутимо в кутовой части бухты; азовоморские воды, проникающие в системе ОЧТ в мористую часть бухты и понижающие здесь соленость в весенние и летние месяцы года; осенне-зимняя термическая конвекция, выравнивающая вертикальную стратификацию, и способствующая повышению солености толщи вод на 0,1-0,2 ‰ в зимние месяцы года по сравнению с летними. В течение всего года вертикальная стратификация солености, как правило, слабо выражена. В теплое полугодие в поле солености формируется слой скачка.

Подтвержден отмечаемый в океанографической литературе долгопериодный процесс понижения солености вод у берегов Крыма.

На основе данных мониторинговых исследований 2000-2010 гг. выявлена общая закономерность пространственной структуры и сезонного цикла полей концентрации основных гидрохимических элементов в водах Балаклавской бухты: растворенного кислорода, рН, БПК₅ и биогенных веществ, как наиболее показательных характеристик ее экологического состояния [2; 8; 12].

Показано, что с продвижением от мелководной части бухты к взморью концентрация биогенных веществ и БПК₅ падает, тогда как содержание растворенного кислорода и рН растет. Вертикальное распределение концентрации биогенов в водах бухты аномально.

Оно характеризуется их высоким содержанием в верхнем слое и резким падением с глубиной, тогда как в чистых морских водах вертикальное распределение биогенов — возрастающая функция глубины. Это указывает на постоянное присутствие в бухте сточных вод с высоким содержанием биогенных элементов антропогенного происхождения.

Для мелководной части бухты характерны максимальные концентрации биогенных веществ, минимальное содержание кислорода, *pH*. Отмечено превышение предельно-допустимых концентраций по *БПК₅* (3,36 мг/л) и по нитритному азоту (25 мкг/л).

Обнаружена тесная обратная связь между соленостью и кремнием, а также между соленостью и нитратами с коэффициентами корреляции равными -0,76 и -0,60 соответственно, что свидетельствует о постоянном присутствии в бухте пресных вод различного происхождения.

Содержание кислорода подвержено сезонным вариациям вследствие изменения температуры, динамических процессов, процесса фотосинтеза и антропогенного влияния. С января по апрель наблюдается повышение содержания кислорода от 7,01 до 7,47 мл/л. Летний период характеризуется снижением абсолютного содержания кислорода. Минимальные значения (4,40 мл/л и 85,3 % насыщения) на поверхности и (4,63 мл/л и 89,7 %) в придонном слое мелководной части бухты отмечены в августе 2005 г., как следствие усиления процесса окисления органических веществ в условиях высоких температур. Сезонный цикл содержания кислорода в бухте нарушается в весенние и летние месяцы. В загрязненных прибрежных водах при высоких значениях температуры и концентраций биогенных веществ возникает максимум концентрации фитопланктона, приводящий к пересыщению вод бухты кислородом до 107-120 %. За все время наблюдений в толще вод бухты не было зафиксировано ни одного случая дефицита кислорода.

Согласно фактическим значениям индекса эвтрофикации, уровень трофности в водах мелководной части бухты можно классифицировать как высокий (здесь *E-TRIX* > 5,0) и как низкий в глубоководной ее области, где *E-TRIX* < 4,0 [12].

На основе анализа данных оптических наблюдений в рамках четырех комплексных океанографических экспериментов, проведенных в 2004-2008 гг. в район Балаклавской Бухты [4], получены численные оценки по загрязнению рассматриваемой акватории раст-

воренным органическим веществом искусственного происхождения и растворенными нефтепродуктами. Выявлены закономерности пространственной структуры поля мутности, определены концентрации и источники суммарной взвеси и загрязняющих веществ.

Обнаружены две наиболее загрязненные области акватории Балаклавской бухты, — ее кутовая часть и участок, локализованный у оголовка выпуска сточных вод г. Балаклава (рис. 1). Здесь зафиксирована значительная мутность и высокая, в десятки раз превосходящая природную норму, концентрация суммарной взвеси и растворенной органики, а также явные признаки нефтяного загрязнения. Локальные максимумы содержания растворенных нефтепродуктов, обнаружены в местах стоянки судов и у причальных линий.

Показано, что хозяйственно-бытовые стоки г. Балаклава не попадают под основной черноморский пикноклин. Они концентрируются в верхнем слое над скачком плотности и распространяются по всей акватории бухты. Существующая система выпуска хозяйственно-бытовых вод г. Балаклава малоэффективна.

На основе анализа эмпирических данных и результатов численного моделирования выявлены следующие закономерности распространения загрязняющих веществ в Балаклавской бухте [3; 4].

Распространение загрязняющих веществ от прибрежных источников определяется вихревой структурой локальной системы течений и развитой вертикальной циркуляцией вод. Эти свойства обуславливают быстрое распространение загрязнителей и неравномерное поле их концентрации. В маловетренную погоду после одновременного импульсного выпуска трех основных источников (выпуск сточных вод г. Балаклава; ливневый сток; выпуск сточных вод завода «Металлист») (рис. 1) загрязняющая примесь в течение суток распространяется на преобладающую часть акватории бухты и смежные участки открытого моря, охватывая всю водную толщу. Процессы распространения загрязняющей примеси интенсифицируются при умеренных и сильных меридиональных ветрах, когда в течение полусуток загрязнению от рассмотренных источников подвергается вся внутренняя область акватории Балаклавской бухты.

Экологическая обстановка в бухте может быть улучшена путем введения в строй современных очистительных сооружений, изменения места выпуска сточных вод г. Балаклавы, развертывания на ее акватории серии мидийных марикультурных ферм.

На основе анализа массива океанологических данных раскрыты закономерности проявления апвеллинга в полях основных гид-

рохимических элементов на акватории Балаклавской бухты и смежного участка моря [9]. Оценена значимость данного явления, как природного фактора, повышающего качество вод рассматриваемой акватории.

Апвеллинг, вызывающий адвекцию подповерхностных черноморских вод в Балаклавскую бухту, — один из значимых факторов, способствующих существенному улучшению экологической ситуации. Проникающие в бухту в системе апвеллинговой циркуляции морские воды отличаются низкой температурой, повышенной соленостью и пониженной концентрацией растворенного кислорода. По содержанию биогенных элементов (NO_3 , NH_4 , PO_4 , SiO_2) и значениям pH , поступающая в бухту морская вода чище, чем поверхностная вода собственно бухты.

Показано, что апвеллинг как в условиях экстремального загрязнения акватории бухты, так и при фоновых условиях способствует достаточно быстрому разбавлению и повышению качества ее загрязненных вод. Время выравнивания концентрации биогенов во взаимодействующих в ходе апвеллинга водах за счет механизма турбулентной диффузии и процессов утилизации при экстремальном загрязнении — от 0,2 до 11 суток и от 0,2 до 2 суток при фоновой ситуации. Если учесть, что цикл апвеллинга в исследуемом районе изменяется в пределах 1-10 суток, то полученные количественные оценки свидетельствуют о значимости этого явления, как природного фактора очистки прибрежных вод в районе Балаклавы [9; 14].

Типичное для бухты явление апвеллинга и повышенная степень загрязнения ее вод определяют собственный видовой состав гидробионтов, а также особо текущие гидробиологические процессы.

В теплый период года при высоких значениях температуры и избытка биогенов искусственного происхождения в бухте чаще, чем обычно возникает цветение мелкоклеточных синезеленых водорослей (цианобактерий).

В водах Балаклавской бухты обнаружены цианобактерии рода *Spirulina* [7]. Источником их поступления в морскую среду служат канализационные и пресные поверхностные воды, где эти цианобактерии обитают.

Отслежен ряд эмпирических факторов, отражающих влияние прибрежного апвеллинга на развитие фитопланктона в Балаклавской бухте. Сгонно-нагонные явления оказывают существенное влияние на распределение и развитие фитопланктона в бухте. Причем

длительность температурной аномалии, вызванной апвеллингом, сказывается на его видовом составе. Так, в период серии апвеллингов, длившейся более недели, отмечены вспышки численности холодолюбивых видов диатомовых (*Skeletonema costatum* (Grev.)) и примнезиевых (*Emiliania huxley* (Loh.)) водорослей. Во время отдельных апвеллингов в верхнем слое вод было зафиксировано появление массы крупноклеточных динофлагеллат (*Ceratium furca* (Ehr.), *Ceratium tripos* (O.F. Mull.), *Dinophysus coudata* (Ehr.)), которые обычно обитают в слое термоклина.

Впервые в Балаклавской бухте проведены комплексные исследования изменчивости параметров эндосимбиосистемы мидии в условиях неоднородности среды естественной и антропогенной природы. Выявлены зоны высокой экологической нагрузки. Показано, что условия в кутовой части бухты наименее благоприятны для поселения мидий. Отслежен отклик эндосимбиосистемы мидии на изменчивость факторов среды. Максимальная зараженность мидий метациркардиями трематоды *Parvatrema duboisi* отмечена на участках близи выпуска сточных вод г. Балаклава.

Установлено, что мидия реагирует на увеличение загрязнения и волновой активности снижением темпов роста, изменением соотношения морфологических признаков раковины и изменением половой и возрастной структуры поселений.

Показано, что эндосимбионты по-разному откликаются на изменение экологических условий, что обусловлено индивидуальными особенностями их жизненного цикла и способов их реализации [10].

Рекомендованы конкретные участки акватории, наиболее благоприятные для постановки и успешного функционирования мидийных ферм.

Заключение. Результаты десятилетнего комплексного океанологического мониторинга акватории Балаклавской бухты позволили выявить закономерности динамики вод, структуры гидрофизических полей, аномальные свойства ряда полей гидрохимических элементов, особый состав планктонных и бентосных сообществ, аномально текущие гидробиологические процессы.

Показано, что сложившаяся современная экологическая ситуация — следствие длительной антропогенной нагрузки, наиболее выраженной в кутовой мелководной части бухты. Эта область, аккумулирующая всевозможные пресные стоки, в том числе и хозяйственно-бытовые сточные воды, отличается высоким уровнем

трофности. Другой максимально загрязненный участок рассматриваемой акватории локализован в мористой части бухты, у оголовка выпуска сточных вод г. Балаклава.

Существующая система выпуска хозяйственно-бытовых вод г. Балаклава представляется малоэффективной. Стоки г. Балаклава не попадают под основной черноморский пикноклин. Они концентрируются в верхнем слое над скачком плотности и распространяются по всей акватории бухты.

Оздоровление экологической обстановки в Балаклавской бухте требует разработки комплексных мер по модернизации очистительной системы. Обязательно в ближайшее время необходимо осуществить перенос оголовка выпуска хозяйственно-бытовых вод г. Балаклава. Выбор оптимального места выпуска предполагает предварительное проведение комплекса изыскательских, как эмпирических, так и теоретических исследований. Целесообразна, на наш взгляд, организация искусственных поселений мидии, как мощного природного фильтрата морской воды.

Резюме

На основі аналізу контактних емпіричних даних, отриманих в ході комплексного океанологічного моніторингу, що проводився співробітниками Інституту біології південних морів НАН України (2000-2010 рр.), матеріалів супутникових спостережень а також результатів чисельного моделювання, досліджено сучасний стан найважливіших складових екологічного комплексу акваторії Балаклавської бухти і суміжної з нею затоки Мегало-Яло (затока Великий берег). Виявлено закономірності структури і часової мінливості в полях морфометричних, гідрофізичних, гідроптичних, гідрохімічних, гідробіологічних елементів; оцінено міру забруднення вод цієї унікальної ділянки Чорноморського узбережжя.

Литература

1. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. — М.: Географгиз, 1958. — 376 с.
2. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Сеничева М. И., Субботин А. А. Оценка антропогенного воздействия и стоннонагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа:

- Сб. науч. трудов. — Вып. 8. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — С. 105-114.
3. Кубряков А. И., Попов М. А. Моделирование циркуляции и распространение загрязняющей примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. — 2005. — № 3. — С. 49-61.
 4. Попов М. А., Чепыженко А. И., Еремин И. Ю. Определение концентраций и пространственного распределения загрязняющих веществ Балаклавской бухты гидрооптическими методами в осенний период // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 12. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. — С. 202-207.
 5. Попов М. А. Геоморфологический очерк залива Мегало-Яло и Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 14. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. — С. 209-214.
 6. Попов М. А., Мыкало Ю. Н. Характеристики термохалинного поля вод Балаклавской бухты во время ветрового апвеллинга 22 июня 2007 г. // Системы контроля окружающей среды: Средства, модели и мониторинг: Сб. науч. трудов. — Севастополь: МГИ НАНУ, 2007. — С. 217-219.
 7. Попов М. А. Обнаружение цианобактерий рода *Spirulina* в водах Балаклавской бухты // Экология моря. — 2007. — Вып. 73. — С. 27.
 8. Попов М. А., Ковригина Н. П., Лисицкая Е. В. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и мировом океане (юбилейный вып.): Сб. науч. трудов. — Т. 46. — Керчь: ЮгНИРО, 2008. — С. 118-124.
 9. Боровская Р. В., Ломакин П. Д., Попов М. А. Апвеллинг в Балаклавской бухте и прилегающих акваториях Черного моря на базе контактных и спутниковых исследований // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 20. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. — С. 171-179.

10. Попов М. А., Ковригина Н. П., Мачкевский В. К., Лозовский В. Л., Козинцев А. Ф. Влияние антропогенного фактора на гидрохимические условия, мидию *Mytilus galloprovincialis* Lam. и ее эндосимбионты в Балаклавской бухте // Наукові записи Тернопільського нац. педагог. ун-ту. Серія біологічна. — Спец. вип. (Гідроекологія). — 2010. — № 3(44). — С. 205-208.
11. Ломакин П. Д., Попов М. А. Циркуляция вод в Балаклавской бухте на основе экспериментальных и теоретических исследований // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2010. — № 1(11). — С. 120-127.
12. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Куфтаркова Е. А., Губанов В. Г. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты (Черное море) в период 2001-2007 гг. // Морской экологический журнал. — 2010. — № 4. — С. 62-75.
13. Ломакин П. Д., Попов М. А. Структура и сезонная изменчивость термохалинного поля в Балаклавской бухте и прилегающей акватории Черного моря по данным контактных и спутниковых наблюдений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 23. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — С. 171-179.
14. Ломакин П. Д., Попов М. А., Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П. Проявление апвеллинга в полях гидрофизических и гидрохимических элементов на акватории Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 23. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — С. 180-192.
15. Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н., Липченко М. М. Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб. науч. трудов. — Вып. 8. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — С. 13-28.

**ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ФИТО- И МЕРОПЛАНКТОНА
В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

Введение. Начатые в 90-е годы XX века и продолжающиеся с 2000 г. по настоящее время исследования показали, что на распределение гидролого-гидрохимических характеристик вод Балаклавской бухты существенное влияние оказывают сгонно-нагонные процессы, антропогенное воздействие, а также речной и береговой стоки [1-4].

Сравнение результатов гидрохимических исследований 1991-1993 и 2000-2010 гг. показало, что за счет вывода военного флота и уменьшения объемов судоремонтных работ экологическая ситуация в бухте улучшилась. Однако современный уровень концентрации гидрохимических показателей в бухте намного превышает средние значения, характерные для открытых областей Черного моря [3]. В последние годы наблюдается стабилизация гидрохимического режима на уровне 2000-2001 гг.

Существенно загрязнены кутовая часть бухты и юго-восточный участок ее побережья, где находится коллектор сброса хозяйственно-бытовых вод г. Балаклавы [5].

Фито- и меропланктон — наиболее динамичная составляющая биоты, активно реагирующая на динамику вод, а также на изменчивость гидрохимического состава морской среды.

Представленные в настоящей статье сведения касаются современного состояния гидробиологических объектов и процессов в Балаклавской бухте. Проанализированы закономерности структуры, изменчивости и трансформации под влиянием антропогенных факторов популяций ряда обитающих в бухте гидробионтов. Оценено влияние морфометрических особенностей, локальной системы течений, апвеллинга, гидрохимических факторов и загрязнения вод на рассматриваемые гидробиологические объекты.

Исходные данные и методы исследования. В качестве исходных использованы гидробиологические и океанологические данные комплексных мониторинговых океанологических исследований за время с 2000 по 2010 гг., которые проводятся сотрудниками Института биологии южных морей НАН Украины на полигоне, вклю-

чающем акваторию Балаклавской бухты и небольшой примыкающий к ней участок залива Мегало-Яло (рис. 1). Наблюдения выполнялись на 19 станциях, равномерно покрывающих интересующий участок черноморского побережья.

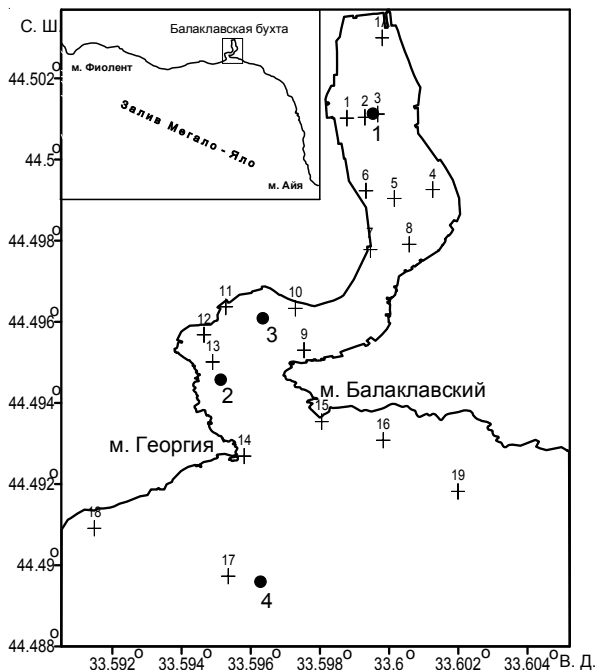


Рис. 1. Карта-схема района исследований:

- — батометрические и гидробиологические станции;
- + — СТД-зондирования и гидрооптические станции

Съемки акватории Балаклавской бухты проводились, практически, ежемесячно с борта 4-местного яла при участии авторов. Координаты станций определялись при помощи спутниковой навигационной системы GPS-12, GARMIN. Подобные исследования продолжаются и в настоящее время.

Пробы на гидробиологический анализ отбирались ежемесячно на 4 станциях (ст. № 1-4) (рис. 1). В особо интересных случаях их отбор производился по всей акватории бухты. Обработка проб выполнена при помощи микроскопа МБР-3. Предварительно в «живой капле» (объем 0,01 мл) не фильтрованной воды учитывались мелкие цианобактерии и флагеллаты, разрушающиеся при фильтрации.

Затем морскую воду объемом 1,0-1,5 л сгущали методом обратной фильтрации [6] до объема 50-70 мл, пропуская через трековые мембраны с диаметром пор 1 мкм. Полученную пробу фиксировали 5 % раствором люголя, отстаивали в течение двух недель, а затем сгущали до объема 10-12 мл.

Подсчет фитопланктона размером до 20 мкм велся в капле (объем 0,01 мл), более крупные формы размером более 20 мкм, а также редкие виды подсчитывались в камере (объем 1 мл). Расчет основных параметров фитопланктона производился с помощью программы «Глория», разработанной и использующейся в ИнБИОМ НАН Украины [7].

Пробы меропланктона отбирались сетью Джеди (диаметр входного отверстия 36 см, размер ячеек мельничного газа 135 мкм). В мелководной кутовой части бухты (ст. № 1) пробы отбирали в слое 7-0 м, на остальных станциях — в слое 10-0 м. На станциях № 1 и № 2 облавливался весь столб воды от дна до поверхности.

Материал фиксировался 4 % раствором формалина. Подсчет личинок велся под микроскопом МВС-9 в камере Богорова.

За время исследований отобрано и проанализировано 438 гидролого-гидрохимических проб, 268 проб фитопланктона, 468 проб меропланктона.

Обсуждение результатов

Фитопланктон

В ходе мониторинга акватории Балаклавской бухты в фитопланктоне было обнаружено 110 видов микроводорослей. По количеству видов доминировали диатомовые (59 видов) и динофитовые (39 видов). Доля золотистых, криптофитовых водорослей и цианобактерий была незначительной (рис. 2).

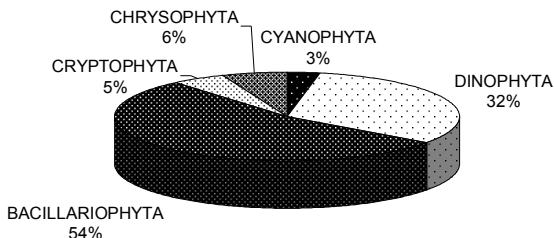


Рис. 2. Таксономический состав фитопланктона в Балаклавской бухте

Численность фитопланктона изменялась в пределах от 580 тыс. до 84 млрд. кл./м³, биомасса — от 4,6 до 2,8 г/м³. В целом чис-

ленность и биомасса фитопланктона были выше в бухте и уменьшались по мере продвижения к взморью. При интенсивном развитии какого-либо одного вида (например *Skeletonema costatum*) остальные виды угнетались.

Ярко выраженный, типичный для Балаклавской бухты, сезонный ход гидрофизических параметров среды и, особенно, температуры и солености [8], обуславливает здесь существенные внутrigодовые вариации показателей состояния фитопланктонного комплекса.

В зимний период превалировали диатомовая *Skeletonema costatum* и примезивая *Emiliania huxleyi* водоросли. В весенний и осенний сезоны наблюдался активный рост диатомовых водорослей *Proboscia alata* и *Pseudosolenia calcar-avis*. Летом отмечено увеличение количества видов динофитовых водорослей. Круглогодично присутствовали динофитовая *Prorocentrum micans*, диатомовые-обрастатели *Licmophora gracilis* и *L. ehrenbergii*, хотя эти виды, как правило, не достигали высокой численности. В целом теплое полугодие отличалось большим разнообразием видового состава фитопланктона, его повышенной активностью и высокой изменчивостью гидробиологических процессов.

Морфометрические особенности Балаклавской бухты и, в частности, ее относительная изолированность, способствуют аккумуляции здесь, как сточных загрязненных вод, так и чистых подповерхностных черноморских вод, поступающих в системе апвеллинга. Это приводит к резким изменениям в составе фитопланктона, не типичным для смежных открытых участков побережья.

В теплое полугодие в ситуациях ослабленной динамики, когда отсутствует апвеллинг, избыток биогенов антропогенного происхождения, поступающих в бухту с пресными стоками, вызывает «цветение» воды, что в свою очередь сопровождается пересыщением вод кислородом. Причем резкие вспышки численности фитопланктона в водах бухты протекают более интенсивно и наблюдаются чаще по сравнению с открытыми участками побережья.

Примером этому служит съемка 14 августа 2000 г., которая была проведена при типичных для лета гидрометеорологических условиях. В конце августа при прогреве верхнего десятиметрового слоя воды до 22,6 °C в планктоне появилась теплолюбивая диатомея *Cerataulina pelagica*, создающая основу биомассы в бухте (350-501 мг/м³). На мористых станциях в общей биомассе (252-210 мг/м³) ей принадлежало второе место после *Ps. calcar-avis*.

Содержание кислорода в воде было от 105 % на взморье до 110 % в кутовой части бухты.

Выявлено также, что на видовой состав и распределение фитопланктона в бухте существенное влияние оказывают гидродинамические процессы. Продолжительный апвеллинг, цикл которого, согласно [9], в рассматриваемом регионе достигает 10 суток, или серия нескольких часто чередующихся короткопериодных апвеллингов, обуславливают более или менее длительное присутствие в бухте подповерхностных черноморских вод. При нагонных ветрах в бухту переносятся сточные воды из ее юго-восточной части, где расположен канализационный коллектор г. Балаклава. При обеих ситуациях в планктонном сообществе бухты происходят существенные количественные и качественные изменения.

В ходе мониторинговых исследований нам удалось отследить ряд эмпирических фактов, отражавших отмеченные выше свойства. Так, 4 июля 2000 г. была зафиксирована нагонная ситуация, вызванная южным ветром скоростью до 10 м/с. Гидрохимические данные для этой съемки отсутствовали. Подтверждением нагона послужило визуальное наблюдение за потоком трансформированных сточных вод от коллектора г. Балаклава, который был направлен в бухту и прижат к ее восточному берегу.

Очевидно, загрязнение вод органическим веществом стало причиной вспышки в районе ст. № 2 мелких синезеленых водорослей, составивших 86 % общей численности (1,7 млрд. кл./м³) и 49 % суммарной биомассы (193 мг/м³) фитопланктона. В кутовой части бухты, куда сточные воды не дошли, синезеленые отсутствовали. Общее количество фитопланктона здесь было на порядок ниже, а доминирующие холодолюбивые виды: применизиевая — *E. huxley* и диатомея *S. costatum* отражали сгонную ситуацию, которая предшествовала нагону.

Ситуация, зафиксированная 23 и 24 июля 2000 г., иллюстрирует влияние апвеллинга на видовой состав и распределение фитопланктона. Под воздействием северо-западного (10 м/с) и затем западного (7,5 м/с) сгонных ветров длительностью около 1,5 суток подповерхностные черноморские воды достигли кутовой части бухты. При температуре на поверхности бухты 20,0-21,8 °С на глубине 7 м (ст. № 1) обнаружены воды с температурой 9,4 °С, на 10 м (ст. № 2) — 8,8 °С. То есть в бухту поступили воды с нижней границы слоя черноморского термоклина. В результате

образовалась двухслойная структура с верхним загрязненным слоем 0-10 м, подстилаемым слоем чистой подповерхностной черноморской воды.

Придонный слой характеризовался снижением pH на 0,1-0,39 и увеличением содержания растворенного кислорода на 0,62-1,17 мг/л по сравнению с поверхностью. Концентрация биогенных элементов в придонном слое соответствовала незагрязненной морской воде, тогда как их содержание на поверхности бухты было высоким. Содержание фосфатов здесь достигло 315, нитратов — 138, силикатов — 1290 мкг/л. Постепенное снижение концентрации фосфатов от 315 мкг/л на входе в бухту (ст. № 3) до 35 мкг/л в кутовой ее части (ст. № 1) свидетельствовало о распространении в бухту трансформированных сточных вод от коллектора г. Балаклава. Этот факт подтвердился также высокими значениями BPK_5 на ст. № 3 (3,43 мг/л) и ст. № 1 (3,36 мг/л).

Следствием апвеллинга 23-24 июля 2000 г. стала вспышка развития диатомовых водорослей, наблюдавшаяся в первой половине августа. В бухте их содержание увеличилось до 98 % (180-332 млн. кл./м³), на взморье — до 82 % (33 млн. кл./м³) общей численности. На всех станциях доминировала мелкоклеточная *S. costatum*. Основную часть общей биомассы (230-705 мг/м³) создавала крупноклеточная *Pseudosolenia calcar-avis*, численность которой возрастала на мористых станциях.

Съемка 11 сентября 2000 г. совпала с завершающей стадией апвеллинга. На поверхности бухты под действием северного северо-западного (8 м/с) ветра за два дня до съемки и северного (до 6 м/с) накануне отмечено понижение температуры на 7 °С. Также наблюдалось увеличение солености на всех станциях (макс. на 0,53 ‰ в районе ст. № 3), что свидетельствовало о подъеме черноморских вод с глубин порядка 50 м. При этом концентрация биогенных элементов на поверхности в самой загрязненной кутовой части бухты снизилась до фоновых значений (NO_2 — до 0; NO_3 — до 10; PO_4 — до 2; Si — до 90 мкг/л) и отличалась от концентрации предыдущей съемки соответственно: NO_2 — на 3,5; NO_3 — на 134; PO_4 — на 12; Si — на 120 мкг/л. То есть, распределение гидрохимических элементов 11 сентября 2000 г показало факт наличия в бухте подповерхностных черноморских вод.

В сентябре на всех станциях доминировала *E. huxley*. На поверхности появились крупноклеточные динофитовые водоросли, обитающие обычно у нижней границы черноморского термоклина — *Ceratium furca*, *Ceratium tripos*, *Dinophysus coudata*. Количество их было максимальным в кутовой части бухты и резко уменьшалось на мористых станциях. Общая биомасса от ст. № 1 к ст. № 4 снижалась от 190 до 37 мг/м³. Основную часть ее составляли *C. furca* и *Ps. calcar-avis*.

14 июня 2006 г. апвеллинг был зафиксирован по снижению температуры воды на поверхности в кутовой части бухты до 12,8 °С и, соответственно, до 11,0 и 12,1 °С в глубоководной ее части и на взморье. При этом также наблюдался рост концентрации нитратов от 84 мкг/л в глубоководной части бухты до 165 мкг/л в ее мелководной кутовой области. Выход на поверхность холодных вод сопровождался появлением холодолюбивых водорослей *E. huxleyi*. На взморье их численность равнялась 500 млн. кл./м³, в глубоководной части бухты — 1 млрд. кл./м³, что соответствовало 55 и 91 % общей численности фитопланктона. В мелководной части доминировала диатомовая водоросль *Chaetoceros socialis* — 400 млн. кл./м³, что составило 80 % от общей численности.

Еще один пример прибрежного апвеллинга, зафиксированного нами 22 июня 2007 г., был вызван действием северного ветра скоростью до 8 м/с. Температура воды на поверхности за сутки упала на 8 °С, а соленость увеличилась на 1,2 ‰. Апвеллинг сопровождался повышением концентрации нитратов до 65 мкг/л (ст. № 1), азота аммонийного до 40 мкг/л (ст. № 4) и понижением рН до 8,15 (ст. № 15). В фитопланктоне доминировала холодолюбивая кокколитовая *E. huxleyi*. В глубоководной части на ее долю пришлось 60 %, а в кутовой — до 75 % от общей численности.

Абсолютные максимум и минимум внутрисезонной изменчивости показателей состояния фитопланктона, вызванные экстремальными колебаниями его численности и биомассы, наблюдались в 2005 г. в ходе двух последовательных съемок, выполненных нами в мае и июне.

18 мая 2005 г. минимальная численность и биомасса фитопланктона отмечались на взморье (ст. № 4). Фитопланктон был представлен только тремя видами — *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Licmophora gracilis*. Доминировала динофитовая водоросль *P. micans*.

Как на взморье, так и в бухте по количеству видов динофитовые водоросли преобладали над диатомовыми, что не характерно для этого времени года. Причиной уменьшения развития фитопланктона в этот период было низкое содержание биогенных элементов в воде (табл. 1).

Таблица 1.

Экстремальные значения численности, биомассы фитопланктона и гидрохимические показатели

Дата	№ ст.	Н, м	Численность, кл./м ³	Биомасса, мг/м ³	Т, °С	Концентрация гидрохимических характеристик							
						S, ‰	рН	O ₂ , ‰	NO ₂	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Si
18.05.05	4	0	5,8·10 ⁵	4,6	16,5	17,32	8,31	110,4	0,5	13,0	4,3	7,7	132
23.06.05	1	0	8,4·10 ¹⁰	1,6·10 ³	11,1	17,11	8,09	103,8	3,2	385,2	18,6	34,0	266
23.06.05	2	0	9,2·10 ⁹	2,8·10 ³	10,1	18,05	8,11	105,1	9,8	346,5	73,1	46,3	249
23.06.05	4	0	4·10 ⁸	34	9,4	18,16	8,12	110,4	0,3	10,4	2,1	20,6	163

По результатам последующей съемки, проведенной 23.07.2005 г., максимальная численность фитопланктона (84 млрд. кл./м³) была зафиксирована на ст. № 1 в кутовой части бухты. Преобладали мелкоклеточные (Ø 4 мкм) зеленые водоросли, доля которых достигла 99 % от общей численности фитопланктона. За счет небольших размеров при столь огромной численности их биомасса оказалась высокой (1,6 г/м³), но максимальная биомасса наблюдалась на ст. № 2 этого же дня из-за появления здесь более крупной зеленой водоросли *Dunnaliella salina*. Количество зеленых водорослей уменьшалось от кутовой части бухты к взморью, и на ст. № 4 они не были обнаружены. Здесь преобладала диатомовая водоросль *Chaetoceros curvisetus*.

Анализируемая вспышка численности зеленых водорослей в бухте была обусловлена двумя процессами, протекавшими, практически, одновременно: апвеллингом и ливневыми осадками. Осадки оказались столь интенсивными, что МЧС Украины предупредило о возможном сходе селей в горах Крыма [10].

В кутовой части бухты температура на поверхности равнялась 11,1 °С, соленость — 17,11 ‰. Такая низкая соленость служит подтверждением поступления в куттовую часть бухты ливневых вод.

С продвижением к выходу из бухты и на взморье температура постепенно снижалась, соленость скачкообразно увеличивалась. Концентрация таких биогенных элементов как нитраты и нитриты была на порядок выше в бухте, чем на взморье. Содержание

фосфатов, аммонийного азота и силикатов также было выше в бухте (табл. 1).

В 2004-2006 гг. в водах Балаклавской бухты М. А. Поповым были обнаружены цианобактерии рода *Spirulina* [11]. В пробах, отбиравшихся из факела основного выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод г. Балаклава, встречаемость этих бактерий была практически 100 %. По одному случаю их обнаружения отмечено в пробах из кутовой части бухты (ст. № 1) и на ст. № 2, расположенной у выхода из бухты. Биомасса цианобактерий изменялась в пределах от 0,11 до 1,92 мг/м³ (рис. 3).

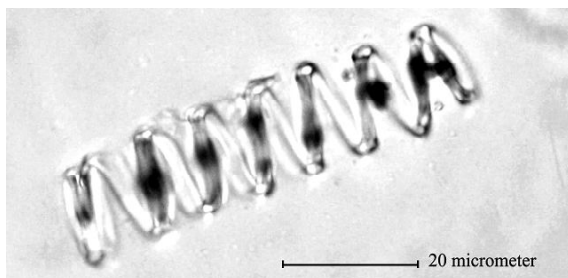


Рис. 3. Цианобактерия *Spirulina sp.*

(проба отобрана 30.08.2004 г. из факела основного выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод г. Балаклава, ст. № 16)

Впервые в водах Балаклавской бухты цианобактерии рода *Spirulina* были обнаружены К. Н. Декенбахом в 1902 г. и определены как *Spirulina tenuissima* [12].

Согласно литературным данным для этого вида характерны трихомы бледно-сине-зеленой окраски, шириной 1-2 мкм, редко правильной формы, большей частью несколько неправильно спирально завернутые. Обороты спирали шириной 2,5-5,0 мкм, тесно прилегающие друг к другу, соприкасающиеся между собой (рис. 4) [13].

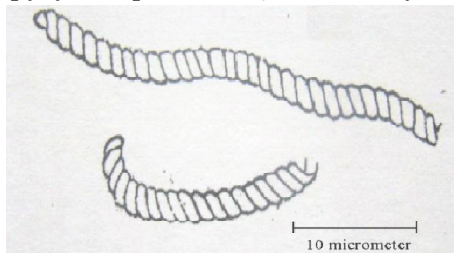


Рис. 4. *Spirulina tenuissima* Khtz [13] с дополнениями

Обнаруженные нами цианобактерии имели трихомы сине-зеленого ненасыщенного цвета, шириной от 3 до 6 мкм. Они образуют правильные, реже неправильные, спирали. Ширина (диаметр) оборотов спирали варьируют от 8 до 24 мкм. Расстояние между витками спирали от 4 до 12 мкм. Поперечные перегородки при наблюдении в световой микроскоп не заметны (рис. 3). Определенные нами цианобактерии по морфологическим признакам отличаются от *S. tenuissima*, но идентифицировать их до вида не удалось.

Известно, что цианобактерии рода *Spirulina* крайне редко встречается в чистых морских водах. Для них более благоприятна среда с пониженной соленостью и высоким содержанием биогенных элементов. Так, согласно [14], цианобактерии *S. tenuissima* и *S. platensis* часто встречаются в активных илах биологических очистных сооружений. К тому же автор настоящей статьи (М. А. Попов) неоднократно наблюдал эту же цианобактерию в водах Севастопольского внешнего рейда в районе аварийного выпуска неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод.

Участок Балаклавской бухты, где эти цианобактерии встречались практически в каждой пробе, локализован в месте выпуска сточных хозяйственно-бытовых вод г. Балаклава (район ст. № 16) (рис. 1). Также они изредка наблюдались в кутовой части бухты.

Поэтому можно утверждать, что в основном цианобактерии *Spirulina sp.* попадают в Балаклавскую бухту со сточными хозяйственно-бытовыми водами г. Балаклава. В кутовую часть бухты они могут переноситься адвективными токами из основного очага или же попасть сюда с местным пресным стоком.

Меропланктон

За анализируемый временной интервал в Балаклавской бухте обнаружены пелагические личинки 63 видов 42 семейств донных беспозвоночных. Видовой состав меропланктона изменялся во времени и зависел от температуры воды.

Минимальное число видов (6) отмечено зимой и в начале весны при температуре воды 7,0-8,0 °С. Максимальное (36) — в температурном диапазоне от 15 до 23 °С [4].

По численности в весенний и осенний сезоны доминировали пелагические личинки толерантных видов: двустворчатые моллюски (*Mytilus galloprovincialis*) и *Mytilaster lineatus*, а также усоногие раки *Amphibalanus improvises* [15-17].

Личинки многощетинковых червей встречались в планктоне постоянно, их видовой состав и численность увеличивались с мая

по октябрь. Отмеченное в последние годы уменьшение их количества, вероятно, вызвано разрушением мест обитания червей при проведении гидротехнических работ. Личинки брюхоногих моллюсков преобладали только в летний период и достигали максимальной численности при нересте *Bittium reticulatum*.

Таблица 2.

Максимальная численность меропланктона (экз./м³)
в Балаклавской бухте

Год	Таксон, вид (экз./м ³)					
	Polychaeta общая численность	Cirripedia <i>Amphibalanus s improvisus</i>	Decapoda общая численность	Bivalvia		Gastropoda общая численность
				<i>Mytilaster lineatus</i>	<i>Mytilus galloprovinci alis</i>	
2000	254	312	39	2000	218	78
2001	436	571	66	590	1200	266
2002	1470	500	25	700	800	746
2003	650	430	18	1160	900	138
2004	242	138	12	750	522	29
2005	155	181	6	3320	250	300
2006	252	350	10	1300	1100	210
2007	52	1150	3	1000	122	55

Динамика численности пелагических личинок донных беспозвоночных зависит от многих факторов, в том числе и от гидродинамических. В результате комплексных исследований нами получены данные по влиянию сгонно-нагонных явлений на распределение меропланктона и изменение численности личинок донных беспозвоночных в Балаклавской бухте.

Так, например, лето 2003 г. характеризовалось продолжительными сгонами. До середины июля температура воды в бухте изменялась от 12 до 15 °С. Численность меропланктона, в этот период, была ниже, чем в прошлые годы (рис. 5) за счет уменьшения количества личинок *Gastropoda* и *Bivalvia*, а также отсутствия явно выраженного пика нереста *M. lineatus*.

Интересны сведения, полученные нами в июле 2004 г. В начале месяца наблюдались кратковременные апвеллинги, которые сопровождалась периодическими понижениями температуры воды до 13 до 15 °С. При этом, численность меропланктона в бухте существенно снижалась. В кутовой части до 43 экз./м³, и в открытой области до 36 экз./м³. Тогда как, в июле 2003 г. она достигала 816 и 186 экз./м³ соответственно.

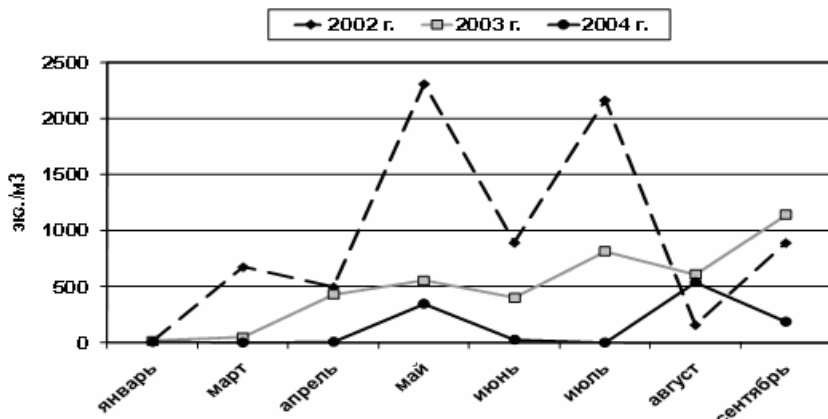


Рис. 5. Максимальная численность меропланктона в кутовой части Балаклавской бухты

В планктоне отсутствовали личинки характерных для июля видов — *M. lineatus*, *B. reticulatum*, *R. parva*. Интенсивный апвеллинг был отмечен 17 июля 2004 г. Тогда температура воды на преобладающей части исследуемой акватории понизилась до 8 °С. В пробах зоопланктона, отобранных в этот день в кутовой части бухты, личинок донных беспозвоночных не было вовсе. На ст. № 2 и ст. № 3, расположенных ближе к выходу из бухты, единично были отмечены пустые створки личинок двустворчатых моллюсков. Аналогичная картина наблюдалась также и летом 2005 г.

В результате комплексных исследований нами было зафиксировано отрицательное влияние на фауну Балаклавской бухты хозяйственной деятельности. Так, в весенне-летний период 2003 г. в районе городского пляжа проводилась замена бетонных плит, что привело к разрушению мест обитания многощетинковых червей семейства *Nereidae*, и отразилось на количестве их пелагических личинок. Если в 2001-2002 гг. численность нектохет *Neanthes succinea* и *Hediste diversicolor* колебалась от 48 до 70 экз./м³, то в 2003 г. она не превышала 9 экз./м³. В 2004 г. концентрация личинок в планктоне начала увеличиваться и достигла 30 экз./м³, что, вероятно, связано с восстановлением популяций nereид.

В 2004 г. в кутовой части Балаклавской бухты проводились гидростроительные работы по благоустройству набережной, в ходе которых были разрушены места обитания многочисленных видов беспозвоночных. Это сопровождалось взмучиванием и изменением

состава морской воды. В свою очередь это также привело к нарушению структуры донных сообществ и сообщества обрастания и, следовательно, отразилось на видовом составе и численности пелагических личинок беспозвоночных.

Анализ параметров межгодовой динамики меропланктона, показал, что в 2004 г. его численность в кутовой части снизилась до 500 экз./м³, тогда как в предыдущие годы она достигала 2 тыс. экз./м³. Особенно это коснулось личинок десятиногих раков. В планктоне они встречались единично, их общая численность не превышала 9 экз./м³ по сравнению с 66 экз./м³ в предыдущие годы. Существенно уменьшилось и количество науплиусов усоногого рака *A. Improvises*, с 570 до 138 экз./м³.

В 2005-2007 гг. в Балаклавской бухте численность меропланктона возросла до 2,5 тыс. экз./м³. Это, в основном, произошло за счет личинок доминирующих видов обрастателей *M. lineatus* и *A. improvises* (табл. 2). В то же время количество видов уменьшилось до 45.

Перестали встречаться личинки некоторых видов брюхоногих моллюсков и многощетинковых червей. Причиной этому, вероятно, стало усиление антропогенной нагрузки, наблюдаемое в последние годы, и связанное с развитием в Балаклаве курортной зоны.

Заключение. В ходе мониторинговых исследований акватории Балаклавской бухты в фитопланктоне было обнаружено 110 видов микроводорослей. По количеству видов доминировали диатомовые (54 %) и динофитовые (32 %). Доля золотистых, криптофитовых водорослей и цианобактерий оказалась незначительной. Численность и биомасса фитопланктона в бухте выше по сравнению с открытыми прилегающими к ней участками взморья. При интенсивном развитии какого-либо одного вида остальные виды угнетались.

Ярко выраженный, типичный для Балаклавской бухты, сезонный ход гидрофизических параметров среды и, особенно, температуры и солености, обуславливает здесь существенные внутригодовые вариации показателей состояния фитопланктонного комплекса. В зимний период превалировали диатомовая *Skeletonema costatum* и примнезивая *Emiliania huxleyi* водоросли. В весенний и осенний сезоны наблюдался активный рост диатомовых водорослей *Proboscia alata* и *Pseudosolenia calcar-avis*. Летом отмечено увеличение количества видов динофитовых водорослей.

В теплый период года при высоких значениях температуры и избытке биогенов искусственного происхождения в бухте чаще, чем обычно возникает цветение мелкоклеточных синезеленых водорослей.

Отслежен ряд эмпирических факторов, отражающих влияние прибрежного апвеллинга на развитие фитопланктона в Балаклавской бухте. Стонно-нагонные явления оказывают существенное влияние на распределение и развитие фитопланктона в бухте. Причем длительность температурной аномалии, вызванной апвеллингом, сказывается на его видовом составе. Так, во время серии апвеллингов, длившейся более недели, отмечены вспышки численности холодолюбивых видов диатомовых (*Skeletonema costatum*) и примнезиевых (*Emiliana huxley*) водорослей. Отдельные апвеллинги сопровождаются появлением в верхнем слое вод бухты в массовом количестве крупноклеточных динофлагеллатов (*Ceratium furca*, *Ceratium tripos*, *Dinophysus coudata*), которые обычно обитают в слое черноморского термоклина.

Впервые в водах Балаклавской бухты обнаружены цианобактерии рода *Spirulina*. Выявлено, что источником их поступления в морскую среду служат канализационные и пресные поверхностные воды, где эти цианобактерии обитают.

За анализируемый временной интервал в Балаклавской бухте обнаружены пелагические личинки 63 видов 42 семейств донных беспозвоночных. Видовой состав меропланктона изменялся во времени и зависел, в основном, от температуры воды. Минимальное число видов отмечено зимой и в начале весны при температуре воды 7,0-8,0 °C; максимальное — в теплый период года в температурном диапазоне 15-23 °C. Постоянно в планктоне встречались личинки многощетинковых червей, их видовой состав и численность увеличивались с мая по октябрь. Личинки брюхоногих моллюсков преобладали только в летний период, их видовой состав и численность достигали максимальных значений при нересте *Bittium reticulatum*.

При кратковременных сгонах пелагические личинки донных беспозвоночных выносились из бухты в открытое море, что приводило к резкому снижению численности меропланктона в Балаклавской бухте. При продолжительных сгонах, приводивших к длительному воздействию низких температур, вероятно, происходила задержка нереста донных беспозвоночных, что отражалось на численности и структуре меропланктона, как в кустовой, так и в открытой части бухты.

К наиболее мощным антропогенным факторам, оказывающим существенное отрицательное влияние на численность и видовой состав меропланктона можно отнести гидростроительные и дноуглубительные работы.

Резюме

На базі даних комплексного океанологічного моніторингу проаналізовані видовий склад і сезонна динаміка параметрів стану фітота меропланктону у Балаклавській бухті залежно від природних і антропогенних чинників. Оцінено вплив морфометричних особливостей, локальної системи течій, апвелінгу, гідрохімічних чинників і забруднення вод на дані гідробіологічні об'єкти.

Литература

1. Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю. Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиологический журнал. — Т. 35. — 1999. — № 3. — С. 88-99.
2. Ациховская Ж. М., Субботин А. А. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Черного моря // Экология моря. — 2000. — № 50. — С. 5- 8.
3. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Сеничева М. И., Субботин А. А. Оценка антропогенного воздействия и сгоннонагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Вып. 8. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — С. 105-114.
4. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Куфтаркова Е. А., Губанов В. И. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты (Черное море) в период 2000-2007 гг. // Морской экологический журнал. — 2010. — № 4. — С. 62-75.
5. Попов М. А., Чепыженко А. И., Еремин И. Ю. Оценка источников загрязнения вод Балаклавской бухты гидрооптическими методами в осенний период // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Вып. 12. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. — С. 202-207.
6. Суханова И. М. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона: Сб. науч. трудов. — М.: Наука, 1983. — С. 97-105.

7. Лях А. М., Брянцева Ю. В. Компьютерная программа для расчета основных параметров фитопланктона // Экология моря. — Вып. 58. — 2001. — С. 87-90.
8. Ломакин П. Д., Попов М. А. Структура и сезонная изменчивость термохалинного поля в Балаклавской бухте и прилегающей акватории Черного моря по данным контактных и спутниковых наблюдений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 23. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — С. 171-179.
9. Боровская Р. В., Ломакин П. Д., Попов М. А. Апвеллинг в Балаклавской бухте и прилегающих акваториях Черного моря на базе контактных и спутниковых исследований // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. — Вып. 20. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. — С. 171-179.
10. Информационный портал Гостям Севастополя // Архив новостей. — Июнь, 2005 // <http://gostyam.sebastopol.ua/newsarhiv26.shtml>
11. Попов М. А. Обнаружение цианобактерий рода *Spirulina* в водах Балаклавской бухты // Экология моря. — Вып. 73. — 2007. — С. 27.
12. Декенбах К. Н. К флоре Балаклавской бухты // Труды Императорского Санкт-Петербургского Общества Естествоиспытателей. — Т. 33. — Вып. 1. — № 8. — СПб.: Типография М. Меркушева, 1902. — Предварительное сообщение. *Scripta botan.* — Vol. IV(1). — P. 12-16.
13. Косницкая Е. К. Определитель морских синезеленых водорослей. — М., Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1948. — 278 с.
14. Габидуллина Г. Ф., Шкундина Ф. Б., Ядыкина М. Г. Цианобактериально-водорослевые биоценозы биологических очистных сооружений г. Уфы // Вестник ОГУ. — 2009. — № 12(106). — С. 29-31 // http://vestnik.osu.ru/2009_12/5.pdf
15. Лисицкая Е. В. Видовой состав и сезонная динамика численности меропланктона Балаклавской бухты // Экология моря. — Вып. 71. — 2006. — С. 100-104.
16. Шалаева Е. А., Лисицкая Е. В. Распределение и сезонная динамика личинок усоногих раков (*Cirripedia*, *Thoracica*) в Балаклавской бухте Черного моря // Экология моря. — Вып. 58. — 2001. — С. 41-44.

17. Шалаева Е. А., Лисицкая Е. В. Сезонная динамика численности личинок массовых видов обрастателей в планктоне Балаклавской бухты Черного моря 2000-2001 гг. // Биология моря. — Т. 30. — 2004. — № 6. — С. 432-439.

*Л. Г. Пономарева, Г. Ю. Коломийченко,
Ю. И. Касилов, В. Д. Каштанов*

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИРОДЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ОБЪЕКТАХ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Вопросы анализа различных природных объектов морской среды (донных осадков, водных горизонтов и других водных экосистем) приобрели важное значение в связи с проблемой охраны и рационального использования окружающей среды.

Первостепенное значение при этом отводится изучению природных циклов органогенных элементов, тяжелых металлов и других компонентов, загрязняющих среду, таких как нефтяные углеводороды и другие компоненты органического вещества, поступающие в результате естественной фильтрации, либо техногенного воздействия.

Подобные исследования на протяжении многих лет проводятся сотрудниками Одесского национального университета им. И. И. Мечникова. На примере Азовско-Черноморского бассейна, помимо поисковых работ, проводился мониторинг на большом фактическом материале, как в прибрежных зонах, так и на отдаленных участках, что позволило оценить степень и масштабы загрязнения морской среды.

В процессе проводимых ранее исследований были разработаны новые и усовершенствованы традиционные методы определения органических загрязнителей в концентрированных и рассеянных формах нахождения, а в их составе жидких (нефтяных) углеводородов. Все разработки защищены авторскими свидетельствами и прошли метрологическую аттестацию, а также были внедрены в практику работ научно-исследовательских и научно-производственных объединений, как на Украине, так и за ее пределами, при проведении поисковых работ и экологических исследований.

Разработанные методы позволили выявлять участки с аномальными концентрациями нефтяных углеводородов. Но для идентификации природы загрязнителей (нефти и нефтепродуктов и др.) при

аварийных разливах нефти и сбросов нефтяных отходов с судов и других источников в акватории портов, необходимо проводить детальное изучение фракционного состава и их структурных особенностей строения доступными и менее трудоемкими методами, что и явилось предметом наших исследований с целью разработки более совершенного метода.

Существующий метод разгонки по фракциям с использованием аппарата АН-2 с комплексом дополнительных материалов из стекла (для конденсации паров исследуемой пробы, охлаждения, отбора в приемники) трудоемкий и длительный по времени выполнения, ввиду перегонки и отбора индивидуальных классов углеводородов по температурам кипения.

Для осуществления поставленной задачи разделения нефти и нефтепродуктов по температурам кипения от низкомолекулярных до высокомолекулярных фракций был использован метод газожидкостной хроматографии с подбором оптимальных параметров и условий проведения анализа.

Экспериментальные исследования по изучению фракционного состава нефти и нефтепродуктов проводились в двух вариантах — с использованием стандартного традиционного метода разгонки на аппарате АРН-2 и разрабатываемого хроматографического варианта.

В результате проведенных исследований разработан метод имитированной дистилляции нефти и нефтепродуктов, выкипающих в пределах 50-550 °С. Имитированная дистилляция нефти и нефтепродуктов основана на хроматографическом разделении с использованием неполярной жидкой фазы, разделяющей компоненты в соответствии с температурами кипения. Для имитированной дистилляции может быть использован любой хроматограф, имеющий пламенно-ионизационный детектор (ПИД) и программируемый нагрев термостата от 40 до 350 °С со скоростью 8 град/мин. При дистилляции анализируемых проб, имеющих температуру кипения (Т.К.) 50-200 °С используется колонка длиной 2 м с диаметром 4 мм, а от 200-500 °С — 4 м с тем же диаметром. В качестве неподвижной фазы используется силиконовый эластомер Е-30 или Е-301, который наносится в количестве 3 % от веса носителя, обычным приемом из раствора в хлороформе или хлористом метиле. В качестве газа-носителя может быть использован азот, гелий или аргон, с предварительной очисткой от

механических и органических примесей обычным способом, принятым в хроматографии.

Хроматографическое разделение проводится при следующих условиях: начальная Т.К. — 40 °С, конечная Т.К. — 320 °С, скорость нагрева — 8 град/мин, скорость газа-носителя — 2,5 л/ч, объем вводимой пробы — 1 мкл, температура в испарителе и термостате детектора — 350 °С. Для получения кривой зависимости определяется выход узких фракций и их температура кипения. Количественными показателями являются площади всех фракций и время их удерживания. Для построения калибровочного графика используется смесь нормальных парафиновых углеводородов, выкипающих в нужной области температуры. Смесь должна содержать 8-10 компонентов, в равных количествах, чтобы охватить всю область температур кипения анализируемых проб. Если анализируемая проба имеет широкие пределы выкипания, тогда выбирается внутренний стандарт, имеющий Т.К. близкую к середине этих пределов. В этом случае записывается две хроматограммы с внутренним стандартом и без него. Метод обеспечивает получение кривой разгонки с ошибкой, не превышающей 1-2 °С по Т.К. и 5-10 % относительных по содержанию компонентов. Время, необходимое для получения кривой разгонки составляет 1-3 часа, в зависимости от пределов выкипания анализируемой пробы. Кривые зависимости полученные хроматографическим методом и данные по разгонке аппарата АН-2 исследуемой пробы показали хорошую сходимость в пределах допустимых погрешностей, как абсолютной, так и относительной.

Разработанный метод был апробирован на водных пробах, отобранных как вблизи участков аварийных разливов, так и отдаленных от них.

Данный метод позволяет оценить вклад антропогенной составляющей в водных экосистемах и выявить участки нефтяного загрязнения, а также осуществлять контроль за составом лиальных вод, сбрасываемых в морскую среду, и ареалом распространения продуктов загрязнения в результате аварий.

В будущем планируется подготовить рекомендации по использованию разработанного метода дистилляционной разгонки нефти и нефтепродуктов при экологических исследованиях морской среды с подробным описанием техники выполнения и расчетов.

*Л. Г. Пономарева, Г. Ю. Коломийченко,
Ю. И. Касилов, В. Д. Каштанов*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В АЗОВСКОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

Гуминовые кислоты являются составной частью органического вещества, как взвешенного, так и осажденного в морских донных осадках. Изменение химической природы органического вещества на стадиях седиментогенеза и раннего диагенеза сопровождается гуминификацией, заключающейся, преимущественно, в ферментативной деполимеризации биомолекул с образованием новых устойчивых геополимеров.

По данным некоторых авторов (Романкевичд Е. А., Скопинцев Е. А., Бордовский О. К. и др.) в составе органического вещества морских донных и океанических осадков были обнаружены многие классы соединений — углеводороды, липидный комплекс веществ, амины, аминокислоты, триглицериды, спирты, жирные кислоты и др. Источником их поступления является морские организмы, так как первичное органическое вещество фитопланктона включается в трофические цепи, где аминокислоты, углеводы и липиды образуются из различных классов органического вещества. Сведения о полимерном характере азотосодержащих соединений в морской воде, взвесьях и донных осадках свидетельствуют о том, что в составе продуктов гидролитического расщепления образуются, различные аминокислоты — нейтральные, основные, кислые, ароматические, серосодержащие и другие амидные соединения.

Как показали наши исследования морская и иловая вода, взвесь, донные осадки имеют один и тот же набор аминокислот, соотношение которых не остается постоянным в связи с неравномерной активизацией процессов окисления в поверхностном слое донных осадков, по сравнению со взвесью, в которых количество неустойчивых и устойчивых нейтральных превалирует, т.к. избирательно сохраняются как при диагенезе, так и при более глубоких стадиях преобразования органического вещества.

Исследование гуминовых кислот проведено как в современных донных осадках с высоким содержанием в них органического вещества, так и в древних отложениях на локальных структурах Азовского и Черного морей. Изучение химического, элементного, аминокислотного состава и структурных особенностей гуминовых

кислот направлено на выяснение двух аспектов: первый — степень преобразованности органического вещества; второй — получение информации о потенциале биологической активности гуминовых кислот.

При выполнении аналитических работ использовались современные физико-химические и химические методы исследования, а также различный аппаратный комплекс. Комплекс методов исследования гуминовых кислот включал: определение элементарного, аминокислотного и углеводного состава; инфракрасной спектрометрии; атомно-абсорбционного анализа и гельхроматографии.

Донные осадки, из которых выделены гуминовые кислоты, были представлены глинистыми илами современных голоценовых отложений, новоэвксинских верхнеплейстоценовых, повсеместно залегающих на поверхности дна, а также глинисто-алевритистыми породами. По данным ИК-спектроскопии гуминовые кислоты современных осадков характеризуются: хорошо выраженными полосами поглощения; интенсивными, полосами поглощения кислородосодержащих алифатических структур; достаточно интенсивным поглощением C-H и C-N групп; слабым поглощением связей C=O и O-H ароматических структур. Это свидетельствует о вероятном участии в образовании гуминовых кислот дериватов белков (амидные группы), указывая на алифатический, алициклический и гетероциклический характер.

Для ИК-спектров гуминовых кислот современных донных, осадков Черного моря характерно высокое содержание кислородных структур карбонильных групп, карбоксильных, а также фенольных групп. Присутствуют ароматические структуры, а также замещенные ароматические структуры и незначительное поглощение C-H и C-N групп. Приведенные структурные особенности свидетельствуют о гумусовой природе органического вещества в исследованных пробах. По данным элементного состава гуминовые кислоты новоэвксинских отложений Азовского моря характеризуются повышенным содержанием азота — 4,98-6,39 % по отношению к голоценовым (Черное море), где оно имеет разброс от 2,21 до 2,50 %. Содержание водорода — 6,02-7,31 % для первых и 4,29-5,38 % для вторых. Для древних (майкопских) отложений Азовского моря характерно присутствие значительного количества ароматических структур, в том числе и замещенных, кислородных соединений в виде

карбонильных групп и небольшое количество $\text{CH}_2\text{-CH}_3$ групп. Содержание азота также невысокое и составляет от 0,89 до 1,46 %.

Исследования по изучению аминокислотного состава позволили идентифицировать 17 аминокислот с систематизацией их по классам: нейтральные, основные, кислые, ароматические и серосодержащие. По общему суммарному содержанию аминокислот в гуминовых кислотах, выделенных из различных объектов, можно расположить в следующий ряд: черноморская водоросль - торф - голоценовые - новоэвксинские - майкопские. По количеству устойчивых нейтральных аминокислот порядок уменьшается в том же порядке. Аналогичная тенденция наблюдается и для майкопских отложений, в которых отмечено содержание основных аминокислот в сравнимых количествах с другими объектами (0,33-0,30 мг/100г). Это вполне согласуется с представлениями о сохранности некоторых классов в зависимости от условий среда. В содержании кислых и ароматических аминокислот сохраняется аналогичная картина распределения. Серосодержащие аминокислоты — цистин и метионин присутствуют в виде следовых количеств, не превышая 0,04-0,05 мг/100 г.

Таким образом, количественное распределение и качественная характеристика аминокислот в составе гуминовых кислот служит показателем уровня для генетического преобразования органического вещества. Диапазон разброса содержаний углеводов в составе гуминовых кислот составляет 0,86-1,22 %. Несколько снижено их количество в майкопских отложениях, но в сопоставимых количествах с современными донными отложениями.

В связи с возрастающей ролью освоения биологических ресурсов весьма актуальными являются вопросы изучения биологической активности компонентов органического вещества. С этой целью были использованы атомно-абсорбционные методы анализа на содержание макро- и микроэлементов в составе гуминовых кислот. Результаты проведенного исследования показали, что в составе гуминовых кислот разного происхождения преобладает железо, причем высокие концентрации наблюдаются в голоценовых отложениях на локальных структурах. Примерно такое же количество содержится в гумате натрия, выделенного из торфа, а также из черноморской водоросли. Содержание меди, никеля и цинка незначительно.

Кроме того, проведены работы по обработке оптимальных концентраций гуминовых кислот, которые имеют большое значение для

создания необходимых условий выполнения анализов по биотестированию. Ниже приводятся выявленные свойства по некоторым исследованным тестам, по характеру действия на организм: антитоксическое, гипноседативное, транквилизирующее, ранозаживляющее, антисудорожное, стимулирующее, а также радиопротекторные свойства.

Проведенные исследования по изучению состава и структурных особенностей гуминовых кислот, выделенных из морских донных осадков и древних отложений, позволили выяснить уровень диагенетического преобразования органического вещества, а также получить данные о высоком потенциале их биологической активности. Исследования в этом направлении являются перспективным и актуальным для их продолжения.

Литература

1. Вородовский О. К. Накопление и преобразование органического вещества в морских донных осадках. — М.: Недра.
2. Вородовский О. К. Органическое вещество морских и океанических осадков в стадии раннего диагенеза. — М.: Наука, 1974.
3. Скопинцев В. А. Расчет образования и окисления органического вещества в морских водах // Океанологические исследования. — 1965. — № 13.
4. Романкевич Е. А. Органическое вещество в поверхностном слое осадков западной части Тихого океана // Океанологические исследования. — 1962. — № 5.
5. Романкевич Е. А. Геохимия органического вещества в океане. — М.: Наука, 1974.

*Б. Б. Капочкин,
Ж. В. Исакова, М. И. Исаков*

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА

Введение. Куяльницкий лиман расположен в пределах Причерноморской низменности и от Черного моря отделен пересыпью, ширина которой 1,5 км. Схема бассейна лимана показана на рис. 1.

Куяльницкий лиман находится на северо-востоке от г. Одессы и вытянут в северо-западном направлении. Длина лимана менялась от 29 до 20 км в зависимости от заполнения водой. Наибольшая ширина 3,6 км у с. Красноселка Коминтерновского района Одесской области. Глубина менялась от 6 до 1,5 м, а в 2009 году преимущественная глубина составляла 0,5 м.

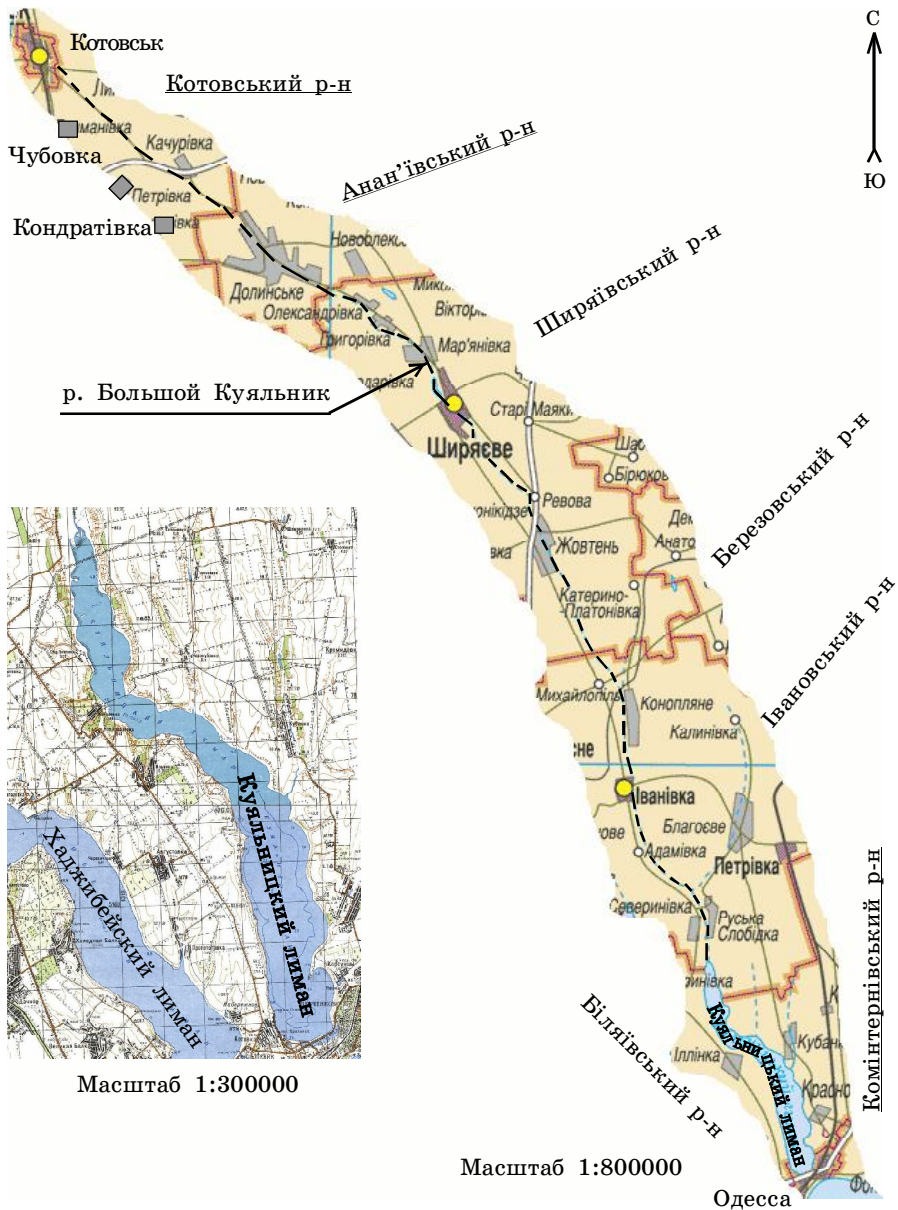


Рис. 1. Схема басейна Куяльницького лимана

Изучение лимана было начато в 1826 г., когда доктор медицины Вицман определил химический состав рапы и донных отложений, установив, что лиман имеет уникальные лечебные свойства. В 1856 г. инженер Рожков пытался построить плотину для добычи самосадочной соли, но к 1865 году стало понятно, что это невозможно, т.к. плотину неоднократно размывали паводки. В 1865 году сведения о лимане имеются в работах Шостака. В 1894 году инженер Васильев выполнил первую съемку глубин лимана по поперечникам. По результатам съемки были построены кривые объемов и площадей зеркала лимана для отметок от минус 8,0 м до минус 6,0 м БС в современных измерениях. В то же время химик Лебединцев изучал соленость рапы лимана. В 1927 году Бурксер также изучал соленость рапы. В 50-х годах XX столетия доцент ОГМИ Бицилли В. М. выполнил расчеты притока воды в лиман и испарения с поверхности рапы по предложенной им формуле для периода с 1876 по 1950 гг. [1]. В то же время доцент ОГМИ Молдаванов А. И. обследовал все пруды в бассейне реки, впадающей в лиман Большой Куяльник, обнаружив 136 прудов, часть которых имела разрушенные плотины.

С 1972 по 2006 гг. гидролог ин-та УЮГВХ Исаков М. И. занимался изучением гидрологического и экологического состояния Куяльницкого лимана и всего его водосбора, а также продолжил расчеты притока воды в лиман и величины испарения с поверхности рапы для периода 1951-1994 гг. [2-4].

В 1995 г. сотрудниками кафедры физ. географии ОНУ им. И. И. Мечникова под руководством проф. Швевса Г. И. была выполнена научно-исследовательская работа и даны рекомендации по улучшению экологического состояния Куяльницкого лимана [5].

В 2009 г. сотрудниками ОГЭКУ под руководством проф. Гопченко Е. Д. была проведена аэросъемка глубин лимана [6]. Съемки глубин лимана с уточнением кривых объемов и площадей зеркала проводили в 1894, 1931, 1961, 1975, и 2009 гг. (рис. 2).

Инженер Васильев первым установил, что лиман лежит ниже уровня Черного моря на 7 м (средняя отметка уровня моря принята равной минус 0,38 м БС). Последующие съемки глубин показали, что идет интенсивное заиление дна лимана. По прогнозу Васильева заиление до отметки минус 5,0 м должно произойти через 150 лет. В настоящее время с 1895 г. прошло 115 лет, и лиман заилен до отметки минус 6,0 м БС.

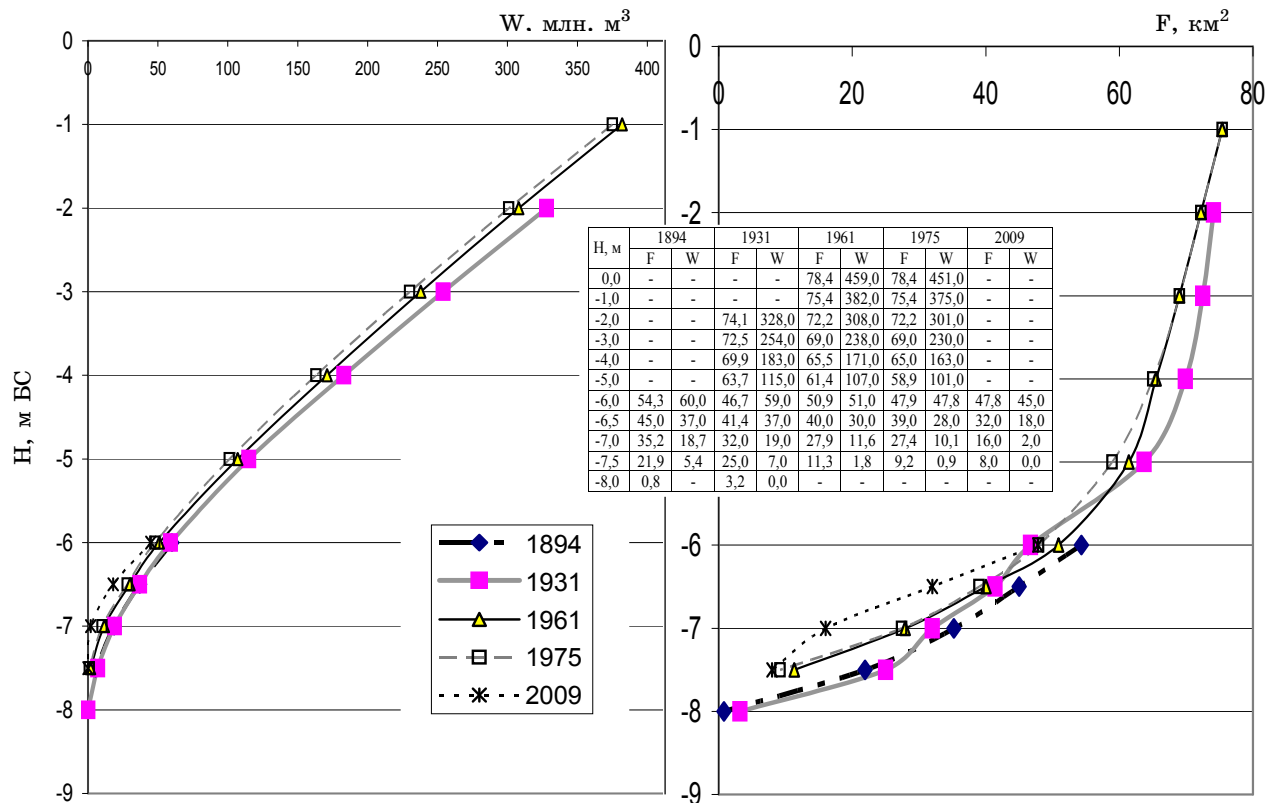


Рис. 2. Кривые объемов (W) и площадей (F) зеркала Куяльницкого лимана

Уровни воды

Наблюдения за уровнями воды начаты в 1860 г. на водпосту в районе расположения санатория «Куяльник». На рис. 3 показан ход изменения уровня за период 1875-2010 гг. За каждый год нанесен наивысший уровень апреля и наинизший уровень октября. В течение 135 лет уровень лимана колебался от наинизшего — минус 7,8 м БС в 1921 г. до наивысшего — минус 1,68 м БС в 1947 г. Общий ход уровня имеет синусоидный характер и можно выделить 7 периодов продолжительностью 3-5 лет с высоким стоянием и последующими за ними периодами 10-20 лет подряд продолжительного спада уровня.

Во время стояния низких уровней в лимане неоднократно наблюдалось образование самосадочной соли.

В марте 2010 г. наивысшая отметка уровня была -6,14 м БС. Объем воды в лимане за период с 1894 по 2009 гг. при отметке -6,0 м БС уменьшился от 60 до 45 кубокилометров. Площадь зеркала соответственно уменьшилась от 54,8 до 47,8 кв.км. Если раньше лиман начинался у с. Севериновка Ивановского района Одесской области, то теперь он начинается у с. Ильинка Беляевского района, т.е. на 11 км ниже по течению. А глубина лимана в 2009 г. была в основном 0,5 м, наибольшая (у с. Кубанка Коминтерновского района) была всего 1,5 м [6].

Поверхностный сток с водосбора

Главной питающей Куяльницкий лиман рекой является Большая Куяльник с притоками р. Сухая Журавка и Б. Кошкова, а также левобережные притоки самого лимана — б.б. Глубокая, Сельская, Гельдендорфская, Корсунцовская и др. Общая площадь водосбора лимана равна 2250 кв.км.

Наблюдения за стоком с водосбора проводились эпизодически и не дают полного представления о его величине [3; 4; 7]. Почти полное отсутствие наблюдений за местным стоком на крайнем юге Украины между Днестром и Южным Бугом вынуждают применять косвенные методы расчета основных параметров стока воды — карты изолиний, формулы и пр. Вместе с тем, условия формирования годового стока в данном районе своеобразны и довольно существенно отличаются от таковых для более северных территорий юга Украины. Годовой сток характеризуется здесь низкой нормой и значительной изменчивостью при наличии маловодных периодов большой длительности.

Куяльницкий лиман хорошо изолирован от моря широкой пересыпью и малопроницаемыми собственными донными отложениями, что дает возможность рассчитать его водный баланс, на основе которого получить представление о поверхностном притоке в лиман. Период наблюдений за уровнями воды в лимане равен 150 годам.

Водный баланс лимана исследовали Попов В. Н. (в 1934-1935 гг.), Соколовский С. В. (в 1947-1948 гг.), Бицилли В. М. (в 1954 г.), Исаков М. И. (в 1973-1995 гг.). Сток с водосбора подсчитан методом водного баланса для периода 1876-1995 гг. (135 лет). Расчетные величины годового стока приведены в табл. 1, средние значения за весь период для зимне-весеннего сезона года (с ноября предыдущего года по март текущего), летнего периода (апрель-октябрь текущего года) и общего за гидрологический год (с ноября предыдущего по октябрь текущего года) приведены в табл. 2.

Средний многолетний слой стока с водосбора лимана равен 8,9 мм с 1 кв.км. Наибольший слой стока отмечен в 1947 г. (51,0 мм). Полное отсутствие стока за весь период 1876-1995 гг. наблюдалось 17 раз (в 1880, 1884, 1887, 1894, 1902, 1911, 1920, 1921, 1936, 1946, 1959, 1974, 1975, 1983, 1989, 1992, 1993 гг.). В 19 случаях летний сток был больше зимне-весеннего, наибольшие слои стока были сформированы в зимне-весенний сезон года.

Атмосферные осадки

Количество атмосферных осадков с 1867 по 1893 гг. измеряли на мст. Одесса-Университет (крыша), на мст. Одесса-обсерватория наблюдения ведутся с 1894 по настоящее время. Для периода с 1994 по 2009 гг. в расчетах использованы наблюдения за осадками на водпосту Одесса-Куяльник. Исследования показали, что для водосбора Куяльницкого лимана можно принять все эти данные, т.к. графики связи между месячными суммами осадков по всем этим метеостанциям показывают хорошую корреляцию ($r = 0,75 \div 0,99$). В табл. 3 приведены осадки за весь период с 1867 по 2009 гг. для календарного года, гидрологического года, зимне-весеннего периода и летнего периода.

Наибольшее количество осадков (662 мм) наблюдалось в 1988 г. За последние 20 лет наибольшее количество выпало в 1997 г. (545 мм). Наименьшее количество за весь период наблюдений (192 мм) выпало в 1921 г., а в последние 20 лет — в 2000 году (302 мм). В период с 1989 по 1995 гг. ежегодно выпадало от 311 до 412 мм, что ниже среднего за этот период. С 2006 г. по 2009 г. осадки также были ниже среднего (406-354 мм).

X,
мм

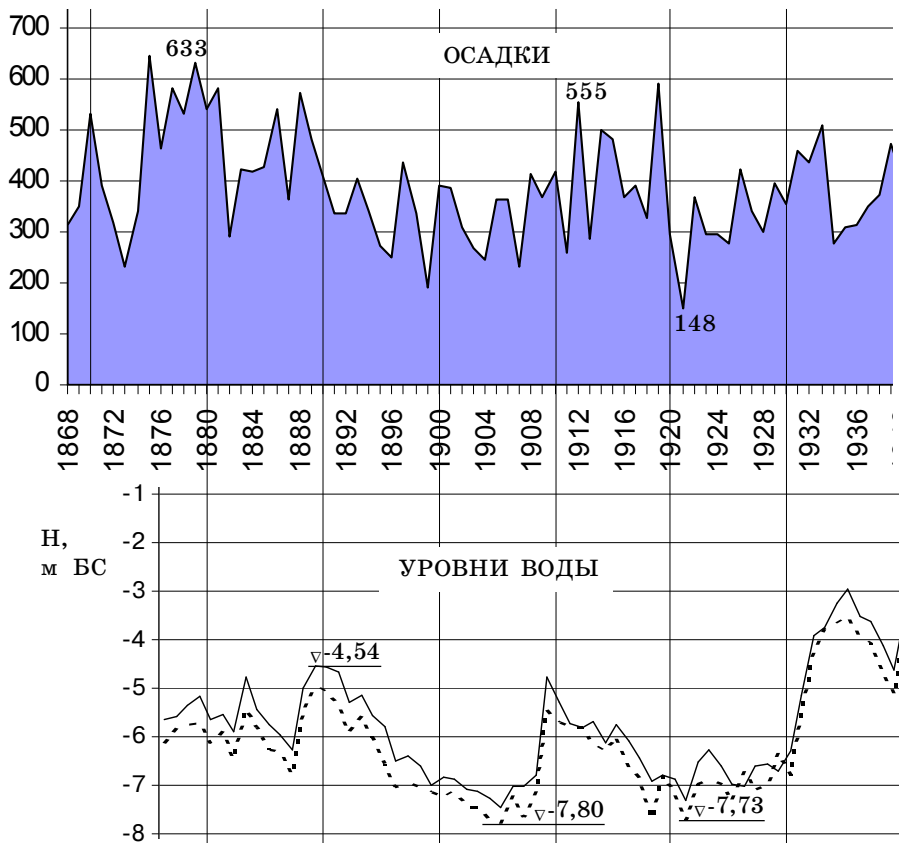
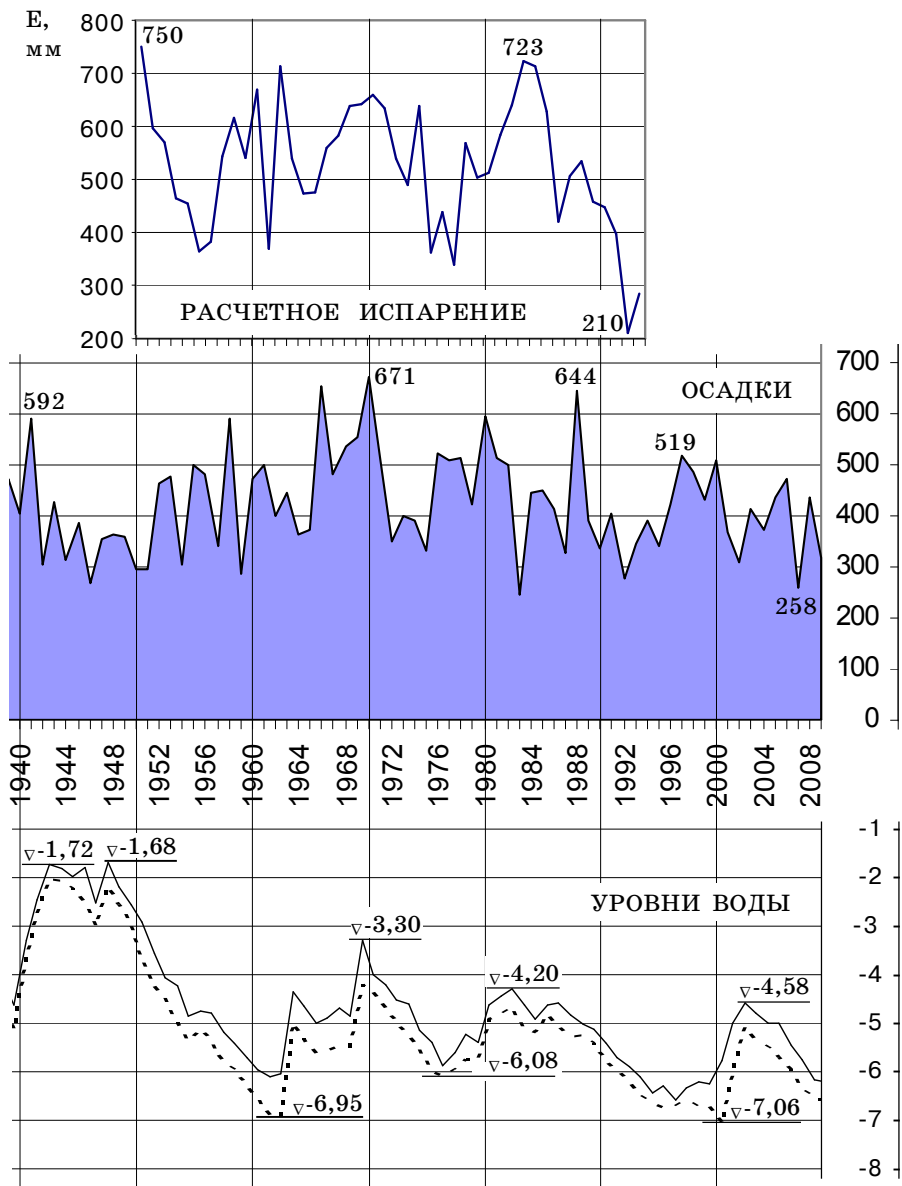


Рис. 3. Графики хода характерных уровней Куюльницкого лимана за период 1876-2010 гг. (134 г.) и расчетного испарения



и атмосферных осадков гидрологического года (XI-X мес.) с поверхности рапы лимана за период 1951-1994 гг. (44 г.)

Таблица 1.

Расчетный годовой сток с водосбора Куяльницкого лимана
за период 1876-1995 гг. (площадь водосбора 2250 км²)

Год	Слой стока, мм			Год	Слой стока, мм			Год	Слой стока, мм		
	зима, весна	лето	за год		зима, весна	лето	за год		зима, весна	лето	за год
1876	23,3	6,6	29,9	1916	0,0	0,0	0,0	1956	2,4	0,0	2,4
1877	6,1	2,6	8,7	1417	1,7	0,8	2,5	1957	0,0	1,0	1,0
1878	6,0	3,2	9,2	1918	0,0	0,0	0,0	1958	1,2	0,0	1,2
1879	6,9	3,9	10,8	1919	9,0	2,7	11,7	1959	0,0	0,0	0,0
1880	0,0	0,0	0,0	1920	0,0	0,0	0,0	1960	2,4	0,0	2,4
1881	10,1	3,5	13,6	1921	0,0	0,0	0,0	1961	1,8	1,9	3,7
1882	1,0	0,1	1,1	1922	13,7	1,0	14,7	1962	0,0	2,4	2,4
1883	46,3	0,0	46,3	1923	9,9	0,8	10,7	1963	39,6	0,0	39,6
1884	0,0	0,0	0,0	1924	1,2	4,9	6,1	1964	2,7	0,0	2,7
1885	0,0	0,2	0,2	1925	0,0	0,0	0,0	1965	0,0	2,4	2,4
1886	2,7	1,8	4,5	1926	2,9	2,2*	5,1*	1966	8,7	1,6	10,3
1887	0,0	0,0	0,0	1927	0,9	0,4	1,3	1967	9,9	4,1	14,0
1888	33,4	9,4	42,8	1928	7,5	1,8	9,3	1968	7,0	3,0	10,0
1889	20,0	6,6	26,6	1929	1,5	17,2	18,7	1969	29,2	3,1	32,3
1890	8,7	3,2	11,9	1930	0,0	0,2	0,2	1970	7,6	3,6	11,2
1891	9,0	3,3	12,3	1931	29,6	10,2	39,8	1971	0,3	5,3	5,6
1892	0,0	0,4	0,4	1932	42,0	3,7	45,7	1972	0,0	4,9	4,9
1893	16,6	5,0	21,6	1933	8,6	10,0	18,6*	1973	0,5	2,0	2,5
1894	0,0	0,0	0,0	1934	18,5*	0,9	19,4*	1974	0,0	0,0	0,0
1895	11,7	0,9	12,6	1935	18,6*	1,4	20,0*	1975	0,0	0,0	0,0
1896	0,0	0,5	0,5	1936	0,0	0,0	0,0	1976	0,0	1,8	1,8
1897	0,0	0,2	0,2	1937	10,4	1,6	12,0	1977	3,9	2,5	6,4
1898	4,2	0,4	4,6	1938	0,0	0,8	0,8	1978	8,4	0,9	9,3
1899	0,9	5,1	6,0	1939	0,0	3,1	3,1	1979	1,0	0,0	1,0
1900	2,6	2,3	4,9	1940	40,1	1,7	41,8	1980	14,9	1,8	16,7
1901	2,7	3,4	6,1	1941	37,8*	5,9*	43,7*	1981	2,6	0,0	2,6
1902	0,0	0,0	0,0	1942	51,0*	0,0	51,0*	1982	2,8	0,0	2,8
1903	3,1	0,3	3,4	1943	0,0	6,2	6,2	1983	0,0	0,0	0,0
1904	0,7	0,4	1,1	1944	3,5	0,0	3,5	1984	1,0	0,0	1,0
1905	1,4	0,2	1,6	1945	12,7	4,1	16,8	1985	8,4	0,0	8,4
1906	6,5	2,1	8,6	1946	0,0	0,0	0,0	1986	1,6	0,0	1,6
1907	1,1	0,4	1,5	1947	40,1	1,6	41,7	1987	3,9	0,0	3,9
1908	9,4	0,5	9,9	1948	0,0	4,5	4,5	1988	2,7	3,2	5,9
1909	19,1	30,5*	49,6*	1949	0,6	3,9	4,5	1989	0,0	0,0	0,0
1910	0,4	1,0	1,4	1950	0,0	1,9	1,9	1990	0,0	0,8	0,8
1911	0,0	0,0	0,0	1951	0,6	1,0	1,6	1991	0,0	0,5	0,5
1912	0,0	6,2	6,2	1952	0,9	0,0	0,9	1992	0,0	0,0	0,0
1913	1,4	0,7	2,1	1953	7,5	0,0	7,5	1993	0,0	0,0	0,0
1914	0,0	1,7	1,7	1954	0,0	1,0	1,0	1994	0,0	2,2	2,2
1915	7,9	4,6	12,5	1955	0,0	6,8	6,8	1995	0,2	0,0	0,2

Примечания: * Значения приближенные;

1909, 1926 гг. — пополнение лимана осуществлялось водой из моря;

1941, 1942 гг. — взрыв плотины Хаджибейского лимана, переток в Куяльницкий лиман, при одновременном паводке на собственном водосборе;

1934, 1935 гг. — приток неуставленного происхождения (осадков выпадало мало, а в лимане отмечен рост уровня воды).

Таблица 2.

Средний многолетний слой стока с водосбора лимана

Сезон года	Расчетный период 1876-1995 гг. п = 120 лет	Многоводный период 1916-1955 гг. п = 40 лет	Маловодный период 1956-1995 гг. п = 40 лет
Зимне-весенний период (XI-III)	6,7	9,3	4,1
Летний период (IV-X)	2,2	2,6	1,2
Всего за год (XI-X)	8,9	11,8	5,4

Таблица 3.

Суммы атмосферных осадков за период 1867-2009 гг. (мм), $n = 143$ г.

Год	Период		Всего за гид- рологич. год (IX-X)	Всего за ка- лендар. год (I-XII)	Год	Период		Всего за гид- рологич. год (IX-X)	Всего за ка- лендар. год (I-XII)
	зима- весна (XI-III)	лето (IV-X)				зима- весна (XI-III)	лето (IV-X)		
1867	-	116	-	268	1896	83	167	250	246
1868	148	167	315	254	1897	121	315	436	401
1869	78	270	348	407	1898	76	259	335	327
1870	226	305	531	560	1899	53	140	193	208
1871	164	226	390	387	1900	144	246	390	408
1872	136	182	318	238	1901	144	241	385	373
1873	44	187	231	241	1902	92	218	310	323
1874	82	259	341	450	1903	80	189	269	307
1875	208	436	644	625	1904	135	129	247	221
1876	201	234	465	490	1905	72	175	364	240
1877	217	367	584	567	1906	127	237	364	402
1878	223	311	534	579	1907	110	121	231	213
1879	330	303	633	584	1908	106	309	415	392
1880	157	384	541	462	1909	121	247	368	390
1881	132	452	584	562	1910	133	287	420	293
1882	32	260	292	449	1911	74	186	260	284
1883	236	186	422	288	1912	133	422	555	554
1884	62	354	416	485	1913	99	188	287	267
1885	145	283	428	403	1914	123	376	499	534
1886	198	345	543	484	1915	189	292	481	473
1887	105	259	364	480	1916	132	234	366	354
1888	231	341	572	459	1917	118	272	390	401
1889	203	279	482	528	1918	65	261	326	364
1890	132	278	410	415	1919	154	437	591	582
1891	127	210	337	321	1920	135	162	297	225
1892	148	189	337	363	1921	18	130	148	192
1893	143	261	404	365	1922	138	232	370	397
1894	99	240	339	316	1923	171	123	294	271
1895	169	102	271	304	1924	123	173	296	257

Продолжение табл 3.

Год	Период		Всего за гидрологич. год (IX-X)	Всего за календар. год (I-XII)
	зима-весна (XI-III)	лето (IV-V)		
1925	73	206	279	337
1926	116	307	423	394
1927	82	258	340	352
1928	83	218	301	331
1929	134	260	394	346
1930	77	277	354	431
1931	221	236	457	383
1932	94	343	437	441
1933	125	384	509	516
1934	81	196	277	275
1935	134	175	309	362
1936	186	126	312	286
1937	184	168	352	343
1938	102	271	373	349
1939	126	345	471	471
1940	138	265	403	397
1941	175	417	592	597
1942	102	201	303	331
1943	131	297	428	448
1944	184	130	314	340
1945	159	229	388	308
1946	89	180	269	291
1947	117	237	354	411
1948	153	210	363	246
1949	51	307	358	431
1950	118	179	297	270
1951	120	176	296	287
1952	175	287	462	599
1953	299	179	478	313
1954	88	218	306	435
1955	221	278	499	420
1956	162	319	481	460
1957	104	239	343	384
1958	209	384	593	545
1959	110	176	286	365
1960	181	293	474	518
1961	245	255	500	434
1962	215	186	401	430
1963	321	123	444	426
1964	147	215	362	286
1965	93	279	372	491
1966	330	325	655	656
1967	341	141	482	426

Год	Период		Всего за гидрологич. год (IX-X)	Всего за календар. год (I-XII)
	зима-весна (XI-III)	лето (IV-V)		
1968	262	275	537	548
1969	307	249	556	565
1970	260	411	671	632
1971	199	309	508	523
1972	113	238	351	348
1973	182	217	399	439
1974	152	237	389	426
1975	165	169	334	317
1976	177	346	523	518
1977	169	342	511	529
1978	236	279	515	473
1979	181	243	424	487
1980	261	336	597	616
1981	274	241	515	559
1982	255	244	499	328
1983	69	175	244	244
1984	183	261	444	484
1985	193	258	451	447
1986	186	226	412	406
1987	143	184	327	349
1988	251	393	644	662
1989	120	273	393	310
1990	41	295	336	404
1991	110	293	403	350
1992	94	185	279	311
1993	161	186	347	349
1994	85	308	393	412
1995	181	160	341	338
1996	190	231	421	428
1997	121	398	519	545
1998	217	271	488	454
1999	145	286	431	456
2000	207	300	507	478
2001	113	257	370	467
2002	130	179	309	302
2003	139	273	412	410
2004	140	234	374	476
2005	141	294	435	456
2006	165	310	475	406
2007	90	168	258	379
2008	171	266	437	354
2009	133	185	318	363

Примечание к табл. 3:

Среднее количество осадков за многолетний период 1867-2009 гг.	401	405
Наименьшее количество осадков за 1867-2009 гг.	148 (1921)	192 (1921)
Наибольшее количество осадков за 1867-2009 гг.	671 (1970)	662 (1988)
Многоводные по осадкам годы подряд (> 450 мм) всего 33 года из 143	1874-1881 гг. (8)	
	1886-1889 гг. (4)	
	1914-1915 гг. (2)	
	1965-1966 гг. (2)	
	1968-1971 гг. (4)	
	1976-1981 гг. (6)	
	1997-2001 гг. (5)	
	2004-2005 гг. (2)	

Среднемноголетняя величина осадков за отдельные периоды наблюдений представлена в табл. 4. Общий ряд данных по осадкам составляет 143 года.

Таблица 4.

Среднемноголетние величины осадков по периодам наблюдений

Метеостанция	Период наблюдений, гг.	Число лет	Среднегодовое количество осадков, мм
Университет	1867-1893	27	434
Обсерватория	1894-1946	52	393
	1947-1994	48	435
	1951-1994	44	444
Куяльник	1989-2009	21	394
	1995-2009	15	421
Весь период	1867-2009	143	405

Многоводные по осадкам годы (более 500 мм) после 1950 года были отмечены: с 1968 по 1971 гг. — 4 года подряд, с 1976 по 1981 гг. — 6 лет подряд. За последние 15 лет среднее количество осадков составило 421 мм. Выше среднего наблюдалось с 1996 по 2001 гг. — 6 лет подряд. Именно в эти периоды мог быть сформирован сток с водосбора лимана, но хозяйственная, а вернее бесхозяйственная, деятельность на местах привела к полному обмелению Куяльницкого лимана.

Соленость рапы

Соленость рапы Куяльницкого лимана за весь многолетний период изменялась от 30-50 % при высоких уровнях воды (отметки от -2 до -4 м БС) до 250-390 % при низком стоянии уровня (-6 ÷ -7 м БС), при этом неоднократно наблюдалось образование самосадочной соли.

Величина солености рапы лимана за период 1871-2009 гг. приведена в табл. 5, а химический состав рапы лимана и впадающих в него источников воды за 2002 год — в табл. 6.

Таблица 5.

Соленость Куяльницкого лимана (грязелечебница)
за период 1871-2009 гг.

Год	Уровень воды, м БС	Объем лимана, млн. м ³	Соленость, г/л	Год	Уровень воды, м БС	Объем лимана, млн. м ³	Соленость, г/л
1871	-5,18	103	70	1949	-2,88	328	19
1872	-5,90	63	203	1950	-3,36	230	35
1894	-4,91	118	78	1951	-3,86	193	48
1895	-5,60	81	110	1952	-4,25	164	58
1913	-5,08	110	82	1953	-4,32	160	55
1918	-6,25	48	170	1954	-4,79	128	67
1919	-6,12	53	174	1955	-4,92	120	75
1920	-6,52	35	314	1956	-5,09	110	80
1921-II	-6,52	35	298	1957	-5,48	87	100
1921-IX	-6,66	31	308	1958	-5,74	72	125
1922	-6,16	51	189	1959	-6,01	59	160
1924-V	-5,94	62	124	1960	-6,22	48	175
1924-VIII	-6,12	53	172	1961	-6,24	40	205
1925	-6,40	41	198	1962	-6,51	30	250
1931	-4,65	138	63	1963	-5,07	103	94
1932-VI	-3,40	225	33	1964	-5,03	103	65
1934	-3,13	245	31	1965	-5,32	82	70
1934	-3,62	210	36	1966	-5,30	82	80
1935	-3,37	227	35	1967	-5,06	103	78
1936-V	-3,01	254	32	1968	-5,20	93	32
1936-X	-3,53	217	44	1969	-4,31	151	40
1936	-3,84	217	37	1970	-4,17	160	50
1937	-2,96	257	28	1971	-4,42	143	60
1937	-3,97	215	45	1972	-4,74	122	65
1938	-4,37	155	55	1973	-4,95	110	65
1939	-4,86	124	75	1974	-5,30	90	90
1940	-3,86	190	70	1976	-6,03	47	147
1941	-2,40	298	20	1977	-5,95	51	141
1944	-3,00	254	24	1978	-5,76	79	120
1945	-2,12	320	25	1996	-6,60	24	280
1946	-2,69	276	32	1997	-6,40	32	240
1947	-1,20	366	25	1998	-6,50	28	260
1947	-2,17	315	27	2000	-6,70	14	320
1948	-2,36	338	32	2002	-4,70	115	143
1948	-1,87	340	32	2009	-6,42	21	390
1949	-2,05	328	19				

Наибольшая соленость (390 г/л) наблюдалась в 2009 г., наименьшая (20 г/л) — в 1941 г.

Таблица 6.

Результаты химического анализа воды в бассейне р. Большой Куяльник, 2002 г. (мг/л)

Место отбора проб воды	Дата производства анализа	Анионы				Катионы			Сумма солей, мг/л	Жесткость		pH	Физические показатели воды
		CO_3^{--}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	$K^- + Na^-$		общая	карбонатная		
Родник у с. Ст. Эметовка правый берег лимана	04.08.2002	14	307	1252	3623	560	415	1245	7417	62,2	5,04	7,7	Сильно солоноватая, бесцветная, без запаха, сульфатно-натриевая.
Куяльницкий лиман ст. Ст. Ковалевка	04.08.2002	24	161	85080	6118	1800	7023	42845	143051	668,0	2,64	8,0	Рассол, бесцветная, без запаха, хлоридно-натриевая.
Балка Кошкова, верхн. бьеф, 50 м выше водосброса	12.08.2002	0	117	618	415	138	103	291	1624	15,4	1,92	7,6	Слабосоленоватая, бесцветная, без запаха, хлоридно-сульфатная, натриевая.
с. Севериновка, вдхр. выше водосброса, 50 м от берега	12.08.2002	19	366	338	349	83	117	223	1496	13,8	6,00	7,5	Слабосоленоватая, желтоватая, запах сероводорода, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевая.
р. Большой Куяльник-исток, г. Котовск	14.08.2002	19	517	487	1797	448	227	441	3938	41,1	8,48	7,8	Сильно солоноватая, желтоватая, запах сероводорода, сульфатно-натриевая.
р. Большой Куяльник, вдхр. выше с. Андреевка, между № 1 и № 3	14.08.2002	29	547	2 31	224	40	95	259	1424	9,8	8,96	7,7	Слабосоленоватая, бесцветная, без запаха, гидрокарбонатно-натриевая.
Балка Карозья, устье, перед р. Большой Куяльник	14.08.2002	14	566	134	86	72	72	135	1078	9,5	9,28	7,5	Слабосоленоватая, бесцветная, без запаха, гидрокарбонатно-натриевая.
Правый берег Куяльницкого лимана, с. Ст. Ковалевка, колодец	04.08.2002	0	195	78	102	46	36	52	509	5,3	3,20	7,4	Пресная, бесцветная, без запаха, гидрокарбонатно-натриевая, кальциевая.

Испарение с поверхности рапы

Испарение с водной поверхности лимана характеризует ход уровня в течение года от наибольшего в апреле до наименьшего в октябре. Кроме этого, для периода 1951-1994 гг. был выполнен расчет испарения с соляной поверхности по формуле Бицилли В. М. [1] следующего вида:

$$E = 0,25n(K_S e_0 - e_{200}) \cdot (1 + 0,85\omega_{100})$$

где E — слой испарения за месяц, мм; n — число дней в месяце; K_S — коэффициент снижения упругости водяного пара в зависимости от солености рапы, зависящей, в свою очередь, от уровня воды в лимане; значения K_S можно подсчитать по формуле $K_S = 1 - 0,0008S$ (S — соленость рапы, ‰); e_0 — упругость насыщения пара по психрометрической таблице в зависимости от температуры соленой воды, мм; e_{200} — абсолютная влажность воздуха на высоте 200 см над испаряющей поверхностью, мм; w_{100} — скорость ветра (м/с) на высоте 100 см над испаряющей поверхностью в зависимости от скорости ветра на высоте флюгера, определяется по формуле:

$$W_{100} = W_{фл} \left(\frac{2,523}{\lg Z + 0,523} \right)$$

где Z — высота флюгера, м.

Величины расчетного испарения по месяцам за февраль-ноябрь каждого года для периода 1951-1994 гг. приведены в табл. 7. Средняя величина испарения за 44 года равна 536 мм, что подтверждается и наблюдениями над уровнем лимана. Наибольшая величина испарения (755 мм) получена в 1951 г., наименьшая (210 мм) — в 1993 г. Наибольшее испарение наблюдается с мая по август (до 185 мм в месяц). Ряд в 44 года является репрезентативным для характеристики испарения с поверхности Куяльницкого лимана.

В 1996-2000 годах Исаковым М. И. и учениками Молодежной Экологической Группы Одесской Региональной Академии Наук (МЭГОРАН) были проведены опыты в природных условиях по измерению испарения с поверхности воды различной солености — пресной воды р. Днестр, рапы Куяльницкого лимана за 1996, 1997, 1998 гг. и растворов поваренной соли соленостью 300 и 150 г/л.

Опыты подтвердили, что испарение с поверхности соляных растворов в среднем составляет 0,62 от испарения с поверхности

пресной воды, а также, что, чем выше соленость, тем меньше испарение (рис. 4). Результаты исследований были доложены на МАН г. Одесса, 2001 г. [9].

Таблица 7.

Расчетное испарение с поверхности рапы Куяльницкого лимана за период 1951-1994 гг. по ф-ле Бицилли В. М. (мм)

Год	Месяц										Испарение за сезон, мм	Осадки за сезон, мм
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
1951	0	16	48	110	138	171	114	85	65	3	750	261
1952	7	18	54	64	96	132	132	61	20	12	596	553
1953	0	20	0	0	121	160	141	64	48	16	570	259
1954	0	0	43	57	100	101	100	50	13	0	464	349
1955	3	8	42	72	60	109	88	58	6	8	454	370
1956	0	0	24	60	59	76	73	43	22	7	364	391
1957	3	16	36	58	88	87	57	23	14	0	382	306
1958	2	22	30	105	88	117	88	53	35	3	543	491
1959	0	17	46	74	117	151	124	59	27	0	616	267
1960	16	13	62	61	110	124	94	59	1	0	540	407
1961	6	20	57	66	158	138	141	61	22	0	669	327
1962	0	3	49	60	99	82	73	0	3	0	369	349
1963	0	12	33	114	105	172	142	86	46	3	713	263
1964	0	7	37	62	101	141	92	68	23	8	539	266
1965	0	10	25	66	113	101	83	44	29	2	473	402
1966	0	20	33	81	75	118	82	58	8	0	475	405
1967	0	14	42	80	87	136	103	69	19	9	559	281
1968	0	17	66	104	135	107	81	47	23	2	582	377
1969	0	0	41	80	117	117	117	90	58	18	638	443
1970	0	17	54	76	106	146	117	81	34	11	642	538
1971	0	12	61	78	118	134	166	51	32	7	659	443
1972	0	26	48	80	118	119	115	81	32	15	634	328
1973	0	14	43	78	90	127	105	(51)	(24)	(7)	539	376
1974	2	14	35	59	83	92	117	26	18	43	489	373
1975	20	9	42	56	104	111	130	84	56	26	638	282
1976	0	17	24	55	99	86	45	28	3	5	362	424
1977	7	12	18	83	84	64	117	36	8	9	438	433
1978	0	9	37	35	51	64	70	44	20	9	339	406
1979	0	11	40	70	136	119	111	48	33	0	568	408
1980	0	10	26	65	83	113	116	62	23	5	503	505
1981	8	13	19	66	112	173	111	9	1	0	512	432
1982	0	14	36	83	97	110	100	92	36	16	584	293
1983	12	14	43	85	122	133	106	74	33	18	640	215
1984	0	19	90	132	185	136	95	66	0	0	723	427
1985	0	17	101	148	157	124	145	21	0	0	713	384
1986	0	6	58	91	123	114	118	73	31	14	628	292
1987	0	0	24	38	75	103	79	58	43	0	420	270
1988	0	11	57	58	95	93	105	51	26	10	506	528
1989	8	24	67	80	64	111	104	41	24	11	534	302
1990	13	27	52	52	61	101	107	31	14	0	458	322
1991	0	13	19	57	67	112	109	42	28	0	447	317
1992	0	10	11	44	67	96	118	45	6	0	397	285
1993	0	0	12	37	39	52	70	0	0	0	210	322
1994	0	1	31	37	32	100	51	32	0	0	284	362

Примечание к табл. 7:

- 1) среднемноголетнее испарение за сезон (II-XI мес.) — 526 мм;
- 2) наибольшее сезонное испарение за 44 года — 750 мм (1951 г.);
- 3) наименьшее сезонное испарение за 44 года — 210 мм (1993 г.);
- 4) среднемноголетние осадки за сезон (II-XI мес.) — 365 мм;
- 5) наибольшие сезонные осадки за 44 года — 553 мм (1952 г.);
- 6) наименьшие сезонные осадки за 44 года — 215 мм (1983 г.);
- 7) в сезоне наибольшее испарение: IV - 185 мм (1984 г.),
VII - 173 мм (1981 г.),
VIII - 166 мм (1971 г.).

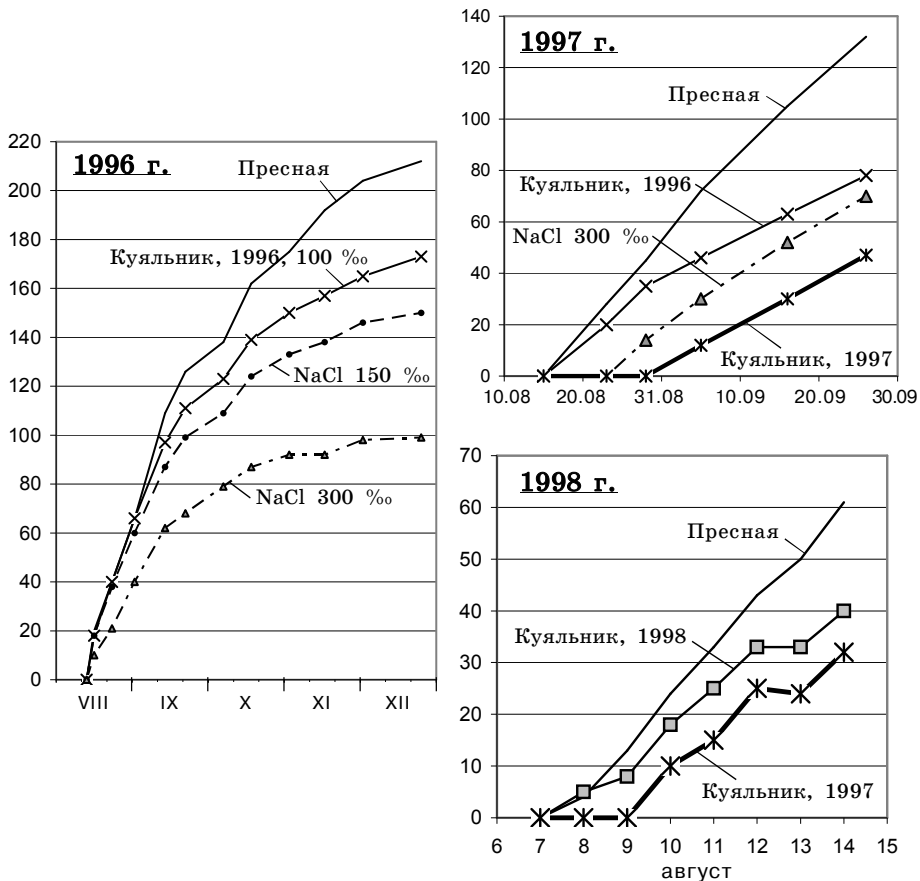


Рис. 4. Интегральные кривые хода испарения с поверхности растворов различной концентрации за 1996, 1997 и 1998 гг.

Приток воды в Куяльницкий лиман с водосбора с 60-х годов XX столетия значительно уменьшился ввиду более интенсивного использования водных и земельных ресурсов в бассейне самого лимана и особенно в бассейне р. Большой Куяльник. В последние 15 лет были начаты разработки песчаных карьеров в санитарной зоне лимана и в устье р. Большой Куяльник. Более того, хозяин песчаного карьера в устье Большого Куяльника для своего удобства полностью отвел сток реки в сторону. В результате, весенний сток 2010 года не попал в лиман и уровень воды в лимане поднялся всего на 40 см против уровня 2009 г., который уже был катастрофически низким и преимущественная глубина лимана составляет всего 50 см. А это — тот слой воды, который ежегодно обязательно испаряется.

Выводы

1. Уровень воды Куяльницкого лимана в апреле 2010 г. был равен -6,14 м БС, при этом глубина воды составляла 0,5-1,0 м. Возникает угроза полного высыхания лимана и его уникальных лечебных грязей, что приведет к их деградации, а значит, Украина потеряет такой важный рекреационный объект, который мог бы принести большие доходы в казну и города, и области, и всей Украины [8].
2. По количеству осадков последние 15 лет (1995-2009 гг.) на 50 % относятся к многоводным годам (более 450 мм/год), среднегодовое количество за этот период равно 421 мм; наиболее маловодными были 2007-2009 гг. (по 360 мм).
3. Соленость рапы лимана в настоящее время значительно повысилась, и в 2009 г. была равна 390 %.
4. Испарение с поверхности рапы за сезон февраль-ноябрь в среднем составляет 526 мм. Наибольшая величина испарения — 750 мм, наименьшая — 210 мм. Испарение — процесс многофакторный и зависит от уровня воды в лимане, солености рапы, а также от метеорологических условий (температуры и влажности воздуха, скорости ветра, количества выпадающих осадков). За месяц наибольшее испарение в июне-августе может составить 185 мм.
5. Еще в 1995 году группа ученых ОНУ им. И. И. Мечникова под руководством проф. Швебса Г. И. разработала рекомендации по улучшению эколого-хозяйственного использования Куяльницкого лимана и реки Большой Куяльник, но до сих пор меры не приняты. А прошло 15 лет!

6. В настоящее время крайне необходимо принять срочные меры по возобновлению притока воды по р. Большой Куяльник в лиман, дав правовую оценку действиям «хозяев», перекрывших естественный приток в то время, когда ученые ломают голову над проблемой поднаполнения лимана то ли днестровской водой, то ли морской, что потребует больших финансовых затрат. В противном случае Куяльницкий лиман прекратит свое существование.
7. Для спасения лимана необходимо организовать национальный парк или заповедник «Куяльницкий лиман».

Литература

1. Бицилли В. М. Испарение с соляных озер // Труды ОГМИ. — Вып. V. — 1953. — С. 131-142.
2. Kapochkin B. B., Isakov M. I. Kuyalnik Liman Water Balans Problems // Management and conservation of the Northern-Western Black Sea Coast. — Odessa, 1998. — P. 69-71.
3. Исаков М. И. Параметры годового стока малых рек Причерноморской низменности // Тезисы докл. Междунар. симпозиума «Расчеты речного стока». — С-Пб: Россия, 1995. — С. 98.
4. Исаков М. И. Ставницер Р. М., Маслакова Л. П. ТЭО строительство Верхне-Днестровского канала для орошения 2000 га земель на базе Могилев-Подольского водохранилища в Одесской и Николаевской областях, Ш-2900. — Кн. 2 (Гидрологические и водохозяйственные расчеты). — Одесса: УЮГВХ, 1975.
5. Швебс Г. И., Елисеева Е. В. и др. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработать научно обоснованную программу мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана» ОГУ им. И. И. Мечникова. — Одесса, 1995. — 195 с.
6. Гопченко Е. Д., Гриб О. М. Сучасні морфометричні характеристики Куяльницького лиману // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2009. — № 2(10). — С. 186-193.
7. Колесникова А. А., Носырев Н. В., Шмуратко В. И. Циклический характер изменчивости параметров Куяльницкого лимана (Северное Причерноморье) // Доповіді Національної Академії Наук України. — 1987. — № 8. — С. 123.
8. Исаков М. И., Дегтяренко В. И., Волик М. П. Проблеми Куяльницького лиману з точки зору впливу природно-господарських заходів на стан та якість ґрунтів // Тези доповідів VI Конг-

ресу Світової Федерації Українських Лікарських Товариств. — Одеса, 1996. — С. 106.

9. Довгань М., Исаков М. И. Экспериментальные исследования испарения в экспедиционных условиях: Доклад на МАИ, декабрь 2001 г., г. Одесса.

УДК 556.166

*Є. Д. Голченко, О. М. Гриб,
Ж. Р. Шакірманова, М. Г. Сербов,
Є. Л. Бояринцев, П. А. Терновий*

СУЧАСНІ МОРФОМЕТРИЧНІ ТА ОСНОВНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

В статті, за результатами натурних експедиційних досліджень Одеського державного екологічного університету в липні 2009 р. (за рахунок бюджетних коштів з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища), наведено морфометричні характеристики та основні фізико-хімічні показники Хаджибейського лиману.

Метою натурних вимірювань було вивчення сучасного рельєфу дна лиману, побудова плану батиметричної зйомки в ізобатах, кривих об'ємів і площ водної поверхні лиману. В процесі виконання експедиційних досліджень також було виконано аналіз фізико-хімічних властивостей води лиману, а саме: мінералізації, розчиненого кисню, кольоровості, прозорості, запаху, температури води, *pH*.

Перед початком вимірювальних робіт проведено аналіз сучасних супутникових знімків Хаджибейського лиману та прилеглої місцевості для складання робочої схеми вимірювальних робіт (рис. 1).

Батиметрична зйомка виконувалася по косих галсах, що дозволило достатньою мірою відобразити характер рельєфу дна водойми з необхідною точністю. Проміри глибин виконувалися в окремих точках акустичним способом (ехолокацією) з використанням електронних ехолотів Fishfinder-250, Garmin (s/n 50508248) та PiranhaMAX20, Humminbird (s/n 6062703-0135). Вказані електронні ехолоти є сонарами нового покоління, завдяки їх малим габаритам та інтеграції з ПК та GPS-навігаторами по COM-порту. Координація промірних робіт здійснювалася засобами супутникової навігації за допомогою GPS-навігаторів Garmin: GPS-72 (s/n 82335369) та GPS-72, Int'I (s/n 13400382). При цьому точність планової прив'язки (визначення місця положення промірної верти-

калі) GPS-навігаторами складає 1-4 м (в залежності від кількості прив'язок до супутників). Висотна прив'язка здійснена за допомогою нівеліру НС-4 (s/n 2623) до контрольного реперу на пальному водомірному посту, який розташований у південній частині лиману (с. Усатове) на схилі дамби, перпендикулярно автомагістралі «Одеса-Миколаїв» (рис. 1). Відмітка контрольного репера становить 3,36 м БС, а відмітка поверхні води під час промірних робіт складала 0,62 м БС.

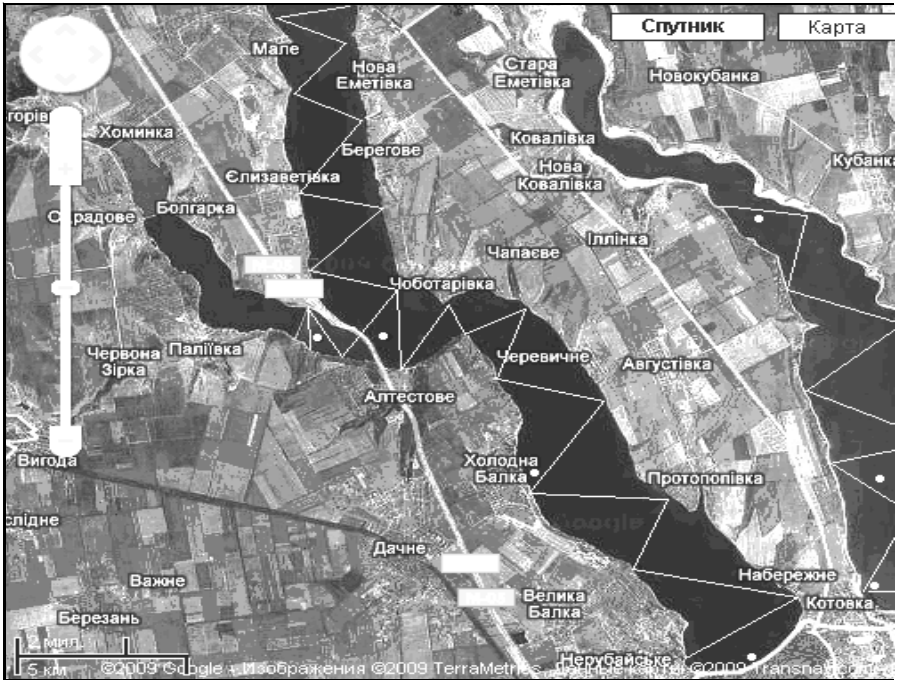


Рис. 1. Супутниковий знімок Хаджибейського лиману (білі лінії — промірні галси; білі точки — гідрохімічні станції)

При виконанні батиметричної зйомки фіксувались такі дані: дата та час початку і закінчення робіт, відмітка рівня води на водомірному посту на початок та кінець батиметричної зйомки, погодні умови, хвилювання водної поверхні, прилади для промірів глибин та координування, номери промірних вертикалей, глибини на них, відмітки дна, прямокутні координати вертикалей (X , м та Y , м) в системі координат WGS-84. Визначались також і координати берегової лінії.

Після підготовки та первинного аналізу польових матеріалів батиметричної зйомки побудовано план Хаджибейського лиману в ізобатах (рис. 2). Також були обчислені основні морфометричні характеристики лиману, значення яких наведені нижче за текстом. Довжина лиману — найкоротша відстань між двома віддаленими точками берегової лінії на лимані, у липні 2009 р. становила 35,0 км. Середня ширина лиману — відношення площі до довжини, склала на Хаджибейському лимані 3,09 км. Максимальна ширина, у середній найбільш широкій частині лиману, складає близько 4,00 км. Порізаність берегової лінії (відношення довжини берегової лінії до довжини кола, яке має площу рівновелику площі лиману) становило 1,21. Площа водного дзеркала лиману, яка визначалася за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Surfer 7.04, становила 108 км². Об'єм води в лимані розраховувався складанням часткових об'ємів між ізобатами (горизонталями) за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Surfer 7.04 і у липні 2009 р. він становив 472 млн. м³. Середня глибина лиману визначалася як частка від ділення об'єму лиману на площу водного дзеркала та склала 4,37 м, а максимальна — 15,4 м.

За результатами батиметричної зйомки побудовані криві залежностей між рівнями води та площами $F=f(H)$ і об'ємами $V=f(H)$ лиману (рис. 3, 4).

Спостереження за фізико-хімічними властивостями води в лимані були виконані в чотирьох точках (рис. 1) в районі селищ Палійове (1), Алтестове (2), Холодна Балка (3) та Усатове (4). Визначалися наступні фізико-хімічні показники: температура води (t , °C), запах води, прозорість води (L , м), кольоровість води (K — номер за стандартною шкалою кольоровості), pH води (pH), солоність (S , ‰) та концентрація розчиненого у воді кисню (O_2 , мг O_2 /дм³).

Результати визначення фізико-хімічних властивостей води в Хаджибейському лимані на вказаних станціях наведено в табл. 1.

Під час експедиційних досліджень на лимані температура води майже не змінювалася і в середньому становила 24,5 °C. При цьому, в мілкій частині водойми (біля с. Алтестове) спостерігалася найменша концентрація розчиненого у воді кисню 13,7 мг O_2 /дм³, що може бути пов'язане з «цвітінням» води, яке тут було найінтенсивнішим. Про це свідчить і кольоровість води, яка на цій ділянці була максимальною — 19-20, при середній кольоровості 16 на інших

ділянках водойми. Максимальна ж концентрація кисню — 26,0 мг O_2 /дм³, була також в мілководній частині лиману — в Палійовській затоці, яка з'єднується з основною акваторією лиману вузькою протокою. Це пов'язано з інтенсивним розчиненням атмосферного кисню під час вітрових циркуляцій та незначним органічним забрудненням цієї затоки. Тут же були й найбільша прозорість — 0,80 м, і температура води — 24,9 °С.

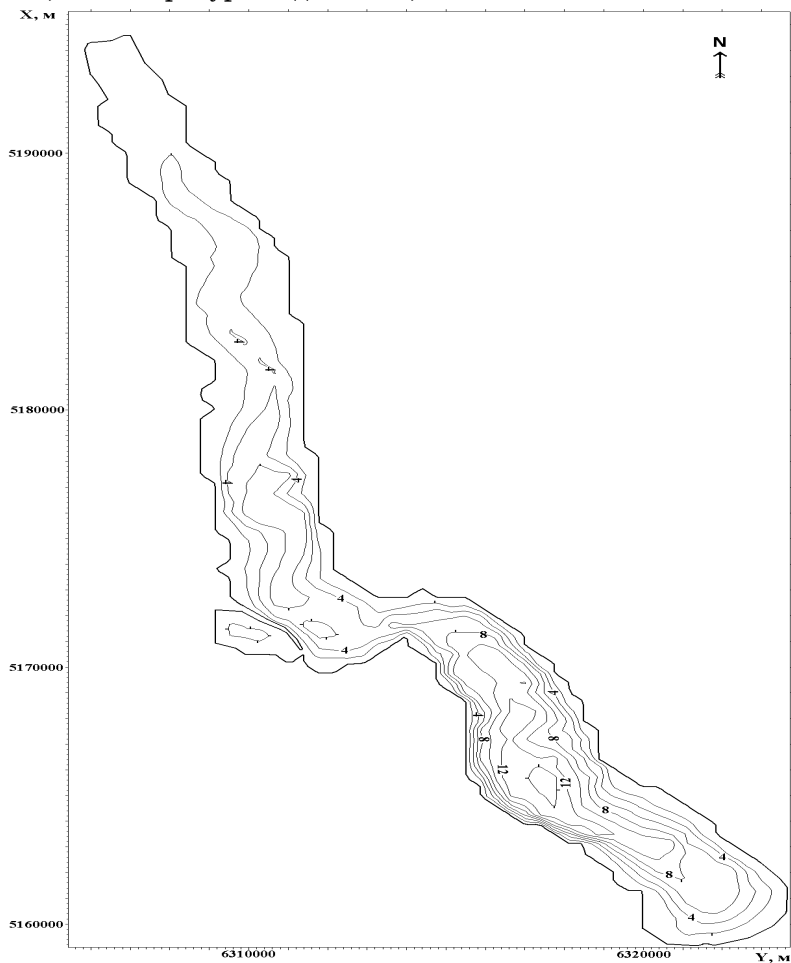


Рис. 2. План Хаджибейського лиману в ізобатах (відмітка поверхні води 0,62 м БС) [1]

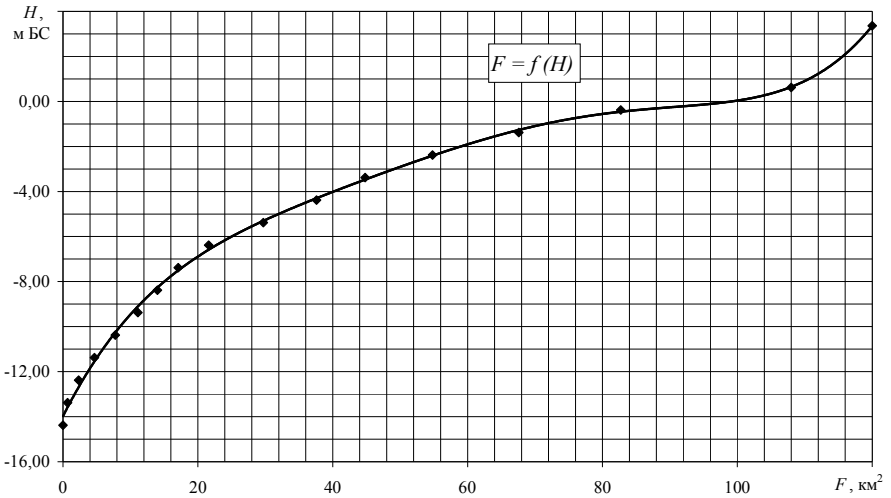


Рис. 3. Крива площ $F = f(H)$ водної поверхні Хаджибейського лиману, за даними батиметричних зйомок в липні 2009 р.

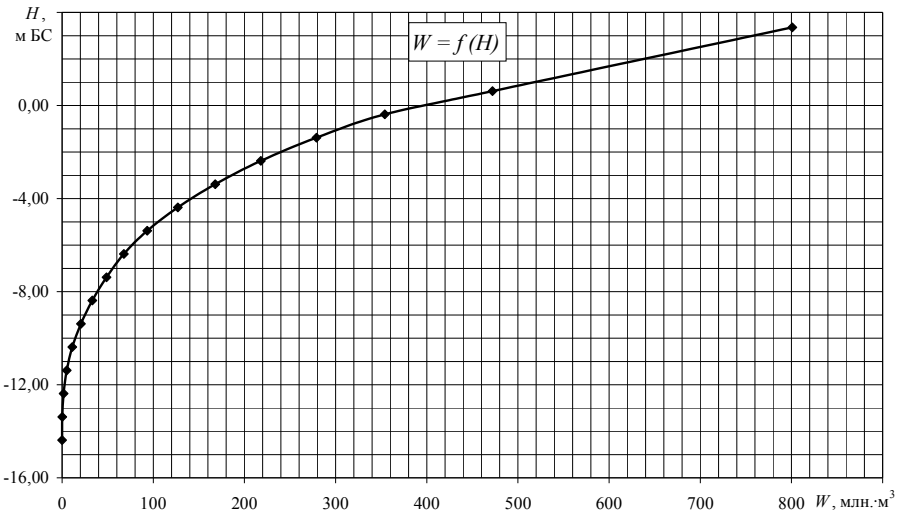


Рис. 4. Крива об'ємів води $W = f(H)$ Хаджибейського лиману, за даними батиметричних зйомок в липні 2009 р.

Таблиця 1.

Результати визначення фізико-хімічних властивостей води
Хаджибейського лиману в липні 2009 р.

№ г/х ст.	Географічні координати (WGS-84) станцій, ° ' "		S, ‰	O ₂ , мгО ₂ /дм ³	pH	t, °С	П, м	Запах води	К, номер за шк. кол.
	півн. шир.	сх. довг.							
1	46°39'06,0"	30°31'17,6"	5,00	26,0	8,20	24,9	0,80	Немає	16
2	46°38'42,5"	30°32'15,0"	5,62	13,7	8,20	24,5	0,70	Немає	19-20
3	46°35'55,5"	30°35'52,6"	5,25	17,5	8,15	24,4	0,75	Немає	15-16
4	46°32'55,8"	30°39'44,9"	4,62	17,8	8,10	24,3	0,60	Немає	16

В липні 2009 р. pH води в лимані коливалося незначно, однак простежується зменшення pH за довжиною водойми, від 8,20 в середній частині лиману до 8,10 — в нижній. Солоність води змінюється за такою ж тенденцією (від 5,62 ‰ в середній частині лиману до 4,62 ‰ — в нижній), що може бути пов'язано зі скидами достатньо прісних вод станції біологічної очистки «Північна» в нижню частину водойми.

Література

1. Оцінка наповнення Хаджибейського лиману поверхневими водами та довгострокове прогнозування його стану у весняний період року: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. — Одеса, 2009. — 200 с.

*И. Г. Золотарева,
Ю. И. Попов, Г. Г. Золотарев*

КРАТКАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОСАДКОВ КАНАЛА БЫСТРЫЙ (экспедиционные работы в октябре 2010 г.)

Донные осадки литологически представлены песками кварцевыми, в основном мелкозернистыми, серого цвета и пелитовыми (глинистыми) илами, темно серого цвета. При описании проб донных отложений отмечены процессы реседиментации, которые представлены наилком желто бурого цвета. Эти процессы были выявлены в канале Быстрый (устье р. Дунай) (рис. 1). Мощность вторичного заиления (наилка) от первых мм до 15-20 мм.

По результатам проведенного гранулометрического анализа отобранных проб, ниже показаны основные литологические характе-

ристики донных осадков: медианный (Md) диаметр осадков, коэффициент сортировки (So) и показаны процентное содержание в каждом осадке фракций пелита, алеврита, песка и т.д. Медианный диаметр всех типов донных отложений изменяется от 0,01 до 0,006 мм. Медианный диаметр осадков изменяется от более высоких значений в прибрежной зоне канала, до более мелких на выходе из канала (рис. 2).

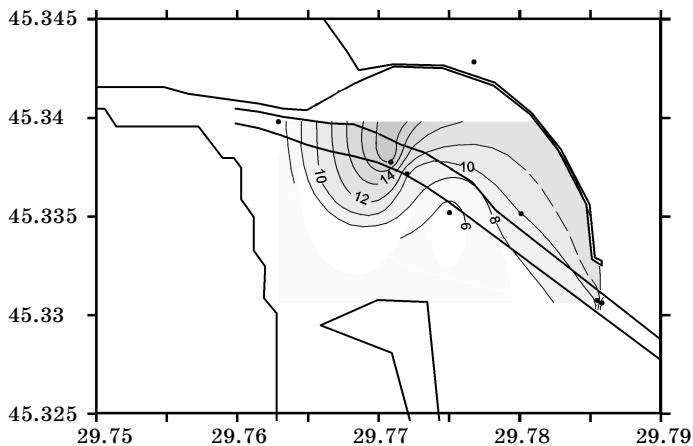


Рис. 1. Распределение наилка

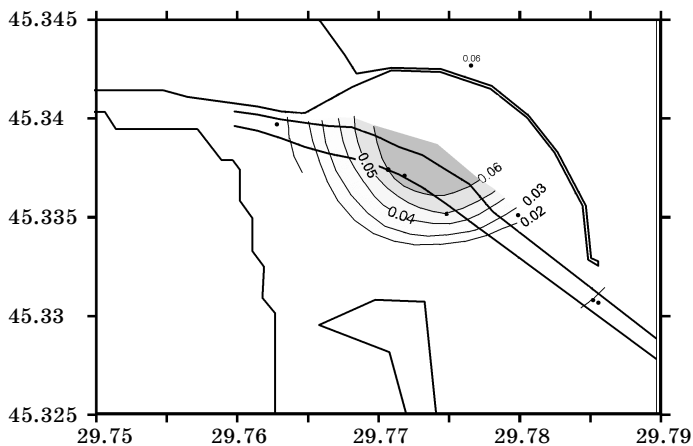


Рис. 2. Распределение медианного диаметра

Степень сортировки всех типов осадков изменяется от 1,3 до 15. Причем, отмечены осадки хорошей сортировки, как для песков, так и для илов (рис. 3). Плохая сортировка осадков отмечается на выходе из канала.

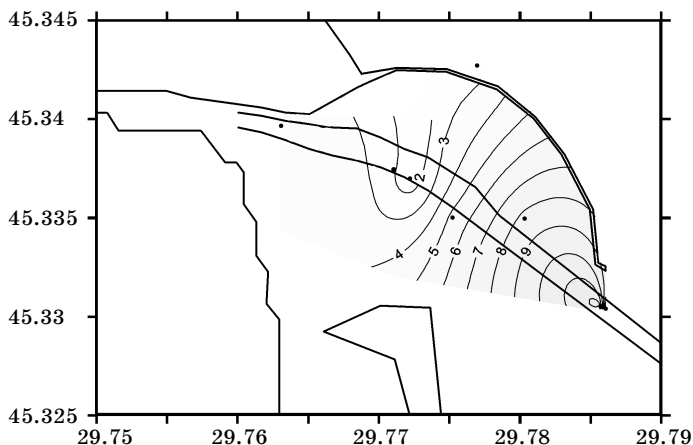


Рис. 3 Степень сортировки осадков

Илистые отложения

Илистые отложения в изучаемом районе представлены в основном илами пелитовыми, темно серого цвета с примесью алеврита и кварцевого песка (ст. № 1, 3, 12, 13). На поверхности этих осадков наблюдается наличие наилка, желто бурого цвета, ходы червей, а также створки моллюсков и детрит.

Медианный диаметр илов колеблется от 0,02 до 0,006 мм, т.е. по размерности от пелитовых до алевритистых и песчаных разновидностей.

Степень сортировки (S_o) для илов изменяется в пределах от 3,3 до 12,5. Хорошая сортировка для илов характерна при наличии только пелитовой фракции. При плохой сортировке, происходит колебание гидродинамической обстановки, и в илах накапливаются алевриты и пески, что влияет на однородность осадка.

На рис. 4 показано распределение пелитовой фракции по всей площади района работ. Наименьшие значения содержания пелита выделяются в центральной части.

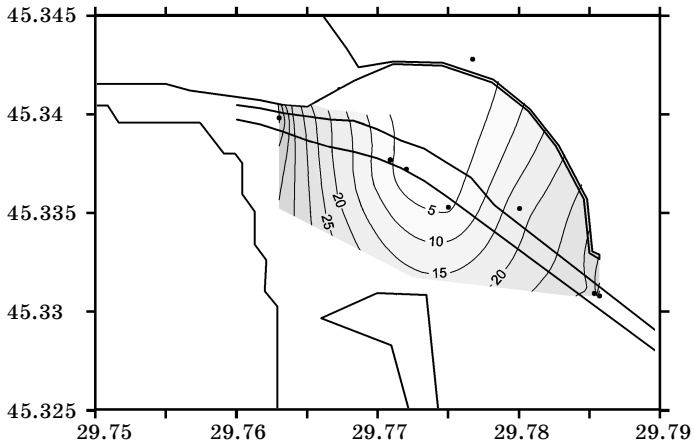


Рис. 4. Распределение пелитовой фракции

Алевритовые отложения

В чистом виде алевритовые отложения в изучаемом районе не встречены. Алевритовая фракция входит во все типы отложений — илы, пески и т. д.

На рис. 5 показано распределение алевритовой фракции во всех типах отложений. Повышенные значения алевритовой фракции отмечаются на выходе из канала, более низкие, в центральной части.

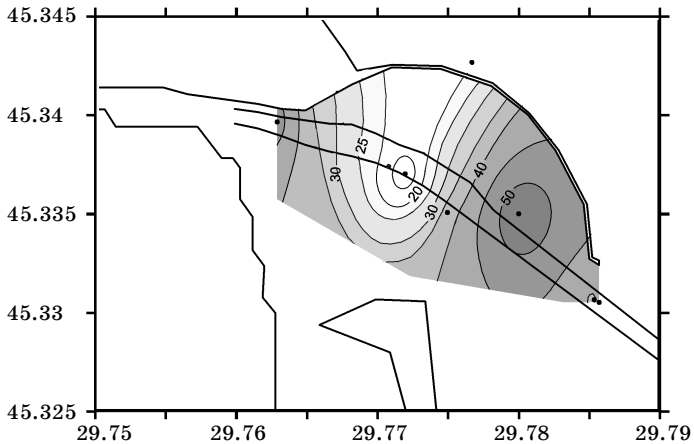


Рис. 5. Распределение алевритовой фракции

Песчаные отложения

Песчаные отложения представлены кварцевыми разнозернистыми отложениями. Медианный диаметр песков изменяется от 0,2 до 0,08 мм. Размерность песков изменяется от мелкозернистых до алевритистых.

Степень сортировки песков изменяется от 2,3 до 15 (свалка). В основном пески хорошо сортированы. Ухудшение показания степени сортировки связано с присутствием алеврита или в малых количествах пелита. Это говорит о колебаниях условий осадкообразования.

На рис. 6 показано распределение песчаной фракции по всему району работ. Значительные содержания песчаной фракции отмечаются в центральной части.

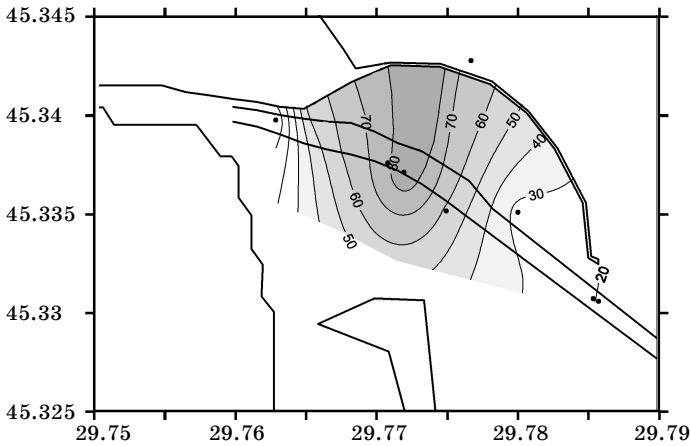


Рис. 6. Распределение песчаной фракции

Выводы

1. Процессы вторичного заиления интенсивно происходят в центральной части района.
2. Для медианного диаметра характерно уменьшение размерности осадков на выходе из канала.
3. Степень сортировки донных отложений ухудшается на выходе из канала, и в районе свалки грунтов (ст. № 10).
4. Увеличение содержания пелитовой фракции в осадках наблюдается в районе ст. № 1 и на выходе из канала. В центральной части района отмечены самые низкие значения.

5. Содержание алевритовой фракции увеличивается в сторону открытой части моря.
6. Наибольшие значения песчаной фракции наблюдается в центре района и уменьшается на выходе из канала.

УДК 556.166

*Е. Д. Гопченко,
Е. А. Дрозд*

РАСЧЕТНЫЙ СЛОЙ СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАСЕЙНАХ РЕК ПСЕЛ, ВОРСКЛА, СУЛА

Реки исследуемой территории относятся к Приднепровской низменности и Полтавской равнине, которая в восточном направлении постепенно переходит в юго-западный склон Среднерусской возвышенности.

Почвенный покров данного района чрезвычайно пестр и разнообразен. Представлен он подзолистыми суглинистыми, дерново-подзолистыми, песчаными, черноземами обыкновенными и торфяно-болотными почвами. При рассмотрении процессов стокообразования большая роль отводится также геологическому строению, рельефу и растительному покрову. Бассейны рек Псел, Ворскла и Сула характеризуются преобладанием дубовых лесов, засоленных лугов, низинных болот в поймах рек, распаханых луговых степей. Значительные территории нуждаются в осушении, но в первую очередь в бассейнах рек Удай, Супой, Оржица, Сула и других.

Современное состояние в области расчета характеристик максимального стока весеннего половодья в бассейнах рек Псел, Ворскла и Сула. В настоящее время в Украине расчет максимальных расходов воды весеннего половодья и параметров их определяющих производится на основе нормативного документа СНИП 2.01.14-83 [1]. Базовая формула имеет вид

$$q_m = \frac{K_0 Y_m}{(F + b)^{n_1}} \mu \delta \delta_1 \delta_2, \quad (1)$$

где q_m — расчетный модуль стока заданной вероятности превышения p %; K_0 — коэффициент дружности весеннего половодья, который определяется на основе гидрологической аналогии; F — площадь водосбора; b — параметр, учитывающий замедление

редукции в области малых площадей водосборов; μ — коэффициент, учитывающий различие статистических параметров распределения временных рядов слоев стока Y_m и максимальных расходов воды Q_m ; $\delta, \delta_1, \delta_2$ — поправочные коэффициенты на естественную или искусственную русловую зарегулированность половодий, а также для учета влияния на максимальный сток залесенности заболоченности водосборов.

Основной расчетной характеристикой в (1) является слой стока, который равен

$$Y_p = \bar{Y}_m \cdot \kappa_p, \quad (2)$$

где Y_p — слой стока обеспеченностью P , %; Y_m — среднемноголетний слой стока весеннего половодья, мм; $\kappa_p = f\left(C_v, C_s/C_v\right)$ — модульный коэффициент обеспеченностью P %, который определяется в зависимости от коэффициента вариации C_v и соотношения C_s/C_v .

Согласно СНиП 2.01.14-83, в пределах бассейнов рек Псел, Ворскла и Сула средний многолетний слой стока изменяется в широких пределах от 20 до 60 мм. Что касается коэффициента вариации C_v , то как и слой стока Y_m , он представлен картой изолиний и изменяется от 0,4 до 0,7. Соотношение C_s/C_v нормировано на уровне 2,0.

Учитывая то обстоятельство, что с момента подготовки данных к действующему и ныне нормативному документу [1] прошло 30 лет, а также не учет при картировании \bar{Y}_m влияния заболоченности и залесенности, авторы считают весьма актуальным уточнение методики определения Y_m на описываемой территории. Кроме того, поскольку в расчетных схемах используется слой стока 1 %-ной опорной обеспеченности, в статье предлагается выполнять расчет сразу $Y_{1\%}$, что избавляет от необходимости разрабатывать методическую базу для определения \bar{Y}_m , но и коэффициентов вариации C_v .

Исходные материалы и их статистическая обработка. В бассейнах рек Псел, Ворскла и Сула имеется 38 гидрологических постов, по которым имеются временные ряды слоев стока весеннего половодья. Они охватывают водосборные площади от 56 км² до 22400 км² и периоды наблюдений с момента их открытия и по

2009 г., включительно. Наиболее продолжительный ряд имеется по р. Ворскла - г. Кобеляки (74 года). Статистическая обработка данных о слоях стока весеннего половодья произведена с помощью двух наиболее распространенных методов — моментов и метода наибольшего правдоподобия [2]. Относительно параметров C_v и C_s/C_v по обоим методам получены в общем совпадающие результаты. Коэффициенты вариации в целом достаточно высоки — от бассейна к бассейну они изменяются от 0,43 до 0,89. Следуя рекомендациям [1], соотношение C_s/C_v осреднено по всем объектам и принято на уровне 2,0.

Используя индивидуальные значения C_v и \bar{Y}_m при использовании $C_s/C_v = 2,0$ на основе кривой трехпараметрического гамма-распределения С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля [1] были рассчитаны слои стока весеннего половодья $Y_{1\%}$ для опорной обеспеченности $P = 1\%$. Изменяются они от географического положения водосборов и условий подстилающей поверхности от 36,1 (р. Недра - г. Березань, шл. 2) до 256 мм (р. Голтва - с. Михновка). Обобщение по территории гидрологических величин осуществляется одним из двух способов: путем районирования или картирования их. В первом случае предполагается, что признак районирования имеет случайную природу, а во втором, — что он обусловлен географическими координатами объектов исследования. Поэтому, в качестве первого этапа пространственного обобщения по территории $Y_{1\%}$ была построена его зависимость от широтного положения водосборов вида $Y_{1\%} = f(\varphi^\circ - 51)$, где $\varphi^\circ - 51$ с.ш. — условная широта, к которой в последующем будут приведены все исходные данные по слоям стока весеннего половодья $Y_{1\%}$. Зависимость $Y_{1\%} = f(\varphi^\circ - 51)$ приведена на рис. 1 и описывается линейным уравнением

$$Y_{1\%} = 60,8(\varphi^\circ - 51) + (Y_{1\%})_{\varphi=51} \quad (3)$$

Коэффициент корреляции этой связи составляет 0,49.

В уравнении (3) свободный член $(Y_{1\%})_{\varphi=51}$ подлежит определению и последующему исследованию его зависимости от обуславливающих факторов, как залесенность и заболоченность водосборов. Установленные обратным расчетом из (3) величины $(Y_{1\%})_{\varphi=51}$ на рис. 2 представлены в зависимости от заболоченности водосборов ($f_{\text{з}}$, %).

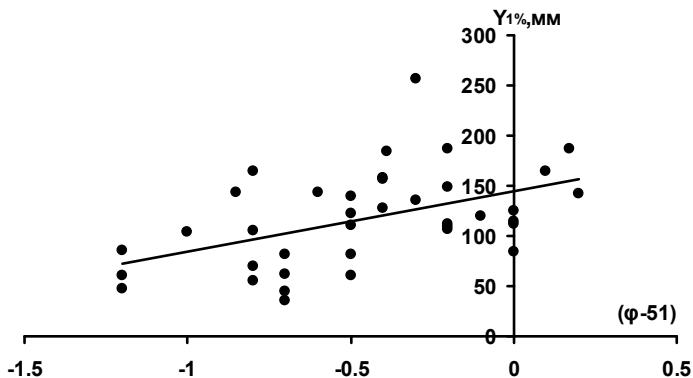


Рис. 1. Зависимость слоя стока 1 %-ной обеспеченности от геометрических центров водосборов бассейнов рек Пселл, Ворскла, Сула

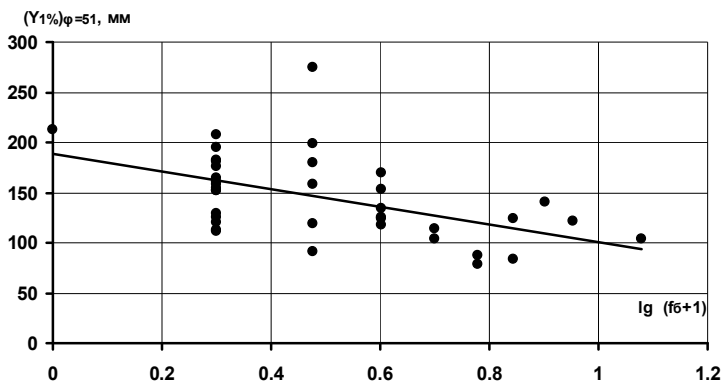


Рис. 2. Зависимость приведенного слоя стока весеннего половодья $(Y_{1\%})_{\varphi=51}$ от залесенности водосборов в бассейнах рек Пселл, Ворскла, Сула

Как видно, с увеличением f_{σ}^l слой стока за половодье в общем убывает, причем

$$(Y_{1\%})_{\varphi=51} = 189 - 88,5 \lg(f_{\sigma}^l + 1) \quad (4)$$

Коэффициент корреляции этой взаимосвязи равен 0,51.

На основе (4) можно получить выражение для коэффициента влияния болот K_{σ}^l на слой стока $Y_{1\%}$

$$K_{\sigma}^l = 1 - 0,47 \lg(f_{\sigma}^l + 1) \quad (5)$$

Область применения (5) — $f_{\sigma}^l \leq 1,5 \%$.

Исключив из исходных данных $(Y_{1\%})_{\varphi=51}$ влияние болот, на заключительном этапе построена зависимость $(Y_{1\%})_{\varphi=51, f_{\delta}=0}$ от залесенности водосборов ($f_{л}$, %), приведенная на рис. 3.

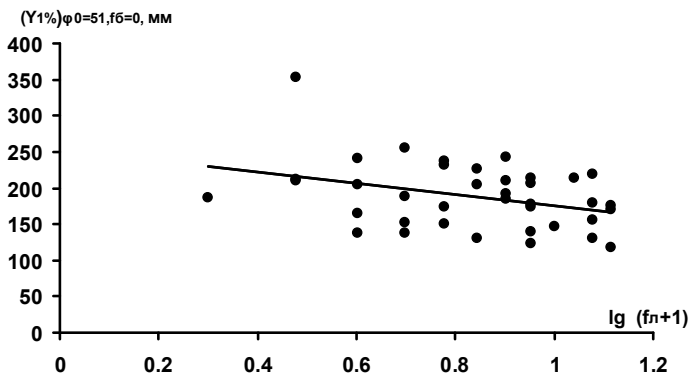


Рис. 3. Зависимость приведенного слоя стока весеннего половодья $(Y_{1\%})_{\varphi=51, f_{\delta}=0}$ от залесенности водосборов в бассейнах рек Пселл, Ворскла, Сулла

Уравнение связи имеет вид

$$(Y_{1\%})_{\varphi=51, f_{\delta}=0} = 253 - 77,6 \lg(f_{л} + 1) \quad (6)$$

Коэффициент корреляции этой взаимосвязи равен 0,35. Откуда

$$K_{л} = 1 - 0,31 \lg(f_{л} + 1) \quad (7)$$

Область применения уравнения (7) — $f_{л} \leq 25$ %.

Из сопоставления (5) и (7) следует, что под влиянием заболоченности слой стока $Y_{1\%}$ уменьшаются в 1,5 раза сильнее, чем на заселенных водосборах. Располагая зависимостями (5) и (7), можно из исходных данных $Y_{1\%}$ исключить редуцирующее влияние местных факторов (залесенности и заболоченности) на расчетный слой стока, т.е.

$$(Y_{1\%})_{np} = \frac{Y_{1\%}}{K_{л} K_{\delta}} \quad (8)$$

После этой процедуры слой стока $(Y_{1\%})_{np}$ можно картировать, как такие, которые обусловлены широтным положением водосборов (рис. 4).

Литература

1. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 448 с.
2. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические методы в гидрологии. — Л.: Гидрометеоздат, 423 с.

*М. В. Захарова,
С. О. Долготер*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ТИСИ ЗА ДОПОМОГОЮ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

Вступ. Формування якісного стану водних об'єктів та річкових систем відбувається під впливом гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних факторів. Представлена робота присвячена дослідженню просторово-часової гідрохімічної структури водних екосистем для виділення однорідних гідрохімічних об'єктів, параметри яких формуються під впливом одних і тих же місцевих факторів і в статистичному плані відповідають одним і тим же статистичним законам розподілу, однаково корелюють один з одним та з показниками факторних навантажень.

Подібні знання мають надзвичайно важливе теоретичне і практичне значення. Спостереження за просторовою динамікою гідрохімічних показників є найбільш вдалим науковим методом щодо дослідження закономірностей сучасних процесів зміни хімічного складу поверхневих вод під впливом антропогенних факторів. Виявлення просторової структури розподілу гідрохімічних показників дозволяє науково обґрунтувати більш раціональну систему моніторингу якості поверхневих вод, яка допоможе вирішувати актуальні проблеми водокористування та охорони водних ресурсів від забруднення [1].

В цій статті дослідження базується на використанні класичного методу мультиваріаційної статистики — факторного аналізу.

Об'єкти та вхідні матеріали досліджень. Для встановлення характеристики сучасного гідроекологічного режиму басейну р. Тиса, було використано матеріали спостережень за хімічними складом річкових вод в системі організацій Державної гідрометеорологічної служби на 10 постах: р. Латориця - с. Підполоззя (1963-2008 рр.); р. Віча - с. Неліпино (1963-2008 рр.); р. Уж - м. Ужгород (1953-2008 рр.); р. Репінка - с. Репіне (1958-2008 рр.); р. Ріка - смт Міжгір'я (1957-2008 рр.); р. Терєбля - с. Колочава (1957-

2008 рр.); р. Тиса - м. Вилोक (1961-2008 рр.); р. Тиса - м. Рахів (1949-2008 рр.); р. Тиса - м. Тячів (1963-2003 рр.); р. Тиса - м. Хуст (1965-2008 рр.).

В якості основної вхідної інформації, яка характеризує гідроекологічний стан вод досліджуваного водного об'єкта, використовувалися витрати води (Q), головні іони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), мінералізація (I), виміряні концентрації біогенних речовин (P_{min} , P_{sum} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , N_{sum} , Si_4^+ , Fe_3^+), показників, що характеризують забруднення води (перманганатна окислюваність, біхроматна окислюваність, жорсткість, BCK_5 , феноли, нафтопродукти, СПАР) та концентрацій важких металів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{23+} , Pb^{2+} , Cd^{2+}), а також іони Mn^{4+} , F^- та ХСК.

Методи дослідження. Оскільки показники якості води мають різну природу та відрізняються за шкідливістю, то саме факторний аналіз найбільш зручний для дослідження різноманітних аспектів формування якості поверхневих вод — приймачів стічних вод. Факторна модель дає можливість адекватно розрахувати структуру зв'язків між відносно невеликою кількістю досліджуваних показників за допомогою меншої кількості факторів. Це дозволяє наблизити модель до реальних умов за рахунок введення до її структури нових факторів [2].

В факторному аналізі висувається гіпотеза про те, що дані спостережень є лише непрямими характеристиками явища, яке вивчається, і це явище можна описати за допомогою невеликої кількості деяких параметрів або властивостей. Такі теоретичні параметри або властивості називаються факторами. Фактори є однаковими для всіх розглядуваних показників якості річкових вод, але входять до кожного з них із своєю вагою. Зазначені властивості не повністю описують вихідні змінні, оскільки залишається частина інформації, яку називають залишками [3].

Задачею сучасного факторного аналізу є вираження показників-змінних x_j ($j=1, 2, \dots, N$), що характеризують якість води, через набір факторів F_i ($i=1, 2, \dots, p$), одержаних з тих же показників x_j , причому $p \ll N$, тобто чисельність факторів буде значно меншою ніж кількість початкових змінних.

Основна модель факторного аналізу дозволяє представити дані спостережень у вигляді лінійних комбінацій факторів [1-4].

$$x_j = \sum_{i=1}^p a_{ij}F_i + a_jv_j, \quad (j=1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

де F_i — загальні фактори; a_{ij} — факторні навантаження; a_j — коефіцієнти навантаження при характерних факторах; v_j — характерні фактори.

Показник x_j лінійно залежить від p загальних факторів — F_1, \dots, F_p і характерного фактора v_j . Характерний фактор v_j дозволяє врахувати специфіку показників якості води, а також виявити помилку в їх вимірюваннях. Параметри a_{ij} — факторні навантаження, які мають вигляд коефіцієнтів кореляції та вказують на тісноту зв'язків між факторами F_i та початковими показниками x_j .

З гідроекологічних позицій вираз (1) можна прокоментувати таким чином: концентрація будь-якого показника якості води формується головним чином за рахунок дії будь-якого загального (головного) фактора та частково за рахунок характерних (другорядних) факторів [1].

Застосування процедури факторного аналізу з використанням ПК дозволяє одержати узагальнені фактори, які безпосередньо не вимірюються та містять основну інформацію про початкові показники якості води. Таким чином, початкова кореляційна матриця за допомогою факторного аналізу перетворюється в матрицю факторних навантажень. Після розрахунку факторів виникає необхідність їх ранжування за значущістю. Фактор вважається тим важливішим, чим більш він варіює на сукупності всіх об'єктів. Оскільки характеристикою зміни випадкової величини є її динаміка, то чим більшою є дисперсія фактора, тим він є важливішим. Пошук факторних навантажень та дисперсій залишків відбувається шляхом ітераційного процесу [3].

Виконавши всі процедури факторного аналізу стосовно початкового масиву даних можна здійснити «стиснення» цього масиву, спираючись на результати аналізу та експертні оцінки імовірнісних процесів, які можуть бути ідентифіковані за розрахунковими факторами. В результаті проведених процедур початковий масив даних зменшує свою розмірність у геометричній прогресії. Далі переходять безпосередньо до виділення головних факторів формування якості води [1].

Результати дослідження та їх аналіз. Як вже відзначалося вище, сутність факторного аналізу полягає в математично об'рун-

тованій заміні великої кількості показників якості по яких досліджуються створи, меншою кількістю комплексних характеристик.

Для виконання дослідження в якості індикаторів прояву дії тих або інших факторів формування якісного стану водних ресурсів у роботі застосовано просторові ряди репрезентативних гідрохімічних показників річкових вод басейну р. Тиса. Таким чином було сформовано початкову матрицю даних, що містила середні багаторічні значення 31 гідрохімічного показника, які були згруповані по 10 пунктах гідролого-гідрохімічного моніторингу.

Керуючись викладеною вище методикою проведення факторного аналізу за допомогою універсальної інтегрованої системи, призначеної для статистичного аналізу STATISTICA, було виконано побудову факторної моделі та зроблено узагальнення одержаних результатів.

Використовуючи метод головних компонент, було сформовано таблицю власних значень (табл. 1), результати якої слугували критерієм для прийняття рішення щодо кількості факторів, які слід залишити у моделі.

Таблиця 1.

Таблиця власних значень

Фактор	Власні значення	% загальної дисперсії	Кумулятивні власні значення	Кумулятивні власні значення, %
1	9,056374	29,21411	9,05637	29,21411
2	6,298874	20,31895	15,35525	49,53306
3	4,506908	14,53841	19,86216	64,07147
4	3,133453	10,10791	22,99561	74,17938
5	2,790374	9,00121	25,78598	83,18059
6	1,995926	6,43847	27,78191	89,61906
7	1,517332	4,89462	29,29924	94,51368

Аналізуючи табл. 1 було відзначено, що власне значення для першого фактора дорівнює 9.056374, тобто частка дисперсії, що може бути пояснена першим фактором дорівнює приблизно 29,2 %, другий фактор містить близько 20,3 % від загальної дисперсії, третій і четвертий — 14,5 і 10,1 % відповідно. Останні три фактори містять не більше 20 % від загальної дисперсії.

Відомо, що у відповідності з критерієм Кайзера у моделі слід залишити фактори з власними значеннями більше 1. З табл. 1 та наведеного вище аналізу виходить, що у відповідності з цим кри-

терієм необхідно обрати для подальшого узагальнення результатів всі сім факторів.

Для впевненості щодо використання у моделі саме семи факторів було побудовано графік власних значень, зображених на рис. 1, з метою застосування критерію осипи Кеттеля. Критерій Кеттеля стверджує, ґрунтуючись на методі Монте-Карло, що точка, де безперервне падіння власних значень сповільнюється і після якої рівень інших власних значень відбиває тільки випадковий «шум» є підставою для вибору кількості факторів, що будуть піддаватися подальшому аналізу.

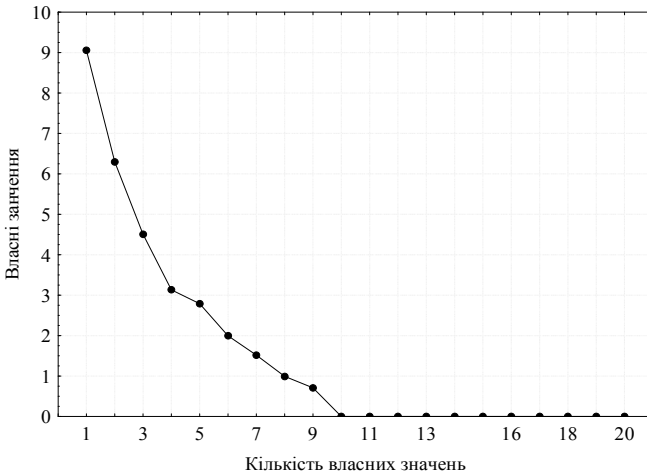


Рис. 1. Графік власних значень

Аналіз рис. 1 підтвердив попередній висновок щодо кількості обраних для аналізу факторів, оскільки починаючи з восьмого фактору, рівень власних значень дорівнює 1 та поступово знижується до величин, значення яких коливаються близько 0 та можуть вважатися випадковим явищем.

Наступним етапом використання методу головних компонент є виділення гідролого-гідрохімічних показників, що найкращим чином характеризують ті фізико-хімічні процеси, які є домінуючими у водній екосистемі. Виділення цих показників відбувалося на основі матриці факторних навантажень, представленої в табл. 2.

Як видно з табл. 2 в межах семи груп факторів після процедури «стиснення» гідролого-гідрохімічних показників з 31 первинної кількості для подальшого аналізу було рекомендовано 18, а

саме: витрати води, іони кальцію, магнію, натрію і калію, гідрокарбонати, хлориди, загальна мінералізація, фосфор мінеральний, перманганатна окислюваність, біхроматна окислюваність, жорсткість, синтетично-поверхнево-активні речовини, іони марганцю, свинцю, міді, цинку, заліза, кадмію. Однак виділені показники через достатньо велику розбіжність в межах кожної групи факторів не дали змогу інтерпретувати їхній вплив на якість води.

Таблиця 2.

Факторні навантаження гідролого-гідрохімічних показників
поверхневих вод басейну р. Тиса

Показник	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7
Q	-0,071758	-0,763460	-0,481862	-0,252831	-0,015961	0,172987	-0,260716
Ca ²⁺	0,851791	0,308805	-0,313051	0,193842	-0,100242	0,115355	0,111581
Mg ²⁺	0,771833	0,275217	-0,122220	-0,251544	0,413241	-0,178318	-0,040137
Na ⁺ + K ⁺	-0,195617	-0,550981	-0,725611	-0,312373	0,144167	0,009522	-0,074904
HCO ₃ ⁻	0,569926	0,765006	-0,171590	0,130760	0,081110	-0,151494	-0,054987
SO ₄ ²⁻	0,608166	-0,171810	0,513262	-0,260436	0,412079	0,141084	-0,183956
Cl ⁻	0,085026	-0,759417	-0,590079	-0,237719	0,041076	-0,040849	0,027957
I	0,804155	0,131105	-0,430233	-0,171884	0,236121	-0,155756	-0,201040
P min	-0,901944	0,285083	0,175977	0,006089	0,199303	0,159128	0,038553
P sum	0,197843	0,217500	-0,487534	0,653602	-0,035325	0,084167	-0,179582
NO ₂ ⁻	-0,623268	0,151539	-0,681491	0,022897	-0,014021	-0,121221	-0,158111
NO ₃ ⁻	-0,411839	-0,625491	-0,134181	0,486934	0,080848	-0,212234	0,338242
NH ₄ ⁺	0,659622	-0,147539	0,333683	0,076428	0,145909	0,538763	0,134997
N sum	0,556906	-0,510208	0,415203	0,137098	0,393305	0,106278	0,240902
Si ⁴⁺	0,116585	-0,353963	-0,114252	0,394925	0,674449	0,061364	0,261446
Fe ³⁺	0,157707	0,459674	-0,238179	0,721010	-0,302300	0,022207	-0,200621
Перм. ок.	-0,918190	0,213081	0,158748	0,095543	0,123363	0,159987	-0,028958
Біхр. ок.	-0,088480	-0,817384	0,089088	0,448295	-0,069607	0,176975	-0,098245
Жорст.	-0,894329	0,304466	0,170330	0,012970	0,208616	0,157040	0,036825
БСК ₅	0,580349	0,506963	0,099083	0,433662	-0,343088	-0,102631	0,066536
Феноли	0,172485	-0,172640	-0,146890	-0,579563	-0,407566	0,540711	-0,034478
Нафтопр-ти	0,503862	0,012905	0,172776	0,304791	0,504901	0,533626	-0,283150
СПАР	0,168472	-0,370131	0,715589	-0,224243	-0,078390	-0,429760	-0,166161
Cu ²⁺	0,046263	-0,777278	-0,284516	0,471229	0,052963	0,077724	0,234912
Zn ²⁺	0,235418	-0,358185	0,764408	-0,025149	-0,090165	-0,365238	-0,014296
Cr ³⁺	0,139751	-0,125612	0,300172	0,034359	-0,685837	0,588743	-0,172606
Mn ⁴⁺	-0,902928	0,282964	0,176316	0,007178	0,198036	0,159164	0,037631
F ⁻	0,005159	0,566836	-0,002884	-0,043049	0,576735	0,093858	-0,277831
ХСК	-0,187628	-0,501591	0,500439	0,449273	-0,181478	-0,186562	-0,399384
Pb ²⁺	-0,902196	0,284449	0,176274	0,005610	0,199058	0,158989	0,038783
Cd ²⁺	-0,327992	-0,398626	-0,032226	0,172475	0,224859	-0,140872	-0,737276

Тому з метою пошуку реально існуючих факторів формування якісного стану річок басейну з виділених пріоритетних гідролого-гідрохімічних показників було складено вторинну інформаційну матрицю для виконання повторної процедури факторного аналізу. Кількість показників цієї вторинної матриці було відповідно редуційовано до 18.

В табл. 3, яка є результуючою таблицею факторних навантажень, розрахованих після варімаксного обертання факторів визначених методом головних компонент, показано розподіл навантажень на ознаки окремих факторів. Варімаксне обертання дозволяє обернути фактори таким чином, щоб обрати найпростішу для інтерпретації факторну структуру.

Таблиця 3.

Факторні навантаження гідролого-гідрохімічних показників поверхневих вод басейну р. Тиса

Показники	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	h_j
Q	0,120843	-0,898990	0,020832	0,299644	0,913007
Ca ²⁺	0,824912	0,322908	0,391548	-0,135197	0,956337
Mg ²⁺	0,686709	0,072512	-0,015561	-0,607120	0,845664
Na ⁺ + K ⁺	0,036954	-0,939430	0,271574	0,076493	0,963498
HCO ₃ ⁻	0,482432	0,568152	0,384750	-0,499473	0,953043
Cl ⁻	0,319808	-0,897786	0,068871	0,242430	0,971812
I	0,827534	-0,133187	0,205740	-0,423134	0,923923
P min	-0,982850	0,077265	0,100376	-0,085527	0,989354
Fe ³⁺	0,202428	0,631107	0,565753	0,304513	0,852078
Перм. ок.	-0,967901	0,092368	0,093313	0,049696	0,956541
Біхр. ок.	0,036911	-0,246155	-0,211157	0,891972	0,902156
Жорст.	-0,978027	0,090044	0,112432	-0,097410	0,986774
СПАР	0,110777	0,049240	-0,972496	0,022432	0,960948
Cu ²⁺	0,216879	-0,434012	0,106923	0,766806	0,834827
Zn ²⁺	0,177415	0,245710	-0,915988	0,186209	0,965557
Mn ⁴⁺	-0,983334	0,076438	0,099785	-0,082913	0,989620
Pb ²⁺	-0,983006	0,076824	0,099771	-0,085332	0,989439
Cd ²⁺	-0,245373	-0,425026	-0,123806	0,290228	0,340415
Загальна дисперсія	7,173789	3,871849	2,650385	2,598972	
Частка загальної дисперсії	0,398544	0,215103	0,147244	0,144387	

В табл. 3 фактори ранжовані у порядку зменшення їх абсолютних величин, які виражаються величиною загальної дисперсії фактора на показниках, які він містить та значущістю фактора, яка характеризує внесок певного фактора у формування загальної дисперсії всіх показників, включених до факторного аналізу і може бути виражена у відсотках.

Так, наприклад, значущість першого фактора у формуванні загальної дисперсії 18 показників, включених до процедури факторного аналізу становить близько 40 %, другого фактору — 21 %, на третій і четвертий припадає відповідно 15 і 14 % від загальної дисперсії.

Величина сум квадратів факторних навантажень h_j є загальною частиною дисперсії відповідних показників. Вона визначає наскільки повно кожен з показників відбитий в чотирьох комплексних характеристиках — факторах. Як видно з табл. 3 найбільш повно відбиті показники: іони марганцю (на 99,0 %), свинцю і фосфор мінеральний (на 98,9 %), жорсткість (на 98,7 %), хлориди (на 97,2 %), достатньо високо — іони заліза (на 85,2 %), магнію (на 84,6 %), міді (на 83,5 %), а слабкіше всього — іони кадмію (на 34 %). Це означає, що відмінності в якості води різних ділянок басейну по показнику іону кадмію не пов'язані тісно ні з одним з включених у дослідження показником.

Проведення повторної процедури факторного аналізу дозволило виявити факторну структуру, представлену чотирма факторами та 14 характерних показників формування якісного стану вод річок басейну Тиси, які наведені у табл. 4.

Кожен з визначених показників є характерним представником виділеної групи і може слугувати індикатором для подальшого пошуку і інтерпретації факторів та процесів формування якісного стану водних об'єктів.

Чим більшим є факторне навантаження на певний показник, тим чутливіше він реагує на дію того або іншого фактора і може вважатися репрезентативним показником щодо його подальшого використання для описання процесів всередині водної екосистеми, визначення факторів впливу, їх ідентифікації та моделювання.

Висновки. Виявлені в дослідженні фактори можна інтерпретувати таким чином. Перший фактор з одного боку відбиває такі показники, як мінералізацію, кальцій, жорсткість, що характеризують макрокомпонентний склад річкових вод, з іншого боку біогенні

та органічні речовини — фосфор мінеральний і перманганатна окислюваність та деякі мікроелементи — марганець і свинець. Проаналізувавши характеристики першого фактору можна ідентифікувати його як розсереджене надходження мінеральних солей, біогенних, органічних речовин з поверхні річкового водозбору з поверхнево-схиловим стоком та мікроелементів з підземним стоком.

Таблиця 4.

Факторні навантаження характерних гідролого-гідрохімічних показників поверхневих вод басейну р. Тиса

	Показник	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Фактор 1	I	0,827534	-0,133187	0,205740	-0,423134
	Ca ²⁺	0,824912	0,322908	0,391548	-0,135197
	Mn ⁴⁺	-0,983334	0,076438	0,099785	-0,082913
	Pb ²⁺	-0,983006	0,076824	0,099771	-0,085332
	P min	-0,982850	0,077265	0,100376	-0,085527
	Жорст.	-0,978027	0,090044	0,112432	-0,097410
	Перм. ок.	-0,967901	0,092368	0,093313	0,049696
Фактор 2	Na ⁺ + K ⁺	0,036954	-0,939430	0,271574	0,076493
	Q	0,120843	-0,898990	0,020832	0,299644
	Cl ⁻	0,319808	-0,897786	0,068871	0,242430
Фактор 3	СПАР	0,110777	0,049240	-0,972496	0,022432
	Zn ²⁺	0,177415	0,245710	-0,915988	0,186209
Фактор 4	Біхр. ок.	0,036911	-0,246155	-0,211157	0,891972
	Cu ²⁺	0,216879	-0,434012	0,106923	0,766806

Розглядаючи другий фактор можна звернути увагу, що його характеристиками-індикаторами є показник водного стоку, натрій, калій та хлориди, що відбиває тісно взаємопов'язані показники водно-сольового складу води.

Третій фактор відзначається показниками-індикаторами антропогенної діяльності, такими як СПАР і цинк. Останній четвертий фактор включає показник біохроматної окислюваності та мідь, які також можна інтерпретувати як характеристики забруднення.

Застосування методу факторного аналізу дозволило одержати групи показників якості води з двома бажаними властивостями. Перше — це сильна кореляція показників в кожній групі, друге — відсутність кореляції або її повна відсутність між показниками, що ходять в різні групи.

В подальшому одержані результати допоможуть узагальнити найбільш типові показники, що формують якісний стан вод басей-

ну р. Тиса та розрахувати просторову структуру факторного навантаження, що дозволить виявити роль кожного з розглянутих водозборів у формуванні гідроекологічного режиму водних об'єктів Закарпаття.

Література

1. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем: Монографія. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 284 с.
2. Дружинин Н. И., Шишкин А. И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. — Л.: Гидрометеоздат, 1989. — 390 с.
3. Лобода Н. С. Методи просторового узагальнення гідрологічної інформації: Конспект лекцій. — Одеса: Екологія, 2008. — 88 с.
4. Харман Г. Современный факторный анализ. — М.: Статистика, 1972. — 487 с.

М. М. Зинченко

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВОДНОСТИ ОБЛАКОВ И ТУМАНОВ

Одной из важнейших характеристик облаков и туманов является их водность. Для определения этой характеристики существует большое количество методов а на их основе разработано ряд приборов. Измерители водности должны выполнять ряд требований [1]:

- возможность измерения водности переохлажденных и теплых облаков и туманов в пределах 0,05-5,0 г/м³;
- малая инерционность (сек.);
- возможность градуировки;
- отсутствие ввода собственных возмущений в окружающую среду;
- постоянная готовность и надежность в работе;
- непрерывная регистрация данных и простота их обработки.

В Институте экспериментальной метеорологии (ИЭМ), в 70-х годах XX столетия был разработан измеритель водности, использующий термодинамические свойства жидкости и в значительной мере соответствующий этим требованиям. Приборы такого типа обычно состоят из нагревателя и измерителя температуры.

При заборе пробы, поток воздуха со взвешенными в нем каплями жидкости, проходит проточную камеру. Часть капелек осаждаются на поверхности нагревателя, испаряется и понижает его температуру. Снижается и степень нагрева воздуха. Остальные капли

испаряются непосредственно в теплом воздухе, если его температура достаточная для этого и дополнительно понижает температуру воздуха. Измеряя температуру воздуха за нагревателем или температуру самого нагревателя, и зная теплоту парообразования жидкости, расход воздуха и ряд других характеристик, можно рассчитать водность.

Приборы для измерения водности по температуре нагревателя используются в ряде стран. Недостатком приборов данного типа является необходимость точной балансировки расходов воздуха через измерительную и компенсационную камеры. Это возможно лишь для узкого диапазона скоростей самолета и строго заданных условий обтекания датчика потоком воздуха.

У Вейсона [3] прибор имеет две последовательно расположенные камеры, так что расход воздуха через них один и тот же. Скорость воздуха на входе 100 м/с, а чувствительность прибора — 0,01 г/м³.

К общим недостаткам этих приборов следует отнести:

- необходимость учета постепенного изменения температуры нагревателя из-за осаждения на него пыли и солей (растворы жидко-капельные);
- необходимость точного знания коэффициента захвата капелек нагревателем с учетом того, что часть из них может отскакивать от его сильно нагретой поверхности, унося при этом часть тепла.

Перечисленные недостатки отсутствуют в приборе Молоканова [4], измеряющем водность по изменению температуры нагретого воздуха, но имеющем свои недостатки.

Специалисты ИЭМ разработали аналогичный прибор для непрерывной регистрации водности. Сближение тепловых режимов обеих камер достигается в приборе охлаждением воздуха после выхода его с измерительной камеры, до температуры близкой к окружающей, но несколько выше ее для предотвращения конденсации водяного пара. Для уменьшения тепловой инерции используется принцип противотока, наружная поверхность теплоизолирующей стенки камеры обтекается вышедшим из нее нагретым воздухом. Нагреватели выполнены проницаемыми для воздуха, что ведет, кроме дополнительного уменьшения инерционности прибора, к равномерному нагреву воздуха по всему сечению камер и позволяет рассчитать длину измерительной камеры, необходимой для полного ис-

парения капелек всех размеров. В качестве датчиков температуры применялись миниатюрные диоды типа КД512А, температурная чувствительность которых лежит в пределах 1,8-2,4 мВ/С при токе 0,2 мА, что в десятки раз выше чувствительности металлических термопар.

Тепло $Q1$, передаваемое нагревателем измерительной камеры пробе в единицу времени, расходуется на нагрев воздуха, пара и испарение капелек. Часть тепла $q1$, уходит через стенки камеры. Уравнение теплового баланса следующее:

$$Q1 = MCp(T2 - T1) + MnCpn(T2 - T1) + L(T1)Mв + MвCpn(T2 - T1) + q1 \quad (1)$$

где: M , $Mп$, $Mв$ — массовые расходы в единицу времени сухого воздуха, пара и капель соответственно; Cp и Cpn — теплоемкости воздуха и пара при постоянном давлении; $L(T1)$ — теплота парообразования воды при температуре $T1$; $T1$, $T2$ — температура воздуха на входе и выходе камеры в градусах Цельсия.

Уравнение баланса для компенсационной камеры:

$$Q2 = MCp(T4 - T3) + (Mn + Mв)Cpn(T4 - T3) + q2 \quad (2)$$

где $q2$ — потери тепла через стенки камеры; $T3$, $T4$ — теплота воздуха на входе и выходе камеры.

Если мощности нагревателей равны, то можно выразить массовый расход капель через другие величины. Из уравнений (1) и (2) следует:

$$Mв = \frac{[MCp + MnCpn] \cdot \Delta T + \frac{\Delta q}{L(T1) - Cpn\Delta T}}{L(T1) - Cpn\Delta T}, \quad (3)$$

где $\Delta T = (T4 - T3) - (T2 - T1)$, $\Delta q = q2 - q1$.

Зная объемный расход воздуха через камеры V , получаем искомое выражение для водности, m :

$$m = \frac{[\rho Cp + \rho n Cpn] \cdot \Delta T + \frac{\Delta q}{V[L(T1) - Cpn\Delta T]}}{V[L(T1) - Cpn\Delta T]} \quad (4)$$

где ρ , ρn — плотность воздуха и пара соответственно.

В случае одинаковых потерь тепла в обеих камерах второй член равенства (4), зависящий от расхода воздуха, исчезает.

Полученное выражение (4) нелинейно, однако расчеты показывают, что с большой точностью этой нелинейностью можно пренебречь. Для водности порядка 5 г/м³ отклонение от линейности дос-

тигает всего лишь 0,7 %. Следовательно, можно записать упрощенную формулу для водности (расчетную характеристику прибора):

$$m = K(T1) \Delta T \quad (5)$$

где
$$K(T1) = \frac{\rho C_p + \rho n C_{pn}}{L(T1)} .$$

Измерительная схема осуществляла операцию вычисления перепадов температур ΔT и умножения на некоторый коэффициент $K(T1)$. В тумане или в облаках показания измерительного прибора становятся численно равными их водности, m .

С участием автора статьи проведено испытание макета измерителя водности в аэродинамической трубе ИЭМ, а также в условиях полета в облаках на самолете-лаборатории. Определены пределы измерения водности: 0,05-5,0 г/м³. Выполнена оценка погрешностей прибора. Погрешности измерения во всем диапазоне не превышают величины 0,05 г/м³.

В заключение можно отметить следующее:

В отличие от аналогичных приборов данного типа в данном приборе был устранен ряд принципиальных источников ошибок, снижена инерционность, введены новые конструктивные элементы. Все эти мероприятия позволили с большой точностью применять для расчетов водности по величине электрического сигнала обычные уравнения для испарения капель. Получена возможность применять прибор без всякой предварительной калибровки.

В настоящее время известен измеритель полной и жидко-капельной водности облаков Невзорова [6]. Этот прибор представляет собой термоэлектрический измеритель водности, основанный на принципе поддержания постоянной температуры датчика.

Литература

1. Мейсон Б. Дж. Физика облаков. — Л.: Гидрометеиздат, 1981.
2. Зайцев В. А., Ледохович А. А. Приборы для исследования туманов и облаков и измерения влажности. — Л.: Гидрометеиздат, 1970.
3. Proethe International Clond Physice Conference. London. August. 1972.
4. Молоканов И. В. Измерение водности двухфазных туманов // Тр. ВГИ. — 1973. — Вып. 24.

5. Beljaev S. P. and Levin I. M. Techniqnes for collection of representative aerosol san-ples // Aerosol Seince. — 1974. — V. 5. — PP. 325.
6. Nevzorov LWC/TWC probe. Самолетный измеритель водности облаков. — М.: Агентство атмосферных технологий, 2010.
7. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат. 1965.
8. Облака и облачная атмосфера / Под ред. И. П. Мазина, А. Х. Хргиана. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989.
9. Школьный С. П. Физика атмосфери. — Одесса, 1997.

М. М. Зинченко

ЛЕТАЮЩАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Один из способов воздействия на процессы формирования микроструктуры облаков заключается в том, что в атмосферу, непосредственно перед началом облакообразования вводятся искусственные ядра конденсации, которые в дальнейшем будут конкурировать с естественными ядрами за влагу [1-4].

При проведении натурных опытов по воздействию на облака основной проблемой являлась проблема контроля эффекта воздействия. Цель, проводимых нами исследований: изменение микроструктуры облаков. Возникла необходимость в разработке отечественного самолетного измерительного комплекса.

Самолетный комплекс аппаратуры и оборудования предназначался для:

- воздействия искусственными ядрами конденсации на процесс формирования микроструктуры облаков;
- получения информации о состоянии облаков после воздействия.

В состав самолетного измерительного комплекса (рис. 1, 2) включались следующие компоненты:

- СИВ-2 — самолетный измеритель водности облаков (рис. 1, поз. 5);
- ИПТ — измеритель пульсаций температуры (рис. 1, поз. 7);
- «Бумеранг» — измеритель прозрачности атмосферы (рис. 1, поз. 11, 13);
- ИРЧ — измеритель спектра сверхкрупных частиц (рис. 1, поз. 19);
- Нефелометр — измеритель количества взвешенных частиц (рис. 1, поз. 20);
- ФЭС — фотоэлектрический счетчик частиц (рис. 1, поз. 21);

- ИВО — измеритель жидко-капельной водности облаков (рис. 1, поз. 1);
- метеорограф (рис. 1, поз. 3);
- ГЯК — генератор ядер конденсации (рис. 1, поз. 14);
- Блок обработки данных (рис. 1, поз. 8);
- РКЗ-3 — радиозонд (рис. 1, поз. 16);
- АСТРА-3 — бортовой магнитофон, (рис. 1, поз. 4);
- К-12-22 — оптический самописец;
- БП — блок преобразователей напряжения и другие приборы (рис. 1, поз. 15).

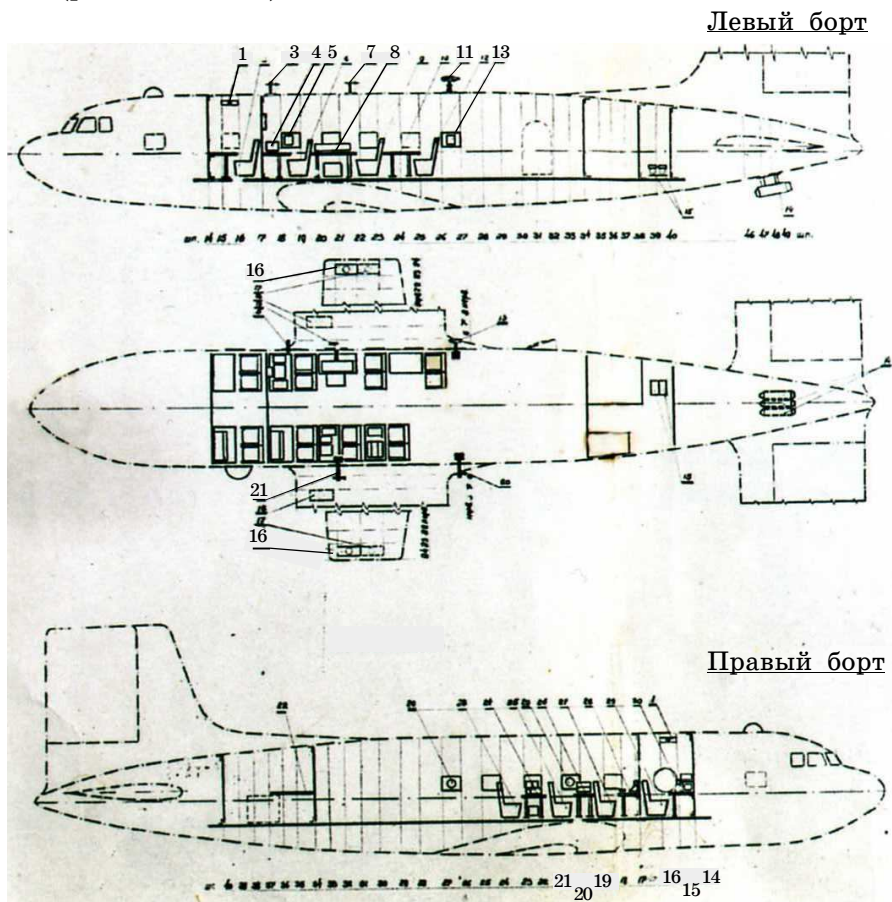


Рис. 1. Самолетный измерительный комплекс

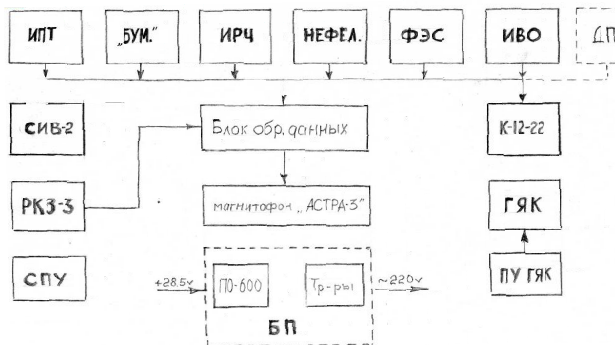


Рис. 2. Структурная схема размещения аппаратуры на борту самолета

Большинство из названных приборов разработаны специалистами Института экспериментальной метеорологии. Научным руководителем проекта был кандидат химических наук Александров Эрик Леонидович (фото 1), начальником экспедиции — Кирилл Борисович Юдин (фото 2), исполнителем проекта — автор статьи (фото 3).



Фото 1. Александров
Эрик Леонидович

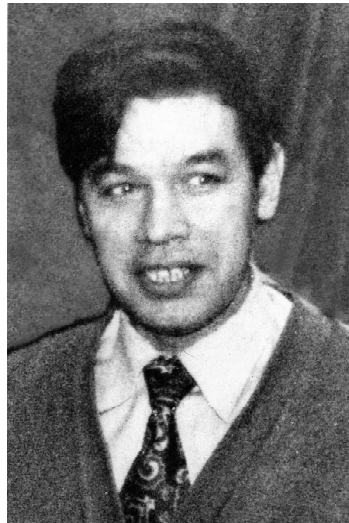


Фото 2. Юдин
Кирилл Борисович

В качестве базового авиационного средства, определенного для размещения бортовой аппаратуры, был избран самолет ИЛ-14П, обеспечивающий возможность полетов по дальности до 1500 км, со

скоростями от 220 до 350 км/ч, и потолком подъема до 7500 м [6]. Структурная схема размещения аппаратуры на борту самолета приведена на рис. 2. Выбор этого самолета не был случайным. Самолеты данного типа активно использовались в исследовательской практике. Самолет способен совершать длительные полеты в труднейших метеорологических условиях, в разреженном воздухе, при температурах около -70°C и при сильном обледенении. Это был наш самолет. Автору статьи пришлось изрядно потрудиться над проектом спецоборудования самолета, над согласованием всех изменений и дополнений в конструкции самолета в авиаотряде, в ОКБ им. С. В. Ильюшина, в Управлении гражданской авиации Центрального района и Арктики и в Министерстве гражданской авиации СССР.



Фото 3. Зинченко Михаил Михайлович

Работы по компоновке и монтажу аппаратуры требовали выполнения частичного переоборудования самолета, соблюдения его центровки и аэродинамических качеств. Предусматривалась прокладка кабелей, установка площадок под приборы на внешней части фюзеляжа, на носовом коке, на хвостовой части киля и на концевых консолях крыльев (рис. 1). Внутри салона требовалось размещение рабочих мест под приборы, размещение кресел, установка датчиков в иллюминаторах, оборудование фотолаборатории в хвостовом багажнике. С целью эффективного диспергирования реаген-

та в атмосфере, под хвостовой частью самолета размещался генератор ядер конденсации (ГЯК), состоящий из 3-х пиротехнических шашек активного дыма. В багажном хвостовом отсеке размещались преобразователи напряжения ПО-600, а в переднем багажнике — повышающие трансформаторы. Электропитание бортовых средств выполнялось от бортовой сети +28,5 В, электропитание измерительного комплекса — через преобразователи и трансформаторы напряжения. Измерительная и регистрирующая аппаратура закреплялась на рабочих местах с помощью амортизирующего авиационного крепления. Переоборудование самолета выполнялось на авиаремонтном заводе. Затем были проведены летные испытания самолета. Получены отличные результаты, на основании которых самолет был допущен к выполнению программы по исследованию облаков на разных широтах СССР, от Кавказа до Арктики, от Прибалтики до Чукотки. Исследовались слоисто-образные и кучево-образные облака различной мощности.

Координация работ осуществлялась по специальной программе руководителем полета на борту самолета. Действия борт-аэрологов регламентировались соответствующими инструкциями, которые определяли порядок выполнения следующих операций: включение и контроль работы блока питания; выполнение работ на приборах измерительного комплекса; установка режимов работы ГЯК; подготовка к работе самолетного измерителя водности Ледоховича-Зайцева; установка режимов работы бортового магнитофона «Астра-3» и оптических самописцев и другие действия. Руководитель полетов контролировал правильность выполнения программы исследований и маршрута самолета. Рабочие места были оснащены кислородными масками, которые активно использовались экипажем при высотном зондировании облаков. Общение на борту самолета между членами экипажа выполнялось с помощью самолетного переговорного устройства (СПУ).

После выполнения полетов проводилось документирование результатов измерений путем составления фактических схем полетов, сбором записей автоматической регистрации данных, обработки и анализа результатов воздействий на облака; анализа работы аппаратуры, выявление ошибок и их устранение. Результаты исследований докладывались на заседаниях методической комиссии ИЭМ и на Центральной методической комиссии ГУГМС СССР и публиковались в трудах ИЭМ и других изданиях ГУГМС.

Литература

1. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. — Л.: Гидрометеиздат, 1978.
2. Половина И. П. Воздействие на внутримассовые облака слоистых форм. — Л.: Гидрометеиздат, 1971.
3. Никандров В. Я. Искусственное воздействие на облака и туманы. — Л.: Гидрометеиздат, 1959.
4. Леонов М. П., Перелет Г. И. Активные воздействия на облака в холодное полугодие. — Л.: Гидрометеиздат, 1967.
5. Изменение погоды человеком. Пер. с англ. И. М. Шейниса / Под ред. И. П. Мазина. — М.: Прогресс, 1972.
6. Самолет ОКБ имени С. В. Ильюшина / Под ред. Г. В. Новожилова.

Ю. И. Шамраев

*Участникам X рейса НИСП «Виктор Бугаев»
посвящается*

ВСТРЕЧА С ЮЖНЫМ КРЕСТОМ И ЭКВАТОРОМ

К середине 70-х гг. XX века Советский Союз резко увеличил число разнообразных научно-исследовательских судов, часть из которых была передана Гидрометеослужбе. Только на Черном море функционировали два отделения Государственного океанографического института (ГОИНА): Одесское и Севастопольское. Главным районом работы базировавшихся в Одессе океанографических судов стал бассейн Атлантического океана, а первыми исследователями его — суда погоды «Пассат» и «Муссон», построенные на Щецинской судовой верфи (Польша) и начавшие свои рейсы в 1969 г. В 1971 г. их общее число достигло пяти («Порыв», «Шквал» и «Вихрь», вскоре переименованные в «Виктора Бугаева», «Геоorgia Ушакова» и «Эрнста Кренкеля»).

Развитие отечественного флота вызвало рост потребности в специалистах, что привело к возобновлению прерванной в 1958 г. подготовки океанологов в Одесском гидрометинституте и увеличению набора студентов в Туапсинском морском гидрометтехникуме, часть из которых проходила производственную практику на судах погоды. С целью ознакомления с новыми базами практики мне, работнику Туапсинского гидрометтехникума, удалось, по договоренности с руководством Госкомгидромета и Одесского отделения

ГОИНА, принять участие в двух рейсах «Порыва» («Виктора Бугаева») в 1971 (I рейс) и 1975 гг. (X рейс).

Если в I рейсе только что введенный в эксплуатацию корабль по пути из Ленинграда в Одессу занимался исследованием загрязненности омывающих Западную Европу морей, то в X рейсе «Бугаеву» предстояло выполнение нескольких океанографических разрезов в тропических широтах Атлантического океана.

Я был зачислен инженером в океанографический отряд, который возглавлял опытный и хозяйственный специалист С. В. Комаровский, а обязанности старшего инженера выполнял юный Ю. И. Попов. Моим соседом по каюте стал И. И. Политанский, а напарником по вахте — мастер на все руки Д. К. Шевченко. Экипаж X рейса состоял из 106 человек во главе с капитаном В. И. Денисовым и его помощником по науке И. А. Лызловым. В состав экипажа входили и четверо выпускников нашего техникума: В. Авдеева, И. Борисова, Т. Федунова и А. Чуканов, приглашенные руководством Одесского отделения ГОИНа на работу после успешного прохождения ими практики на судах погоды.

Первую океанографическую станцию в X рейсе мы выполнили вечером 5 мая 1975 г., спустя несколько часов после расставания с Одессой. Результаты измерений заносились на телетайпную ленту, вводимую в судовую электронно-вычислительную машину «Минск-32», выдававшую обработанные данные в виде сводной таблицы. На ее основании составлялись кодированные радиogramмы, передаваемые вахтенными радистами в береговые центры сбора информации.

Не успели мы с Д. К. Шевченко завершить работы, как на судно высадились несколько тысяч ласточек. Испуганно попискивая, маленькие путешественницы, совершавшие весенний перелет, буквально облепили надстройки, а некоторые из них проникли через открытые иллюминаторы в судовые помещения. К полуночи ласточки притихли, а мы старались их не беспокоить. С наступлением рассвета странницы начали покидать свой временный приют, переместившись их на юг на сотню миль. Некоторых пернатых пришлось выносить из лабораторий и кают, в которых они провели ночь.

В самый узкий судоходный пролив Мирового океана Босфор входим около полуночи. Над нами мелькает громада полуторакилометрового моста, соединившего в 1973 г. Европу с Азией. Оригинальная подсветка позволяет видеть контуры султанского двор-

ца Топ-Капы, древнего собора Айя-София и мечети султана Ахмеда в Стамбуле. В Дарданеллах нас сопровождает крупная стая игристых дельфинов, направляющихся из Мраморного моря в Эгейское. Свободные от вахт члены экипажа стараются не пропустить холмы на азиатском берегу, в районе которых Генрих Шлиман нашел остатки древней Трои.

Греческие проливы проходим ночью, огибаем с юга Пелопоннес и пересекаем самую глубоководную часть Средиземного моря — Гелленский желоб (5121 м). Температура поверхностного слоя моря повышается до 18 °С, а над нами проносится первая гроза.

В Мальтийском проливе под гул английских реактивных истребителей отмечаем 30-летие Победы в Великой Отечественной войне и чествуем в столовой команды трех находящихся среди нас ветеранов. Гидрологи и гидрохимики собираются «на посиделки» в просторной каюте С. В. Комаровского. Звучат забавные истории, а Юра Попов делает несколько удачных снимков.

На следующий день начинаем работы с батитермографом, опуская его с кормовой лебедки на скорости судна 10-13 узлов. Именно этот скромный прибор, сконструированный в годы Второй мировой войны в США и Великобритании, помог «выиграть борьбу с немецкими субмаринами», т.к. знание распределения температуры в верхнем двухсотметровом слое океана позволило точно рассчитывать поправки на скорость звука при работе гидролокационных устройств.

У берегов Туниса ночью начинается небольшой шторм: встречный западный ветер вызывает трех-четырёх метровые волны. 12 мая пересекаем нулевой (Гринвичский) меридиан и попадаем в Западное полушарие. В этот день «Бугаев» встречается с возвращающимся из Атлантики «Муссоном». Несмотря на ветер 16-18 м/с, наши судоводители умудряются передать на него почту в СССР.

У входа в Гибралтарский пролив температура воды резко снижается до 15 °С. Вновь вокруг мелькают темные блестящие спины множества дельфинов. Каждые 20 минут над судном с ревом проносятся парами английские истребители-бомбардировщики, базирующиеся на Гибралтарском аэродроме. В 10:30 оставляем по правому борту мыс Европа с вертолетной площадкой, а слева наблюдаем второй «Геркулесов столб» — африканскую гору Муса у испанского порта Сеута.

Утро 14 мая встречаем на рейде крупнейшего порта и города Африки — Касабланка, в котором проживают более полутора миллиона жителей. Здесь планируется закупка свежих овощей, поэтому «Бугаев» становится на якорь в 300-400 м от длинного мола Мулай-Юсуф, а капитан начинает переговоры по радио с марокканскими властями о заходе в порт. С 8 до 19 часов с тоской взираем на ближайшие к порту здания Старой Медины, воздвигнутые еще в XVI веке. Около 500 лет назад на этом берегу высаживаются португальцы, а во второй половине XVIII века марокканский султан Абдаллах закладывает город Дар-эль-Бейда (по-испански, Касабланка, т.е. «Белый дом»). В начале XX века территория страны разделяется на три части: Французское Марокко (80 %), Испанское Марокко и Международная зона Танжер. В 1956 г. Марокко получает независимость и является конституционной монархией...

К сожалению, договориться с марокканскими властями о покупке овощей не удастся, и мы, «несолоно хлебавши», покидаем рейд Касабланки и следуем на юг вдоль берегов Африки. Ночью проходим порт Сафи, откуда в 1969 и 1970 гг. стартовали знаменитые папирусные лодки «РА» с Туром Хейердалом. На широте 29° находится мыс Нан, за которым, по мнению средневековых мореплавателей, начиналось «зеленое море мрака», где «всякий христианин превращается в негра». Этот мыс европейцы обогнули только в 1416 г.

Мы идем холодным Канарским течением, в котором из-за обилия планктона обитают крупные скопления промысловых рыб, представляющие интерес и для многочисленных дельфинов.

16 мая справа по курсу открываются острова Лансароте и Фуэртевентура из архипелага Канарских островов, принадлежащие Испании. Здесь были финикийцы, карфагеняне, генуэзцы, португальцы. И только в 1400-1406 гг. на Канарах удалось закрепиться испанцам. Именно отсюда в XVI веке были завезены в Европу любимые многими канарейки.

От Африканского мыса Бохадор «Бугаев» поворачивает на запад и движется по параллели 26° с.ш. По мере удаления от Африки усиливается северо-восточный пассат, что вызывает значительный дрейф судна на океанографических станциях. Из-за угла наклона троса 60-70° работы до горизонта 2000 м растягиваются на 4 часа. На ночных станциях на палубе появляются ловцы кальмаров длиной до 30 см. Но именно в этих районах Атлантики в

1861 г. пароход «Алектон» встретился с гигантским кальмаром массой 2-3 т, имевшим длину щупалец до 15 м.

В точке 26°30' з.д. «Бугаев» берет курс на юг, и 20 мая мы пересекаем северный тропик (тропик Рака). Члены экипажа оживленно обсуждают предстоящую выдачу столового вина, так называемого «тропического довольствия». Некоторые предпочитают вместо вина фруктовые соки в небольших стеклянных банках.

Первых летучих рыб встречаем на широте 17°. Множество сверкающих тел этих красивых обитателей океана взлетают по обе стороны движущегося судна на высоту 3-5 м и планируют несколько десятков метров. Температура воды повышается до 24 °С, а на палубе становится душно и жарко. Все облачаются в шорты, а в помещениях начинают работать кондиционеры. Поздним вечером в нашу лабораторию вбегает возбужденный техник с трепещущей летучей рыбой в руках, которая только что влетела через открытый иллюминатор в его каюту и шлепнулась на его обнаженную грудь. На широте 9°30' температура воды превышает 26 °С, температура воздуха в тени — 25 °С при влажности 98 %. Около полудня замечаем несколько рыскающих у борта акул длиной до 2 м.

Вечером на широте 6° мне удастся впервые увидеть знаменитое созвездие Южного Креста, к востоку от которого сверкают две яркие звезды ближайшего к Солнечной системе созвездия Центавра. Ночью происходит затмение Луны, а утром мы наблюдаем удивительно красивую двойную радугу. Несколько дней подряд стоит однообразная погода. После полудня собираются мощные кучеводждевые облака, из которых льются кратковременные потоки дождя, а к вечеру устанавливается ясная погода.

25 мая отмечаем не только «День Африки» но и «День химика», что дает нам основание поздравить с праздником членов гидрхимического отряда. Третий день на судне кипит работа по подготовке к пересечению экватора и связанному с этим событием традиционному празднику Нептуна. На палубе устанавливаются вместительная брезентовая купель с морской водой и «чистилище» — брезентовая «труба» диаметром один метр и длиной около 3 м. Изготавливаются костюмы для Нептуна и его свиты, различные атрибуты чертей и русалок.

26 мая в 9 час утра «Бугаев» продолжительным гудком отмечает свой выход на Экватор, и ложится в дрейф. Стоит свежая погода с двухметровыми волнами. Температура поверхности океа-

на достигает 28 °С. С борта незаметно спускают шлюпку, в которой размещаются Нептун и его спутники. Она делает круг вокруг судна и подходит к спущенному трапу. Гостей встречает капитан В. И. Денисов, докладывающий Нептуну о цели плавания и просящий у него разрешения на пересечения Экватора. Нептун вручает капитану огромный символический ключ и занимает место на троне, воздвигнутом заблаговременно на палубе. Его окружает живописно разряженная свита из чертей с рогами, русалок в накидках из сетей, звездочета с астрономической трубой, брадобрея, лекаря в белом халате и двух стражников с секирами. Усевшись на троне, Нептун требует подводить к нему непересекавших Экватор членов экипажа, толпящихся на палубе в полураздетом виде. Черты поочередно подводят к «владыке морей» крещаемых, а он их направляет либо в купель, либо сначала в чистилище, куда попадают наиболее молодые и строптивые. Меня, например, сразу окунают в купель, а побывавшие в чистилище спешат в душевые для очищения своих тел океанской водой от солидола. В заключение экваториальной церемонии всех ожидает праздничный обед.

Через несколько дней в торжественной обстановке всем принявшим крещение вручают «охранные грамоты» (дипломы Нептуна) с именами рыб и различных океанских животных и подтверждением «о взятии под особое покровительство». Рисунки и текст дипломов талантливо выполнил Д. К. Шевченко, а бланки были размножены в судовой фотолаборатории и заверены подписями и печатями Нептуна и капитана.

Сразу за Экватором усиливается юго-восточный пассат до 12-14 м/с, а высота волн достигает 4 м. Боцман говорит, что это связано с «обманом бога морей» — ведь роль Нептуна исполнял некрещеный И. А. Лызлов, а кое-кто (например, Ирина Борисова) скрыл факт своего крещения в прошлых рейсах.

С целью уточнения характеристик глубинного экваториального противотечения Ломоносова, открытого советскими учеными в 1959 г., «Бугаев» выполняет несколько челночных разрезов от 5° ю.ш. до 5° с.ш. На каждой станции рыболовы стараются поймать небольших акул, а по вечерам с помощью огромного сачка и яркой электрической лампы они охотятся за крупными (до 30 см и более) летучими рыбами, которые немедленно зажариваются на небольшой сковородке. Днем, в 200 м от левого борта, внезапно выныривает десятиметровый кашалот и сразу же исчезает в пучине.

Со 2 июня работаем исключительно в Южном полушарии, постепенно перемещаясь до 15° ю.ш. В рейсе участвуют трое конструкторов нового дистанционного прибора — зонд-батометра, позволяющего получать непрерывную информацию о температуре и солености до 2000 м по кабелю. На одной из станций этот кабель перепутывается с тросом батометрической лебедки, что приводит к потере обычного батометра.

Южнее 8-10° ю.ш. погода улучшается, ослабевает пассат, рассеиваются облака, что позволяет любителям звездного неба возобновить свои наблюдения за Южным Крестом и другими созвездиями. По вечерам отлично видны Венера и Сатурн, а под утро — Юпитер и Марс. Впервые мне удается увидеть звезду Конопус, уступающую по яркости только Сириусу, а при заходе Солнца стать свидетелем кратковременного появления «зеленого луча», связанного с дисперсией света при невысоком содержании водяного пара в атмосфере. Наиболее благоприятным местом для астрономических наблюдений является передняя палуба, где при движении судна выключается электрическое освещение.

6 июня «Бугаев» выходит в самую южную точку X рейса — 15° ю.ш. Под нами на глубинах около 5,5 км расстилается обширная Бразильская котловина. Двигаясь от 26° с.ш. по меридиану на юг, мы прошли почти четверть расстояния между полюсами Земли. При безоблачном небе вокруг нас простирается пустынная и безбрежная водная гладь, по которой лениво скользят полтораметровые волны зыби, зародившиеся где-то в районе «ревущих» сороковых широт.

На 8° ю.ш. «Бугаев» берет курс на запад для планового захода в Ресифи. Бразилия стала одной из первых стран, объявившей о создании у своих берегов экономической зоны в 200 морских миль шириной. Ловить рыбу или производить какие-либо исследования в этой зоне запрещается, поэтому мы убираем все приборы и зачехляем лебедки. Два дня проходит в томительном ожидании встречи с самым восточным из больших городов Нового Света — бразильским Ресифи. И вот, ранним утром 10 июня 1975 г. прямо по курсу я замечаю огни, над которыми клубятся темные облака со сверкающими зарницами. Вокруг сбавившего ход судна виднеются плавающие диковинные листья и крупные бабочки, смытые с суши пронесшимся накануне ливнем. В 1976 г. исполняется 450 лет со дня основания на 8° ю.ш. португальцами форта Реси-

фи, ставшего центром самой восточной провинции Бразилии Пернамбуку. Вскоре для обработки сельскохозяйственных угодий сюда привозятся из Африки многочисленные рабы — негры, которые в 1630 г. создают в Пернамбуку освобожденный район («Республика Палмарес»), просуществовавший более 60 лет. В 1822 г. провозглашается независимость Бразилии, становящейся в 1888 г. федеративной республикой...

«Бугаев» входит в огромный порт и швартуется к причалу, на котором сразу же появляются вооруженные автоматами охранники: в стране правит военная диктатура генерала Гайзела, а принятая в 1969 г. конституция резко ограничивает права и свободы граждан. Более 5 часов занимает процедура оформления для всех членов экипажа специальных удостоверений, которой предшествовало фотографирование каждого бразильским фотографом. В составе сформированных помполитом «троек» мы, наконец, сходим на южноамериканскую землю. Стоящие у трапа военные заглядывают в наши сумки, хотя мы спешим использовать оставшиеся 4 часа первого увольнения.

Самый северный и восточный город Бразилии расположен в устьях двух рек на острове, полуострове и материке, соединенных многочисленными мостами. Мы быстро шагаем по Авенида Рио-Бранку и через длинный мост Санта-Исабель попадаем в основанный в XVIII веке район Сан-Антониу, где видим большой массив (парк) тропической растительности и дворец губернатора штата с вооруженной охраной у входа и у мачты с государственным флагом с изображением звездного неба с Южным Крестом на Зеленом поле. Неподалеку расположен построенный в 1845 г. театр Санта-Исабель. На улицах множество невысоких, худощавых и смуглых людей. Некоторые ловят какую-то живность с мостов, много нищих. Интенсивно движение автотранспорта, но выхлопные газы не ощущаются. По мосту Принцессы Исабель входим в материковую часть, где расположен основанный в XVII веке район Боа-Виста с многоэтажными зданиями и богатыми виллами в окружении пышных садов. Здесь много банков и магазинов, и мы посещаем огромный торговый центр «Лойас Американа», где покупаем по несколько банок растворимого кофе «Касик» и какао.

Во второй день стоянки в Ресифи мои попутчики уговаривают меня посмотреть какой-то глупый фильм североамериканского производства. Мы еще раз посещаем Боа-Виста и знакомимся с

площадью Независимости, на которой высится гигантский собор. Обследуем улицу Авроры, идущую вдоль берега лагуны и осматриваем остатки крепостных стен со старинными пушками «Форталеза-до-Брум», а на набережной видим продавцов красивых амазонских попугаев и миниатюрных обезьянок длиной около 10 см.

В последний день нашего знакомства с уголком Южной Америки я во главе группы из 8 человек, несмотря на пронесшийся ливень с грозой, отправляюсь на огромный городской пляж, находящийся в 5 км от места стоянки «Бугаева». На недалекие заплывы в мутноватых океанских водах тратим всего полчаса и спешим к судну, т. к. увольнение завершается в 12:00. Через три часа в сопровождении лоцмана мы покидаем Ресифи. До второго и последнего захода впереди долгих 40 суток...

Сразу же по выходу в океан проводится ремонт системы кондиционирования. Все открывают иллюминаторы и включают вентиляторы. С трудом представляем, как чувствовали себя моряки в тесных каютах парусных судов прошлых веков, проводившие долгие месяцы в душной атмосфере тропиков.

Достигнув меридиана 26°30' з.д., «Бугаев» берет курс на север, продолжая океанографические работы и испытания зонд-батометра. Двое удачливых рыбаков демонстрируют красивую корифену длиной около 80 см. Активно ловятся летучие рыбы. 16 июня в последний раз пересекаем Экватор и возвращаемся в «родное» Северное полушарие. В этот день у самого форштевня я замечую 4-5-метровую акулу-молот. На 1⁰ с.ш. становимся на точную станцию. Из-за сильного дрейфа наклон троса вновь достигает 70°, а это означает, что серия батометров на глубинах 700-800 м располагается почти горизонтально. За сутки нас сносит на запад почти на 60 миль.

19 июня отмечается четвертая годовщина со дня подъема государственного флага на нашем судне, которое за это время прошло по Атлантическому океану и его морям 145 000 морских миль. В 8:00 свободные от вахты члены экипажа выстраиваются на верхней палубе для торжественного подъема флага под звуки государственного гимна. На праздничном обеде нас угощают великолепной окрошкой и салатом из бразильских овощей (яблоки и апельсины мы дегустировали раньше), а на десерт подают бразильский кофе.

На одной из пойманных акул обнаруживают двух рыб-прилипал. Впервые после посещения Ресифи встречаем большую группу

дельфинов, коллективно охотящихся на каких-то рыб в 200-300 м от судна. «Бугаев» идет в западном направлении по параллели 7° с.ш. с попутным северо-восточным пассатом, проходя в 400 милях от устья самой многоводной реки планеты — Амазонки. В обнаруженных на глубинах 50-100 м «линзах» распресненной воды соленость понижается до 27 ‰. 26 июня достигаем самой западной точки X рейса — 7° с.ш. и 52°44' з.д. Примерно в 150 милях отсюда на южноамериканском континенте расположен пока еще голландский Суринам со столицей Парамарибо. «Бугаев» берет курс на северо-восток, и мы с каждым днем начинаем приближаться к родным берегам. Старпом Холодов информирует нас по судовому радио о том, что заход в Неаполь намечается 21 июля, а еще через неделю мы прибудем в Одессу.

Облачность, наконец, рассеивается, и мне удастся в последний раз взглянуть на Южный Крест и созвездие Центавра. 29 июня пересекаем 15-17° с.ш., где ежегодно в августе-октябре зарождаются разрушительные тропические ураганы, обрушивающиеся на Антильские острова и Центральную Америку. А еще через двое суток «Бугаев» проходит по юго-восточной части Саргассова моря, сформированного системой океанических течений и получившего название от дрейфующих в нем бурых водорослей, поддерживаемых на плаву воздушными пузырьками, напоминающими гроздь винограда. Прозрачность ярко-синих вод возрастает до 40-45 м, что свидетельствует о незначительном содержании питательных веществ и планктона.

В очередной точке поворота по параллели 26° с.ш. на 40° з.д. замечаем на гребнях волн «парусников», имеющих воздушные полукруглые пузыри красноватого и синеватого цвета до 30 см в диаметре. Все время дует встречный пассат 6-8 м/с, а высота волн не превышает 2 м. Но 4 июля погода ухудшается, и ветер усиливается до 10-12 м/с. При безоблачной погоде со стороны приближающейся Африки надвигается мгла, связанная с выносом из Сахары мельчайших пылинок. Температура воздуха снижается до 21-23 °С, а воды — до 22 °С. 7 июля остаемся над африканским шельфом (глубина около 100 м). Здесь находится обширный район подъема холодных глубинных вод, насыщенных разнообразными веществами, способствующими бурному развитию планктона. Цвет океана приобретает серовато-зеленый оттенок, а прозрачность уменьшается до 7-8 м. О плодородии океана свиде-

тельствуют и тысячи чаек и других морских птиц, кружащихся над волнами. В точке с координатами 24°53' с.ш. и 15°20' з.д. «Бугаев» отдает якорь. На палубе мы одеваем ватники, т.к. температура воздуха понижается до 18 °С, а температура воды — до 17 °С. Пытаемся работать самописцами течений, но этому мешает усиление северо-восточного ветра до 16-20 м/с.

Наша стоянка связана с необходимостью бункеровки, без которой нам не дойти до Одессы. И только после специального поиска через четверо суток в точке 21° с.ш. и 17°30' з.ш. мы, наконец, встречаемся с рыболовной базой «Рижский залив» и получаем по шлангу необходимое дизтопливо. Все дни (и ночи) вынужденной стоянки и дрейфа любители рыбной ловли «ставят личные рекорды» по добыче крупной скумбрии, луфаря, окуня и пеламиды, что позволяет организовать «рыбный день». Сразу же после бункеровки «Бугаев» устремляется полным ходом на северо-восток вдоль африканского побережья. В районе Канарских островов попадаем в плотный туман, связанный с сильным охлаждением поступающего из Сахары воздуха.

16 июля расстаемся с Атлантикой, в которой мы провели 65 суток, включая три дня стоянки в Ресифи. Окруженные сотнями дельфинов «Бугаев» входит в Гибралтарский пролив. Стоит чудесная погода, хорошо просматриваются африканский и европейский берега. В поле зрения появляются несколько разнообразных судов. Заметно теплеет, и после недельного перерыва вновь включаются кондиционеры. Вечером выполняем первую средиземноморскую станцию, на которой температура воздуха равна 25 °С, а поверхности моря — всего 20 °С. Над Атласскими горами на юге сверкают частые зарницы, а ясное небо над нами позволяет видеть знакомые звезды Северного полушария.

Сразу же после пересечения нулевого меридиана 17 июля встречаемся с «Пассатом», спешащим на освоенную «Муссоном» точку «С» («Чарли») в Северной Атлантике. Регулярные наблюдения в этом беспокойном районе корабли погоды Одесского отделения океанографического института будут продолжать до конца 80-х гг. С «Пассата» к нам прибывает мотошлюпка с представителями этого судна, которые берут один из зонд-батометров для продолжения его испытаний. В этот же день в космосе происходит стыковка советского и американского аппаратов, а до встречи глав США, Канады и европейских государств в Хельсинки остается две недели.

Эти события свидетельствуют о заметном ослаблении международной напряженности, что, несомненно, будет способствовать развитию научных и культурных связей между странами.

В точке с координатами 38°11' с.ш. и 5°01' в.д. судовая администрация организует всеобщее купание членов экипажа в прозрачных водах Средиземного моря, а на палубе появляются несколько крупных бабочек, прилетевших из соседней Африки. Перед заходом в Неаполь палубная команда производит забортные покрасочные работы.

Утро 21 июля «Бугаев» входит в грязноватый Неаполитанский залив, и мы видим грозный двухглавый Везувий, последнее мощное извержение которого происходило в 1944 г. Швартуемся у мола Пизакане, где поблизости стоят американский крейсер, югославский сухогруз и плавучий док с израильским судном. На борт поднимается представитель портовой администрации, а у трапа появляется полицейский. Здесь нас не фотографируют, а быстро выдают «Идентификационную карточку моряка» на итальянском и английском языках. У второго помощника капитана получаем валюту — несколько десятков тысяч итальянских лир. Еще в Атлантике среди экипажа ходили разговоры о возможной экскурсии в Рим, и вот объявляют о том, что капитан перед заходом в Неаполь заказал по радио большой туристский автобус для поездки в итальянскую столицу 22 июля.

А после обеда 21-го мы группами («тройками») шагаем по неаполитанской земле. Город основан древними греками на месте их колонии Партонопеи в 600 г. до н.э. С 1266 г. Неаполь становится столицей сначала Неаполитанского, а затем Королевства обеих Сицилий. В 1735 г. к власти приходят Бурбоны, правившие до 1860 г., когда в Неаполь с боями входят войска объединителя Италии Джузеппе Гарибальди. Сейчас Неаполь является крупнейшим промышленным городом Италии, третьим по числу жителей (около 1,5 млн.). Здесь сохранилось множество архитектурных памятников, недаром И. Гете говорил, что «Неаполь можно увидеть и умереть»... По проспекту Гарибальди выходим на одноименную площадь со стоящим на ней памятником объединителю Италии. Далее мы идем по Корсо Умберто и площади Никола Аморе, мимо огромного университета. У красивейшего фонтана Нептуна поворачиваем в узкие улочки, где находится интересующий моряков магазин, далее наш путь лежит через просторную Пьяцца Муничи-

пио со статуей первого короля Италии Виктора-Эммануила II. На площадь выходит фасад муниципального дворца и серая многобашенная глыба замка XIV века Каstell-Нуово, а на холме, в двух километрах, видна крепость Сан-Эльмо (XIII в.). Там находится музей Сан-Мартино.

Утром 22 июля в составе группы из 53 человек (половина экипажа) я отправляюсь на долгожданную встречу с «вечным городом». Руководит экскурсией помощник капитана по науке И. А. Лызлов, гидом становится шофер автобуса Джузеппе, неплохо изъясняющийся на английском языке, а функции переводчицы берет на себя начальница гидрохимического отряда Г. Г. Гаращук. В течение трех часов, с одной остановкой в трех километрах от Кассино, мы мчимся по великолепной трассе Неаполь-Рим, с интересом рассматривая окружающую местность Апеннинского полуострова. В старый Рим въезжаем через крепостные ворота в стене Аврелиана и попадаем на площадь Сан-Джованни, где делаем первую остановку у Латеранского собора. В здании напротив него наблюдаем за группой паломников (в 1975 г. Ватикан отмечает очередной «Святой год»), поднимающихся на коленях по ступеням Скала-Санта. Более продолжительная остановка предусмотрена у знаменитого Колизея — символа Древнего Рима, сооруженного 1900 лет назад и вмещавшего до 70-80 тысяч зрителей. Осматриваем величественную соседнюю арку Константина и медленно проезжаем вдоль ограды Римского Форума, напротив которого находится Форум Траяна.

По пути к Пьяцца Сан-Пьетро осматриваем мост через Тибр Сан-Анжело, украшенный белоснежными статуями ангелов. У его подножия стоит круглое здание, сооруженное во II веке н.э. как мавзолей императоров. В течение часа осматриваем гигантский собор Сан-Пьетро, куда входим через Святые ворота, открываемые только в Святой год. Задерживаемся у знаменитой скульптуры «Пьета» Микеланджело и знакомимся с колоссальной колоннадой и фонтанами на прилегающей площади, на которую выходит фасад папского дворца. От Сан-Пьетро автобус поднимается на холм Джаниколо с памятниками Джузеппе и Аните Гарибальди. Отсюда открывается величественная панорама «вечного города». Следуя вдоль Тибра, видим круглый храм Весты, высокую колокольню Санта Мария-ин-Космедин и руины цирка Максимус. Мимо 40-метровой пирамиды Цестия направляемые к третьему ватиканскому собору Сан-Паоло, а после его осмотра возвращаемся к руинам терм

Каракаллы, где расположен ресторан Темпло-ди-Джиов, окруженный экзотическими растениями и цветами. После затянувшегося на два часа обеда делаем остановки у Римского Форума, монумента Витториано-Эммануэле и знаменитого фонтана ди-Трэви. Последним объектом экскурсии становится комплекс Форо-Италико, в котором в 1960 г. проходили XVII летние Олимпийские игры. В Неаполь возвращаемся в час ночи, полные незабываемых впечатлений от кратковременного знакомства с римскими памятниками.

В последний день пребывания в Неаполе довольствуемся 4-часовой прогулкой по центру Неаполя. После обеда два буксира выводят «Бугаев» на внешний рейд. С палубы хорошо виден огромный город и его окрестности, среди которых наибольший интерес представляют Везувий и соседняя с ним, более низкая, вершина Монте-Сомма с застывшими потоками лавы. Всего в полумиле проходим мимо жемчужины Неаполитанского залива — острова Капри, отделенного от материкового мыса Кампанелла пятикилометровым проливом Бокка-Пикколо.

«Бугаев» направляется к Мессинскому проливу, а около полуночи по правому борту я замечаю яркую вспышку — «сигнал маяка Средиземного моря» вулкана Стромболи, расположенного на самом восточном из Липарских островов. В его кратере каждые четыре часа происходят взрывы, сопровождающиеся выбросом небольшого количества лавы и газов. Хорошая видимость позволяет ранним утром заметить и самый большой действующий вулкан Европы Этну, находящуюся в восточной части самого большого средиземноморского острова Сицилия. В точке с координатами $36^{\circ}40'$ с.ш. и $21^{\circ}04'$ в.д. отмечаем самую высокую в рейсе солёность поверхностных вод 38,85 ‰. Становимся свидетелями и маневров нескольких военных судов Италии и США.

26 июля проходим Дарданеллы, Мраморное море и Босфор. Ясный день благоприятствует детальному осмотру живописных берегов проливов и панорамы Стамбула с его известными достопримечательностями. У острова Мармара мы становимся свидетелями красочного зрелища — игр крупных дельфинов, полностью выпрыгивающих из волн. В родном Черном море завершаем все работы, тщательно убирая лаборатории, приборы и оборудование.

На 84-й день своего X рейса «Виктор Бугаев» прибывает в Одессу. Экипаж полностью выполнил предусмотренную программу исследовательских работ в тропической части Атлантического оке-

ана в условиях благоприятной погоды, а наиболее яркими событиями для меня стали: пересечение Экватора, встреча со звездным небом Южного полушария, посещение самого восточного уголка Южной Америки — Ресифи и всемирно известного Неаполя. Но самой незабываемой стала экскурсия в Рим, где всего за несколько часов мы смогли побывать в различных исторических эпохах «вечного города».

К сожалению, в 1991 г. период расцвета советского океанографического флота трагически завершился, что было связано с развалом огромной страны, инициатором которого стали бездарные и эгоистичные политики. А покорители Атлантики — научно-исследовательские суда погоды — вынуждены были ряд лет выполнять «шоп-туры» из портов Украины в Стамбул, постепенно выходя из строя. Мировой океан продолжает, хранить свои тайны и готовит сюрпризы для человечества, однако ясно, что возрождение исследовательского флота в нашей стране можно ожидать только в весьма отдаленном будущем.

* * *

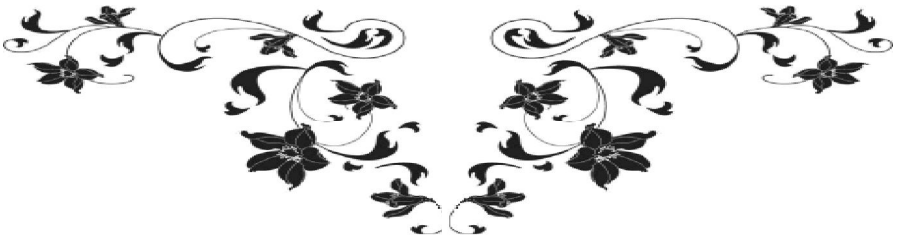
Пусть всем важна «погода в доме»,
Но есть проблемы поважней -
Туманы на аэродроме,
Тайфун по курсу кораблей...

Опасны ураганы, грозы...
От нас ждут свежих новостей,
И мы даем свои прогнозы
Для безопасности людей!

Мы ценим преданность и дружбу,
Работа наша всем нужна,
С людьми, как у Гидрометслужбы,
Спокойно может спать страна!

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- 26.02** - ***Данич Т. И.***, техник-метеоролог I категории сектора наблюдений и информации АМСГ - *55 лет*
- 11.03** - ***Шевчук А. В.***, техник II категории отдела МРП ГМЦ ЧАМ - *50 лет*
- 24.04** - ***Азема Т. А.***, зав. сектором морских и г/м наблюдений ГМЦ ЧАМ - *55 лет*
- 01.05** - ***Романова Н. В.***, техник-аэролог I категории отдела РН ГМЦ ЧАМ - *50 лет*
- 06.06** - ***Крижний В. Д.***, электронщик I категории Регионального центра информации ГМЦ ЧАМ - *60 лет*
- 17.06** - ***Кулюкина Т. В.***, бухгалтер I категории ГМЦ ЧАМ - *50 лет*
- 22.06** - ***Корж Г. З.***, оператор электронно-вычислительных машин Регионального центра информации ГМЦ ЧАМ - *70 лет*
- 22.06** - ***Брынза В. С.***, заведующий складом ГМЦ ЧАМ - *60 лет*



НАШИ АВТОРЫ

- Бояринцев Е. Л., канд. географ. наук, доцент каф. гидрологии суши ОГЭкУ (Одесса)
- Гопченко Е. Д., доктор географ. наук, профессор, проректор по учебно-методической работе, зав. каф. гидрологии суши ОГЭкУ (Одесса)
- Грандова М. А., научный сотрудник сектора исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Гриб О. Н., канд. географ. наук, ассистент каф. гидроэкологии и водных исследований ОГЭкУ (Одесса)
- Долготер С. А., магистр, каф. гидроэкологии и водных исследований ОГЭкУ (Одесса)
- Захарова М. В., канд. географ. наук, доцент кафедры гидроэкологии и водных исследований ОГЭкУ (Одесса)
- Зинченко М. М., преподаватель Государственного аграрного техникума (Белгород-Днестровский)
- Золотарев Г. Г., зав. сектором организации и обеспечения морского экологического мониторинга отдела аналитических исследований и организации морского экологического мониторинга УкрНЦЭМ (Одесса)
- Золотарева И. Г., науч. сотр. отдела научных исследования морской среды и прибрежной зоны УкрНЦЭМ (Одесса)
- Исаков М. И., главный специалист, гидролог технического отдела Ин-та УКРЮЖГИПРОВОДХОЗ (Одесса)
- Исакова Ж. В., руководитель группы отдела гидрологии Ин-та УКРЮЖГИПРОВОДХОЗ (Одесса)
- Казаков А. Л., канд. физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник, доцент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- Капочкин Б. Б., канд. геолог. наук ОГЭкУ (Одесса)
- Касилов Ю. И., ОНУ им. И. И. Мечникова (Одесса)

- Каштанов В. Д., ОНУ им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Ковалишина С. П., канд. биол. наук, зав. сектором исследования состояния морских биоценозов УкрНЦЭМ (Одесса)
- Коломийченко Г. Ю., ОНУ им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Лисицкая Е. В. (Севастополь)
- Ломакин П. Д., в.н.с., доктор географ., профессор МГИ НАН Украины (Севастополь)
- Пономарева Л. Г., ОНУ им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Попов М. А., мл. научный сотрудник ИнБЮМ НАН Украины (Севастополь)
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, вед. науч. сотр. сектора гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Савтер Л. А., ведущий инженер отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Сербов Н. Г., канд. географ. наук, доцент, проректор по учебной работе ОГЭКУ (Одесса)
- Табашникова М. В., Дунайская ГМО (Измаил)
- Терновыи П. А., зав. речной гидроэкологической учебно-научной лаборатории ОГЭКУ (Одесса)
- Украинский В. В., ст. науч. сотр., зав. сектором гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Чепыженко А. А., аспирант МГИ НАН Украины (Севастополь)
- Шакирзанова Ж. Р., канд. географ. наук, доцент каф. гидрологии суши ОГЭКУ (Одесса)
- Шамраев Ю. И., преподаватель Гидрометеорологического техникума (Туапсе)

СОДЕРЖАНИЕ

М. Жарро

Всемирный метеорологический день 2011 г. Климат для вас	3
--	----------

Л. А. Савтер

Опис гідрометеорологічних умов, які мали найбільш істотний вплив на виробничу діяльність основних господарських галузей у 2010 році	6
---	----------

Л. А. Савтер

Аналіз гідрометеорологічних умов та оперативно-прогностичної роботи морських підрозділів Гідрометслужби України у 2010 році	19
---	-----------

Ю. И. Шамраев

Особенности режима температуры воздуха за последние 185 лет в районе Одессы	30
--	-----------

Ю. И. Шамраев

Режим температуры воздуха в XX и начале XXI века по данным трех метеорологических станций	35
--	-----------

О. Л. Казаков, М. В. Табашникова

Режим опадів в Бессарабії (південний захід Одеської області)	38
---	-----------

В. В. Украинский, С. П. Ковалипина, М. О. Грандова

Екологічний стан морських вод Одеського регіону у 2006-2010 рр.	47
---	-----------

В. В. Украинский, Ю. И. Попов

Экологические последствия климатических изменений на северо-западном шельфе Черного моря	58
---	-----------

Ю. И. Шамраев

Режим температуры поверхностного слоя моря в прибрежной зоне Одессы	63
--	-----------

А. А. Чепыженко

Система течений в Керченском проливе
в июле 2010 года
по данным инструментальных измерений 72

А. А. Чепыженко

Гидрофизические условия
в районе о. Тузла (Керченский пролив)
при устойчивом юго-восточном ветре 78

П. Д. Ломакин, М. А. Попов

Современное состояние основных компонентов
экосистемы Балаклавской бухты по материалам
комплексного мониторинга ИнБЮМ НАН Украины 83

П. Д. Ломакин, Е. В. Лисицкая, М. А. Попов

Особенности состояния фито- и меропланктона
в Балаклавской бухте в зависимости от гидрофизических
факторов в условиях антропогенной нагрузки 96

**Л. Г. Пономарева, Г. Ю. Коломийченко,
Ю. И. Касилов, В. Д. Каштанов**

Идентификация природы нефтяного
загрязнения в объектах морской среды 112

**Л. Г. Пономарева, Г. Ю. Коломийченко,
Ю. И. Касилов, В. Д. Каштанов**

Исследование гуминовых кислот
в Азовском и Черном морях 115

Б. Б. Капочкин, Ж. В. Исакова, М. И. Исаков

К вопросу о состоянии Куяльницкого лимана 118

**Є. Д. Голченко, О. М. Гриб, Ж. Р. Шакірзанова,
4М. Г. Сербов, Є. Л. Бояринцев, П. А. Терновий**

Сучасні морфометричні та основні
фізико-хімічні характеристики Хаджибейського лиману 137

И. Г. Золотарева, Ю. И. Попов, Г. Г. Золотарев

Краткая литологическая характеристика
донных осадков канала Быстрый
(экспедиционные работы в октябре 2010 г.) 142

Е. Д. Голченко, Е. А. Дрозд Расчетный слой стока весеннего половодья в бассейнах рек Псел, Ворскла, Сула	147
М. В. Захарова, С. О. Долготер Дослідження показників якості річкових вод басейну Тиси за допомогою факторного аналізу	153
М. М. Зинченко Измеритель влажности облаков и туманов	162
М. М. Зинченко Летающая лаборатория	166
Ю. И. Шамраев Встреча с Южным Крестом и Экватором	171
«Пусть всем важна ...»	186
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	187
НАШИ АВТОРЫ	188

ОПК «Евротойз»
Тираж 150 экземпляров
65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4
тел/факс: (048) 714-91-71