

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 2 (6)

Одесса - 2008

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2008. — № 2(6). — 96 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. (0482) 63-16-10

*Б. Е. Песков
А. А. Алексеева
С. Э. Черный*

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ДЛЯ АВИАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НАД ДОНЕЦКИМ КРЯЖЕМ 22 АВГУСТА 2006 Г.

Детально рассмотрены в пространственной и временной последовательности синоптические, аэрологические, спутниковые и радиолокационные данные в связи с опасными для авиации явлениями погоды в Донбассе 22 августа 2006 г. Прогнозы опасных конвективных явлений погоды, верхней границы облаков и фронтального их расположения по оперативной автоматизированной технологии прогноза Гидрометцентра России ориентировали на особые опасные условия в Донбассе, а мезоанализ, проведенный по всем классическим правилам, дополнял сведения о них. Активизации процессов способствовали: волна на полярном фронте, вертикальная неустойчивость в момент ее максимального развития, наличие возвышенности и близость моря.

Введение. В середине дня 22 августа 2006 г. в восточных областях Украины располагалась обширная зона многочисленных скоплений кучево-дождевых облаков с грозами, градом и шквалами. 21-22 августа над югом Европы и Азии протянулся контрастный фронт с волнами с признаками активизации в рассматриваемом регионе. Метеослужбы, обслуживающие полеты в данном регионе, с утра предупреждали об обычных в таких синоптических ситуациях сложных условиях полетов. В документах, вручаемых перед вылетом экипажам воздушных судов, схематически, в целом по региону правильно, были отмечены две зоны грозовых фронтов с волнами и верхней границей облаков 11,5-12,0 км, одна из которых располагалась над Донбассом.

Описываемая прогнозом макроситуация была для последней декады августа хотя и не уникальной, но экстремальной по площади охвата сложными условиями полета. Летний грозовой фронт — частое явление, два параллельных фронта на расстоянии 500 км друг от друга — тоже не очень редкое явление, но в дополнение к этому фронтальная волна в середине дня в рассматриваемом районе, сравнительно сложном по физико-географическим условиям, все это вместе взятое — редкое явление.

Обычный холодный фронт и даже фронт с волнами имеют между грозowymi очагами коридоры, через, которые осуществляется перпендикулярный фронту пролет воздушного судна, иногда с небольшим обходом грозowego очага. В сложной системе фронтов с волнами необходимы большие обходы грозowych очагов, поэтому нередко в таких случаях бывают задержки вылетов, возвраты или посадки воздушных судов на ближайшие запасные аэродромы.

Экстремально опасные условия полетов в аналогичной сложной синоптической ситуации над тем же Донецким кряжем описаны в [3]. 25 июля 1966 г. примерно в 19 ч 22 мин. (здесь и далее указывается московское время) около Луганска, т. е. всего в 70 км от рассматриваемого района, на высоте 1,8 км самолет испытал штормовую болтанку и вертикальный порыв до 20 м/с. Это случилось на расстоянии 5 км от мощного грозowego фронта, несколько суток находившегося здесь. К вечеру грозowe облака обычно начинают «оседать», а в случаях возникновения «шквалового ворота» последний отходит от их скоплений внизу на расстояние до 1-5 км, в редких случаях особо сильных многодневных ливней — до 8 км.

Синоптическая обстановка в этих двух случаях в целом была во многом одинаковой: обширная квазистационарная область слегка пониженного давления; очень сложное мезополе давления, которое проявляется на картах погоды в изобарах, проведенных через 1 гПа; атмосферные фронты с волнами, одна из которых находится в районе авиапроисшествий; сужающийся с обеих сторон сравнительно неширокий в макромасштабе теплый сектор с очень высокой температурой воздуха T у поверхности земли (до 35-38 °C) и температурой точки росы у земли T_d 15-22 °C; перепады по площади приземной температуры воздуха от 36 до 21 °C; рядом с волнами и мезоциклонами с ливнями мезоантициклоны диаметром 20-30 км; энергия вертикальной неустойчивости в целом положительная — отклонение кривой состояния T' от кривой стратификации T до 5 °C; задерживающие слои внизу на границе сухого и влажного воздуха и в средней тропосфере в верхней влажной части полярного фронта, где $T - T_d = 5$ °C; ветры в слое 1000-500 гПа южных направлений со скоростью 10-15 м/с; уровень конвекции (средняя за сутки высота вершин наиболее мощных S_b) больше 10,5 км; в слое выше 5 км — расходимость изогипс над Донбассом, где их кривизна менялась от циклонической до антициклональной.

Донецкий кряж в обоих случаях активизировал холодный фронт с грозами в результате дополнительного подъема влажного воздуха у

поверхности земли на его наветренной стороне, в районе соответственно Луганска и Донецка. Важную дополнительную роль играл и бриз близко (100-150 км) расположенного Таганрогского залива.

Особенности синоптических процессов 22 августа 2006 г.

Широтно расположенная над югом Европы фронтальная зона с 21 на 22 августа, как и рассчитывалось для поверхности 500 гПа по модели ЕЦСПП, резко «просела» к югу в первоначально широкой плоской ложбине, перемещавшейся со скоростью 40-45 км/ч, и ложбина углубилась. Перед ней, вдоль р. Дон, усилился высотный гребень с значительной расходимостью изогипс в его тыловой части.

У поверхности земли фронтальная волна вблизи точки окклюзии и следующие за ней волны на фронте, как и прогнозировалось, углублялись до стадии циклона, перемещаясь с Балкан на юг Центрального района северо-восток Украины. Здесь они упирались в двигающийся с севера антициклон, развивавшийся на двух параллельных фронтах.

Утром (4 ч) 22 августа волны во фронтальной зоне за точкой окклюзии продолжали углубляться и перемещаться на северо-восток вдоль низовья Днестра и западной части Черного моря. Холодный фронт задерживался, преодолевая Приднепровскую возвышенность и Карпаты. Судя по развивавшимся мезомасштабным процессам, по облачности на спутниковых снимках, распределению температуры, влажности, давления, его тенденций и др., параллельно указанному выше фронту на расстоянии 200-300 км располагался еще один, полярный, фронт и тоже с волнами.

По данным оперативной автоматизированной технологии прогноза опасных конвективных явлений, функционирующей в Гидрометцентре России [1], над Донецким краем и в его окрестностях ожидалось сильные ливни, шквал, град. По автоматизированной корректировке прогнозов ожидалось шквалы со скоростью ветра до 30-40 м/с. Вытянутость (квазилинейное расположение) зоны максимальной высоты Сб и интенсивности конвективных явлений (рис. 1), так же как и другая используемая синоптическая информация, указывали на фронтальный характер ситуации. То есть прогнозируемые сложные условия полета воздушных судов в широкой зоне подтверждались реальными синоптическими условиями их осуществления над Донбассом (фронтальная линия неустойчивости, фронтальная волна, дополнительно локально усиливавшая эти условия у Донецка).

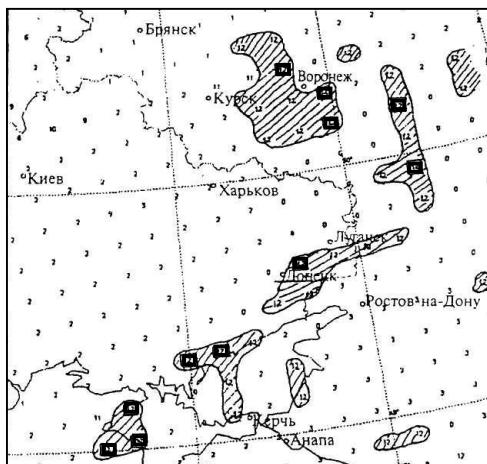


Рис. 1. Прогноз высоты (км) уровня конвекции на 16 ч 22 августа 2006 г. с заблаговременностью 12 ч.

(Заштрихованы зоны высоты уровня конвекции более 11 500 м. Квадратами выделены пункты, где одновременно прогнозировался комплекс наиболее опасных конвективных явлений. Расстояние между точками расчета в узлах сетки 75 км)

Прогноз уровня конвекции указывал на возможность достижения у Донецка средней за день максимальной высоты кучево-дождевых облаков 11 800 м.

Как показано в [4; 5], в середине дня вершины Сб в грядях на хорошо выраженных атмосферных фронтах превышают уровень конвекции на 1,0-1,5 км. Поэтому и в рассматриваемом случае следовало ожидать в 15-17 ч высоту кучево-дождевой облачности 13,0-13,3 км. Учитывая локальное усиление у Донецка (на фронтальной волне) всех конвективных явлений, высота Сб могла быть и 13,5 км, а мелкие частицы у вершины Сб — на высоте 14 км (фактически по радиолокационным и спутниковым данным была зарегистрирована высота 13-14 км).

Несмотря на недостаточность радиозондирований (один радиозонд на 600 км), удалось построить два ориентировочных вертикальных разреза (за 4 и 16 ч; рис. не приводится) с учетом всех особых точек, выделения фронтальных слоев с уменьшенными градиентами температуры, их пространственной связанности с характерным наклоном [7]. Действительно, согласно вертикальным разрезам над Донбассом и окружающими регионами прослеживались два

основных атмосферных фронтов. В теплом секторе намечаются еще и остатки слабо выраженных бывших атмосферных фронтов, в том числе и фронтов окклюзии, где видны редкие скопления Сб с высотой до 11,6 км.

Таким образом, судя по комплексу прогностических и фактических аэросиноптических данных, в том числе и карт барической топографии, в рассматриваемом районе сравнительно узкий теплый сектор ограничивался с юго-запада и запада двумя основными атмосферными фронтами, как и с северо-востока и востока. Восточный участок полярного фронта хорошо виден и на вертикальном разрезе. Наличие двух фронтов, теплого сектора наряду с вертикальной неустойчивостью создавало экстремальную горизонтальную неустойчивость. Однако конкретное мезомасштабное положение атмосферных фронтов, их количество и тип, степень выраженности, место и время реализации наиболее опасной неустойчивости определить заблаговременно было трудно.

В макромасштабе (без учета особых точек радиозондирований и последовательного мезоанализа всех элементов приземного поля метеовеличин) можно было уверенно отметить один основной атмосферный фронт с волнами над Приднепровской возвышенностью, где (рис. 1) высота Сб ожидалась менее 5 км. При большей детализации анализа можно было бы заметить наряду с указанным атмосферным фронтом еще и второй окклюдированный атмосферный фронт над Донбассом. В действительности же по построенным вертикальным разрезам, по спутниковым данным и, как будет показано ниже, по проведенному мезоанализу, было два равноценных атмосферных фронта с развивающимися волнами на том и другом. И только, как уже отмечалось, по автоматизированному прогнозу верхней границы Сб и опасных конвективных явлений четко выделялся (рис. 1), один из них — атмосферный фронт с волной, прохождение которого рассчитывалось на середину дня над Донбассом, у Донецка. Именно этот фронт обладал самой большой абсолютной влажностью у земли (T_d до 20-22 °С), а приземная температура была выше 30 °С. Реализации неустойчивости способствовали орографические особенности местности — Таганрогский залив и Донецкий край.

Расположенный западнее параллельный основной атмосферный фронт над Приднепровской возвышенностью с прогнозируемой высотой Сб менее 5 км имел температуру у поверхности земли на 4-5 °С ниже, а фронт окклюзии в теплом секторе восточнее был

существенно более сухим (T_d у поверхности земли на 4-5 °С ниже). Максимальной на главном атмосферном фронте у Донбасса была сумма $T + T_d = 50$ °С, на соседних фронтах, западнее и восточнее, она на 2-5 °С меньше.

Особенности мезомасштабных процессов 22 августа 2006 г.

Согласно прогнозу Гидрометцентра России верхней границы Сб (рис. 1) и количества осадков в узлах сетки с пространственным разрешением 75 км, а также по прогнозу синоптической ситуации Главного авиаметеорологического центра над Донбассом днем ожидалась вершина фронтальной волны. Подтверждением и уточнением прогноза мог бы стать особо тщательный мезоанализ [7] кольцевой синоптической карты за 13 ч (рис. 2а) наряду с аналогичным анализом всех предшествующих карт погоды.

Согласно оперативным требованиям, синоптическая карта за срок 13 ч должна быть готова со всеми деталями анализа к 14 ч 30 мин. (10 ч 30 мин. ВСВ), т. е. за 1,0-1,5 ч до времени стандартного максимального развития Сб (15 ч 30 мин. — 16 ч 30 мин.). На рис. 2а видно, что имеется два атмосферных фронта с волнами. Один, более западный, с приземной температурой 23-26 °С и температурой точки росы 18-21 °С ($T + T_d$ до 45 °С), перемещался с задержками над Приднепровской возвышенностью. Другой, с приземной температурой 27-31 °С и T_j у земли 18-22 °С ($T + T_j$ до 50 °С), имел одну волну с замкнутой изобарой в районе у Донецка-Луганска, другую волну — с ложбиной у северо-западной оконечности Таганрогского залива. Обе фронтальные волны углублялись. Более слабые, но тоже углублявшиеся фронтальные волны располагались у Ростова-на-Дону и Керчи. В теплом секторе, восточнее Ростова-на-Дону, располагалась ось ложбины с максимальной по району приземной температурой — это старый фронт окклюзии с более сухим воздухом, приземная температура 32-34 °С, T_d у поверхности земли 12-14 °С ($T + T_d$ до 45 °С).

Судя по распределению тенденций приземного давления и воздушным потокам на карте AT_{500} , «донецкая» фронтальная волна к 15-16 ч сместилась на 100 км к северу, «таганрогская» подошла к Донецку (данные спутниковой информации представлены на рис. 2б), «ростовская» — смешалась на север-северо-восток. Анализ карты погоды за 16 ч показал, что «таганрогская» фронтальная волна только что миновала Донецк, на карте отмечалась гроза. Из-за ливня приземная температура понизилась на 8 °С, при-

земное давление повысилось на 2 гПа, что создало типичный под сильной грозой мезоантициклон размером 30x30 км. Это ускорило и усилило фронтальную волну. В ее передней части в 16 ч отмечена сильная гроза с градом к северо-востоку от Донецка. Все три волны, углубившись, оказались в системе одного циклона, расположенного севернее Луганска. Вершины Сб поднялись до 13-14 км, как и положено на фронтальных волнах [4; 5], т. е. на 1-2 км выше уровня конвекции (рис. 1).

Согласно комплексу анализируемых данных, «таганрогская» фронтальная волна усилилась дополнительно из-за влияния разогретого Таганрогского залива через бризовую циркуляцию и повышенную влажность. В 13 ч эта волна имела очень узкий теплый сектор, что говорит о близости максимальной стадии ее развития при падении давления -2 гПа за 3 ч и его росте в тылу 0,5 гПа за 3 ч. Чуть позже, фронтальную волну «усилили» Приазовская возвышенность и подъем по Донецкому кряжу. Уже в 15 ч наблюдались Сб с высотой 13 км. Эти облака после 15 ч продолжали быстро расти, двигаться на северо-восток и расширяться («вспухать»).

Между «донецко-ростовским» линейным скоплением мощных Сб и их «таганрогским» скоплением (рис. 3) до 15 ч 30 мин - 16 ч существовал узкий (около 50 км) коридор, вытянутый примерно с севера на юг на протяжении около 100-150 км, закрытый слоистой облачностью наковален, но видимый обычно по радиолокатору [6] и по результатам дешифрирования спутниковой информации [2]. В этом коридоре в результате сближения фронтальных волн и влияния Донецкого кряжа в момент максимального развития конвекции местами образовывались и очень быстро росли (25-30 м/с — 9 км за 5 мин) новые Сб, которые местами к 15 ч 30 мин - 16 ч могли перекрыть существовавший ранее коридор.

Заключение. Рассмотренные в двух случаях авиаметеорологические условия над Донецким кряжем не единичны, хотя из-за особой макросиноптической ситуации двухстороннего сужения теплого сектора, вызывающего летом в середине дня экстремально интенсивные грозы, и из-за дополнительного влияния близко расположенных возвышенностей и южных морей их можно назвать экстремальными.

Особенностью авиаметеорологических условий 22 августа 2006 г. у Донецка было сближение до 50-80 км вершины хорошо развитой волны полярного фронта, проходившей Донецк в момент максимальной интенсивности гроз, с другой такой же фронтальной

волной в молодом циклоне, замедлявшейся из-за блокирующего северного антициклона.

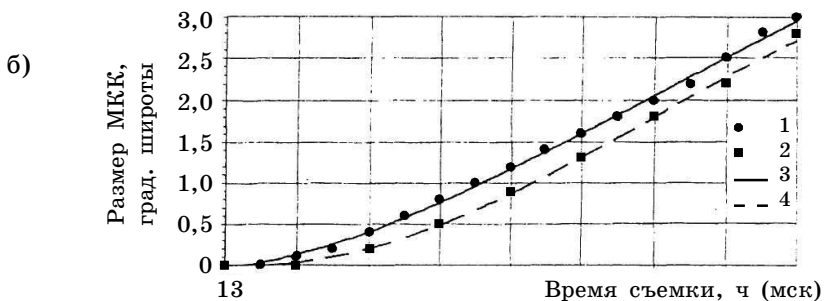
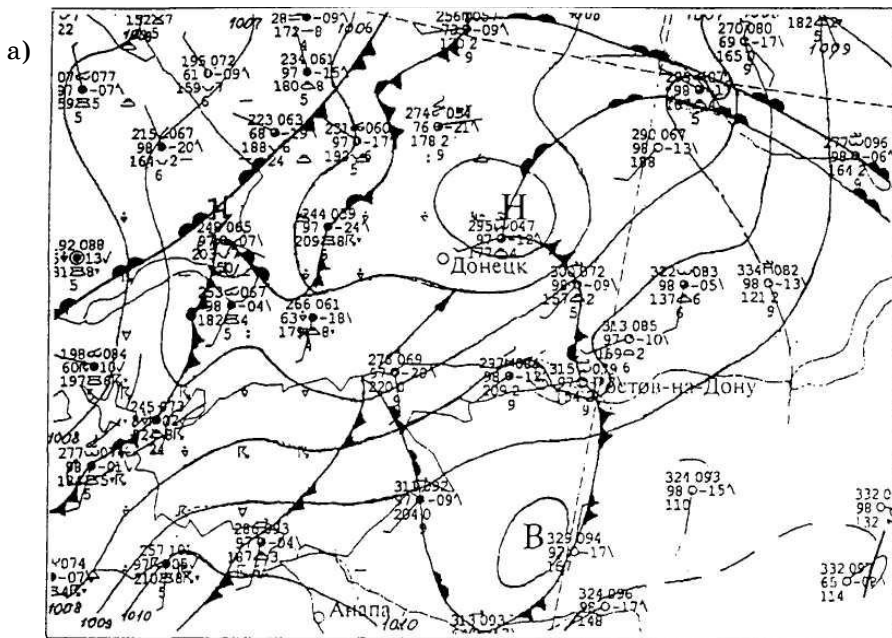


Рис. 2. Синоптическая ситуация в 13 ч 22 августа 2006 г.

(а) кольцовка; (б) изменения максимального размера мезомасштабного конвективного комплекса (МКК) на снимках Meteosat-S (1) и Meteosat-5 (2) 22 августа 2006 г. и их полиномиальная аппроксимация (соответственно 3 и 4). Координаты начала развития МКК: 45,5° с.ш., 37,0° в.д.

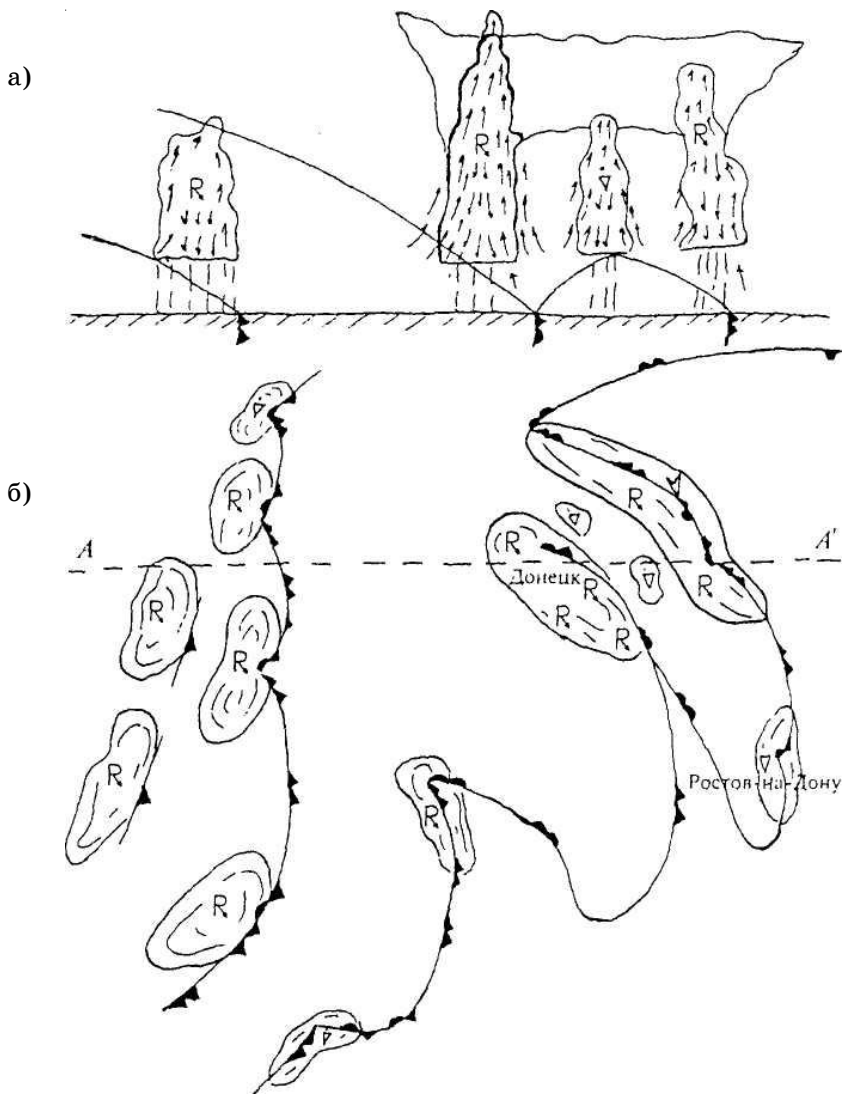


Рис. 3. Прогноз и реконструкция экстремальных авиаметеорологических условий на 15 ч 30 мин. 22 августа 2006 г. с заблаговременностью 1 ч. (а) вертикальный разрез по линии AA'; (б) горизонтальная картина процесса.

В целом существующим оперативным методом правильно спрогнозированы синоптическая ситуация и сильные конвективные явления. Анализ мезомасштабных процессов показал, что:

- при сочетании классических и современных методов прогноза [1; 2] с заблаговременностью 3-6 ч до экстремальных авиаметеорологических условий можно было бы ожидать у Донецка развития обширного скопления особо плотно расположенных грозových облаков высотой до 1214 км [4; 5], сильных ливней, шквалов, града; косвенно об этом же можно было судить по резкому углублению во фронтальной зоне высотной макроложбины с образованием расходимости изогипс в районе смены знака их кривизны;
- проведением специального мезоанализа с заблаговременностью 2-3 ч можно было уточнить фронтальный анализ и положение двух квазипараллельных (днем грозových) фронтов;
- с заблаговременностью 1-2 ч (в 14-15 ч) дополнительный локальный анализ позволил бы уточнить положение фронтальных волн, их эволюцию и перемещение от берегов Таганрогского залива через Приазовскую возвышенность и Донецкий кряж (с дополнительным импульсом начального подъема).

Избежать встречи потерпевшего крушение воздушного судна с экстремальными авиаметеорологическими условиями с большой вероятностью можно было бы либо задержкой вылета самолета на 1,0-1,5 ч (до ухода фронтальной волны с трассы), либо облетом Донецкого кряжа, или пересечением грозového фронта по перпендикуляру к нему в средней тропосфере (рис. 3).

Авторы выражают благодарность за предоставленные ценные для анализа материалы М. В. Бухарову, а также А. Р. Ивановой, И. А. Горлач, В. Г. Глазунову и Е. Н. Скриптуновой,

Литература

1. Алексеева А. А. Методы прогноза максимального количества осадков в зонах активной конвекции и альтернативного прогноза сильных ливней и шквалов // Информационный сборник. — 2007. — № 34 (Результаты испытания новых и усовершенствованных моделей и методов гидрометеорологических прогнозов). — В печати.

2. Алексеева А. А., Бухаров М. В., Лосев В. М., Соловьев В. И. Диагноз осадков и гроз по измерениям уходящего теплового излучения облачности с геостационарных спутников // Метеорология и гидрология. — 2006. — № 8. — С. 33-42.
3. Васильев А. А., Песков Б. Е., Чучалова Н. Н. Необычный случай штормовой болтанки в нижнем слое тропосферы // Метеорология и гидрология. — 1968. — № 1. — С. 41-47.
4. Песков Б. Е. Расчет максимальной высоты верхней границы кучево-дождевых облаков с учетом вовлечения в различных синоптических условиях // Труды ВГИ. — 1968. — Вып. II. — С. 109-119.
5. Песков Б. Е. Связь пространственной структуры радиолокационного эха с объективными характеристиками фронтов // Труды Гидрометцентра СССР. — 1967. — Вып. 7. — С. 16-30.
6. Песков Б. Е. Термодинамические условия, предшествующие развитию гроз различной интенсивности, и особенности грозового расположения конвективных облаков // Труды Гидрометцентра СССР. — 1968. — Вып. 35. — С. 49-61.
7. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — Ч. I. — 702 с.

Резюме

Synoptic, aerological, satellite, and radar information has been analyzed in detail in space and time sequence in connection with dangerous weather phenomena for aviation on August 22, 2006, in Donbass. Forecasts of dangerous convective phenomena, the upper level of clouds, and their frontal location according to the operational automatic forecast technology of the Russian Hydrometeorological Center are applied to especially dangerous situations in Donbass. Mesoanalysis made according to all rules added information about the situation. Activity of the processes was forced by a polar front wave, vertical instability during its maximum development, terrain, and sea proximity.

*А. Л. Казаков
М. В. Трегубова*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА В ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЯХ УКРАИНЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

С 70-х годов прошлого века на страницах научных изданий стали постоянно появляться публикации с описанием результатов исследований по проблеме «Изменения климата» [1]. В настоящее время этой теме посвящено множество публикаций, а также всевозможных решений авторитетных международных межправительственных и неправительственных комиссий и организаций (напр. [2; 3]). По сути темы публикаций можно разделить на несколько категорий. Во-первых, это оценки глобального потепления, в том числе в различных широтных поясах, по континентам и Мировому океану. Во-вторых — анализ причин происходящих изменений. Основной признается, хотя и не всеми видными учеными, та причина, которая объясняет все имеющиеся изменения, значительными и все возрастающими выбросами углекислого газа, создающими заметный оранжерейный эффект. В-третьих — это оценки изменений регионального климата. Последние две категории исследований содержат важные конструктивные идеи, каким образом происходит это самое потепление. Ведь не секрет, что из трех климатообразующих факторов (радиационный, циркуляционный и «местный», связанный с термической и орографической неоднородностью подстилающей поверхности) оценка изменений особенностей второго представляется весьма интересной. Напомним, что в ряде публикаций украинских специалистов, детально анализировались поля приземного давления «до» и «в период» различных фаз потепления [4-6]. Не вдаваясь в подробный анализ полученных результатов, выделим два: 1) ослабление Сибирского максимума в зимний период и уменьшение его влияния на синоптические процессы на Украине; 2) появление «устойчивого» Восточно-Европейского антициклона, который связан с усилением зональной циркуляции и активизацией циклонической деятельности вдоль широтных кругов в поясе 40-60° с.ш. С другой стороны, подтверждением изменений циркуляционного режима являются данные статобработки ветровых характеристик. Такие публикации появились для разных регионов Евразийского материка [7-9], и основной общий вывод, который сделан в них, состоит в том, что происходит ослабление скоростей ветра. Среди причин обыч-

но называют две: изменение характера циркуляции и увеличение урбанизации, прежде всего в результате интенсивной застройки мегаполисов, городов и поселков.

Нами был рассмотрен вопрос, каким образом менялся режим скорости ветра по югу Украины (Одесской, Николаевской и Херсонской областях). Основой анализа послужили данные двух климатических норм: 1936-1960 гг. и 1961-1990 гг. [10; 11]. В частности, были использованы среднемноголетние данные по скорости ветра в январе, июле и за год. К сожалению, часть станций была закрыта в 70-х годах, например, о. Змеиный, Тендровский маяк и другие. Поэтому картина может оказаться не совсем полной.

На рис. 1 показаны поля распределения среднегодовых скоростей ветра за два периода, для которых оценивались «нормы».

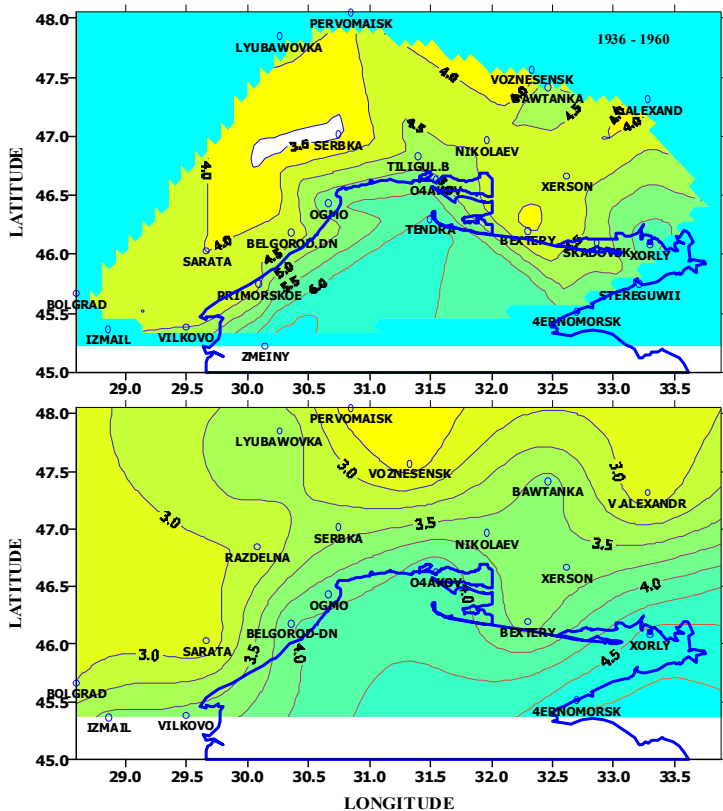


Рис. 1. Среднегодовые скорости ветра по югу Украины

Обратим внимание на особенности представленных распределений. Во-первых, это общая особенность — увеличение скоростей ветра на побережье северо-западной части Черного моря по сравнению с глубинными территориями. Во-вторых, неоднородность в распределении скорости ветра и дальше вглубь побережья вследствие местных особенностей рельефа. И, в-третьих, явное уменьшение значений скорости ветра во втором периоде. В связи с этим отметим, что максимумы скоростей на приморских станциях за первый период составили: в Очакове — 5,1, в Одессе (обсерватория) — 5,4, Хорлы — 5,9, Тендра — 6,1 и на о. Змеином 6,7 м/с. А во второй период — на станциях, на которых проводились наблюдения, среднегодовые скорости были менее 5 м/с.

На рис. 2 представлены разности среднегодовых значений скорости ветра на станциях юга Украины. Мы можем констатировать, что уменьшение скоростей произошло весьма неравномерно по территории трех областей. Причем важно отметить, что происшедшие изменения носили волнообразный характер: от максимального уменьшения скоростей ветра в крайней юго-западной части Одесской области до незначительного уменьшения вдоль оси, проходящей через станции Б. Днестровский-Раздельная-Любашевка. Затем получена меридионально вытянутая зона максимального уменьшения скорости ветра вдоль оси Одесса-Сербка-Первомайск. Далее следует зона с малыми отрицательными значениями понижения скоростей в районе станций Херсон-Бехтеры. И, наконец, далее на восток опять отмечается зона со значительным снижением среднегодовых скоростей.

Мы проследили также, каким образом эти изменения скоростей произошли в разные сезоны, а именно, в центральные месяцы зимнего и летнего периодов. На рис. 3 представлены карты распределений разности среднемноголетних скоростей ветра для января и июля в трех областях юга Украины. Отмеченные выше особенности пространственного распределения уменьшения среднегодовых скоростей ветра по югу Украины сохранились и в эти «крайние» сезоны. Зимой минимальные ослабления отмечены в двух зонах: Белгород Днестровский-Раздельная-Любашевка и левобережье низовья Днепра. В июле эта картина сохраняется с одним важным дополнением: в летний период ослабление скоростей носит более мягкий характер, т.е. абсолютные значения разности скоростей становятся меньше, чем зимой. Но подчеркнем, что волнообразный характер происшедшего уменьшения скорости ветра по югу Украины сохранился, две зоны с минимальными понижениями и три — с максимальными.

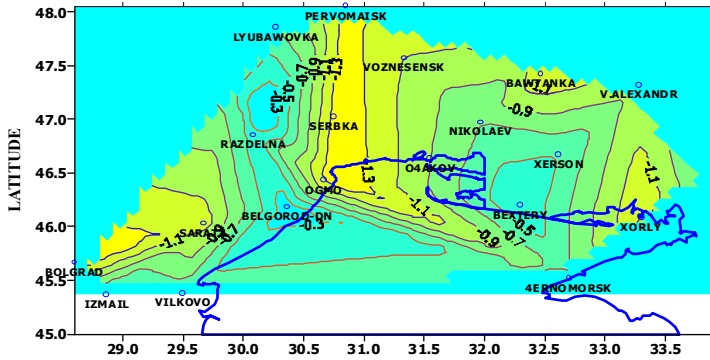


Рис. 2. Разности среднегодовых скоростей на территории юга Украины

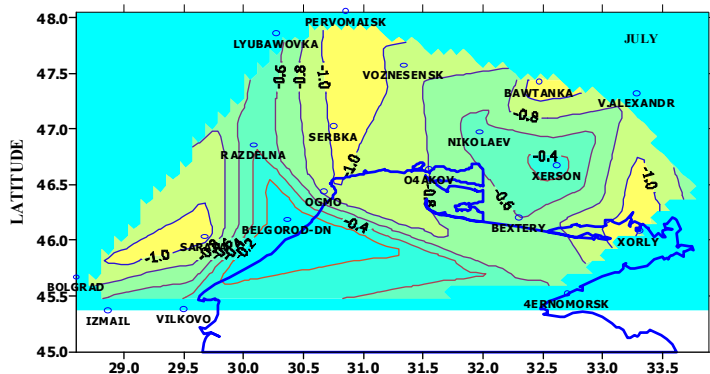
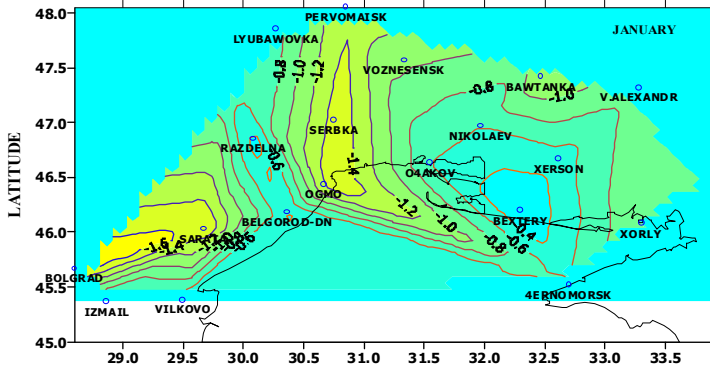


Рис. 3. Разности среднегодовых скоростей на территории юга Украины в различные сезоны

Таким образом, используя только известные справочные издания, мы дали оценку происшедшим изменениям скорости ветра на юге Украины. Уменьшения скорости ветра произошли повсеместно, но степень ослабления имеет существенно неоднородный характер. На изменения крупномасштабного циркуляционного режима наложились местные особенности, что и привело к отмеченным результатам. Во всяком случае, только изменениями в застройке городских территорий, происшедшие изменения интенсивности приземных воздушных течений объяснить очевидно нельзя.

Литература

1. Будыко М. И. Изменения климата. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 279 с.
2. Houghton J. T., Y. Ding. Climate Change 2001: The Scientific Basis. — Cambridge university press, 2001. — 881 p.
3. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. — 2004. — № 4. — 50 с.
4. Мартазинова В. Ф., Свердлик Т. А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние // Труды УкрНИГМИ. — 1998. — Вып. 246. — С. 21-27.
5. Белокопытов В. Н., Кудрявцева Г. Ф., Липченко М. М. Атмосферное давление и ветер над Черным морем (1961-1990 гг.) // Труды УкрНИГМИ. — 1998. — Вып. 246. — С. 174-181.
6. Свердлик Т. А. Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата // Труды УкрНИГМИ. — 1999. — Вып. 247. — С. 63-75.
7. Липінський В. М., Бабіченко В. М., Дячук В. А. та ін. Клімат України. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — С. 108-133.
8. Ивус Г. П., Агайар Э. В., Ишану А. Е. Особенности температурно-ветрового режима в районе Одессы на рубеже XXI века // Причерноморский экологический бюллетень. — 2007. — Червень. — С. 181-190.
9. Мещерская А. В., Еремин В. В., Баранова А. А., Майстрова В. В. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным // Метеорология и гидрология. — 2006. — № 9. — С. 46-58.

10. Справочник по климату СССР. — Л: Гидрометеиздат, 1965. — Вып. 10 (Ветер). — 306 с.
11. Кліматологічні стандартні норми (1961-1990 рр.). — К.: УкрНДГМІ-ЦГО, 2002. — 446 с.

М. В. Трегубова

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА ПРИ ПОМОЩИ
МОДЕЛИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ
НАД УКРАИНОЙ**

Модели атмосферных процессов должны, прежде всего, учитывать основные физические факторы, определяющие структуру метеорологических полей на рассматриваемых пространственных и временных масштабах.

Метод расчета [1; 2] основан на формулах для вычисления интегральных параметров атмосферного пограничного слоя (АПС), теории подобия для приземного подслоя и замкнутой системы уравнений для турбулентного АПС. Для реализации метода составлены программы, которые различаются видом исходной метеорологической и аэрологической информации, включающей в себя либо данные объективного анализа полей геопотенциала, ветра и температуры на основных изобарических поверхностях, либо данные радиозондирования [3].

В модели [1; 2] предусмотрен расчет геострофического ветра на нижней границе АПС путем экстраполяции скорости ветра с более высоких поверхностей (925 или 850 гПа) с использованием уравнения термического ветра.

В качестве исходных данных использовались сведения, полученные от Британской метеослужбы за 3 сентября 1999 г., 12 часов СГВ. Они включали информацию о высоте станции (Н), температуре, давлении, скорости и направлении ветра на трех уровнях — подстилающей поверхности, 925 и 850 гПа. Анализируемый регион охватывал территорию Украины и прилегающих к ней районов. Все данные по этому региону представлены в узлах регулярной сетки с шагом $0,56^\circ$ по меридиану и $0,83^\circ$ по параллели. Сетка включает 486 расчетных узлов. Левый верхний узел имеет координаты: 49° с.ш. и 25° в.д., правый верхний узел — 49° с.ш., 45° в.д., левый нижний узел — 41° с.ш. и 25° в.д., правый нижний — 41° с.ш. и 45° в.д. В расчетах использовались следующие обозначения:

ния узлов: первые две цифры — номер по меридиану с севера на юг (от 1 до 18); а вторые две — номер по параллели с запада на восток (от 1 до 26).

Одной из основных задач, решаемых в процессе работы, было определение скорости и направления ветра у поверхности земли.

Необходимые вычисления проводятся поэтапно:

1. Рассчитываем скорость приземного геострофического ветра. Затем получаем данные о скорости и направлении ветра у поверхности земли и анализируем результаты: определяем модули разности скоростей ($V_f - V_p$) и направлений ($D_f - D_p$) фактического и расчетного ветра. Анализ результатов проводился, исходя из требований точности наблюдений ветра на сети. Если указанные разности соответствуют данному требованию, то этот результат для данной точки считался удовлетворительным. В проведенных исследованиях разности по скорости и направлению ветра составляли соответственно 2 м/с и 10° . Если погрешность превышает эти величины, то переходим к следующему этапу.
2. Вводим скорость приземного геострофического ветра. Исходя из фактического распределения ветра с высотой, уточняем возможный геострофический ветер. После этого проводим повторный анализ разностей скоростей и направлений фактического и расчетного ветра ($V_f - V_p$), ($D_f - D_p$). Если результаты значительно превышают критерий точности, то переходим к следующему этапу.
3. В ходе эксперимента проводим подбор параметра шероховатости (z_0). Величина z_0 менялась в пределах 0,001-0,1 м. Базовая шероховатость выбиралась равной 0,2 м. Значения параметра шероховатости определяются с учетом физико-географических условий района и значений разностей фактического и расчетного ветра у поверхности земли.

Численный эксперимент позволил определить скорость и направление ветра для всего анализируемого района. В качестве примера подбора лучшего варианта счета приводятся значения разности фактического и расчетного ветра для некоторых узлов рассматриваемого района. Эти данные для Приднепровской возвышенности и западного побережья Черного моря приведены в табл. 1.

С учетом физико-географических особенностей были выбраны два региона для подробного анализа. Первый регион (I) охватывает Приднестровскую возвышенность и Причерноморскую низменность (Кировоградскую, Николаевскую, Херсонскую и Одесскую области)

в пределах координат 49,2-46,5⁰ с.ш. и 30,0-33,5⁰ в.д. Второй район (II) включает в себя Южные Карпаты, Нижнедунайскую низменность и горные массивы Стара-Платина (Балканы); координаты этого региона 45,5-42,5⁰ с.ш. и 25,0-29,0⁰ в.д.

Таблица 1.

Разности скорости и направления фактического и расчетного ветра

Разности	Vф-Vр , м/с				Dф-Dр , град			
	0207	0208	1202	1303	0207	0208	1202	1303
Узел								
Расчет	4,15	3,55	4,41	6,06	8	7	8	8
Введение	2,20	0,15	2,39	0,46	7	7	7	7
Подбор	0,55	1,00	0,77	0,31	7	7	4	6
Окончательный результат	0,55	0,15	0,77	0,31	7	7	4	6

Величины разностей фактического и расчетного ветра у земли для II (NN 1-28) и I (NN 29-58) районов приведены в табл. 2. Анализ этих значений показал, что отклонение скорости фактического ветра от скорости ветра у земли, полученной по модели, менялось в пределах 0,08-3,00 м/с. В большинстве случаев эти отклонения не превышали 1,5-2,0 м/с. Различия в направлении ветра колебались в диапазоне 4-18⁰. Чаще всего отклонение направления фактического ветра от направления расчетного ветра у земли не превышало 10⁰.

По данным эксперимента были получены поля приземного ветра. Поле ветра для выбранного района (II) характеризовалось максимумом скорости ветра в южной и восточной частях района, где она достигала соответственно 6 и 9 м/с. В западной части рассматриваемого региона наблюдалась минимальная скорость ветра 2,5 м/с. Сравнение полей расчетного и фактического ветра показало, что местоположение центров максимальных и минимальных значений скорости совпадают, а разница самих величин не превышает 1,0-1,5 м/с. Сопоставление данных о фактическом ветре у земли и полученном в ходе численного эксперимента (табл. 2) дает возможность сделать вывод о достаточной степени точности восстановления скорости приземного ветра.

Численный эксперимент позволил усовершенствовать методику учета скорости геострофического ветра при реализации одномерной модели АПС. Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы в расчетах вертикальных профилей ветра и характеристик турбулентности АПС.

Таблица 2.

Данные о фактическом и расчетном ветре у земли

№ п/п	Узел	H, м	Vф, м/с	Vр, м/с	Vф-Vр , м/с	Dф, град	Dр, град	Dф-Dр , град
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0801	36	4,65	4,23	0,42	148	155	7
2	0802	636	6,38	5,55	0,83	181	163	18
3	0803	548	6,53	4,81	1,72	193	199	6
4	0804	63	5,22	4,50	0,72	197	203	6
5	0805	231	6,80	5,60	1,20	198	205	7
6	0901	45	3,13	2,50	0,63	163	168	5
7	0903	729	6,60	9,60	3,00	190	198	8
8	0904	13	6,37	4,96	1,41	200	206	6
9	0905	112	6,69	5,37	1,32	202	209	7
10	1001	33	3,38	2,88	0,50	180	185	5
11	1002	272	4,22	3,45	0,77	167	173	6
12	1003	57	5,93	5,17	0,76	172	179	7
13	1004	9	5,68	4,87	0,81	188	195	7
14	1005	140	6,67	6,08	0,59	204	211	7
15	1101	82	4,18	3,41	0,77	189	195	6
16	1102	93	4,67	3,91	0,76	201	207	6
17	1103	35	5,08	4,54	0,54	220	226	6
18	1104	36	4,63	3,93	0,70	234	239	5
19	1105	77	5,38	5,46	0,08	217	223	6
20	1201	104	6,49	6,15	0,34	200	193	7
21	1202	34	7,33	8,10	0,77	209	205	4
22	1203	152	7,88	9,04	1,16	218	212	6
23	1204	228	6,99	8,08	1,09	225	218	7
24	1205	108	5,59	6,40	0,81	222	215	7
25	1301	356	6,88	6,98	0,10	200	192	8
26	1302	224	6,95	6,25	0,70	204	196	8
27	1303	161	7,72	7,41	0,31	210	204	6
28	1304	249	7,28	7,49	0,21	216	208	8
29	0107	115	5,67	5,27	0,40	173	180	7
30	0108	183	5,38	4,76	0,62	179	186	7
31	0109	103	5,39	4,99	0,40	183	190	7
32	0110	139	5,65	5,13	0,52	185	192	7
33	0111	153	5,78	4,60	1,18	187	194	7
34	0207	229	6,50	5,95	0,55	180	187	7
35	0208	185	6,42	6,27	0,15	186	193	7
36	0209	147	6,46	5,93	0,53	189	196	7

37	0210	130	6,70	5,94	0,76	189	196	7
38	0211	121	6,97	6,26	0,71	190	197	7
39	0307	239	7,43	6,83	0,60	187	195	8
40	0308	179	7,63	6,82	0,80	191	198	8
41	0309	185	7,53	6,92	0,61	192	200	8

Литература

1. Тарнопольский А. Г., Шнайдман В. А. Усовершенствованная модель планетарного пограничного слоя атмосферы // Метеорология и гидрология. — 1979. — № 10.
2. Шнайдман В. А., Фоскарино О. В. Моделирование пограничного слоя и макротурбулентного обмена в атмосфере. — Л.: Гидрометеиздат, 1990.
3. Клепикова Н. В., Шнайдман В. А., Бродская Н. С., Косых И. В., Трегубова М. В. Характеристики пограничного слоя атмосферы в условиях большого города // Метеорология и гидрология. — 1990. — № 7.

М. М. Зінченко

ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ РАДІОЕХО В ПРИБЕРЕЖНІЙ СМУЗІ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Штучний вплив на градовий процес неможливий без вірного визначення напрямку та швидкості переміщення купчасто-дощової хмари, а також тенденції її розвитку. В системі захисту від граду ці параметри необхідні: для корекції прогнозу граду на території, яка захищається; для уточнення взаємодії з органами авіації та ракетними пунктами, а також для визначення площадок для засіву хмари реагентом; для розрахунку попереджень на положення траєкторій ракет в площадках засіву хмари [1].

Територія, яка захищається від граду розміщена в прибережній смузі Чорного моря [7]. Цікаво розглянути, як впливає прибережна смуга, з морською та рівнинною поверхнею на напрямок, швидкість та радіолокаційні характеристики радіоехо купчасто-дощових хмар. Поверхня місцевості суттєво впливає на зміну напрямку та швидкість руху повітряної маси, а відповідно і на еволюцію хмар. Відомі деякі причини, які сприяють цим змінам. Це: термічна неоднорідність підстильної поверхні, різниця в температурах повітря

над морською поверхнею та поверхнею суші, бризова циркуляція в прибережній смузі та ін. [5].

При дослідженні впливу підстильної поверхні на еволюцію купчасто-дощової хмари необхідно знати особливості циркуляційного режиму району, над яким розвивається та переміщується хмара [2; 5].

В роботі виконана спроба визначити деякі зміни в частоті повторення максимальної відбитості η_{\max} та $\eta_{10} = 10^{-9} \text{ см}^{-1}$ радіоехо купчасто-дощової хмари в прибережній смузі, яка має довжину біля 200 км, з південного заходу на північний схід, а також визначити зміни в частоті повторення напрямку та швидкості радіоехо з η_{\max} над сушею та над морем.

В роботі використаний матеріал радіолокаційних спостережень в Білгород-Дністровському головному воєнізованому загоні Одеської воєнізованої служби по активному впливу на атмосферні процеси за період травень-вересень місяці 1981-1986 рр. Аналізу підлягали купчасто-дощові хмари в стадії зрілості [7].

В роботі розглянута частота повторення радіолокаційних параметрів залежно від віддалі до берегової лінії (рис.1):

- максимальне радіолокаційне відбиття на довжинах хвиль 3,2 та 10 см;
- радіолокаційне відбиття зони підвищеного відбиття.

Ці два параметра (з використанням температури на рівні верхньої межі зони підвищеного відбиття $\eta_{10} = 10^{-9} \text{ см}^{-1}$) застосовуються при однохвильовому методі індикації граду та при розпізнаванні доградового стану купчасто-дощової хмари.

Для визначення місцеположення купчасто-дощової хмари (над морем або над сушею) була розроблена схема та таблиця розрахунку віддалі радіоехо з η_{\max} або $\eta_{10} = 10^{-9} \text{ см}^{-1}$ від берегової лінії.

Розглянуто 5977 радіоехо з η_{\max} ($\eta_{10} = 10^{-6} \text{ см}^{-1} > \eta_{\max} > \eta_{10} = 10^{-10} \text{ см}^{-1}$) із них над сушею — 5277 радіоехо, над морем — 700; а також 1476 радіоехо з $\eta_{10} = 10^{-9} \text{ см}^{-1}$ ($\eta_{32} = 10^{-7} \text{ см}^{-1}$), із них над сушею — 1244, над морем — 232 радіоехо. По одержаним даним побудовані графіки частоти повторення радіоехо для η_{\max} та $\eta_{10} = 10^{-9} \text{ см}^{-1}$ ($\eta_{32} = 10^{-7} \text{ см}^{-1}$), по місяцям і за теплий період року в цілому.

Частота повторення радіоехо η_{\max} , в залежності від віддалі до берегової лінії по місяцям теплої періоду року змінюється від травня до вересня. Найбільша частота повторення радіоехо з η_{\max} (15 %) спостерігається в червні та липні місяцях. Спостерігається сезонний хід частоти повторення радіоехо з η_{\max} по мірі наближення до бере-

гової лінії. В травні частота повторення радіоехо η_{\max} 12,5 % спостерігається на віддалі 20 км від берегової лінії, в червні — 15 км, в липні — 10 км, в серпні — до 10 км, у вересні хід частоти повторення радіоехо з η_{\max} не має явно вираженого максимуму. Середня віддаль максимальної частоти повторення (13 %) η_{\max} спостерігається на віддалі 15 км від берегової лінії, над сушею.

Аналогічний хід частоти повторення спостерігається і у радіоехо з $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹. В травні спостерігається найбільша частота повторення $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹, близько 21 % у смузі від 25 до 50 км від берегової лінії. В червні місяці відмічена найбільша частота повторення радіоехо $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹ 21 % на віддалі 15 км від берегової лінії. В липні — 18 % на віддалі 10 км. В серпні — 20 %, на віддалі 20 км від берегової лінії. У вересні місяці не виражений максимум частоти повторення (мале число радіоехо з $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹ — 22 випадки). В сезонному ході радіоехо з $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹ має найбільшу частоту повторення 19 % на віддалі 20 км від берегової лінії, над сушею.

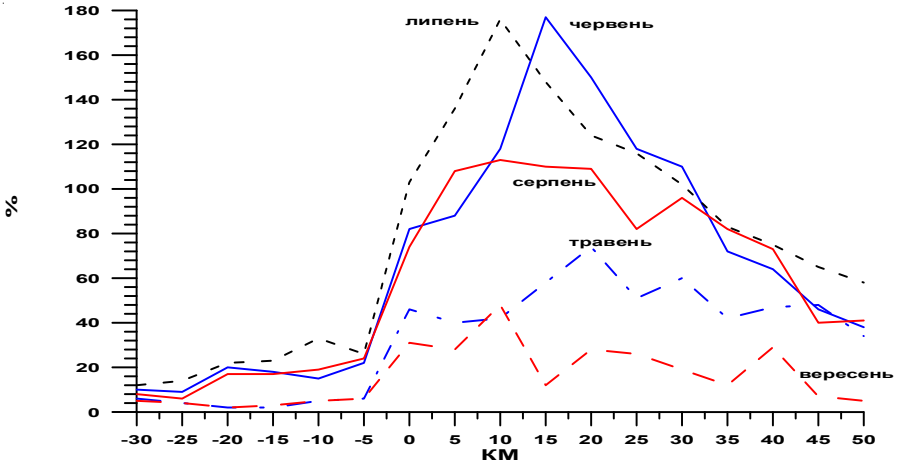
На (рис. 1) наведені також дані не тільки на загальній основі — за 1981-1984 рр., а також за окремі роки — 1985 та 1986 роки, що демонструють сезонну та значну міжрічну мінливість.

Другий напрям досліджень був присвячений вияву впливу прибережної смуги на напрямок та швидкість переміщення радіоехо з максимальним радіолокаційним відбиттям η_{\max} . Для цього аналізу був використаний матеріал теплового періоду тільки 1984 року. Було припущено, що радіоехо та його η_{\max} переміщуються в одному напрямку. Досліджувались радіоехо над морем і над сушею. Через те що в оперативній роботі не завжди спостерігається розвиток та переміщення кожної хмари від її зародження до руйнування, то вибирались тільки фрагменти розвитку та руху радіоехо з η_{\max} . Вибраний термін спостереження складав 20 хвилин. Можливі помилки при визначенні напрямку переміщення радіоехо, в цьому інтервалі часу не повинні були перевершувати ± 35 градусів.

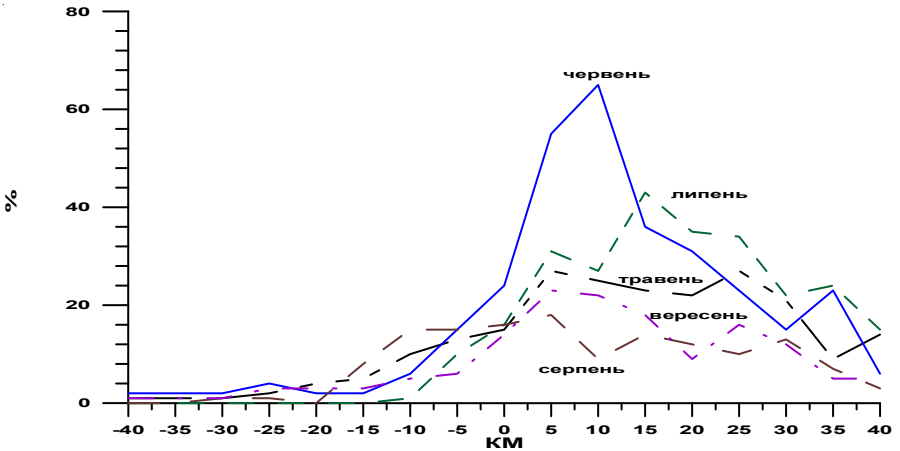
Розгляду підлягали наступні характеристики траєкторій радіоехо з η_{\max} та ведучого потоку:

- A_m — напрямок переміщення радіоехо з η_{\max} над морем (град.);
- A_c — напрямок переміщення радіоехо з η_{\max} над сушею (град.);
- AVP_{600} — напрямок ведучого потоку на поверхні 600 гПа (град.);
- AVP_{850} — напрямок ведучого потоку на поверхні 850 гПа (град.);

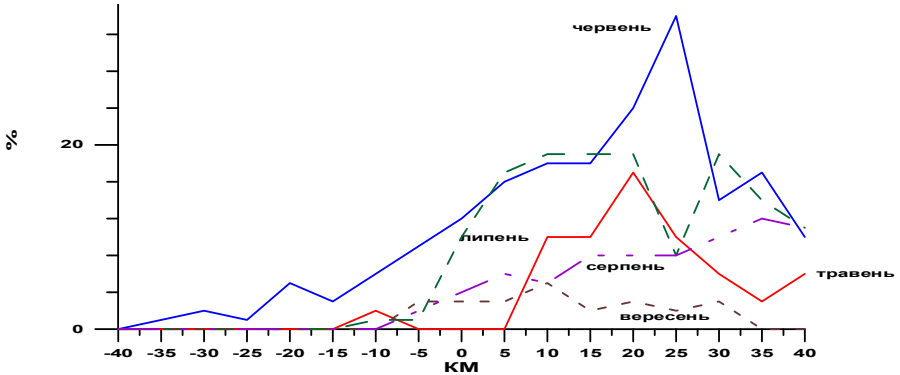
- V_m — швидкість радіоехо з η_{\max} над морем (км/год);
- V_c — швидкість радіоехо з η_{\max} над сушею (км/год);
- $V_{\text{вл } 600}$ — швидкість ведучого потоку на поверхні 600 гПа (км/год);
- ΔAm — відхилення траєкторії радіоехо з η_{\max} над морем від напрямку ведучого потоку на поверхнях 600 та 850 гПа;
- ΔAc — відхилення траєкторії радіоехо з η_{\max} над сушею від напрямку ведучого потоку на ізобаричних поверхнях 600 та 850 гПа.



а) Узагальнені дані обробки за 1981-1984 роки;



б) Дані обробки за 1985 рік;



в) Дані обробки за 1985 рік.

Рис. 1. Повторюваність спостереження максимального відбиття радіоехо у прибережній смузі Одеської області

Всього було розглянуто 110 радіоехо з η_{\max} які спостерігались, але не оброблялись реагентом, на протязі травня-вересня 1984 року. Це радіоехо мульті-ячейкових впорядкованих та неупорядкованих процесів, частота повторення яких на протязі теплого періоду року складала 20 та 80 % відповідно.

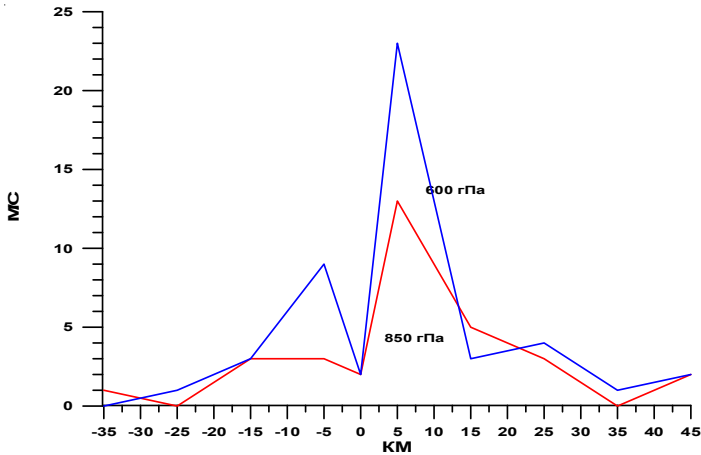
Для порівняння напрямку радіоехо з η_{\max} з напрямком ведучого потоку розглядалися відхилення ΔAm та ΔAc , які розраховані для ізобаричних поверхонь 850 та 600 гПа. Ці поверхні відповідають рівням двох перерізів радіоехо на висотах 1,5 та 4 км при виділенні зон висхідних потоків та на передньому виступі радіоехо.

Частота повторення відхилень радіоехо з η_{\max} над сушею і над морем на поверхнях 850 та 600 гПа показана (рис. 2; 3).

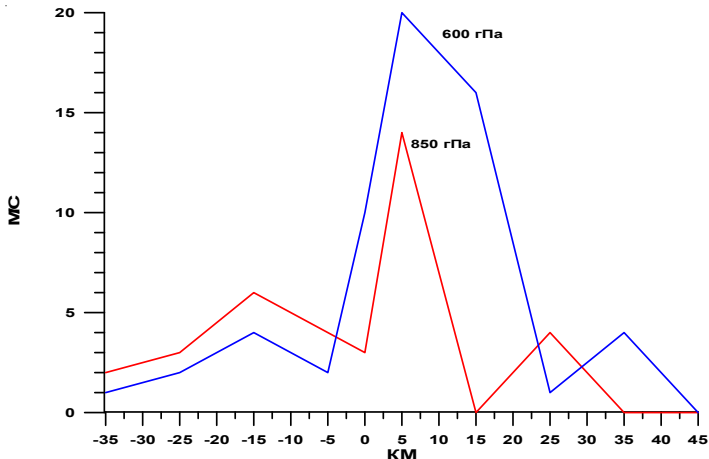
Найбільша частота повторення правого відхилення (для мульті-ячейкових впорядкованих процесів) складає 14 % і спостерігається на поверхні 600 гПа над сушею. Величина відхилення змінюється від 0 до 10 градусів. Найменша частота повторення правого відхилення, близько 1 % спостерігається на поверхні 600 гПа над сушею. Величина відхилення ΔAc змінюється від 70 до 110 град.

Найбільша частота повторення правого відхилення 7,5 % спостерігається на поверхні 850 гПа над сушею. Величина відхилення ΔAc складає 15 град. Найменша частота повторення правого відхилення 1 % на 850 мб над сушею.

Над морем частота повторення радіоехо з η_{\max} слабо виражена на обох поверхнях.



а) Для упорядкованих мульти-ячейкових процесів: $V_m, V_c > V_{вп}$

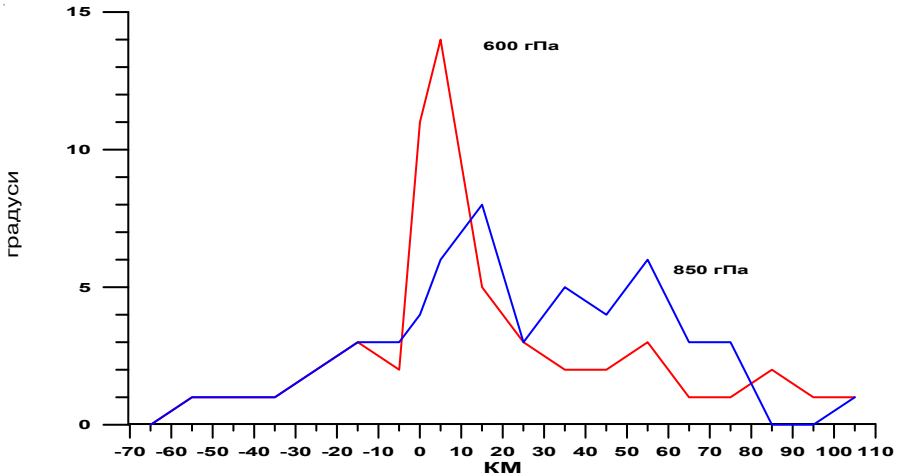


б) Для неупорядкованих мульти-ячейкових процесів: $V_m, V_c < V_{вп}$

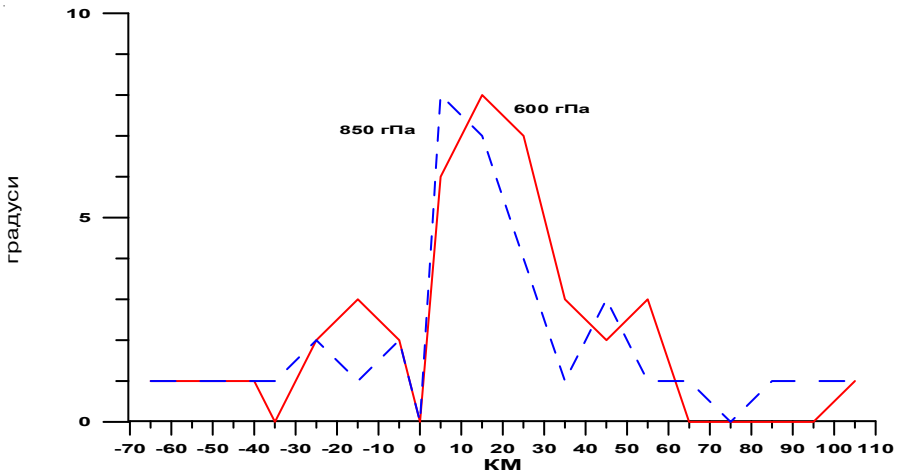
Рис. 2. Повторюваність відхилень швидкості переміщення радіоехо від швидкості ведучого потоку у прибережній смузі Одеської області у 1984 році

Розглянемо далі кратко деякі висновки зроблених спостережень.

Над сушею середнє значення правого відхилення радіоехо з η_{\max} від напрямку ведучого потоку на поверхні 850 гПа більше ніж на поверхні 600 гПа і складає в 30 % випадків 20-60 град, а на поверхні 600 гПа, в 25 % відхилення ΔA_c змінюється від 0 до 10 град.



а) Для упорядкованих мульти-ячейкових процесів: праве відхилення азимуту ячейки від ведучого потоку



б) Для неупорядкованих мульти-ячейкових процесів: ліве відхилення азимуту ячейки від ведучого потоку

Рис. 3. Повторюваність відхилень напрямку переміщення радіоехо від напрямку ведучого потоку у прибережній смузі Одеської області у 1984 році

Найбільша частота повторення лівого відхилення радіоехо, що характерне для мульти-ячейкових процесів, складає на поверхні

600 гПа 8 % при $\Delta A\mu$ — 15 град, найменша частота повторення лівого відхилення над сушею складає 1 %.

Найбільша частота повторення лівого відхилення над сушею на поверхні 850 гПа складає 5 % ($\Delta A\sigma$ від 0 до 10 град). Середнє ліве відхилення радіоехо з η_{\max} від напрямку ведучого потоку на поверхні 600 гПа майже не відрізняється від напрямку на поверхні 850 гПа та складає 0-30 град., та 0-20 град., відповідно.

Напрямок руху радіоехо з η_{\max} співпадає з напрямком ведучого потоку над сушею на поверхні 600 гПа в 11,6 % випадків, а на поверхні 850 гПа поверхні — на 4,1 %.

На рівні 850 гПа значно частіше відбувається праве відхилення радіоехо від напрямку ведучого потоку.

Швидкість радіоехо над сушею на поверхні 850 гПа змінюється від 6 до 42 км/год (максимальна швидкість переміщення ячейки — 49 км/год), а над морем в межах від 12 до 35 км/год (максимальна швидкість переміщення ячейки 42 км/год).

Відхилення напрямку радіоехо від ведучого потоку над сушею більше ніж над морем. На разі на поверхні 600 гПа спостерігалось над сушею 90 радіоехо, а над морем — 22; на 850 мб спостерігалось над сушею 97 радіоехо, а над морем — 23.

Залежність відхилення радіоехо з η_{\max} від швидкості ведучого потоку на поверхнях 600 та 850 гПа незначна. Помітно, що над морем відхилення радіоехо від ведучого потоку спостерігається при більших значеннях швидкості ведучого потоку (30-50 км/год), тоді як над сушею радіоехо відхиляється від ведучого потоку при менших швидкостях ведучого потоку (20-30 км/год).

Висновки

1. Частота повторення радіоехо з η_{\max} та $\eta_{10} = 10^{-9}$ см⁻¹ в прибережній смузі має сезонний хід. Враховуючи переважні напрямки ведучого потоку є можливість визначення переважних місць найбільш частій появи радіоехо з грядонебезпечним радіолокаційним відбиттям.
2. Відхилення напрямку радіоехо з η_{\max} від ведучого потоку над сушею більше ніж над морем.
3. Слабо виражена залежність відхилення радіоехо з η_{\max} від швидкості ведучого потоку на 600 та 850 мб поверхнях.
4. Найбільша частота повторення швидкості радіоехо, в інтервалі від 11 до 30 км/год, над сушею складає 45 %, а над морем — 9 %.

Література

1. Абшаев М. Т. и др. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. — Л.: Гидрометеоздат, 1980.
2. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. — Л.: Гидрометеоздат, 1978.
3. Сулаквелидзе Г. С. Ливневые осадки и град. — Л.: Гидрометеоздат, 1967.
4. Баттан Л. Дж. Радиолокационная метеорология. — Л.: Гидрометеоздат, 1962.
5. Школьный С. П. Физика атмосферы. — Одеса, 1997.
6. Облака и облачная атмосфера. Справочник / Под ред. И. П. Мазина, А. Х. Хргиана. — Л.: Гидрометеоздат, 1989.
7. Щорічні звіти про проведення протиградових робіт Білгород-Дністровського ГВЗ Одеської ВС та журнали радіолокаційних спостережень.

А. Ф. Мізевич

ДОВІДКА ПРО СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ВИКИДИ В АТМОСФЕРУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ЗА 1 ПІВРІЧЧЯ 2008 Р.

Довідка складена по даним 24 тис. спостережень за концентраціями шкідливих речовин в м. Одеса. У м. Одеса розташовано майже 203 найбільш потужних підприємств.

Викиди шкідливих речовин в атмосферу склали 82,353 тис. т/р. (від стаціонарних джерел — 17,543 тис. т/р.; від усіх видів транспорту — 64,810 тис. т/р.), в тому числі тверді — 0,052 тис. т/р., діоксид сірки — 1,081 тис. т/р., оксид вуглецю — 48,425 тис. т/р., діоксид азоту — 10,555 тис. т/р., сірководні — 0,012 тис. т/р., метан (вуглеводні) — 10,432 тис. т/р., неметанові летючі органічні сполуки (НМЛОС) — 9,104 тис. т/р., інші — 2,692 тис. т/р.

Хімічний склад викидів шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел у 2007 р.: оксид вуглецю — 58,8 %; сполуки азоту — 12,8 %; вуглеводні — 12,67 %; НЛОС — 11,1 %; метан — 8,4 %; сполуки сірки — 1,3 %; інші — 3,3 %.

Основна частина шкідливих речовин, викинутих у повітряний басейн протягом 2007 р., що потрапила від усіх видів транспорту — 64,810 тис. т (у тому числі від автотранспорту — 55,940 тис. т, авіаційного, залізничного та морського — 8,870 тис. т).

Основними токсичними інгредієнтами, якими забруднювалось повітря під час експлуатації рухомих транспортних засобів, були оксид вуглецю — 71,0 %, оксид азоту — 14,6 %, сажа — 1,6 %, діоксид сірки — 1,3 %, вуглеводні — 0,4 %.

64 % сумарних обсягів забруднювальних речовин надійшла у повітря від автомобілів, що перебували у приватній власності населення. В порівнянні з 2007 р., ці викиди збільшились з-за зростання кількості приватного автотранспорту. Основним видом палива, яке використовується на автотранспорті, є бензин. Від його споживання в атмосферу протягом 2007 р. потрапило 45,981 тис. т (70,9 %) шкідливих речовин. Від двигунів, які працювали на дизельному паливі, в повітря надійшло 16,8 тис. т (26,0 %) шкідливих речовин, та стисненому і зрідженому газам 0,620 тис. т (0,6 %). Інтенсивність забруднення атмосфери автомобільним транспортом безперервно збільшується із-за зростання кількості приватного автотранспорту. Основні причини цього є в тому, що викиди від усіх видів транспорту у 3,7 рази більше, ніж від промислових підприємств і складають 79 % від сумарної кількості викидів.

Кліматичні особливості Одеського регіону, значне збільшення автомобільного парку, його старіння та поганий стан доріг, збільшення інтенсивності потоку на дорогах стали причиною високого рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту. Результати контролю свідчать, що у 2007 р. близько 15,5 % автомашин експлуатувалися з перевищенням кількості токсичних речовин у відпрацьованих газах.

Негативний вплив на довкілля міста мали викиди шкідливих речовин у повітря, які утворювались внаслідок виробничої діяльності підприємств. Основний вклад у викиди від стаціонарних джерел вносять підприємства Держхім, Держнафтогаз, Мінпромислової політики, Міненерго. Найбільш значними забруднювачами являються: ВАТ «Одесагаз» (9,163 тис. т); Припортовий завод м. Южного (2,173 тис. т); ЗАТ «Одесцемент» (1,319 тис. т); ДП Одеський морський порт (0,177 тис. т); ТЕЦ-1 (0,167 тис. т); ВАТ «Лукойл» — Одеський Нафтопереробний завод (0,067 тис. т).

Від стаціонарних джерел забруднення протягом 2007 р. у повітряний басейн надійшло 17,543 тис. т шкідливих речовин. По відношенню до 2006 року викиди від промислових підприємств зменшились на 4,257 тис. т (або на 24,3 %) та склали 17,543 тис. т.

Негативно впливали на екологічну обстановку в регіоні підприємства, які виробляють та розподіляють електроенергію, газ

та воду, підприємства переробної промисловості, підприємства діяльності транспорту та зв'язку.

Промисловими підприємствами Одеси в атмосферу викидається метану (58,2 %), оксиду вуглецю (13,6 %), НМЛОС (11,1 %), оксиду азоту (6,3 %), діоксиду сірки (1,4 %), пилу (9,1 %). На долю специфічних шкідливих речовин (бенз/а/пірену, формальдегіду, фенолу, фториду водню та ін.) припадає 0,6 % сумарних викидів; саме ці викиди із-за високої токсичності особливо впливають на стан забруднення повітря в місті, на здоров'я людей, стан рослинного та тваринного світу.

Рівень забруднення повітря (ІЗА=17,5) вищий за середній по Україні (ІЗА по Україні дорівнює 9,4). Високий ІЗА обумовлений значним рівнем забруднення повітря формальдегідом (ІЗА=10,3), фенолом (ІЗА=2,5), фтористим воднем (ІЗА=2,2), діоксидом азоту (ІЗА=1,3), сажею (ІЗА=1,2).

Галузі промисловості, підприємства яких відповідальні за високий рівень забруднення — нафтохімічна, газова промисловість, машинобудування, енергетика, будіндустрія, автотранспорт, морський транспорт.

Високий рівень забруднення повітря основними та специфічними домішками відмічено у районі ТЕЦ-1 (Міненерго), «Центроліту», Припортового заводу (Мінпром-політики), ЗАТ «Одесцемент» (Укрцемент), Одеського морського торговельного порту (Мінтранспорту), Нафтопереробного заводу (ВАТ «Лукойл»). Високий рівень забруднення повітря метаном дає ВАТ «Одесагаз» та Одеське лінійне виробництво управління магістралей газопроводів філіалу «Прикарпаттрансгаз».

Індекс забруднення високий (ІЗА = 17-20) на ПСЗ № 10, 17, 18, 19; середній (ІЗА = 6-9) на ПСЗ № 15, 16, 20, за виключенням ПСЗ № 8 (ІЗА = 4,0), розташованого у курортній зоні.

Середній вміст формальдегіду у 6,0 раз перевищує ГДК, фенолу — у 2,0 рази, фториду водню — у 1,8 рази, діоксиду азоту — у 1,3 раз, сажі — у 1,2 рази, оксиду вуглецю — у 1,2 раз, пилу — у 1,1 рази, діоксиду сірки — у 0,8 рази, оксиду азоту — у 0,5 раз.

Екологічна обстановка у багатьох районах міста продовжує залишатися незадовільною, а концентрація деяких шкідливих речовин перевищує граничнодопустимі. Найбільший рівень забруднення повітря основними та специфічними речовинами відмічається у північній та північно-західній промислових частинах міста (ПНЗ № 10, 17, 18, 19). Тут концентрації основних речовин вище, ніж в інших районах міста. Повторюваність перевищення ГДК діоксиду азоту на ПСЗ № 10, 15 (складає 23 %).

В північній та північно-західній частинах міста, розташованих в понижуванні рельєфу, знаходяться основні джерела забруднення міста (ТЕЦ, ЗАТ «Одесцемент», ЖБВ та інші заводи). Тут дуже велика запиленість повітря. Аерозольні частинці сірки, пилу та інших шкідливих речовин від промислових викидів погіршують видимість та перешкоджають проникненню до приземного слою атмосфери сонячної радіації.

Максимальні з разових концентрацій оксиду вуглецю — 1,8 ГДК (ПСЗ № 18), діоксиду азоту — 1,5 ГДК (ПСЗ № 15), фенолу — 1,4 ГДК (ПСЗ № 15), пилу — 1,4 ГДК (ПСЗ № 18), сажі — 1,0 ГДК (ПСЗ № 15), формальдегіду — 1,0 ГДК (ПСЗ № 19), сірководню — 0,9 ГДК (ПСЗ № 10, 18), фториду водню — 0,7 ГДК (ПСЗ № 10, 18), діоксиду сірки — 0,2 ГДК (ПСЗ № 15, 16), оксиду азоту — 0,2 ГДК (ПСЗ № 16).

Забруднення діоксидом азоту, оксидом вуглецю відмічалось на всіх ПНЗ, але біля автомагістралей з інтенсивним рухом на ПНЗ № 10, 15, 17, 18, 20 процент повторюваності концентрацій вище ГДК був найбільший.

В річному ході максимальні концентрації спостерігались: діоксиду сірки, діоксиду азоту — у квітні; пилу, оксиду вуглецю, сірководню — у березні; фториду водню, сажі, формальдегіду — у червні; фенол має рівний хід.

В цілому по місту, порівняно з I півріччям 2007 року, загальний рівень забруднення незначно зменшився. Спостерігалось незначне зменшення концентрацій діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, оксиду азоту, сірководню, сажі; незначне збільшення концентрацій пилу, сульфат, формальдегіду; концентрації фториду водню та фенолу залишились на тому ж рівні.

Природоохоронними органами проводилась певна робота по оздоровленню екологічної обстановки міста. Проведено 6 заходів на суму 20215,2 грн., у тому числі — перехід на інші види палива, введення в дію пилогазоочисних установ та споруд, підвищення ефективності існуючих очисних установ, модернізація та реконструкція, ліквідація джерел забруднення та ремонт. У результаті проведених заходів зниження викидів склало 43,432 тонн.

Розсіювальна здатність атмосфери в районі Одеси знижена.

Серед чисельних метеорологічних факторів, найбільший вплив на ступінь забруднення повітряного басейну чинить режим вітру, вологість та температурна стратифікація. В Одеському регіоні пе-

ре важними є вітри з північною складовою, повторюваність яких складає близько 45 %. У весняно-літній період збільшення повторюваності південних напрямків вітру обумовлено бризовою циркуляцією, яка оказує значний вплив на потенціал забруднення атмосфери у Одеському регіоні.

Велику роль у формуванні рівня забруднення атмосфери протягом року грають приземні та піднесені інверсії температури. Влітку у нічні часи максимальна повторюваність приземних інверсій (55 %). У січні підвищена повторюваність піднесених інверсій (до 68 %). Під ними накопичується забруднене повітря, і місто опиняється як «шапкою» зачинене для надходження чистого повітря.

К північному сходу від м. Одеси, на березі Григор'ївського лиману, розташований Одеський Припортовий завод (ОПЗ) по виробництву та перевантаженню на суда Мінморфлоту аміаку, карбоміду, суперфосфатної кислоти та метанолу. Викиди ОПЗ складають 2,173 тис. т; з них діоксиду сірки — 0,003 тис. т, оксиду азоту — 1,141 тис. т, оксиду вуглецю — 0,388 тис. т, аміаку — 0,462 тис. т та інші шкідливі речовини. Незначне зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу дало зниження рівня забруднення для Григор'ївки та склало ІЗА = 2,22. Середні концентрації пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, аміаку залишились на рівні 2007 року. Незначно зменшились концентрації діоксиду сірки.

Середній вміст пилу складає 0,7 ГДК, оксиду вуглецю — 0,5 ГДК, діоксиду сірки, діоксиду азоту — 0,4 ГДК, аміаку — 0,3 ГДК. Максимальні концентрації досягли: пилу — 0,6 ГДК, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, аміаку — 0,4 ГДК, діоксиду сірки — 0,1 ГДК.

У зв'язку із складним екологічним станом, несприятливим для життєдіяльності, необхідно:

- забезпечити централізоване теплопостачання міста з ліквідацією маленьких котельень, які працюють на твердому паливі;
- винести за межу міста від берегової лінії екологічно шкідливі виробництва;
- керівникам підприємств необхідно виконати всі природоохоронні заходи, які є в узгоджених проектах граничнодопустимих викидів;
- місцевим органам влади заборонити будівництво нових, а також реконструкцію та нарощування потужних екологічно небезпечних підприємств, не пов'язаних з реконструкцією та морською діяльністю регіону;

- розробити заходи щодо упорядкування руху автомобілів та залізничного транспорту у цілях зниження викидів шкідливих речовин;
- забезпечити автотранспорт міста неетильованим бензином і малосірчистим дизельним паливом, а також, найбільшу увагу приділити громадському електротранспорту;
- здійснити будівництво путепроводу «Поездний» та першої черги магістралі місцевого значення «Північ-Південь»;
- регулярно проводити ремонт доріг;
- вести будівництво паркінгів, що дозволить скоротити кількість парковок;
- проводити роботу з переведення міського спеціального транспорту на газове паливо;
- заборонити обслуговування центру міста автобусами, технічний стан яких не відповідає нормативним вимогам;
- усі приватні автобуси та мікроавтобуси, які здійснюють перевезення пасажирів у центр міста, забезпечити каталізаторами доджигу оксиду вуглецю;
- розробити заходи відносно обмеження руху в історичній частині міста;
- пріоритетний розвиток пасажирського транспорту загального користування — на електротязі.

Виконання запропонованих заходів та розробленої програми моніторингу довкілля області на 2006-2011 роки дозволить зменшити кількість викидів та поліпшити екологічний стан в м. Одесі.

З. П. Заволокина

ЗИМНЯ НАВИГАЦІЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РАЙОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В 2007-2008 ГГ.

Зима 2007-2008 гг. в северо-западной части Черного моря была по сумме «градусо-дней» теплой и непродолжительной. Ледовый период продолжался с 1 января 2008 года по 27 февраля 2008 года. Сумма «градусо-дней мороза», характеризующая суровость зимы, составила 138,4⁰ что на 71,8⁰ больше предыдущей зимы.

Декабрь месяц был теплым. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1-2⁰.

В январе месяце на погоду Азово-Черноморского бассейна оказали влияние в основном западные и один южный циклон, образовавшийся на северо-западе Черного моря. В первой половине января значительная адвекция арктического воздуха обусловила холодную и морозную погоду. Во второй половине января средняя температура воздуха повысилась до $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Повышению температуры воздуха способствовал активный циклогенез, атмосферная циркуляция носила зональный характер.

На погодные условия в феврале оказывали влияние ложбины западных циклонов. В первой половине февраля преобладала теплая погода. Температура воздуха достигала $5-10^{\circ}$ тепла. При усилении северо-восточного ветра и адвекции холодной воздушной массы над акваторией Черного и Азовского морей временами наблюдалось резкое понижение температуры воздуха до $7-13^{\circ}$ мороза. В конце февраля, в связи с прохождением ложбин северо-западных циклонов, температура воздуха повысилась до $8-16^{\circ}$ тепла.

В течение зимы 2007-2008 гг. наблюдалось 2 волны холода, которые определили характер зимы. В I декаде января среднесуточная температура воздуха понижалась до $10-16^{\circ}$ мороза, а во II декаде февраля — $4-7^{\circ}$ мороза. «Сумма холода» в I декаде января составила $67,3^{\circ}$, во II декаде февраля — $24,5^{\circ}$ (рис. 1; 2).

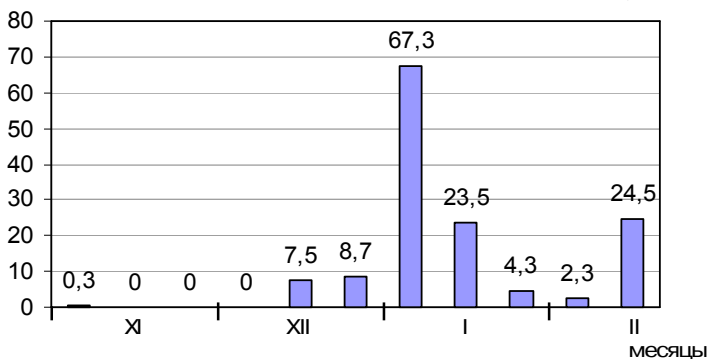


Рис. 1. Сумма отрицательных температур за зиму 2007-2008 гг.

Зима этого года вызвала кратковременное появление устойчивого льда в Днепро-Бугском, Днестровском лиманах и Каркинитском заливе. Наибольшая продолжительность ледового периода наблюдалась в Днестровском и Днепро-Бугском лиманах — 53-59 дней, что на 24-27 дней меньше нормы. Максимальная толщина льда отмечалась в январе: в Днестровском лимане — 15 см (I, II дека-

да); в Днепро-Бугском лимане — 25-26 см (II, III декада); в Каркинитском заливе — 19 см (II, III декада). Лед начал разрушаться в III декаде февраля. Полное очищение ото льда произошло: в Каркинитском заливе — 22 февраля, Днестровском лимане — 25 февраля, Днепро-Бугском лимане — 27 февраля.

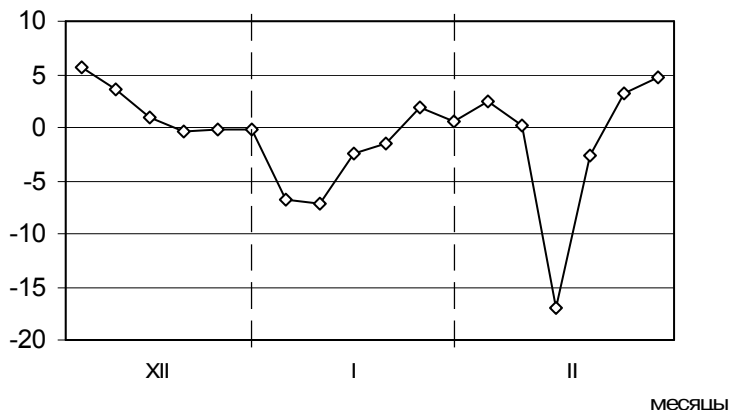


Рис. 2. Ход среднепентадных температур воздуха за зиму 2007-2008 гг.

В Одесском, Ильичевском и Южном портах неустойчивый плавающий лед первичных форм появился 5-10 января. Очищение ото льда произошло 13-24 января.

В марте в северо-западной части Черного моря преобладала теплая погода. Ледообразование не наблюдалось.

За ледовый период морским прогностическим подразделением и обслуживаемым организациям было распространено 3 долгосрочных ледовых прогноза, составленных РосГМЦ и 6 краткосрочных ледовых прогнозов, составленных ГМЦ ЧАМ.

В течение ледового периода ежедневно составлялись и передавались морским подразделениям обзоры ледовой обстановки на Азово-Черноморском бассейне; 2 раза в неделю составлялся краткий ледовый обзор (для УкрГМЦ). Ежедневно в Центр навигационной информации (для передачи по системе NAVTEX) составлялся и передавался ледовый обзор по Черному и Азовскому морям на русском и английском языках. Всего за зиму 2007-2008 гг. было составлено и передано 120 ледовых обзоров.

По запросам потребителей составлялись справки и давались консультации о фактической ледовой обстановке по Азово-Черно-

морському басейну. Ледовая інформація с українських и російських гідрометеорологічних станцій и постов поступала регулярно.

Претензий по обслуговуванню ледової навігації от морських організацій к Гидрометцентру ЧАМ не поступало.

О. А. Дудінов

ДОЩОВИЙ ПАВОДОК НА Р. ДНІСТЕР ЛИПЕНЬ/СЕРПЕНЬ 2008 Р.

Річка Дністер — третя за величиною річка України після Дунаю та Дніпра. Площа водозбору Дністра складає 72100 км², довжина — 1362 км, середній уклон 0,00056 (56 см/км). Вона протікає по території Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської, Хмельницької, Чернівецької, Вінницької, Одеської областей, а також по території Республіки Молдова.

Внаслідок випадіння дуже сильних опадів 15-26 липня на території західної України, на річках сформувався екстремально високий дощовий паводок, що проходив декількома піками і за наслідками може бути охарактеризований як катастрофічний. За гідрологічними характеристиками він був близьким до історично високого дощового паводку, який проходив на цій території у червні 1969 р.

Найвищі рівні води на річках по багатьох постах були близькими до історичних, а по ряду постів — на 3-94 см перевищили їх значення. На гірських притоках Дністра в межах Львівської і Івано-Франківської областей амплітуда підвищення рівнів води склала 1,3-4,2 м, на окремих річках — 4,5-6,2 м, на Дністрі — 3,3-7,3 м, на рівнинних притоках Дністра в межах Тернопільської області рівні підвищилися на 0,1-0,7 м.

Від комплексної дії високого руслового, значного схилового та місцевого стоку відбувалось масове затоплення річкових заплав та перевищення небезпечних відміток підтоплення від 0,2 до 3,4 м (на гірських притоках Дністра), від 0,45 до 4,1 м (на Дністрі) в межах Львівської, Івано-Франківської областей.

Як зображено на рис. 1 підйоми рівня води на постах розміщених вище Дністровського водосховища почалися 15 липня але вони були не істотними, і вже почали спадати але 22 липня дощі відновилися з новою силою і рівні води в річці збільшувались достатньо швидко. За три чотири доби рівні досягли максимальних і почали знижуватись, причому спад рівнів відбувався набагато повільніше ніж підйом. На рис. 2 зображено хід рівнів води на

постах Республіки Молдова. Можна відмітити що ріст та спад рівнів води по цій території був значно повільніший ніж на вище розміщених постах це можна пояснити «розпластовуванням» паводкової хвилі, а також роботою водосховищ Дністровського та Дубосарського. Збільшення припливу води до Дністровського водосховища спостерігалось, починаючи з 17 липня внаслідок випадіння дощів різної інтенсивності. На спаді цих невеликих хвиль при випадінні 23-24 липня дуже сильних опадів (місцями у Львівській та Івано-Франківській областях 70-116 мм за 6-12 год.) відбувалося різке підвищення припливу води. Максимальний приплив води до водосховища спостерігався величиною 5680 м³/с о 16-20 год. 27 липня. Об'єм води, що надійшов до водосховища за період 17-31 липня, дорівнює 2,65 км³, а за період інтенсивного росту припливу 24-31 липня — 2,31 км³. Під час пропуску паводку через водосховище воно було форсовано до відмітки у верхньому б'єфі 122,53 м БС 30 липня о 12-20 год. Робота водосховищ у цей період зображена на рис. 3, 4.

Найважливішими для Одеської області постами по яких визначаються критерії небезпечних та стихійних гідрологічних явищах являються пости в Олонештах та Маяках. Гідрографи по цим постам зображені на Рис.5. Пост Олонешти знаходиться в 62 км від поста Маяки на території республіки Молдова. Трохи нижче Олонешт річка Дністер розбивається на два рукави: рукав Турунчук та безпосередньо сам Дністер, зливаються ці рукави трохи вище Біляївського водозабору, який забезпечує водою м. Одеса та ще декілька прилеглих міст та сіл.

Початком паводку на території Одеської області можна прийняти дату 27 липня коли рівень води перевищив відмітку 290 см по посту Олонешти і вода почала заповнювати заплаву межиріччя Дністер-Турунчук. На відміну від інших постів на р. Дністер рівні води на постах Олонешти та Маяки підвищувались дещо уповільнено за рахунок заплави яка увібрала у себе величезний об'єм води. Тому місцеві органи влади та МНС мали у своєму розпорядженні дорогоцінний час для того щоб підготуватись до пропуску цього катастрофічного паводку який завдав дуже великої шкоди у західних областях України.

Починаючи з 25 липня спеціалісти ГМЦ ЧАМ (Дудінов О. А. та Азаркевич Г. С.) випускали прогнози щодо дати настання та величини максимального рівня води у пониззі Дністра у межах Одеської області. Перші прогнози були занадто завчасні та мали велику неточність у зв'язку з тим що остаточно ще не сформу-

вався максимум у верхів'ях Дністра, але 30 липня був складений та доведений до компетентних органів та відомств уточнений прогноз, який в свою чергу виправдався.

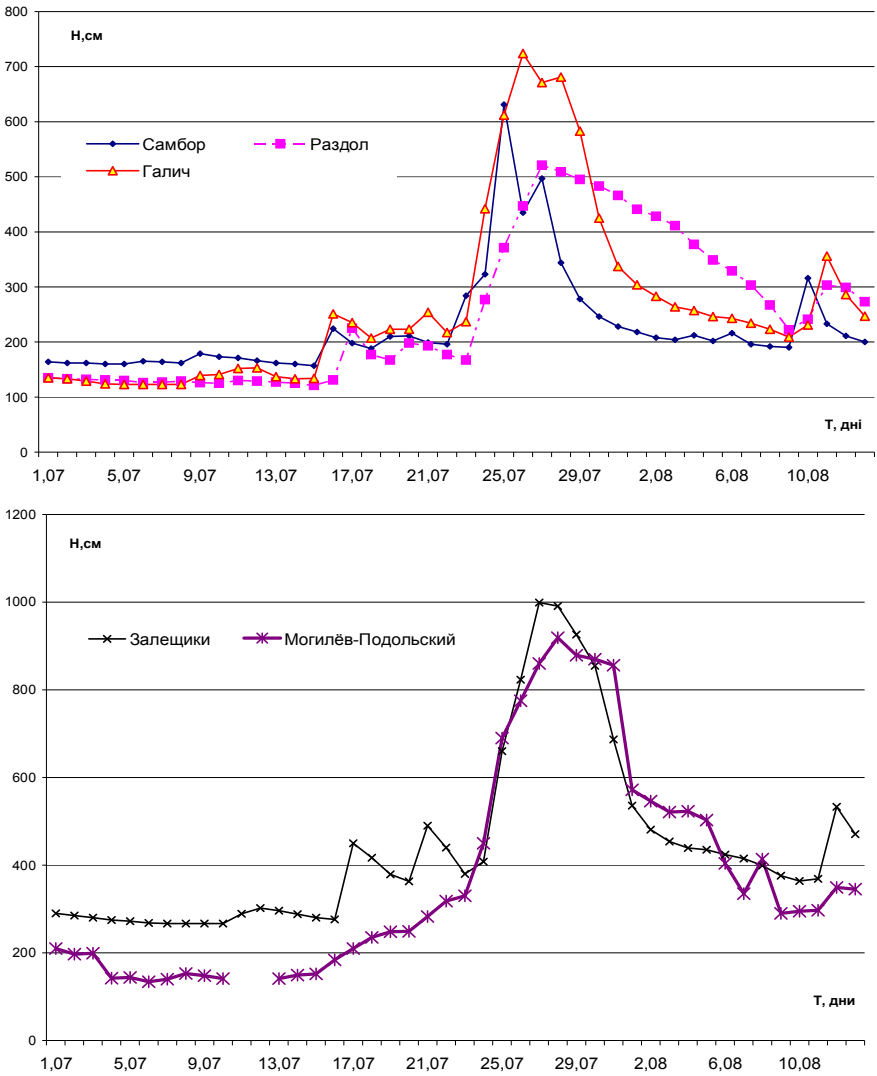


Рис. 1. Гідрограф рівнів води за липень/серпень 2008 року по постах розміщених вище Дністровського водосховища

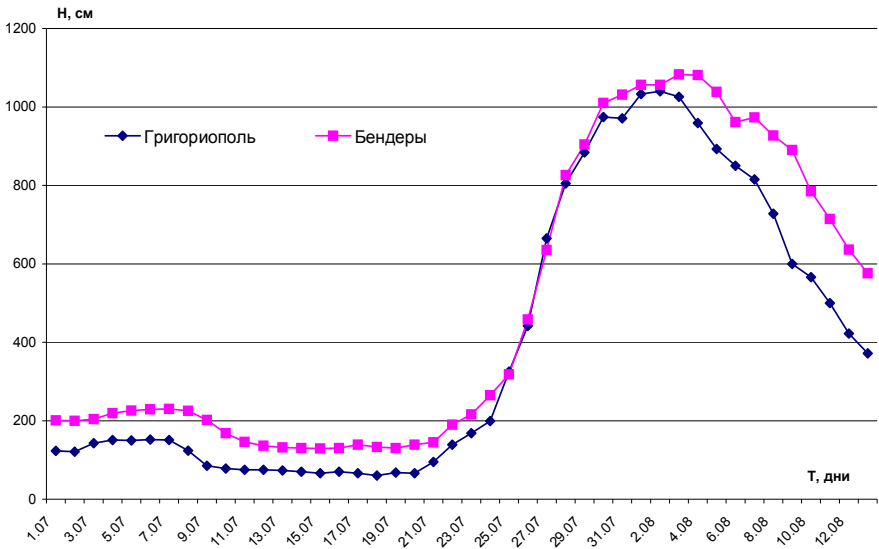
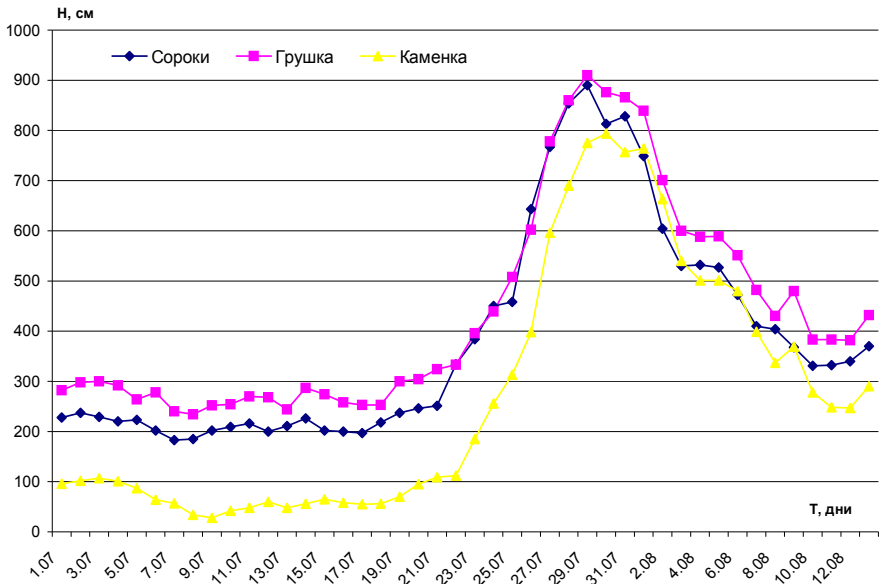


Рис. 2. Гідрограф рівнів води за липень/серпень 2008 р. по водпостам Республіки Молдова

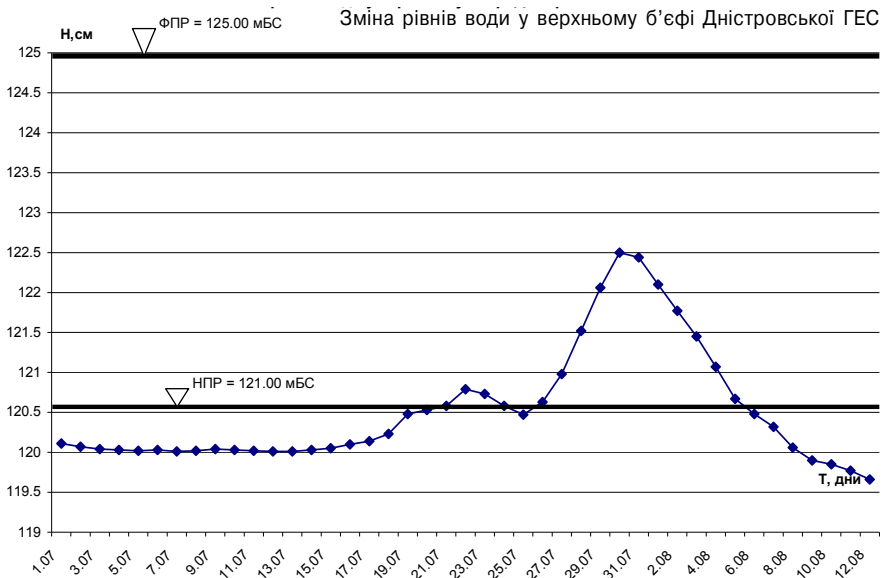


Рис. 3. Хід рівнів води у верхніх б'єфах водосховищ липень/серпень 2008 р.

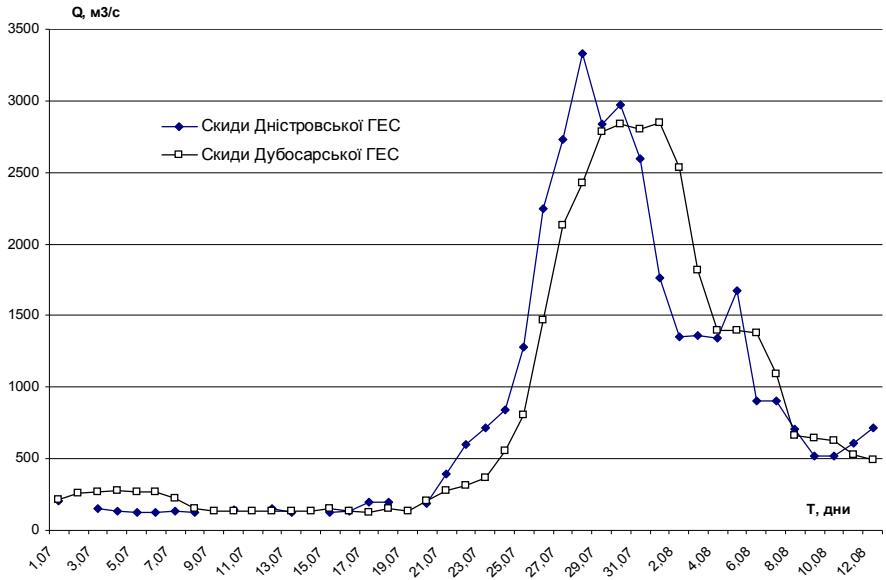


Рис. 4. Гідрограф скидів із водосховищ за липень/серпень 2008 р.

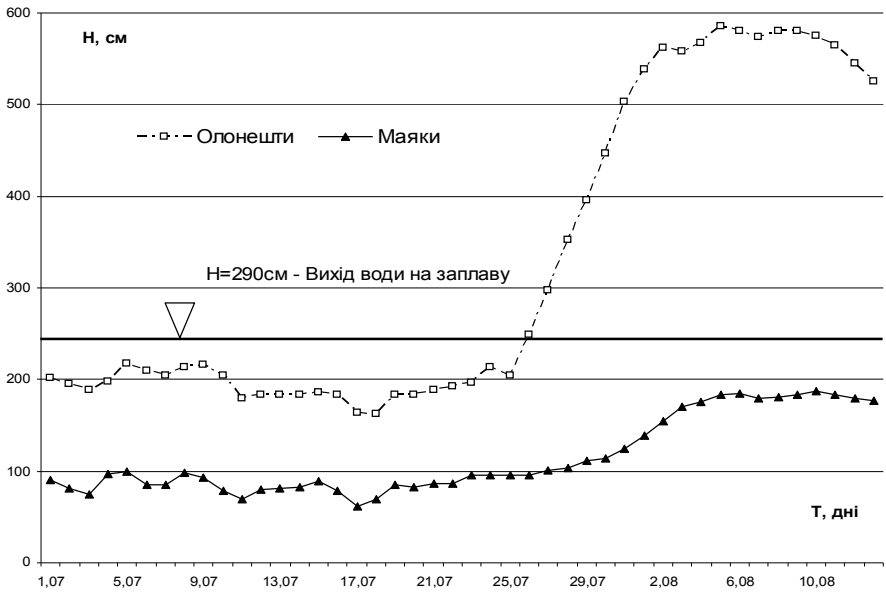


Рис. 5. Гідрограф рівнів по постах Олонешти та Маяки

Наразі у межах Одеської області цей паводок ще не закінчився і знаходиться у стадії спаду рівнів. Але вже зараз можна констатувати що він завдав не аби яких незручностей місцевим мешканцям. Під час проходження цього паводку був затоплений в декількох місцях автошлях Одеса-Рені в районі між 48 та 54 км. При максимальних рівнях 5-11 серпня перелив через дорожнє полотно сягав товщини 50 см. Траса з 2 по 16 серпня була закрита. Також підтопленими опинились такі населені пункти як с. Яськи та м. Біляївка. Цей паводок завдав істотної моральної шкоди місцевим жителям які були на межі евакуації зі своїх домівок, але, на щастя, цього не відбулось.



**МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ,
ПОВ'ЯЗАНОГО З ВПЛИВОМ ПРОМИСЛОВИХ ТА
КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ
НА МОРСЬКУ ЕКОСИСТЕМУ**

Узбережжя морів і океанів є районом підвищеної концентрації економічної діяльності та соціальної активності людини і їхнього взаємного впливу. Існуючі особливості в соціально-природних умовах морського узбережжя привабливі для широкого кола напрямків господарської діяльності людини. Прибережна смуга морів — це найважливіший комплексний ресурс соціально-економічного розвитку приморських регіонів і морської держави в цілому. Регіон, що має приморське положення, займає більш вигідну позицію в порівнянні з іншими територіями, оскільки володіє додатковим фактором розвитку — можливістю використання морського ресурсного і транспортного потенціалів. Маючи величезний економічний потенціал, прибережна смуга в першу чергу підпадає під антропогенний вплив. Морське узбережжя всіх країн відзначається підвищеною щільністю населення та випереджальним економічним розвитком. Тут представлені всі види використання ресурсів морського середовища: видобуток біоресурсів і морекультури, розміщення портово-промислових комплексів, прокладка підводних комунікацій, рекреація.

Вирішення регіональних екологічних проблем морського узбережжя потребує використання інтегральної оцінки відгуку природної системи на антропогенне втручання. У якості такої оцінки використовується імовірність негативних змін при тих або інших умовах, що узагальнюється поняттям «екологічний ризик».

З кінця двадцятого століття поняття «ризик» став предметом міждисциплінарних наукових досліджень. На теперішній час, дане поняття має статус загальнонаукового поняття, яке виходить за межі тієї чи іншої окремої науки. Накопичення наукових знань про імовірнісний характер природних і суспільних процесів та необхідність пошуку нових методів, що дозволили б враховувати фактори невизначеності при виборі оптимальних рішень, дали поштовх для розвитку поняття «ризик» [1; 2; 3].

На теперішній час кількома міжнародними організаціями, такими як UNEP, UNIDO, IAEA, WHO, розроблено рекомендації для оцінки і управління ризиком, пов'язаним із загрозою здоров'ю людини і стану навколишнього середовища внаслідок господарсь-

кої діяльності. Ключовим поняттям даних рекомендацій є поняття «аналіз ризику», що включає три складові: оцінка ризику, управління ризиком, поширення інформації щодо ризику.

У широкому сенсі аналіз екологічного ризику включає наступні етапи:

- вивчення наслідків впливу різних факторів на навколишнє середовище.

На даному етапі досліджуються реакції організмів, популяцій, екологічних систем на вплив природних та антропогенних факторів (хвороба, смерть окремих організмів, популяцій, екосистем);

- кількісна оцінка ризику (етап математичного моделювання), що є імовірною характеристикою реакції системи на ту загрозу, що виникає для навколишнього середовища при антропогенному навантаженні;
- управління ризиком.

На цьому етапі визначаються еколого-економічні позиції допустимих навантажень на регіон з урахуванням економічних аспектів, у тому числі співвідношень витрати-вигода;

- поширення інформації щодо ризику.

Зрозуміло, що оцінка екологічного ризику має ґрунтуватися на об'єктивних оцінках екологічного збитку, таких як, наприклад, збитки від вимирання популяції або зменшення багатства рослинного та тваринного світу.

Для кількісної оцінки екологічного ризику, пов'язаного з впливом промислових та комунально-побутових джерел забруднення на морську екосистему, побудована математична модель. Модель дозволяє оцінити імовірний збиток, що може бути нанесеним в результаті аварійних скидів промислових та побутових стоків у морські екосистеми. Оцінка проводиться в декілька етапів.

На першому етапі на базі розрахунків за допомогою чисельної гідродинамічної моделі оцінюються масштаби та експозиція імовірного впливу стічних вод на морську екосистему. Вихідними даними є: морфометричні характеристики водного об'єкту (рельєф дна, конфігурація берегової лінії), інформація щодо метеорологічних умов, що впливають на водний об'єкт (ймовірність виникнення тієї чи іншої вітрової ситуації за рік), інформація щодо джерел забруднення (склад стічних вод, швидкість їх надходження і т.ін.), фонові концентрації забруднюючих речовин, просторовий розподіл біомаси живих організмів всіх трофічних рівнів: фітопланктону, зоопланктону, бентосу, іхтіофауни.

Для розрахунку течій у північно-західній частині Чорного моря використовується гідродинамічна модель Принстонського університету (Princeton Ocean Model — POM), що докладно описана в [4]. Слід зазначити, що модель POM успішно застосовувалася і застосовується для вирішення задач динаміки моря, включаючи як дослідження в естуаріях і шельфових районах моря, так і загальної циркуляції морів й океану.

На другому етапі вираховуються імовірні збитки, які можуть бути завдані морській екосистемі в результаті скидів. Вихідними даними є: середня кількість загиблої риби, середня кількість загиблих личинок, середня кількість загиблої ікри, площа негативного впливу, середня маса дорослої особини, коефіцієнт промислового повернення від личинок, коефіцієнт промислового повернення від ікри, доля самок, середня плодючість самки, кратність нересту і т. ін.

Площа негативного впливу визначається на базі розрахунків просторового розподілу індексу токсичності. Згідно із [5] розрахунок екологічного ризику ґрунтується на оцінці фактору небезпеки (HQ) у кожній точці водного об'єкту, який ще називається індексом токсичності:

$$HQ = Dose / TRV, \quad (1)$$

де $Dose$ — рівень впливу речовини на живий організм протягом доби, що виражається у кг забруднюючої речовини на кг маси організму; TRV — критичне значення, що відображає рівень токсичності речовини (може бути використаним значення гранично допустимої маси речовини на кг маси організму на добу).

Рівень впливу речовини на живий організм можна оцінити:

$$Dose = C / B \quad (2)$$

де C — середня концентрація забруднюючої речовини на добу в даній точці; B — середня біомаса досліджуваних організмів в даній точці.

Якщо розглядається кілька токсичних речовин, вплив яких має адитивний характер, то для оцінки сумарного впливу використовують індекс небезпеки (HI):

$$HI = \sum HQ_i \quad (3)$$

де HQ_i — фактор небезпеки i -ої речовини.

Значення площі (S) негативного впливу забруднення в межах досліджуваної акваторії (Ω) вираховується як функція від індексу небезпеки:

$$S = \int_{\Omega} \sigma(HI) d\Omega \quad (4)$$

де

$$\sigma(HI) = \begin{cases} 1, \text{при } HI > 1 \\ 0, \text{при } HI \leq 1 \end{cases}$$

Розрахунки збитків здійснюється згідно із [6] окремо по кожному виду (або по групі біологічно близьких видів) та по кожній стадії розвитку риб з наступним складанням цих результатів. Спочатку визначаються загальні втрати рибного господарства в натуральному вираженні, далі — у вартісному вираженні, що обчислюються за цінами на морепродукцію для цього регіону в даний період.

Література

1. EPA Region 10 Supplemental Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund EPA 910-R-97-005 June 1997
2. Хохлов Н. В. Управление риском. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. — 239 с.
3. Качинський А. Б., Сердюк А. М. Методологічні основи ризику в медико-екологічних дослідженнях та його значення для екологічної безпеки України // Лікарська справа. — 1995. — № 3-4. — С. 5-15.
4. Mellor G. L. User's guide for a three dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Report // Program in Atmos. and Ocean. Sci., Princeton Univ. — Princeton, 1991. — № 3. — 35 p.
5. Fiksel J. Quantitative risk analysis for toxic chemicals in the environment // J. Of hazard materials. — 1987. — № 2-3.
6. «Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища» (затв. наказом Мінекобезпеки від 18.05.95 р. № 36).

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

СОВРЕМЕННАЯ РЕСЕДИМЕНТАЦИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Введение. Реседиментация (от англ. «ге» — «вторичный» и «sedimentation» — «седиментация, процесс осадконакопления») — это явление вторичного заиления современных донных отложений; нарушение типичного для акватории северо-западного шельфа Черного моря роста донных отложений. В пределах площадей развития

песчано-детритовых отложений и илистых ракушечников, которые являются субстратом для развития донных биоценозов, новочерноморские отложения перекрываются глинистыми илами серого и темно-серого цвета мощностью 1-50 мм. Реседиментация в пределах северо-западной части Черного моря является следствием многих факторов, среди которых выделяют два основных, существенным образом действующих на геохимические процессы и процессы седиментации:

- изменение речного стока, которое связано с зарегулированием стока рек. Оно вызывает изменения в общем балансе поступления осадочного материала, а также изменение состава годового стока, обусловленное развитием промышленности, энергетики, сельского хозяйства;
- хозяйственная деятельность человека на шельфе.

Целью данной работы есть оценка ареалов распространения реседиментации донных отложений северо-западной части Черного моря, которые определялись во время экспедиционных наблюдений на НИС УкрНЦЭМ и ГРГП «Причерномор» в 1999-2005 гг.

Материалы исследований и приемы обработки. В основу статьи положены фактические материалы исследований, которые внедрялись во время экспедиционных наблюдений на НИС УкрНЦЭМ и ГРДП «Причерномор» в 1999-2005 гг. Отбор проб современных морских отложений осуществлялся с помощью дночерпателя «ОКЕАН-0,25» с площадью захвата 0,25 м². После подъема дночерпателя на борт осуществлялось описание отложений с указанием типа отложения, его цвета, консистенции, запаха осадка, наличия фауны и непосредственно наилка.

Обоснование местоположения зон вторичного заиления с учетом антропогенных и гидрофизических факторов. Согласно самой последней (1999-2005 гг.) схеме распространения областей вторичного заиления на северо-западном шельфе (СЗШ) Черного моря (рис. 1) существует три зоны наибольшего повторения этих явлений: это северные области СЗШ, придунайский район и район полуострова Тарханкут. Несколько точек в районе Тендровской косы и в открытых районах СЗШ оконтурены по единичным наблюдениям, не являются статистически достоверными и объяснимыми в плане климатического и антропогенного генезиса.

Северные регионы СЗШ. Наиболее обширной зоной вторичного заиления на СЗШ является вся область Одесской котловины и прилегающие прибрежные районы побережья от порта Ильичевск до порта

Очаков. Естественно, что весь указанный регион является областью осаждения взвешенного вещества переносимого водами Днепро-Бугского стока. Этот же регион является областью активной народнохозяйственной деятельности, выражающейся во все увеличивающихся масштабах прибрежного строительства и дампинга грунтов. Мелко дисперсные фракции сброшенных грунтов под воздействием течений переносятся и осаждаются в пределах Одесской котловины. Многоядерность зон вторичного заиления в котловине однозначно идентифицировать не возможно, поскольку течения имеют существенную временную изменчивость в зависимости от сезона и направления преобладающих ветров. Основные экстремумы толщины вторичного заиления характерны для узкой прибрежной зоны региона. Абсолютный максимум (15 см) наблюдается в районе очистной станции биологической очистки «Южная». Естественно, что за вторичное заиление в этих районах прежде всего ответственны сбросы сточных вод и прибрежные гидротехнические работы. Природные условия, выражающиеся в осаждении взвешенного вещества, приносимого речными водами, предположительно играют вторичную роль.

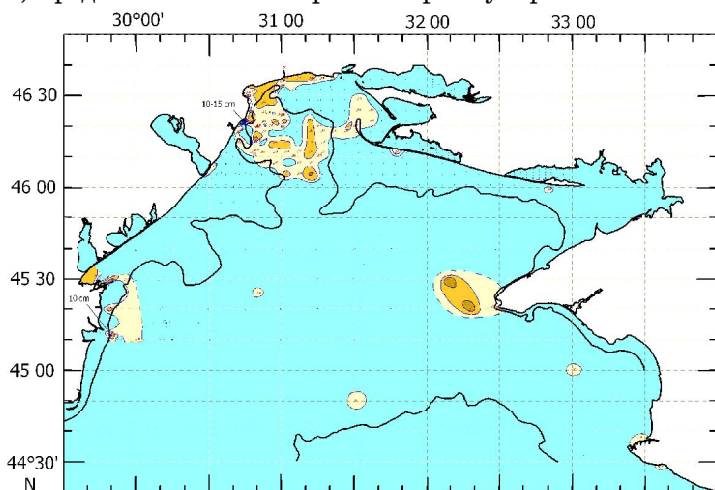


Рис. 1. Карта современной реседиментации северо-западного шельфа Черного моря по данным 1999-2005 гг.

Условные обозначения:

	Район отбора проб
0,1	Мощность наилка <math>< 3,0</math> см
3,0	Мощность наилка $3,0-5,0$ см
5,0	Мощность наилка $> 5,0$ см

Придунайский район. Области вторичного заиления в мелководной части шельфа (глубины менее 20 метров) приурочены к полузамкнутой Жебриянской бухте и приустьевым участкам основных рукавов Дуная — Потаповскому, Быстрому и Старостамбульскому.

Глубины Жебриянской бухты менее 10-12 метров; бухта, в условиях преобладающего южного вдоль берегового переноса, представляет собой естественную седиментационную ловушку. При сильных ветрах восточных направлений ветровое перемешивание достигает придонных слоев и накопленные у дна иловые отложения могут неоднократно в течение года переоткладываться, создавая условия вторичного заиления.

Вторым реальными фактором вторичного заиления в рассматриваемом районе могут быть различного рода местные дноуглубительные работы и локальный дампинг. В областях вышеназванных рукавов Дуная вторичное заиление однозначно является результатом паводковых весенних и осенних стоков, выносящих значительное количество речных иловых отложений. Преобладающий южный перенос вод в более мористых участках района создает менее мощную, но объединенную зону вторичного заиления. Все вышесказанное достаточно хорошо визуализируется на космическом снимке в видимом диапазоне, представленном на рис. 2.

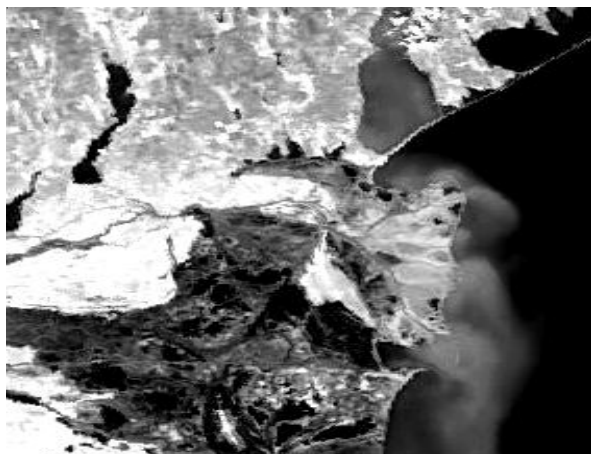


Рис. 2. Снимок дельты Дуная (спутник MODIS) характеризует распространение речных вод различных рукавов дельты (представлен на сайте RSD MHI NASU).

Изображение получено 24.04.2006 г. — пик весеннего паводка.

Район полуострова Тарханкут. Далеко выступающий на запад мыс Тарханкут является существенной орографической преградой для вод поверхностных и придонных (в последнем случае компенсационных) течений, ориентированных в северных направлениях. Как преимущественно летние поверхностные, так и зимние глубинные течения усиливаются у южных границ мыса Тарханкут, производя абразию берегов и вынос донных отложений. Выходя за пределы полуострова, они ослабевают в процессе расширения потока и его раздвоения (грибовидное течение, рис. 3), и осаждают значительную часть взвешенного вещества. Кроме того, часто проявляющаяся антициклоническая завихренность потока к северу от мыса Тарханкут, является динамической седиментационной ловушкой для взвешенного вещества.

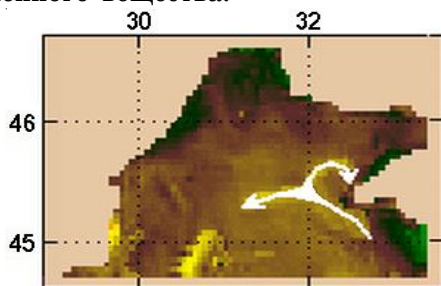


Рис. 3. Пример схемы переноса поверхностных вод в районе м. Тарханкут по фрагменту температурной анимации (18.09.06 г.)

По данным И. О. Сучкова и О. Е. Фесюнова (1996 г.) вторичное заиление найдено на огромной площади (3350 км²) в Тендровско-Каркинитском районе и центральной части шельфа (район поднятия Штормовое и Архангельское); также авторами оконтурены основные площади развития этого явления. В восточном районе тралового промысла основное течение, направленное на север, западнее Каркинитского залива делится на 2 ветви. Распространение наилёных участков совпадает с направлением основных течений, причем наибольшие мощности ила совпадают с круговоротом водных масс в Каркинитской котловине. Мощности наилка превышают 5 см, местами достигают 20-40 см, содержимое частиц пелитовой размерности в этих отложениях составляет 80-90 %, основной минерал — гидрослюда, в подчиненном количестве — каолинит, хлорит и монтмориллонит. Если принять среднюю мощность наилка 3 см, то общий объем глинистого вещества составит

100 млн. т, при этом среднее ежегодное неилистое накопление составит 10 млн. куб. г. Скорость седиментации 5-40 мм/год, которая на 2-3 порядка выше, чем на не заиленной площади шельфа (5-40 мм/1000 лет) [1].

Результаты исследования и их анализ. Таким образом, на основании фактического материала, полученного в результате экспедиционных рейсов НИС «Юг» (1999 г.), НИС «Спрут» (2000 г.), НИС «Топаз» (2003 г.), НИС «Владимир Паршин» (рейс 22, 1999 г.), рейс по проекту ТАСИС (2000 г.), 24 рейс НИС «Владимир Паршин» (2000 г.), 25 рейс НИС «Владимир Паршин» (2004/2005 г.) была построена «Карта современной реседиментации донных отложений северо-западной части Черного моря» (рис. 1), сделан статистический анализ мощностей (табл. 1), проведено районирование заиленной акватории.

Таблица 1.

Результаты статистического анализа мощностей реседиментации донных отложений северо-западной части Черного моря

Количество станций	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее отклонение	Стандартное отклонение
136	2,1436	0,1	15	1,0979	1,8572

На основании полученной «Карты ареалов распространения современной реседиментации донных отложений северо-западной части Черного моря» (рис. 1) было проведено районирования исследуемой акватории, которое разрешило выделить два основных района:

Север северо-западной части Черного моря. На примере станции 26/43 25-го рейса НИС «Владимир Паршин» определен один из типичных гранулометричных составов, перекрытых вторичным заилением донных отложений, для этого района Черного моря: ракушечник илистый с песком. В этом районе максимальные мощности вторичного заиления найдены на 2 станциях в ходе проведения экспедиционного рейса НИС «Владимир Паршин» в июне 2000 г.: ст. № 6 (46,213⁰ с.ш. и 30,421⁰ в.д., глубина моря 11,8 м) — 10 см; ст. 5 (46,184⁰ с.ш. и 30,422⁰ в.д., глубина моря 17,7 м) — 15 см. Станции находятся в непосредственной близости от пляжа «Дачи Ковалевского», в районе сброса загрязненных вод станции биологической очистки «Южная». Следует также заметить, что в этом районе (северная часть северо-запада Черного моря) находятся свалки Одесского морского торгового порта, Ильичевского морского торгового порта и морского торгового порта Южный.

Придунайское взморье. Типичный гранулометричный состав перекрытых вторичным заилением отложений, отобранных в районе Дунайское взморье определен (по данным станций №№ 34/55, 35/62, 25-й рейс НИС «Владимир Паршин») как ил алевритовый. В этом районе максимальные мощности (10 см) вторичного заиления найдены на станции №-56/53 (45,114⁰ с.ш. и 29,500⁰ в.д., глубина моря 22 м) в мае 1999 г. (22-й рейс НИС «Владимир Паршин»). Проба отобрана со шлюпки в приустьевой зоне Дуная, сток которого является главной причиной распространения в этом районе вторичного заиления донных отложений.

Вторичное заиление донных отложений в районе мыса Тарханкут, мощностью 1-5 см, по нашему мнению, является результатом хозяйственной деятельности человека на шельфе (присутствие в районе исследования морских стационарных газодобывающих платформ). По данным крымских коллег, которые проводили гидролого-гидрохимические исследования во время экологического сопровождения буровых работ на нефть и газ, в районе мыса Тарханкут в 2001 г., экологическая обстановка в исследуемом районе не вызвала опасений. Донные отложения вдоль Крымского побережья главным образом состоят из пелитового ила, с незначительной примесью ракушек.

Единичные пятна заиления небольшой мощности (0,1-1,0 см) выявлены в центральной части северо-западного шельфа и западнее Каламитского залива. Вероятно, это является следствием рыбобромышленной деятельности: траление морского дна вызывает взмучивание и перекладывание донных осадков.

Выводы

1. Карта современной реседиментации северо-западного шельфа Черного моря по данным 1999-2005 гг. является важным дополнением хрестоматийной литологической карты-схемы поверхности дна северо-западного шельфа Черного моря и частичным подтверждением прогноза ее авторов — ученых ОНУ, относительно распространения вторичного заиления донных отложений северо-западного шельфа Черного моря.
2. Итогом этой работы является выявление и картирование новых ареалов современной реседиментации, районирование на два основных района — северная часть северо-запада Черного моря и Придунайское взморье со средней мощностью наилка 2,15 см, минимальной мощностью — 0,1 см, максимальной — 15 см.

3. Проанализировав гранулометричный состав перекрытых донных отложений, следует заметить, что вторичное заиление встречается на всех известных донных отложениях Черного моря без исключения.
4. Заиление донных ландшафтов приводит к гибели зообентоса, фитобентоса, деградации донных биоценозов. В процессе реседиментации глинистое вещество за счет сорбции аккумулирует микроэлементы из водной толщи и накапливает их в зонах осаждения [1], поэтому вторичное заиление можно считать показателем неблагоприятной экологической обстановки.
5. Для уменьшения влияния современной реседиментации необходимо значительно уменьшить сбрасывание грунтов в море за счет применения новых технологий погребения грунтов (например, на суше), исключая их попадание в море.

Литература

1. Сучков И. А., Фесюнов О. Э. Антропогенная реседиментация в пределах северо-западного шельфа Черного моря. — Одесса: Астропринт, 1996. — С. 87-90.

***С. П. Ковалишина
М. О. Грандова
Д. С. Дудник
О. П. Ровнер***

ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ

Вступ. У другій половині ХХ століття екосистема прибережної зони Чорного моря зазнала значних змін, у тому числі через будівництво берегозахисних споруджень (траверсів і хвилеломів). Зрозуміло, що це обумовило суттєві зміни у надходженні та розподілі біогенів та кисню в акваторіях прибережної зони, а також у розвитку гідробіоценозів. У зв'язку із цим становить особливий інтерес вивчення особливостей спільнот гідробіонтів, що розвиваються в умовах порушеної гідродинаміки та порівняння із спільнотами, що існують в акваторіях незачеплених гідробудівництвом ділянок узбережжя.

У зв'язку із практично щорічним розвитком у придонному шарі північно-західної частини Чорного моря гіпоксії, що іноді охоплює десятки тисяч квадратних кілометрів, значно зростає роль прибережної зони в збереженні біологічного різноманіття [8].

В Українському науковому центрі екології моря (УкрНЦЕМ) з 1990 року проводиться моніторинг стану гідробіонтів Чорного та Азовського морів, а з 2003 року і до сьогодні також проводиться щотижневий моніторинг стану гідробіонтів прибережної смуги Одеського узбережжя.

З огляду на специфіку Одеського узбережжя, як реперні точки були обрані дві станції — акваторії у районі мису Малий Фонтан і Аркадії, що характеризуються певним набором якостей. У районі мису Малий Фонтан — хвилеломом, траверсами й камінням природного походження та штучно завезеним кам'яним відсипанням. У районі Аркадії — відсутність хвилелому, ґрунт піщаний, зазнає сильне рекреаційне навантаження.

Метою нашого дослідження було проведення моніторингу стану фітопланктону, зоопланктону та мейобентосу на реперних точках спостереження, виявлення основних тенденцій сезонних та багаторічних змін якісних та кількісних показників стану гідробіонтів для подальшої екологічної оцінки по цим показникам якості морської води прибережних акваторій Одеського узбережжя.

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом для повідомлення є 276 проб фітопланктону, 245 проб зоопланктону, 52 проби мейобентосу, відібраними працівниками УкрНЦЕМ протягом 2003-2007 років з прибережних акваторій мису Малий Фонтан та Аркадії.

Відбір проб проводили щотижня. Проби відбирали за стандартними методиками [4]. Камеральну обробку проб фітопланктону виконано за допомогою світлових мікроскопів БІОЛАМ Р-12 та МІКМЕД-2. Ідентифікацію організмів зоопланктону виконано за допомогою світлового біокулярного мікроскопа МБС-9. Ідентифікацію організмів мейофауни виконано за допомогою світлового мікроскопа МБС-9 і БІОЛАМ Д-12. Для підрахунку біомаси організмів мейобентосу використовували стандартну вагу та номограми Численко [9].

У ході кожного забору проб гідробіонтів в районах дослідження проводили виміри температури й солоності води, гідрохімічний аналіз. Температура води протягом року на різних станціях Одеських пляжів майже не відрізнялася. Найбільш низькі значення солоності в районах дослідження відзначалися навесні, у період максимальної інтенсивності річкових паводків (березень-квітень), коливаючись від 10,19 до 14,83 ‰.

Результати дослідження та їх аналіз. Безпосередньо в акваторію пляжів впадають ґрунтові дренажні води, що несуть у

собі різні форми забруднень. Щорічний стік становить близько $0,012 \text{ км}^3$ [6]. За останні роки виявляється тенденція до його збільшення. Високий вміст органічних ($158\text{-}164 \text{ мг} \times \text{л}^{-1}$) і мінеральних ($120\text{-}160 \text{ мг} \times \text{л}^{-1}$) форм азоту й загального фосфору (до $0,71 \text{ мг} \times \text{л}^{-1}$), що проникають у ґрунтові води через несправності в міській каналізаційній мережі, сприяє додатковій евтрофікації прибережної зони. Низька мінералізація ($0,5\text{-}3,3 \text{ мг} \times \text{л}^{-1}$) сприяє її опрісненню. З іншого боку, надходження дренажних вод сприяє додатковій аерації прибережних морських вод і інтенсифікує водообмін закритих гідротехнічними спорудженнями акваторій [6]. Висока щільність населення, концентрація в межах міста промислових підприємств і рекреаційних центрів також сприяють інтенсивному забрудненню прибережної зони й акваторій пляжів. Поряд з постійними джерелами надходження забруднень (дренажні води, СБО «Південна» у районі мису Великий Фонтан) існують і тимчасові джерела, до яких відносяться зливові стоки (у районах Аркадії й 10 ст. В. Фонтана), санаторно-курортні комплекси, де можуть відбуватися аварійні ситуації в каналізаційній системі й здійснюватися неконтрольовані викиди побутового сміття. Важливу роль у залпових надходженнях забруднень у прибережну зону можуть відігравати атмосферні опади. Така просторова та часова мозаїчність розподілу забруднень і біогенів у прибережній частині сприяють нерівномірності проходження біологічних процесів, зокрема, від повного інгибування до гіперпродукції фітопланктону [10].

Таксономічний склад, чисельність і біомаса фітопланктону відносяться до найважливіших показників, які використовуються для характеристики водних спільнот. Відомо, що спільноти пелагічних мікродоростей чутливо реагують на екологічні зміни, у тому числі антропогенної природи. Протягом багаторічного дослідження Одеського узбережжя було зареєстровано 349 видів і внутрішньовидових таксонів мікродоростей: у напівзакритому районі мису Малий Фонтан — 247, а у відкритому районі Аркадії — 302. Як і для більшої частини Чорного моря, основний вклад у таксономічне різноманіття фітопланктону вносять представники двох відділів — *Bacillariophyta* і *Dinophyta*. Але завдяки тому, що акваторія Одеського узбережжя перебуває під значним впливом дренажних вод і стоку Дніпра й Південного Бугу, масові також представники *Cyanobacteriae* і *Chlorophyta*. Цей вплив більш помітний у видовому складі відкритого району Аркадії, ніж у напівзакритому рай-

оні мису Малий Фонтан (*Cyanobacteriae* — 30 і 19; *Chlorophyta* — 53 і 41 вид, відповідно).

У відкритій акваторії району Аркадії середня кількість видів на пробу вище, ніж у напівзакритій акваторії району мису Малий Фонтан. Можливо, це пов'язано з більш активним гідродинамічним режимом відкритих акваторій. В обох районах дослідження максимальна кількість видів зареєстрована влітку. Часто, але не завжди, піки видової різноманітності збігаються з піками чисельності й біомаси. Збіг цих піків свідчить про стабільність фітопланктонної спільноти в цей період.

У районах дослідження часто реєстрували «цвітіння» води. «Цвітіння» води обумовлено концентрацією біогенів, а видовий склад мікроводоростей, які викликають «цвітіння», залежить від температури й солоності води, які у свою чергу обумовлені сезонними змінами. Узимку, навесні й пізньою осінню спостерігаються цвітіння діатомових, у весняний період — діатомових і зелених водоростей, улітку — динофітових, примнезіофітових та іноді діатомових. Спостерігаються «цвітіння», що охоплюють як всі досліджувані райони, так і окремі ділянки узбережжя. У досліджуваних районах Одеського узбережжя за період спостереження зареєстровано 15 випадків «цвітіння», три з яких мали загальний характер, а інші поширювалися тільки на окремих ділянках районів дослідження. У відкритому районі Аркадії цвітіння спостерігали частіше, ніж у закритому районі. Деякі цвітіння були сформовані не одним видом, а двома-трьома. Часто відзначали «цвітіння» *Skeletonema costatum* ((Grev.) Cl., 1878), яка є індикатором підвищеного рівня евтрофності морської води. З більшою частотністю «цвітіння» реєстрували навесні. Відзначено, що «цвітіння» води, викликане масовим розмноженням мікроводоростей, обумовлено надлишком фосфору при достатній кількості азоту, кисню й оптимальної температури.

Масові види (домінанти й субдомінанти) визначають структуру й функціональні особливості морських спільнот, які у свою чергу відображають якість водного середовища. Структура спільнот мікроводоростей обох контрольованих акваторій відноситься до полідомінантного типу, при цьому відзначається перехід із домінант у субдомінанти й навпаки. Однак, у відкритому районі число домінантів і субдомінантів вище. Склад домінант і субдомінант, а також їхній внесок у загальну чисельність і біомасу фітопланктону відрізняється у відкритих і напівзакритих ділянках Одеського уз-

бережжя, що пов'язано з різними гідродинамічними й гідрохімічними умовами досліджуваних регіонів. Домінування *S. costatum* в усі сезони року на досліджуваних акваторіях і наявність у складі домінант і субдомінант міксотрофних і гетеротрофних видів динофітових мікроводоростей (*Akashiwo sanguinea* Hirasaka, 1990; *Ceratium fusus* (Ehr.) Dujard., 1841; *Ceratium furca* (Ehr.) Clap. et Lachm., 1859; *Polykrikos schwarzii* Butsch., 1908 та ін.) свідчить про високий рівень евтрофності досліджуваних районів.

У напівзакритому районі мису Малий Фонтан виявлено чотири піки чисельності фітопланктону, але літні піки не чітко виражені (рис. 1). У відкритому районі Аркадії зареєстровано три піки чисельності, при цьому весняний пік у відкритій акваторії настає раніше — можливо, це пов'язано з полегшеним надходженням розпріснених вод Дніпро-Бузького генезису. Узимку в обох районах дослідження переважають представники діатомових водоростей, при цьому частка їх у районі Аркадії менше, ніж у районі мису Малий Фонтан (86 і 92 %, відповідно) — можливо, це пов'язано з більш активними гідродинамічними процесами у цьому районі. Навесні відзначено максимум зелених водоростей, улітку максимально розвиваються динофітові й примнезіофітові водорості. Після весняного розпріснення шельфових вод, що пов'язано з найбільшим об'ємом річкового стоку, прісноводні й солоноватоводні мікроводорості (*Eutreptia viridis* Perty, 1852; *Euglena lanovii* Steuer, 1904; *E. viridis* Ehr., 1830; *Skeletonema subsalsum* (A.Cl.) Bethge., 1928; *Cyclotella chaetoceros* Lemm., 1900; *Anabaena spiroides* Kleb., 1895; *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, 1850; *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., 1969; *M. komarkovae* Nyg., 1979; *Hyaloraphidium contortum* Pasch.et Korsch., 1931; *Desmodesmus communis* (Turp.) Bred.S.I., 1835; *Pediastrum duplex* Meyen., 1829 та ін.) у напівзакритих акваторіях розвиваються довше. Реакція на стресові обставини, які виникають внаслідок згінно-нагінних явищ, у спільнот фітопланктону напівзакритої акваторії повільніша та менш виражена. За вкладом у формування чисельності фітопланктону різних таксономічних груп район Аркадії більш вирівняний, ніж район мису Малий Фонтан.

У районі мису Малий Фонтан виявлено три піки біомаси фітопланктону, у районі Аркадії — чотири (рис. 1). Весняний пік біомаси, як і пік чисельності, максимальний, у відкритих акваторіях він настає раніше. Навесні співвідношення діатомових і динофітових водоростей у районі мису Малий Фонтан вище, ніж у райо-

ні Аркадії (73,0:23,6 % та 64,8:31,9 % відповідно) — можливо, це пов'язано з більш повільним прогрівом водних мас напівзакритої акваторії. Більший процентний вміст ціанобактерій прісноводно-солонатоводного комплексу в акваторії напівзакритого району в порівнянні з відкритим (4,24 і 0,86 %, відповідно) може бути обумовлений більшим розприсненням цієї акваторії влітку.

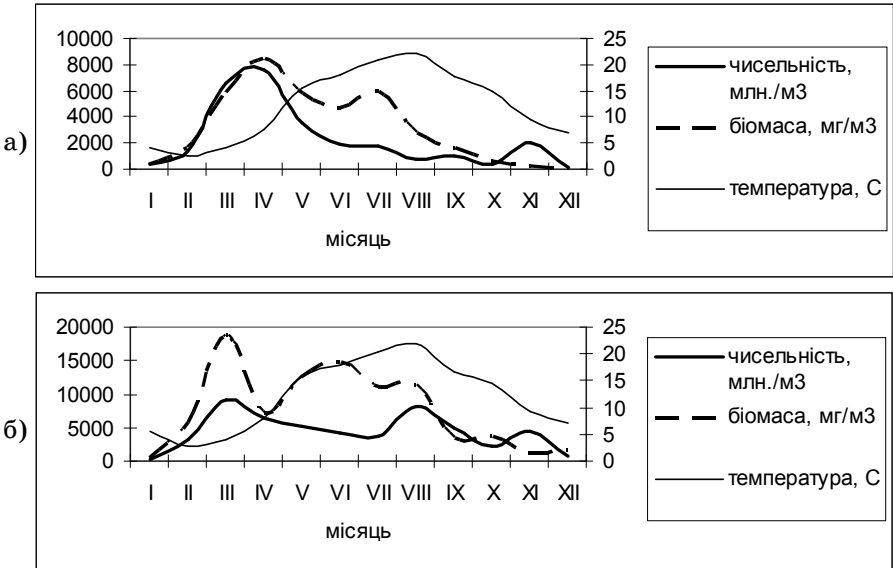


Рис. 1. Зміни чисельності (млн. кл \times м⁻³) та біомаси (мг \times м⁻³) фітопланктону в районі мису Малий Фонтан (а) та Аркадії (б) (2003-2007 рр.)

Виникнення другого літнього піку біомаси фітопланктону в акваторії відкритого району Аркадії пояснюється впливом вод відкритих ділянок моря, які забезпечують надходження аллохтонної біоти. Восени в районі мису Малий Фонтан домінують динофітові водорості (55,4 %), а в районі Аркадії — діатомові (66,7 %). Імовірно, це обумовлено більш повільним охолодженням водних мас напівзакритої акваторії. Відзначено синхронність мінімуму чисельності з максимумом біомаси в районі Аркадії в жовтні, що пов'язано з активним розвитком крупноклітинних форм мікроводоростей у цьому районі.

Вищі показники чисельності й біомаси фітопланктону в районі Аркадії над аналогічними показниками в районі мису Малий

Фонтан свідчать про більшу евтрофікацію акваторії в районі Аркадії. Це пояснюється як гідрохімічними й гідродинамічними умовами, так і більшим антропогенним тиском у районі Аркадії.

За якісними та кількісними показниками фітопланктону води напівзакритого району мису Малий Фонтан можна класифікувати як оліготрофні (восени) і мезотрофні, води відкритого району Аркадії можна віднести до класу мезотрофних водойм. Виключення становлять окремі періоди весняного сезону, коли обидві акваторії відповідають класу політрофних вод.

Мінімальні значення солоності, характерні для весняного періоду, збігаються з максимальними значеннями біомаси й чисельності фітопланктону. Така картина формується під впливом розпріснених вод Дніпро-Бузького генезису й свідчить про значний внесок у формування спільнот фітопланктону цього регіону прісноводно-солонатоводного комплексу, частка якого підвищується в останні роки. Окремі види, які за літературним даними належать до морського комплексу [7], в умовах постійного розпріснення набувають здатності формувати піки чисельності й біомаси в умовах низької солоності вод. У напівзакритій акваторії навесні зниження солоності незначне й повільне, зростання солоності теж відбувається повільно; тому вегетація мікродоростей, привнесених річковим стоком, у районі мису Малий Фонтан виражена менше, але триває довше.

Фітопланктон швидко реагує на зміни концентрації біогенів у воді. Узимку розвиток фітопланктону лімітується температурним фактором. Навесні починається розвиток мікродоростей, що супроводжується активним споживанням біогенів і кисню, що призводить до зменшення їхньої концентрації у воді. Надходження біогенів під впливом річкових стоків у напівзакриту акваторію здійснюється складніше, ніж у відкриту, що може бути причиною менш вираженого весняного максимуму розвитку фітопланктону напівзакритої акваторії. Мінімальні значення біогенів і кисню спостерігаються влітку, коли їх нестача стає одним з основних факторів, що лімітують вегетацію мікродоростей; імовірно, тому літні піки за значеннями кількісних показників менше весняних. Особливо яскраво це простежується у напівзакритій акваторії. Але в умовах підвищеної концентрації біогенів у прибережній частині моря літні максимуми в окремі роки можуть наближатися до весняних.

Для прибережного фітопланктону Одеського узбережжя можна виділити три окремі групи, які різняться за своїм генезисом та

температурним оптимумом: 1) арктичні й аркто-бореальні види; 2) субтропічні й субтропічно-бореальні види; 3) бореальні види [1]. Переважна частина біомаси припадає на представників видів бореального генезису. Їх весняний пік біомаси збігається із загальним піком біомаси й припадає на березень для району Аркадії та квітень для району мису Малий Фонтан. Цьому піку відповідають максимальні значення біомаси фітопланктону. Літній та осінній піки збігаються із загальними піками біомаси. У напівзакритій акваторії спостерігається тільки літній пік. Максимум розвитку арктичних і аркто-бореальних видів припадає на лютий, що співпадає з мінімумом температури навколишнього середовища. Розвиток субтропічних видів має три максимуми (весняний — квітень, літній — червень і осінній — вересень), з яких найбільш виражений літній максимум. Співвідношення біомаси представників видів різного генезису у відкритій й напівзакритій акваторіях практично тотожні.

Незважаючи на зазначені закономірності кількісного та якісного розвитку фітопланктону, спостерігаються значні міжрічні коливання чисельності та біомаси фітопланктону й співвідношень між основними відділами мікродоростей. Такі коливання пов'язані з особливостями умов кожного року.

У видовому складі фітопланктону відмічено 28 потенційно токсичних видів водоростей. Особливо токсичне значення мають: *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lager. (токсичний для риб), а також небезпечні для великих ссавців і людини *Anabaena flos-aquae* ((Lyngb.) Bred., 1835; *Microcystis* sp., *Akashiwo sanguinea* Hirasaka, 1990; *Prorocentrum micans* Ehr., 1834), види роду *Dinophysis*. Токсини, що виділяються цими мікродоростями, викликають у людини діарею та амнезію, а при тривалому вживанні води з цими токсинами чи риби із отруєних акваторій викликають гаффсько-юксовську хворобу [5].

Вегетація у товщі води значної кількості фітопланктону створює поживне середовище для харчування зоопланктону всіх вікових груп. При цьому сезонні максимуми розвитку тваринного планктону настають через 2-4 тижні після рослинного максимуму вегетації. За умов активного розвитку зоопланктону чисельність фітопланктону може значно знижуватися, що добре простежується навесні та влітку.

За період досліджень у складі зоопланктону зареєстровано 52 таксони, які є представниками прісноводного, солоноватоводного та морського комплексів (табл. 1). В районі мису Малий Фонтан не виявлено представників *Apendicularia*, *Decapoda* та відміче-

но значно бідніше видове різноманіття, що пов'язано з відсутністю активних гідродинамічних умов, які присутні в районі Аркадії.

Таблиця 1.

Склад зоопланктону прибережних районів Одеського узбережжя у 2003-2007 рр.

Таксони	Кількість видів	
	мис Малий Фонтан	Аркадія
Apendicularia	-	1
Atentaculata	2	3
Bivalvia L.	1	1
Cirripedia L.	1	1
Cladocera	6	9
Copepoda	10	12
Decapoda L.	-	1
Gastropoda L.	1	1
Isopoda L.	1	1
Mysidacea L.	1	1
Pisces L.	1	1
Polychaeta L.	1	1
Protozoa	1	2
Rotatoria	11	16
Scyphozoa	1	1
Всього:	38	52

Практично зникли з зоопланктону копеподи *Acartia latisetosa* (Kriczagin, 1987), мала форма *A. clausi* Giesbrecht, 1889, також *Monstrilla grandis* Giesbrecht, 1891, *M. Helgolandica* Claus, 1863, які раніше були рідкісними. Зменшилась чисельність *Paracalanus parvus* (Claus, 1863). Не виявлено багатьох пелагічних личинок *Decapoda*, що пов'язано із зменшенням їх ареалу чи різким скороченням батьківських популяцій [3]. В той же час, зоопланктон поповнився такими видами як: *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865), *A. tonsa* Dana, 1849,

Beroe ovata Mayer, 1912. З появою *B. ovata* розпочався процес поступового поновлення чисельності зоопланктону, значне скорочення якого спостерігали під час появи *M. leidyi*.

Зоопланктон умовно поділений на голопланктон (справжній планктон), онтогенез представників якого проходить виключно у товщі водних мас, та меропланктон (тимчасовий компонент зоопланктону), представлений переважно личинками бентосних тварин.

Чисельність видів зоопланктону значно збільшується під час розвитку меропланктону, що пов'язано з періодом розмноження бентосної фауни. Видовий склад значно збільшується за рахунок бентосних тварин — личинок поліхет, молюсків, циріпедій, а також тимчасово присутніх в планктоні бентопелагічних видів — представ-

ників гарпактицид, мізид, амфіпод. Звичайними формами у прибережному планктоні були сцифоїдні медузи (*Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758)), масовість яких відмічено навесні та восени. Гребневики у планктоні представлені аборигенним видом *Pleurobrahia rhodopis* Chun, 1880 та нещодавніми вселенцями — *M. leidyi*, *B. ovata*. Серед меропланктонних форм масовими є личинки *Bivalvia* та *Cirripedia*. Влітку відбувається масовий розвиток *Noctiluca scintillans* (Macart.) Kof. & Sw., підвищується чисельність *Cladocera*. Найбільший пік чисельності *N. scintillans* в районі мису Малий Фонтан відмічено у 2003 році (83743 екз/м³), а мінімальний — у 2007 році (87 екз/м³).

Загальні піки збільшення чисельності та біомаси проходили у часі майже синхронно в обох районах дослідження, але відрізнялись за вкладом окремих таксономічних груп зоопланктону, що пов'язано із гідродинамічними умовами та розвитком фітопланктону (рис. 2).

За період дослідження виявлено чотири піки збільшення чисельності та біомаси зоопланктону в обох контрольованих районах. Літній максимум пов'язаний із масовим розвитком *N. scintillans*. Зменшення чисельності зоопланктону восени відбувається за рахунок уповільнення розвитку голопланктону та незначним розвитком меропланктонних організмів. Це обумовлено зміною температурного режиму акваторії та сезонною трансформацією видового складу зоопланктону, а саме: заміна термофільних видів на евритермні та криофільні.

В районі мису Малого Фонтану розвиток зоопланктону відбувається інтенсивніше, ніж в районі Аркадії. Але за чисельністю зоопланктонної спільноти район Аркадії превалює над районом мису Малого Фонтану. Отже, за гідробіологічними показниками в районі мису Малого Фонтану водне середовище характеризується кращими екологічними умовами для розвитку зоопланктону, ніж район Аркадії.

Таким чином, загальні піки чисельності і біомаси зоопланктону в обох контрольованих районах Одеського узбережжя майже співпадають у часі, відмінності виявлені у кількісних та якісних показниках. В районі мису Малого Фонтану розвиток зоопланктону відбувається інтенсивніше, ніж в районі Аркадії. Але за чисельністю зоопланктонної спільноти район Аркадії превалює над районом мису Малого Фонтану. Отже, за гідробіологічними показниками в районі мису Малого Фонтану водне середовище характеризується кращими екологічними умовами для розвитку зоопланктону, ніж район Аркадії.

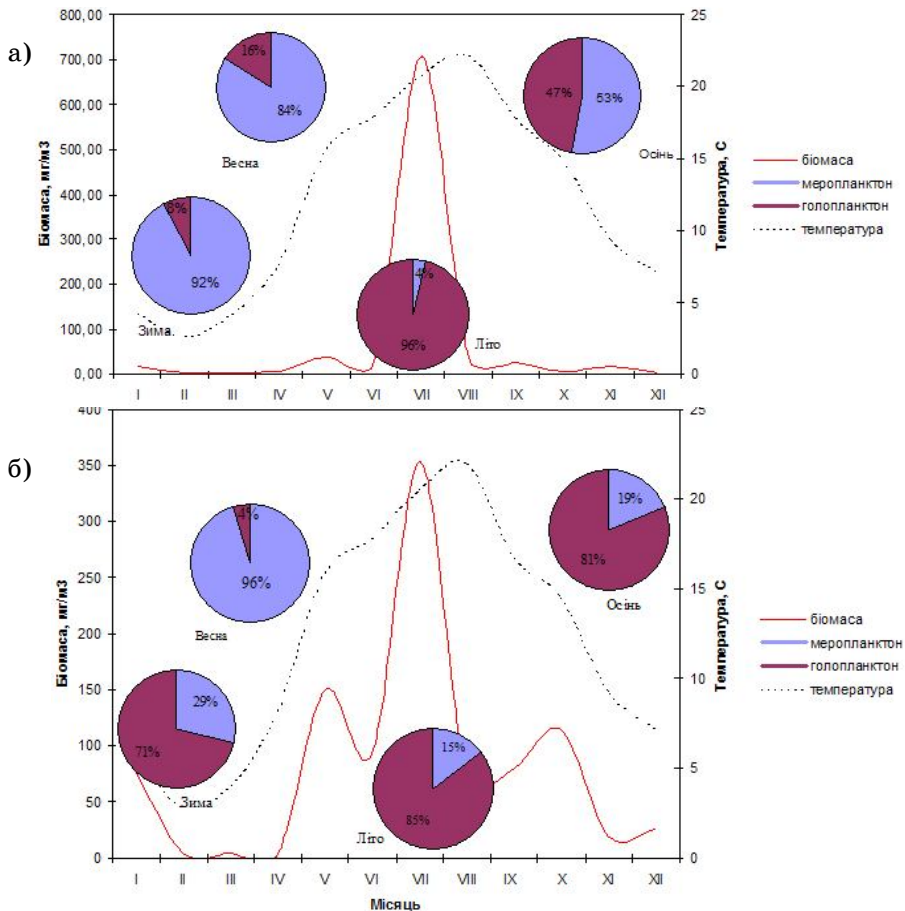


Рис. 2. Розподіл біомаси (мг/м³) зоопланктону в районі м. Малий Фонтан (а) та «Аркадії» (б) (2003-2007 рр.)

За період спостережень було виявлено 17 таксономічних груп мейобентосу. Серед морських донних безхребетних тварин найбільшим екологічним індикатором є як мейобентос в цілому, так і його представники не тільки на видовому рівні, а також на рівні крупних таксономічних одиниць.

Літня мейофауна носила нематодно-гарпактикоїдний характер. За всі роки дослідження домінуючою групою за щільністю поселень виявлено *Nematoda*, субдомінантною — *Harpacticoida*. Основу біомаси мейофауни формували: молодь поліхет, двостулкових молюсків та

гарпактикоїди. Низкою зустрічністю та чисельністю характеризувалися кліщі, кумові ракоподібні, клешненосні вісліюки та личинки хірономіди.

Основу таксономічного різноманіття мейофауни, за всі роки дослідження у всіх районах дослідження, формував тимчасовий компонент мейобентосу — псевдомейобентос, представлений ювенільними формами бентосних тварин — амфіподи, анізоподи, кумації, немертини, олігохети, поліхети, турбеларії, ізоподи, двостулкові та черевоногі молюски, хірономіди. Але не зважаючи на таке різноманіття, його доля у формуванні щільності поселення незначна. Більше значення у формуванні чисельності мейобентосної спільноти має постійний компонент мейобентосу — еумейобентос, як в районі мису Малий Фонтан, так і в районі Аркадії. Еумейобентос представлений гарпактикоїдами, кіноринхами, кліщами, нематодами, остракодами, форамініферами. Представників *Acarina* зареєстровано у 2003 та 2007 роках, *Anizopoda* — у 2005 році, *Chironomida* — у 2003 та 2005 роках тільки в районі мису Малий Фонтан.

У період дослідження значення чисельності мейобентосної спільноти варіювали від 5500 до 4367170 екз \times м⁻². Максимальні значення чисельності (4367168 екз \times м⁻²), та біомаси (15350 мг \times м⁻²) спостерігали у 2006 р. У цьому ж році, на обох акваторіях була відзначена найбільша кількість груп мейобентосу — 14. Мінімальну щільність поселення організмів мейобентосу у районі мису Малий Фонтан (84666 екз \times м⁻²) зареєстрували у липні 2007 року, а максимальну (560085 екз \times м⁻²) — у червні 2003 року.

Найбільший вклад у формування щільності поселень мейобентосу в районі мису Малий Фонтан належить гарпактикоїдам (44 %) та нематодам (34 %). Мінімальні показники чисельності виявлено у *Acarina*, *Anizopoda*, *Chironomida L*, *Cumacea*, *Foraminifera*, *Gastropoda*, *Kinorhyncha* (їх чисельність становила менше 1 %). Тобто, чітко виділяється ядро мейобентосної спільноти, яке утворюють нематоди та гарпактикоїди, а тільки 22 % припадає на участь інших груп.

В районі Аркадії розподіл груп мейобентосу за щільністю поселення інший. Інший склад груп та ядра мейобентосної спільноти пов'язаний із різними причинами. В першу чергу — це структура ґрунту та відкритість акваторії з морем (відсутній хвилеріз), значний антропогенний вплив відпочиваючих.

На початку літа зареєстровано масовий розвиток молоді *Bivalvia* та *Polychaeta*, але до кінця сезону їх чисельність значно зменшувалась, а розміри збільшувались. Це можна пояснити переходом

більшої частини молюсків та поліхет у категорію макрозообентосу та ще не розпочатим, другим (осіннім) піком осадження личинок із пелагіалі у бенталь.

Формування біомаси мейобентосу в районі мису Малий Фонтан відбувалося за рахунок масового розвитку гарпактицид (50 %) та поліхет (28 %). Вклад представників *Acarina*, *Anizopoda*, *Bivalvia*, *Chironomida*, *Cumacea*, *Foraminifera*, *Kinorhyncha*, *Nematoda* у формування біомаси становить 1 %. Спостерігаючи розвиток середньомісячних показників біомаси мейобентосу за 2003-2007 роки, можна відмітити, що найбільші значення було виявлено у 2003 році (6235 мг × м⁻²). Саме в цей час зареєстрували найбільшу кількість гарпактикоїд та поліхет. Найменші значення біомаси відмічені у 2007 р. (2552 мг × м⁻²). Щільність поселення гарпактицид та поліхет у цьому році була низькою. Також, вона була низькою і у 2005 р., але біомаса (3177 мг × м⁻²) була більшою ніж у 2007 році, за рахунок активного розвитку *Nemertini* та *Amphipoda*. У 2004 р. та 2006 р. значення біомаси мейобентосу були рівними (5230 мг × м⁻²).

Біомаса мейобентосу в районі Аркадії була менше, ніж у районі мису Малий Фонтан. Мінімальні показники біомаси спостерігали у 2004 р. (2800 мг × м⁻²). Максимальні величини були відзначені у 2007 р. (5500 мг × м⁻²), за рахунок масового розвитку молоді двостулкових молюсків. В цьому році спостерігали найвищу чисельність (7500 мг × м⁻²) *Bivalvia* за весь час дослідження. В цьому районі зареєстровані досить великі показники чисельності при малій різноманітності таксономічних одиниць мейофауни. Під дією хронічного антропогенного пресу відбулося зменшення видового різноманіття, загальна чисельність зросла за рахунок збільшення короткоциклічних форм, а біомаса зменшилась.

При аналізі кількісних показників мейофауни розраховано співвідношення N_{nem}/N_{Har} (нематодно-гарпактицидне співвідношення) (рис. 3).

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. За кількісним співвідношенням N_{nem}/N_{Har} виявлено, що кращий стан водного середовища в районі мису Малого Фонтану.

Для оцінки водного середовища за показниками мейофауни також було застосовано коефіцієнт відношення загальної чисельності до загальної біомаси N_{zar}/B_{zar} (рис. 4) Доведено, що реакція

мейобентосу, як відповідь на несприятливі умови оточуючого середовища, може виражатися у різкому збільшенні чисельності організмів мейобентосу з мінімальними розмірами тіла та короткими циклами розвитку. При їхньому масовому розвитку та різкому збільшенні загальної щільності поселень мейобентосу його загальна біомаса знижується. Чим складніше екологічна ситуація, тим повинен бути вище показник N_{zar}/B_{zar} , тобто за стресових обставин на кожний міліграм загальної біомаси доводиться більше особин [2].

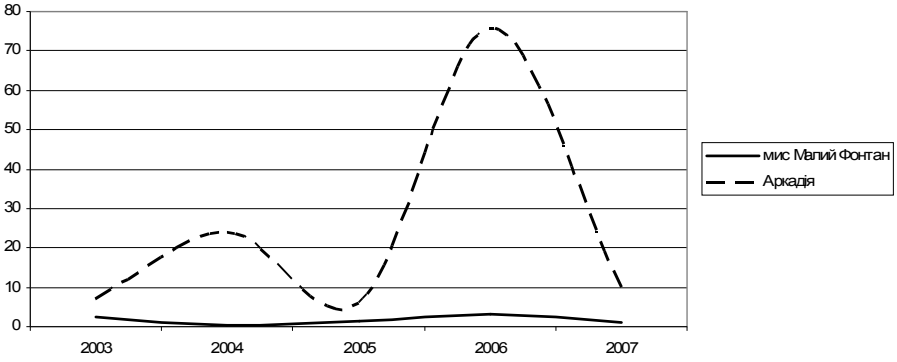


Рис. 3. Розподіл мейобентосу за N_{nem}/N_{Har} співвідношенням (2003-2007 рр.)

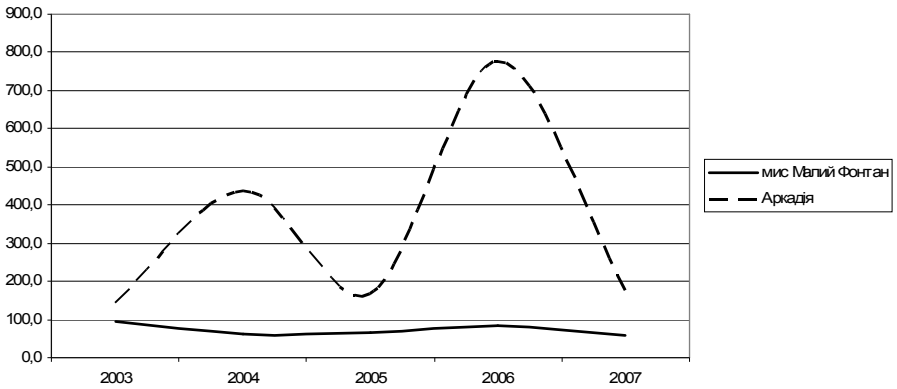


Рис. 4. Розподіл мейобентосу за N_{zar}/B_{zar} співвідношенням (2003-2007 рр.)

Результати проведеного дослідження показали, що таксономічне різноманіття мейобентосної спільноти у період 2003-2007 рр. було багатим та типовим для Одеського узбережжя. Район мису

Малий Фонтан відрізнявся від Аркадії найбільшим різноманіттям таксономічного складу. В Аркадії, не зважаючи на невелику кількість груп мейобентосу, була відмічена висока щільність поселень цих організмів. При аналізі екологічних показників мейофауни виявлено, що найбільш сприятливий режим для розвитку мейобентосної спільноти спостерігали в районі мису Малий Фонтан. Найбільш складна екологічна ситуація у бенталі була в Аркадії, яка зазнає значного антропогенного впливу.

Висновки. Гідробудівництво стало причиною серйозних змін структурно-функціональних показників гідробіонтів. У напівзакритих акваторіях спостерігаються погіршення стану фітопланктону, викликані, насамперед, порушеннями протікання природних гідродинамічних процесів, що раніше визначало сезонні й багаторічні зміни в співтовариствах пелагічних мікродоростей. Якісний склад та кількісні показники фітопланктону та їх сезонні зміни у відкритих та напівзакритих ділянках прибережної зони суттєво відрізняються. За якісними та кількісними показниками фітопланктону води напівзакритого району мису Малий Фонтан можна класифікувати як оліготрофні (восени) і мезотрофні, води відкритого району Аркадії можна віднести до класу мезотрофних водойм. Виключення становлять окремі періоди весняного сезону, коли акваторії відповідають класу політрофних вод.

Загальні піки чисельності і біомаси зоопланктону в обох контрольованих районах Одеського узбережжя майже співпадають у часі, відмінності виявлені у кількісних та якісних показниках. В районі мису Малого Фонтану розвиток зоопланктону відбувається інтенсивніше, ніж в районі Аркадії. Але за чисельністю зоопланктонної спільноти район Аркадії превалює над районом мису Малого Фонтану. Отже, за гідробіологічними показниками в районі мису Малого Фонтану водне середовище характеризується кращими екологічними умовами для розвитку зоопланктону, ніж район Аркадії.

Таксономічне різноманіття мейобентосної спільноти є багатим та типовим для Одеського узбережжя. Акваторія мису Малий Фонтан відрізняється від Аркадії найбільш різноманітним таксономічним складом. В Аркадії, не зважаючи на невелику кількість груп відмічена висока щільність поселень організмів. При аналізі екологічних показників мейофауни виявлено, що найбільш сприятливий режим для розвитку мейобентосної спільноти спостерігали в районі мису Малий Фонтан. Найбільш складна екологічна си-

туація у бенталі відмічена в Аркадії. Допускаємо, що досліджуван- ний регіон Аркадії зазнає значного антропогенного впливу.

Автори статті виносять подяку бувшим працівникам УкрНЦЕМ Н. В. Дерезюк, В. Г. Дядичко, В. В. Ясинському за збір та визна- чення мікроводоростей протягом 2003-2006 років; О. В. Ізаак за збір та визначення представників мейобентосу.

Література

1. Виноградова Л. А., Маштакова Г. П., Дерезюк Н. В. Сукцесси- онные изменения в фитопланктоне северо-западной части Чер- ного моря // Исследования экосистемы пелагиали Черного моря. — М., 1986.
2. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. — К.: Наук. думка, 1999. — 300 с.
3. Костылев Э. Ф., Макаров Ю. Н. Методологические основы исполь- зования бентофауны в биологическом мониторинге // Гідромете- орологія і охорона навколишнього середовища: Міжнародна наук.- техн. конф., 25-27 вересня 2002 р. — Одесса, 2002. — С. 85.
4. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А. В. Цыбань. — Л.: Гид- рометеоиздат, 1980. — С. 100-105, 150-165.
5. Рябушко Л. И. Потенциально опасные микроводоросли Азово- Черноморского бассейна. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — 288 с.
6. Рясинцева Н. И., Саркисова С. А., Савин П. Т., Доценко С. А. Современное состояние прибрежной зоны моря в районе г. Одесса // Междунар. конф. «Вода и здоровье — 98». — Одес- са: Астропринт, 1998. — С. 362-365.
7. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. — К.: Наукова думка, 2006. — 701 с.
8. Украинский В. В., Попов Ю. И., Орлова И. Г., Дерезюк Н. И., Балатюк С. В., Танасюк Е. Г. Изменчивость кислородного ре- жима и гидрологической структуры вод северо-западного шельфа Черного моря в летне-осенний период 1998 года // Метеоро- логия, климатология и гидрология. — 2001. — Вып. 43. — С. 211-222.
9. Численко Л. Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). — Л.: Наука, 1968. — 104 с.

10. Alexandrov B. G., Bogatova Ju. I., Garkavaya G. P., Vorobyova L. V. The role of the groundwater in the anthropogenic eutrophication of the coastal zone of the Black Sea // The Black Sea Ecological problems. — Odessa: SCSEIO, 2000. — P. 20-23.

УДК (63:551.5):581.1

М. М. Наумов

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В работе рассматривается влияние азота, фосфора, калия на урожайность общей сухой биомассы сельскохозяйственных культур. Ставится и решается задача программирования урожайности в зависимости от внесения доз минеральных удобрений и в зависимости от погодных, агрометеорологических условий.

Введение. Урожайность сельскохозяйственных культур определяется уровнем культуры земледелия и погодными, агрометеорологическими условиями вегетационного периода. В рамках агрометеорологии, наряду с погодными условиями, рассматривают так же влияние уровня агротехники на урожайность. К числу агротехнических мероприятий относится такая её составляющая, как внесение удобрений под выращиваемую культуру. В настоящее время важным вопросом является экономическая целесообразность таких агротехнических мероприятий. Ядром экономических расчетов как текущих, так и прогнозируемых является расчет внесения доз удобрений под сельскохозяйственную культуру. Такой расчет предполагает в себе определение изменения уровня будущего урожая сельскохозяйственной культуры в зависимости от внесения доз удобрений. В настоящее время существуют различные подходы в рамках решения такой задачи [1; 2; 3; 4]. Типичным уравнением расчета внесения доз удобрений является соотношение [3]:

$$Y = a_0 + a_1 N^{0.5} + a_2 N + a_3 P^{0.5} + a_4 P + a_5 K^{0.5} + a_6 K + a_7 (NP)^{0.5} + a_8 (NK)^{0.5} + a_9 (PK)^{0.5} \quad (1)$$

где Y — урожайность, ц/га; a_0 — свободный член, характеризующий урожайность без удобрений; a_1, a_2 и т.д. — коэффициенты, предназначенные для описания направленности, силы действия удобрений и их взаимодействия; N, P, K — доза удобрений, соответственно азота, фосфора, калия.

Такая статистическая зависимость определена для своей зоны выращивания культуры и не учитывает погодные, агрометеорологические условия вегетационного периода. Кроме того, уравнение (1) физиологически не обосновано. Мы предлагаем здесь новое уравнение расчета влияния внесения доз минеральных удобрений под сельскохозяйственную культуру, которое можно использовать как отдельно, так и в рамках динамических моделей продукционного процесса растений, которые рассчитаны на учет влияния погодных условий при прогнозировании урожайности [5].

Материалы исследования. В работе [6] получено существенно нелинейное, физиологически обоснованное уравнение расчета влияния внесения доз минеральных удобрений под сельскохозяйственную культуру:

$$Y_{NPK} = \frac{4C_{k \max}}{S_k^0 \cdot k_k^p} \left[-\frac{1}{3}(k_k^u)^2 \cdot X_k^3 + \left(\frac{1}{2}k_k^u \cdot k_k^p \cdot S_k^0 - k_k^u \cdot k_k^p \cdot S_k \right) \cdot X_k^2 + \right. \\ \left. + \left(k_k^p \cdot k_k^p \cdot S_k^0 \cdot S_k - (k_k^p \cdot S_k)^2 \right) \cdot X_k \right] + \frac{k_k^p \cdot S_k}{k_k} \quad (2)$$

где Y_{NPK} — полная урожайность сельскохозяйственной культуры, кг_{урожая}·га⁻¹; $C_{k \max}$ — максимальная отзывчивость культуры на внесение того либо иного (k -го) вида удобрения, кг_{урожая}·га⁻¹·кг⁻¹_{действ.в-ва}; X_k — величина вносимой дозы удобрения данного вида, кг_{действ.в-ва}·га⁻¹; S_k^0 — оптимальная величина содержания k -го питательного вещества в корнеобитаемом слое почвы, кг_{действ.в-ва}·га⁻¹; S_k — величина содержания k -го питательного вещества в корнеобитаемом слое почвы перед внесением удобрения, кг_{действ.в-ва}·га⁻¹; k_k^p — коэффициент использования k -го питательного вещества в почве, отн. ед.; k_k^u — коэффициент использования k -го питательного вещества из удобрения, отн. ед.; k_k — содержание k -го питательного вещества в единице массы урожая (в единице общей сухой биомассы), отн. ед.; k — нижний индекс во всех константах и переменных уравнения, показывает выбор того либо иного вида действующего вещества удобрения: N — азота, P — фосфора, K — калия.

Полная урожайность сельскохозяйственной культуры состоит из двух частей:

$$Y_{NPK} = Y_0 + \Delta Y_{NPK} \quad , \quad (3)$$

где Y_0 — урожайность без удобрений; ΔY_{NPK} — прибавка урожайности за счет внесения удобрений; Y_{NPK} — полная урожайность.

Максимальная отзывчивость культуры на внесение того либо иного вида удобрения C_{kmax} показывает максимальную скорость прибавки урожайности за счет внесения удобрения. Эта константа характеризует максимальное увеличение урожайности общей сухой биомассы культуры на единицу действующего вещества удобрения и существенно зависит от того либо иного вида, либо сорта культуры. То есть эта константа характеризует биологические особенности культуры для того либо иного вида удобрения.

Уравнение (2) можно использовать в задаче программирования урожайности при внесении удобрений под сельскохозяйственную культуру.

Для учета погодных, агрометеорологических условий вегетационного периода мы используем следующую схему. Уравнение (2) рассчитывает урожайность культуры Y_{NPK} в единицах $кг\cdot га^{-1}$. Для перехода к единицам урожайности $ц\cdot га^{-1}$ либо $т\cdot га^{-1}$ необходимо полученный результат умножить на переходной коэффициент: 0,01 либо 0,001. Полученную зависимость урожайности культуры Y_{NPK} от вносимой дозы удобрения X_k мы не можем непосредственно включить в динамическую модель продукционного процесса растений, так как она рассчитана в абсолютных единицах измерения: $ц\cdot га^{-1}$. Нам необходима относительная величина изменения урожайности в зависимости от вносимой дозы удобрений. Для этого функция (2) нормируется по отношению к своему максимуму. Интересующий нас максимум функции (2) будет наблюдаться тогда, когда её производная будет равна нулю. Тогда значение вносимой дозы удобрения X_k в точке максимума X_{kmax} будет равно:

$$X_{kmax} = \frac{k_k^p}{k_k^u} (S_k^0 - S_k) \quad (4)$$

Таким образом, по уравнению (4) мы можем рассчитать максимальную дозу удобрений, при которой может быть получен наивысший урожай Y_{NPKmax} . Качество урожая здесь не рассматривается. Подставляя найденное X_{kmax} в уравнение (2) мы получаем Y_{NPKmax} :

$$Y_{NPKmax} = f(X_{kmax}) \quad (5)$$

Окончательно функция влияния условий питания растений на общую урожайность (урожайность общей биомассы) может быть рассчитана как отношение текущей урожайности Y_{NPK} к максимальной урожайности Y_{NPKmax} по формуле:

$$\alpha_k = \frac{Y_{NPK}}{Y_{NPK \max}} \quad (6)$$

где выбор индекса k означает расчет функции влияния α_k для каждого действующего вещества удобрения: N, P либо K.

Таким образом, мы получили безразмерные функции, описывающие влияние внесения азота, фосфора и калия на урожайность общей биомассы культуры.

Рассмотрим теперь влияние этих функций на процессы фотосинтеза и дыхания. Общая биомасса посева складывается из приростов биомассы за каждый шаг роста. Шаг может быть как конечным (например, одни сутки) так и бесконечно малым. Поэтому уравнение накопления общей биомассы имеет вид:

$$M = \int_{t_n}^{t_k} dM \quad , \quad (7)$$

где M — общая биомасса посева растений; t_n — момент начала роста; t_k — момент завершения роста.

В то же время дифференциальная форма этого уравнения, согласно исследованиям Давидсона и Филиппа имеет вид:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \quad , \quad (8)$$

где $\frac{d\Phi}{dt}$ — скорость процесса фотосинтеза растений; $\frac{dR}{dt}$ — скорость процесса дыхания растений.

Согласно основополагающему принципу Либиха говорящему о том, что факторы среды являются взаимозаменяемыми и фактор, находящийся в минимуме определяет урожайность культуры, мы можем записать:

$$Y_{NPK} = M_{NPK} = M_0 \cdot \alpha_N \cdot \alpha_P \cdot \alpha_K \quad , \quad (9)$$

где M_0 — урожайность общей сухой биомассы культуры без удобрений. Согласно свойствам интегралов, функции влияния внесения минеральных удобрений α_k мы можем внести под знак интеграла. Поэтому окончательно мы получаем влияние функций α_k на процессы фотосинтеза и дыхания в виде:

$$\frac{dM_{NPK}}{dt} = \left(\frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \right) \cdot \alpha_N \cdot \alpha_P \cdot \alpha_K \quad (10)$$

Следует отметить, что полученные функции влияния внесения минеральных удобрений на величину урожайности культуры явля-

ются стационарными функциями, поскольку рассматривается содержание питательных веществ в почве до внесения удобрений и сам факт внесения удобрений. Динамический процесс движения удобрений в почве к корням растений, динамика содержания данного питательного вещества в почве в процессе вегетации культуры не рассматривается. Получена лишь общая характеристика влияния уровня минерального питания на интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания. В целом, уравнение (10) является ключевым балансовым уравнением в динамических моделях продукционного процесса растений, которые учитывают влияние погодных, агрометеорологических условий на урожайность исследуемой культуры.

Практические результаты. Для проведения предложенного расчета учета уровня минерального питания растений необходимо иметь начальные данные по следующим показателям:

- 1) содержание данного элемента питательного вещества в почве перед внесением удобрений S_k ($k=N,P,K$), $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$;
- 2) оптимальная величина содержания данного элемента питательного вещества в почве для данной культуры S_k^0 ($k=N,P,K$), $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$;
- 3) коэффициент использования данного питательного вещества из удобрений k_k^u ($k=N,P,K$), отн. ед.;
- 4) коэффициент использования данного питательного вещества из почвы k_k^p ($k=N,P,K$), отн. ед.;
- 5) коэффициент содержания данного питательного вещества в общей биомассе растений k_k ($k=N,P,K$), отн. ед.;
- 6) максимальная отзывчивость данной культуры на внесение минеральных удобрений $C_{k \max}$ ($k=N,P,K$), $\text{кг}_{\text{урожая}} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{кг}_{\text{действ.в.ва}}^{-1}$.

Такие данные были получены для озимой пшеницы для условий Одесской области, ст. Буялык, при этом, рассматривался пахотный слой почвы (табл. 1).

Опираясь на данные, представленные в (табл. 1), был проведен численный расчет урожайности общей сухой биомассы озимой пшеницы по уравнению (2) (рис. 1; 2). При этом, задавалась различная величина вносимой дозы удобрения (азота) X_N в диапазоне от 0 до 250 $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$ и различное оптимальное значение содержания азота в пахотном слое почвы S_N^0 в диапазоне от 200 до 300 $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$. Полученные численные значения урожайности общей сухой биомассы озимой пшеницы представлены на (рис. 1). Как видно из (рис. 1), начальная урожайность общей сухой биомас-

сы озимой пшеницы без внесения удобрения составляет 27 ц·га⁻¹. Внесение азота увеличивает урожайность до определенного предела. При этом видно, что максимум урожайности при повышении оптимальных значений содержания азота в почве постепенно сдвигается в сторону увеличения.

Таблица 1.

Начальные значения показателей уровня минерального питания озимой пшеницы для условий Одесской области, ст. Буялык

Показатель	Элемент питательного вещества		
	Азот, k=N	Фосфор, k=P	Калий, k=K
S_k , кг _{действ. в-ва} ·га ⁻¹	110	140	450
S_k^0 , кг _{действ. в-ва} ·га ⁻¹	290	450	950
k_k^u , отн. ед.	0,70	0,20	0,70
k_k^p , отн. ед.	0,70	0,15	0,23
k_k , отн. ед.	0,03	0,01	0,04
C_{kmax} , кг _{урожая} ·кг ⁻¹ _{действ. в-ва}	0,25	0,26	0,19

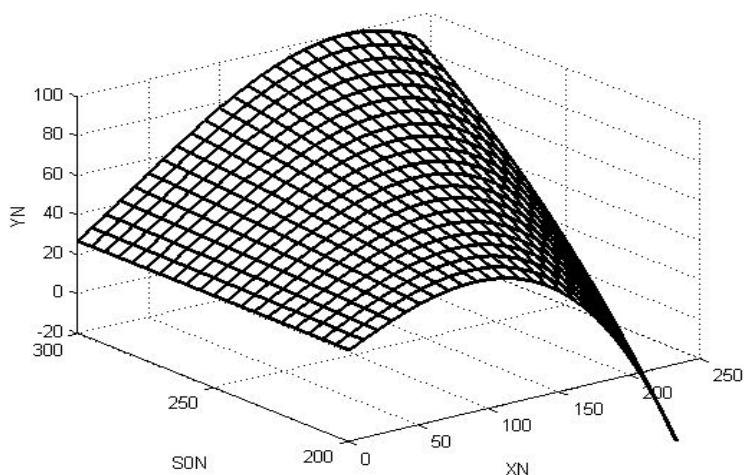


Рис. 1. Результаты численного эксперимента по определению урожайности общей сухой биомассы озимой пшеницы в зависимости от различных доз азота и различных оптимальных значений содержания азота в почве
 Y_N — урожайность общей сухой биомассы, ц·га⁻¹; X_N — величина вносимой дозы азота, кг_{действ. в-ва}·га⁻¹; S_{ON} — различные значения оптимального содержания азота в пахотном слое почвы, кг_{действ. в-ва}·га⁻¹.

Такой же численный эксперимент был проведен с действующим элементом фосфор (рис. 2). Однако исследовалось различное сочетание вносимой дозы удобрения X_P (в диапазоне от 0 до 400 $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$) и различная биологическая отзывчивость озимой пшеницы на факт внесения удобрения $C_{P_{\text{max}}}$. Как видно из (рис. 2), чем выше биологическая отзывчивость культуры, тем выше урожайность общей сухой биомассы. При этом видно, что существует свой оптимум вносимой дозы удобрения. Доза удобрения выше оптимума заметно снижает урожайность общей биомассы.

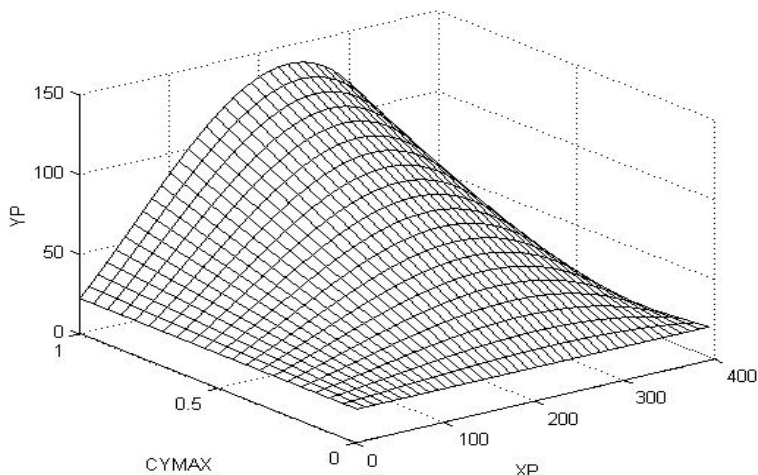


Рис. 2. Влияние различных доз фосфора и различной биологической отзывчивости на урожайность общей сухой биомассы озимой пшеницы

X_P — различные дозы фосфора, $\text{кг}_{\text{действ.в.ва}} \cdot \text{га}^{-1}$; $C_{U_{\text{MAX}}}$ — различная биологическая отзывчивость озимой пшеницы на внесение фосфора, $\text{кг}_{\text{урожая}} \cdot \text{кг}^{-1}_{\text{действ.в.ва}}$; Y_P — урожайность общей сухой биомассы озимой пшеницы, $\text{ц} \cdot \text{га}^{-1}$.

Выводы

1. Получено расчетное, физиологически обоснованное уравнение влияния внесения доз минеральных удобрений на урожайность общей сухой биомассы сельскохозяйственных культур.
2. Решена задача программирования урожайности озимой пшеницы в зависимости от внесения доз минеральных удобрений.
3. Функции влияния внесения доз минеральных удобрений легко включаются в динамическую модель продукционного процесса

растений, которая предназначена для оценки и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от погодных, агрометеорологических условий.

Литература

1. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / Под ред. И. С. Шатилова, М. К. Каюмова. — М.: Колос, 1975. — 310 с.
2. Шатилов И. С., Чудновский А. Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 320 с.
3. Иванова Т. И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. — М.: Агропромиздат, 1989. — 235 с.
4. Справочник по определению норм удобрений под планируемый урожай. — К.: Урожай, 1989. — 512 с.
5. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 319 с.
6. Наумов М. М. Учет минерального питания растений в динамических моделях продукционного процесса // Вісник ОДЕКУ. — 2006. — Вип. 3. — С. 114-123.

О. О. Дронова

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЧИСТОТИ ВРОЖАЮ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Ґрунт постійно зазнає негативного антропогенного впливу. Антропогенний вплив на ґрунти спричиняє їх деградацію, призводить до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. У багатогранному процесі розвитку ринкової економіки важливе місце повинні займати задачі покращення використання ґрунтів, знаходження шляхів оптимального управління системою «суспільство-природа». В рішенні цих задач важлива роль належить методу моделювання [1; 6]. Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів дозволяє вивчити вплив природних факторів і людини на самий родючий шар літосфери — ґрунтовий покрив.

Ґрунт — це дуже специфічний компонент біосфери, оскільки він не тільки акумулює компоненти забруднень, але і виступає як природний буфер, контролюючий перенесення хімічних елементів і

поєднує атмосферу, гідросферу і живу речовину. Мікроелементи, що поступають з різних джерел, потрапляють зрештою на поверхню ґрунту, і їх подальша доля залежить від її хімічних і фізичних властивостей. Тривалість перебування забруднюючих компонентів в ґрунтах значно більша, ніж в інших частинах біосфери, і забруднення ґрунтів, особливо важкими металами, мабуть, практично вічні. Метали, що накопичуються в ґрунтах, поволі віддаляються при вилуговуванні, споживанні рослинами, ерозії і дефляції. Забруднені важкими металами ґрунти здатні давати нормальні з вигляду злаки, які можуть бути небезпечні для людей і тварин.

Відмінності ґрунтів, видів рослин і умов росту призводять до того, що забруднення ґрунтів по-різному може впливати на стан мікроелементів в рослинах. Забруднення окультурених ґрунтів стало зараз майже звичайним явищем. Воно має дуже стійкий характер [1; 3; 5].

Рослини є головною ланкою, через яку мікроелементи переходять з ґрунтів, а частково з води і повітря до людини і тварин. В умовах півдня Одеської області головним джерелом надходження важких металів у ґрунт є зрошення мінералізованими водами та внесення мінеральних добрив.

Модель формування продуктивності, якості та екологічної чистоти врожаю сільськогосподарських культур в умовах зрошення описує складні і різноманітні процеси гідрометеорологічного режиму, що формується в системі «ґрунт-рослина-атмосфера», вплив цього режиму на найважливіші процеси життєдіяльності рослин і їх взаємозв'язок (фотосинтез, дихання, поглинання елементів мінерального живлення, ріст і розвиток рослин), та поглинання і накопичення рослиною важких металів. Основним призначенням моделі є багатоцільова оцінка та прогноз зміни рівня врожайності при різноманітній якості зрошувальних вод, зміни кількості, якості та екологічної чистоти врожаю при можливих змінах фізико-хімічних властивостей ґрунту та збільшення вмісту важких металів в ґрунті. Модель має прикладний характер й реалізується на основі реально існуючої стандартної гідрометеорологічної інформації. Вона містить десять блоків. Часовий крок моделі-декада [2; 5].

Одним з центральних блоків моделі є блок накопичення рослинами важких металів. Джерелом забруднення ґрунтів можуть бути хімічні меліоранти, а також зрошувальні води.

Накопичення важких металів рослиною розглядається залежно від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті.

Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

$$\frac{\Delta A_q^{ногл j}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{ногл} \bar{A}_q^{сп} m_r^j}{a_r}, \quad q \in Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{ногл j}}{\Delta t}$ — швидкість поглинання рухливих форм q -го виду важких металів корінням рослин; $\alpha_q^{ногл}$ — поглинальна властивість коріння; $\bar{A}_q^{сп}$ — концентрація рухливих форм q -го металу в ґрунті; a_r — радіус кореня; q — вид важкого металу.

Концентрація важких металів в сухій біомасі рослини знаходиться як відношення:

$$\bar{A}_q^{пос j} = \frac{A_q^{пос} \cdot 10^3}{M^j}, \quad (2)$$

де $\bar{A}_q^{пос j}$ — концентрація важких металів у рослині; M^j — суха біомаса посіву.

Оцінка продуктивності та екологічної чистоти врожаю озимої пшениці була проведена для умов Саратського району Одеської області. Моделювалися сценарії середньо багаторічних умов, умови посухи та умови вологого року [4]. Розглядалося забруднення ґрунту та накопичення у рослинах кадмію, ртуті та свинцю. Порівняльна характеристика забруднення рослин важкими металами при різних нормах зрошення наведена у табл. 1.

На накопичення біомаси зерна вміст важких металів у наших розрахунках майже не впливав. Найбільший вплив чинили агрометеорологічні умови року. На рис. 1 наведена діаграма накопичення біомаси зерна при максимальній з розглянутих концентрації важких металів у ґрунті та різних агрометеорологічних умовах.

Забруднення ґрунту кадмієм розглядається як найбільш велика небезпека для здоров'я людини. Кадмій дуже швидко поглинається рослинами. Найбільш важливими джерелами постачання кадмію у ґрунт є зрошувальні води та фосфатні добрива.

Згідно з проведеними розрахунками забруднення рослин озимої пшениці кадмієм починається з сьомої декади вегетації. Воно зменшується залежно від норми. При нормі зрошення 1000 м³/га та початковій концентрації кадмію у ґрунті 1,3 мг/кг концентрація складає 0,56 мг/кг, а при нормі 3000 м³/га вона зменшується, але не суттєво — до 0,54 мг/кг. Зменшення концентрації кадмію у

рослинах спостерігається у посушливі роки. Так, при нормі зрошення 300 м³/га вона складає 0,44 мг/кг.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика накопичення кінцевої біомаси зерна та концентрації важких металів в озимій пшениці

	Саратський район								
	Мінералізація 1,5 г/л Na-Ca потенціал 0,4								
	Концентрація Cd, мг/кг			Концентрація Pb, мг/кг			Концентрація Hg, мг/кг		
	0,8	0,3	1,3	16,1	4,2	28	0,2	0,06	0,34
Середні багаторічні умови									
Зрошувальна норма 1000 м ³ /га									
Біомаса зерна, г/м ²	274	274	274	271	273	268	274	274	274
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,34	0,13	0,56	6,90	1,80	12,0	0,10	0,02	0,14
Зрошувальна норма 3000 м ³ /га									
Біомаса зерна, г/м ²	529	530	529	524	528	519	530	530	530
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,32	0,12	0,52	6,400	1,7	11,20	0,10	0,02	0,14
Умови посухи									
Зрошувальна норма 1000 м ³ /га									
Біомаса зерна г/м ²	180	180	180	179	180	178	180	180	180
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,33	0,12	0,54	6,70	1,70	11,60	0,10	0,02	0,14
Зрошувальна норма 3000 м ³ /га									
Біомаса зерна г/м ²	238	238	238	236	237	234	238	238	238
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,27	0,10	0,44	5,50	1,40	9,60	0,10	0,02	0,12
Зволожені умови									
Зрошувальна норма 1000 м ³ /га									
Біомаса зерна, г/м ²	274	274	274	271	273	268	274	274	274
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,34	0,13	0,56	6,90	1,80	12,00	0,10	0,02	0,14

Зрошувальна норма 3000 м ³ /га									
Біомаса зерна, г/м ²	454	454	454	449	453	445	454	454	454
Концентрація в.м. в рослині, мг/кг	0,27	0,10	0,48	5,50	1,40	9,60	0,10	0,02	0,12

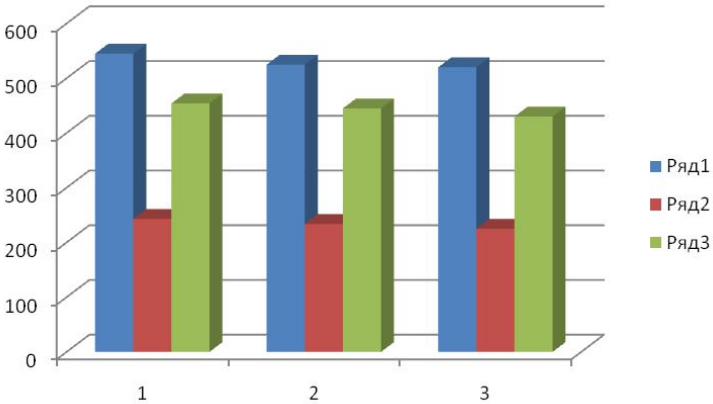


Рис. 1. Накопичення біомаси зерна озимої пшениці: ряд 1 — умови зволоження; ряд 2 — умови посухи; ряд 3 — середньо багаторічні умови

Доля антропогенних домішок свинцю у ґрунті в останній час привертає дуже велику увагу. При максимальному вмісті свинцю у ґрунті — 28 мг/кг його концентрація у рослині насамперед залежить від умов зрошення. При збільшенні норм зрошення концентрація металу у рослині зменшується (табл. 1), а агрометеорологічні умови року на концентрацію, згідно з нашими розрахунками, майже не впливають.

Пересування ртуті у забруднених ґрунтах є дуже цікавим оскільки біологічна доступність цього елемента чинить велику небезпеку здоров'ю людини. Встановлено, що внесені у ґрунт неорганічні сполуки ртуті дуже добре адсорбуються гумусом та частково глинистими мінералами. Концентрація ртуті у рослинах озимої пшениці також зменшається із збільшенням норми зрошення, але незначне. Агрометеорологічні умови року також майже не впливають на вміст ртуті у рослинах.

Література

1. Агроекологія / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. — М.: Колос, 2000. — 536 с.

2. Жигайло О. Л. Моделювання антропогенного забруднення ґрунтово-рослинного покриву та методи його контролю: Конспект лекцій. — Дніпропетровськ: Економіка, 2005. — 107 с.
3. Кабате-Пендіас, Пендіас Х. Мікроелементи в ґрунтах і рослинах. — М.: Мир, 1989. — 379 с.
4. Краткий агроклиматический справочник Украины. — Л.: Гидрометиздат, 1976. — 256 с.
5. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 320 с.
6. Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах / Материалы науч.-практ. конф. — М., 1994. — 292 с.

УДК 635.3:551.5

Е. Л. Жигайло

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Постановка проблемы. Необходимость обеспечения сельского хозяйства всесторонней количественной информацией о влиянии складывающихся и ожидаемых погодных условий на формирование продуктивности и качества посевов способствовала развитию работ по моделированию воздействия факторов внешней среды на основные процессы жизнедеятельности растений и в конечном итоге — на урожайность [3; 4].

На основе теории энерго- и массообмена в растительном покрове и количественной теории фотосинтеза создана математическая модель продуктивности капусты белокочанной [1], которая описывает формирование гидрометеорологического режима в системе почва-растение-атмосфера и его влияние на количество, качество и экологическую чистоту данной культуры.

Реализация модели продуктивности и качества капусты белокочанной позволяет решать широкий круг задач, а именно:

- планирование урожайности культуры в зависимости от технологии выращивания и погодных условий конкретного региона;
- формирование химического состава хозяйственно ценной части урожая;
- продуктивность растений в условиях орошения;
- прогнозирование экологической чистоты получаемой продукции.

Основной целью исследований является комплексная оценка влияния агрометеорологических условий на формирование продук-

тивности и качества капусты белокочанной на орошаемых землях Одесской области. Для успешного достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- оценка влияния агрометеорологических условий на продуктивность капусты;
- оценка влияния агрометеорологических условий на качество кочанов капусты (содержания аскорбиновой кислоты).

Материалы и методы исследования. Для решения задачи моделирования продуктивности и качества растений капусты белокочанной используется декадная, эпизодическая и разовая агрометеорологическая информация по Одесской области, а также модель формирования продуктивности и качества капусты белокочанной.

Структура модели определяется биологическими представлениями о росте и развитии капусты белокочанной; закономерностями формирования климатического режима и почвообразующих процессов и их влияние на продуктивность и качество урожая.

Модель имеет блочную структуру (рис. 1). В блоке входной информации предполагается использование метеорологической (средней декадной и максимальной температуры воздуха, суммы осадков, дефицита влажности воздуха, числа часов солнечного сияния); агрометеорологической (дата высадки рассады в грунт, запасы влаги в почве в слое 0-100 см, норма и время вегетационного полива, наименьшая полевая влагемкость почвы, продолжительность вегетационного периода); задаются начальные характеристики растительного покрова; начальные и граничные условия для решения системы уравнений.

Основные концептуальные положения следующие: рост и развитие растений определяется генотипом и факторами внешней среды; моделируется рост растений (накопление сухой биомассы) путем распределения продуктов фотосинтеза и поглощенных элементов минерального питания с учетом потребностей для роста отдельных органов (корней, листьев, стеблей и продуктивных органов); моделируется радиационный, тепловой и водный режимы системы «почва-растение-атмосфера»; моделируется минеральное питание; моделируется засоление и осолонцевание почв; моделируется корневое усвоение тяжелых металлов растениями и их распределение между отдельными органами растений; моделируется формирование качества хозяйственно-полезной части растений. Математическое описание модели представлено в работе [1].

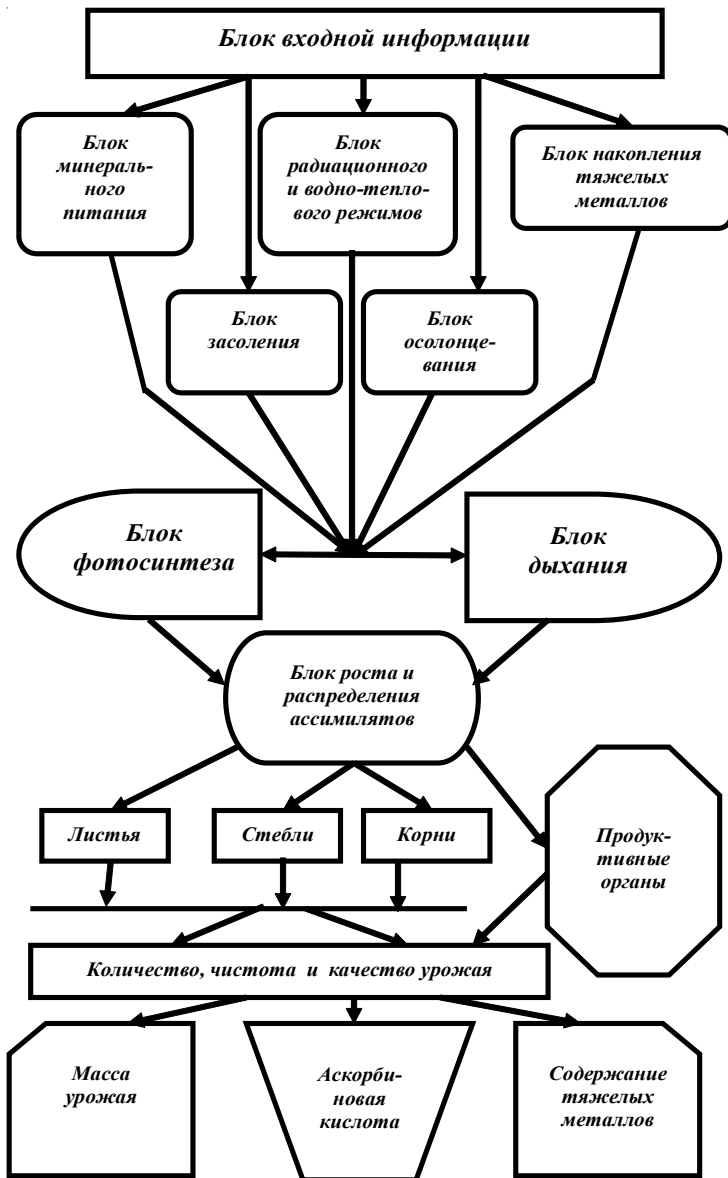


Рис. 1. Блок-схема модели формирования продуктивности и качества капусты белокочанной (*Brassica oleraceae*)

Анализ результатов исследований. Влияние факторов внешней среды на продуктивность капусты. На продуктивность капусты большое влияние оказывают такие факторы, как освещенность, температура и влагообеспеченность.

Изменение интенсивности фотосинтеза капусты белокочанной в зависимости от температуры воздуха для разных условий освещенности приведены на рис. 2а. Интенсивность фотосинтеза капусты на фоне высокой плотности светового потока больше, чем при условиях низкой освещенности, наибольших своих значений интенсивность фотосинтеза достигает в диапазоне температур 18-20 °С. В сторону высоких температур 25-30 °С, интенсивность фотосинтеза капусты снижается даже при достаточной освещенности.

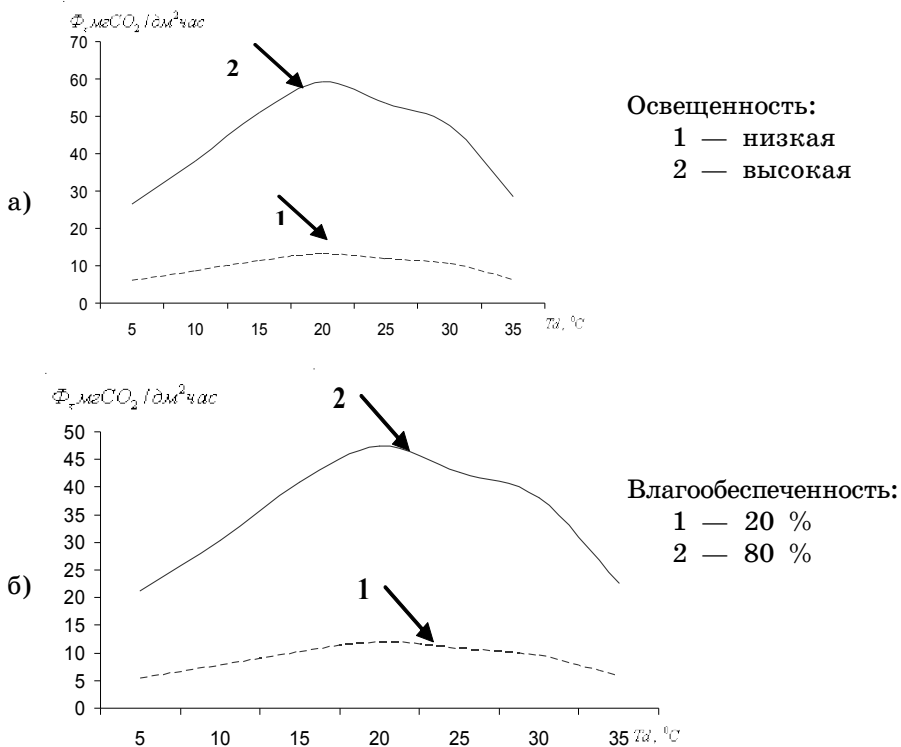


Рис. 2. Влияние средней дневной температуры воздуха на интенсивность фотосинтеза капусты белокочанной при различных условиях

Представляет интерес, как изменяется интенсивность фотосинтеза в различных диапазонах температур при различной влагообеспеченности. Численный эксперимент (рис. 26) показал, что даже при оптимальной влагообеспеченности почвы в диапазоне температур 25-30 °С интенсивность фотосинтеза резко снижается. При недостаточной влагообеспеченности интенсивность фотосинтеза очень мала даже в диапазоне 18-20 °С.

Капуста белокочанная отзывчива как на влажность почвы, так и воздуха. Так как на юге капусту возделывают в основном на орошении, то представляет интерес влияния влажности воздуха на продуктивность капусты.

В численных экспериментах (табл. 1) проводились исследования *влияния дефицита влажности воздуха на продуктивность капусты*, при оптимальной оросительной норме 3600 м³/га. Были исследованы пять сценариев погоды. Исследования показали, что 2-й и 3-й сценарии погоды (большие дефициты влажности воздуха) продуктивность кочанов снижается в сравнении с контролем. Наибольшее снижение продуктивности (50 %) наблюдается в третьем варианте. В 4-м и 5-м сценариях продуктивность растений наоборот возрастает и в пятом варианте она наибольшая. Во второй половине вегетации у капусты формируется кочан (продуктивная часть растения), поэтому чувствительность к изменению влажности воздуха наибольшая.

Влияние норм и сроков полива на урожай капусты. На урожайность капусты белокочанной возделываемой на орошении значительное влияние оказывает режим орошения. При одной и той же оросительной норме, но различном режиме орошения продуктивность капусты довольно разнится. В численных экспериментах были рассмотрены пять вариантов поливов с различными их нормами. В первом варианте (табл. 2) предусматривалось 9 поливов. Первые два полива давались в период высадки рассады нормой 250 м³/га, в последующую декаду полив нормой 400 м³/га и в остальные — 450 м³/га. Урожай кочанов при таком режиме орошения составил 40 т/га. Сокращение поливов и увеличение поливной нормы, при неизменной оросительной норме приводит к снижению, причем в пятом варианте потери урожая составляют 35 % в сравнении с контрольным вариантом.

Влияние агрометеорологических условий на качество кочанов капусты. С помощью модели проводилась оценка влияния условий

освещенности и водно-теплого режима на содержание аскорбиновой кислоты в кочанах капусты белокочанной.

Путем численного эксперимента исследовалось влияние условий освещенности на скорость накопления аскорбиновой кислоты в кочанах капусты при различном температурном режиме:

- средняя дневная температура 15-18 °С;
- средняя дневная температура 20-22 °С;
- средняя дневная температура 23-25 °С.

Освещенность рассматривалась в диапазоне от 313 до 421 кДж/м².

Расчеты показали, что при интенсивности ФАР 420 кДж/м² (табл. 3) и при пониженном температурном режиме (15-18 °С) содержание аскорбиновой кислоты достигает 32-33 мг/100г сырой массы. При повышенных температурах (23-25 °С) содержание аскорбиновой кислоты снижается до 14 мг/100г сырой массы. При пониженном уровне освещенности (310-340 кДж/м²) даже на фоне пониженного температурного режима содержание аскорбиновой кислоты снижается на 25-30 %.

Проводились исследования влияния условий увлажнения на процесс накопления аскорбиновой кислоты при различном термическом режиме (табл. 4). Из таблицы видно, что в «жаркий» 2001 год содержание аскорбиновой кислоты в два раза ниже, чем в год-аналог среднему многолетнему. В «холодный» 1997 год содержание витамина С возрастает. Также значительное влияние на качество кочанов капусты оказывают условия орошения. С увеличением оросительной нормы от 400 до 4000 м³/га содержание аскорбиновой кислоты достигает 32-33 мг/100г сырой массы. При повышенном температурном режиме (23-25 °С) содержание аскорбиновой кислоты в варианте по средним многолетним данным (вариант 1) изменяется от 7,6 до 26,2 мг/100г сырой массы. Во втором варианте («жаркий» 2001 год), когда оросительная норма была 400 и 800 м³/га, кочан не завивается. При максимальной оросительной норме (4000 м³/га) содержание аскорбиновой кислоты составляет лишь 12,6 мг/100г сырой массы. В «холодный» 1997 год содержание аскорбиновой кислоты достигает значений 29,6-37,3 мг/100г сырой массы.

Полученные данные можно использовать при планировании и прогнозировании урожайности капусты белокочанной в условиях орошения.

Таблица 1.

**Зависимость продуктивности капусты белокочанной от дефицита влажности воздуха.
Сорт Дымерская-7. Одесская область**

Вариант	Оросительная норма, м ³ /га	Дефицит влажности воздуха (по декадам), мм							Продуктивность кочанов, г/м ²
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	
*1(контроль)	3600	5,0	5,9	6,8	7,7	8,7	9,6	10,7	320,32
2	3600	8,0	8,9	9,8	7,7	8,7	9,6	10,7	243,84
3	3600	5,0	5,9	6,8	10,7	11,7	12,6	13,7	154,16
4	3600	2,0	2,9	3,8	7,7	8,7	9,6	10,7	327,26
5	3600	5,0	5,9	6,8	4,7	5,7	6,6	7,7	425,62

*1 — дефицит влажности воздуха в течение всей вегетации остается в пределах нормы; 2 — пониженная влажность воздуха в I половине вегетации; 3 — то же во II половине вегетации; 4 — повышенная влажность воздуха в I половине вегетации; 5 — то же во II половине вегетации.

Таблица 2.

**Влияние норм и количества поливов на урожай кочанов капусты. Сорт Дымерская-7.
Одесская область**

Вариант	Количество поливов	Сроки проведения поливов									Урожай кочанов, т/га
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	
Поливная норма, м ³ /га											
1(контроль)	9	250	250	400	450	450	450	450	450	450	40,0
2	8	300	350	450	500	500	500	500	500	-	37,9
3	7	450	-	500	500	500	-	500	500	500	36,2
4	6	400	400	700	-	700	-	700	-	700	31,1
5	5	450	-	800	-	800	-	800	-	750	25,8

Таблица 3.

Зависимость содержания аскорбиновой кислоты в кочанах капусты от ФАР (кДж/м²) и температуры воздуха (°С). Одесская область

Вариант	Фото синтетически активная радиация, КДж/м ²	Средняя дневная температура воздуха, °С		
		15-18	20-22	23-25
Аскорбиновая кислота, мг/100г сырой массы				
1	313	22,3	17,6	10,3
2	338	24,8	19,5	11,4
3	364	27,4	21,5	12,5
4	393	30,4	23,8	13,7
5	407	31,7	24,8	14,3
6	416	32,7	25,5	14,7
7	421	32,8	25,6	14,7

* ФАР — фотосинтетическая активная радиация.

Таблица 4.

Зависимость содержания аскорбиновой кислоты в кочанах капусты белокочанной от условий увлажнения и термического режима. Одесская область

Вариант	Год	Оросительная норма, м ³ /га									
		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
Аскорбиновая кислота, мг/100г сырой массы.											
1	Год-аналог среднему многолетнему	7,6	10,5	14,7	18,9	20,3	22,0	23,2	24,5	25,4	26,2
2	«Жаркий» 2001 г.	-	-	3,7	5,1	7,5	9,4	10,6	11,3	11,9	12,6
3	«Холодный» 1997 г	29,6	30,7	31,5	32,5	33,2	33,9	35,0	35,9	36,5	37,3

Литература

1. Жигайло О. Л. Динамічна модель формування продуктивності та якості врожаю капусти білоголової в Причорномор'ї // Деп. У ДНТБ України 27.03.95, № 639 — Ук 95 і анат. В БУ «Депонированные научные работы ВИНТИ». — 1995. — № 7. — Б/о 120.
2. Свисюк И. В., Васенина Г. Г. Погода и урожай овощных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — 112 с.
3. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 318 с.
4. Полевой А. Н., Строгонова М. А. Математическое моделирование вегетативного и репродуктивного развития сельскохозяйственных культур // Труды ВНИИСХМ. — 1985. — Вып. 9. — С. 83-91.
5. Строгонова М. А. Математическое моделирование формирования качества урожая. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 151 с.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- 25.05 - **Одегова Г. Д.**, зав. сектором организации работ и кадрового обеспечения ГМЦ ЧАМ (Одесса) - 70 лет
- 26.05 - **Заболотная Л. Н.**, наблюдатель I разряда лаборатории за загрязнением окружающей среды ГМЦ ЧАМ (Одесса) - 70 лет
- 08.06 - **Аржанова М. А.**, старший техник отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса) - 70 лет
- 15.07 - **Куприй Н. В.**, начальник метеостанции (Сербка) - 55 лет
- 02.08 - **Мизевич В. Н.**, океанолог I категории отдела гидрометеорологии моря, порт Одесса - 60 лет
- 03.08 - **Вериго О. В.**, экономист I категории сектора специализированных работ ГМЦ ЧАМ (Одесса) - 60 лет

Сердечно поздравляем

всех именинников и юбиляров!

Желаем Вам счастья, здоровья, благополучия!



СОБЫТИЯ ГИДРОМЕТЦЕНТРА

май

- Закуплена автоматическая метеостанция «Тропосфера»
- Закуплен и запущен в эксплуатацию комплекс приема спутниковой информации Eumetcast

июнь

- Начальник ГМЦ ЧАМ Сытов В. Н., зам. нач. - нач. отдела метеорологических прогнозов Савилова А. И. принимали участие в работе ГЭЖ (ОГЭжУ)
- Представители Держгидромета, ГМЦ ЧАМ, УкрНИГМИ принимали участие в работе научно-практической конференции МЧС
- Начальник Госгидромета Липинский В. М. и начальник ГМЦ ЧАМ Сытов В. Н. принимали участие в работе «Круглого стола» (на базе ОГЭжУ), посвященного дню защиты окружающей среды
- Состоялся семинар инспекторов-метеорологов Укргидромета
- 09-13.06 Инженер-синоптик Белан А. принимала участие в обучающем семинаре по спутниковой метеорологии (Training Seminar on Satellite Meteorology) (Ланген, Германия). Целью семинара было ознакомление с программным обеспечением (NinJo), интерпретацией облачных систем летней конвекции, «взрывного» циклогенеза, струйных течений, фронтальных зон. Проводились практические занятия. Инициатор семинара — Европейский центр спутниковой метеорологии (EUMETSAT)

июль

- 16-17.07 Представители ГМЦ ЧАМ принимали участие в работе семинара-тренинга «Возможности оперативной океанографии и перспективы их использования в Украине» (Севастополь). В результате достигнуто соглашение о более тесном сотрудничестве ГМЦ ЧАМ (Одесса), УкрНИГМИ и МГИ НАН Украины (Севастополь) в области морских гидрологических прогнозов
- Получен и введен в опытную эксплуатацию гидрологический зонд СТД

июль-август

- Сотрудники ГМЦ ЧАМ принимали участие в работах по мониторингу за дождевым паводком на р. Днестр, в инспекционных поездках по районам затопления, а также в работе областной комиссии по ликвидации последствий паводка

август

- Окончен капитальный ремонт м/с Болград
- 18.08 Руководство ГМЦ ЧАМ принимало участие в рабочем совещании бассейнового совета по р. Днестр

ежемесячно

- Руководство ГМЦ ЧАМ принимает участие в совещаниях областной комиссии по вопросам техногенно-экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций.

НАШИ АВТОРЫ

- Алексеева А. А., Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
- Грандова М. О., научный сотрудник сектора исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Дронова О. О., канд. географ. наук, доц. каф. агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Дудинов А., ведущий гидролог отдела МРП ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Дудник Д. С., научный сотрудник сектора исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Жигайло Е. Л., канд. географ. наук ОГЭКУ (Одесса)
- Заволокина З. П., начальник отдела морских и речных прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Зинченко М. М., преподаватель, Белгород-Днестровский гос. аграрный техникум (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)
- Казаков А. Л., канд. физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник, доцент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- Ковалишина С. П., канд. биол. наук, зав. сектором исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Коморин В. М., канд. географ. наук, ст. науч. сотр. УкрНЦЭМ (Одесса)
- Мизевич А. Ф., начальник лаборатории наблюдений за загрязнением окружающей среды ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Наумов М. М., канд. географ. наук, ассистент каф. агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Песков Б. Е., Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, зав. сектором гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Ровнер О. П., младший научный сотрудник сектора исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Трегубова М. В., канд. географ. наук, доцент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- Черный С. Э., Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского

СОДЕРЖАНИЕ

Б. Е. Песков, А. А. Алексеева, С. Э. Черный

Экстремальные для авиации метеорологические условия над Донецким краем 22 августа 2006 г. 3

А. Л. Казаков, М. В. Трегубова

Оценка изменений ветрового режима в юго-западных областях Украины во второй половине XX века 14

М. В. Трегубова

Оценка возможностей восстановления характеристик приземного ветра при помощи модели пограничного слоя атмосферы над Украиной 19

М. М. Зінченко

Деякі результати радіолокаційних спостережень радіоехо в прибережній смузі північно-західного Причорномор'я 23

А. Ф. Мізевич

Довідка про стан забруднення атмосферного повітря та викиди в атмосферу забруднюючих речовин за 1 півріччя 2008 р. 31

З. П. Заволокина

Зимняя навигация в северо-западном районе Черного моря в 2007-2008 гг. 36

О. А. Дудінов

Дощовий паводок на р. Дністер липень/серпень 2008 р. 39

В. М. Коморін

Методика оцінки екологічного ризику, пов'язаного з впливом промислових та комунально-побутових джерел забруднення на морську екосистему 46

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

Современная реседиментация северо-западной части Черного моря 49

С. П. Ковалишина, М. О. Грандова, Д. С. Дудник, О. П. Ровнер	
Гідробіологічний моніторинг Одеського узбережжя	56
М. М. Наумов	
Влияние минерального питания на урожайность сельскохозяйственных культур	72
О. О. Дронова	
Оцінка продуктивності та екологічної чистоти врожаю озимої пшениці в умовах забруднення ґрунту важкими металами	79
Е. Л. Жигайло	
Моделирование продуктивности и качества капусты белокочанной в Одесской области	84
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	92
СОБЫТИЯ ГИДРОМЕТЦЕНТРА	93
НАШИ АВТОРЫ	94

ОПК «Евротойз»
Тираж 150 екземплярів
65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4.
тел/факс: (048) 714-91-71
eurotoys72@matrix.odessa.ua