

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ УКРАИНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

*Володимир Воровка<sup>1</sup>*

**Аннотация.** В статье проанализированы особенности региональных изменений климата и его последствия на примере примыкающей к побережью Азовского моря юго-восточной части Украины. Показаны изменения таких климатических показателей как температура воздуха (среднегодовая, по сезонам года и др.), сумма активных температур, количество атмосферных осадков и режим их выпадения, частота проявлений засух. Доказана сходность тенденций изменений климата в мире, в Украине и в юго-восточном ее регионе. Сделан анализ динамики повышения среднегодовой температуры воздуха, увеличения количества атмосферных осадков в зимний период и уменьшения в летний, увеличения интенсивности проявления неблагоприятных природных процессов и природных катаклизмов. С помощью розы ветров показано изменение ветроциркуляционных процессов над территорией, ее значение в повышении количества атмосферных осадков и их перераспределении по сезонам года. Спрогнозировано постепенное изменение естественного растительного покрова и почвенного плодородия. Проанализированы возможные последствия региональных изменений климата и сделан вывод о высокой скорости региональных климатических изменений, к которым человеку и его хозяйственной деятельности приспособиться будет сложно.

**Ключевые слова:** климатические изменения, сумма активных температур, ветровая циркуляция, количество осадков, изменения ветровой циркуляции, последствия изменений климата, адаптация человека к потеплению климата.

## CLIMATE CHANGE AND ITS EFFECTS FOR THE UKRAINIAN PART OF THE AZOV SEA COAST

*Volodimir Vorovka*

**Abstract.** The purpose of this paper is to study indices of the regional climate change, its impact on environment and possible future effects. The results were obtained by analysing data of long-term observations of climate indices at the Melitopol meteorological station and

---

<sup>1</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко; geofak\_mgpu@ukr.net

hydrometeorological stations of Henichesk, Botievo, Berdiansk. Among climate indices, dynamics of the average annual, maximum and minimum air temperatures, sum of active temperatures above  $+15^{\circ}\text{C}$ , precipitation amount and its patterns, changes in wind speed, and changes in wind circulation processes are analyzed. It is established that the increase in the average annual air temperature is accelerating: in the second half of the 20<sup>th</sup> century the increase constituted  $0.8^{\circ}\text{C}$ , and from the beginning of the 21<sup>st</sup> century, the growth rate is estimated as  $1.95^{\circ}\text{C}$  for 100 years. In the period from 1951 to 2014, an increasing trend of the average annual air temperature at the Melitopol meteorological station was  $1.7^{\circ}\text{C}$ , thus reaching the value of  $+11.5^{\circ}\text{C}$ . Most of the increase was observed in the period since 1990. The last two decades were the hottest in the history of climate observations. The rise of the average annual air temperature up to  $12.3\text{--}12.5^{\circ}\text{C}$  by 2050 is predicted. An analysis of long-term values of the sum of positive temperatures above  $+15^{\circ}\text{C}$  shows an increase of  $40^{\circ}\text{C}$  per year, with a rapid growth of this index in 2008-2012 – to  $80^{\circ}\text{C}$  per year. During 2005-2017, compared with the period before 2005, the minimum and maximum air temperatures at the Melitopol meteorological station increased: the minimum temperature ranged from  $-33^{\circ}\text{C}$  to  $-26.3^{\circ}\text{C}$  (23.01.2006), and the maximum was from  $+40^{\circ}\text{C}$  to  $+41^{\circ}\text{C}$  (07.08.2010). A gradual increase in the amount of precipitation occurs against rising extremes of their patterns between years. According to the trend line, the increase in the amount of precipitation to  $550\text{--}560\text{ mm}$  is predicted by 2050, thus being  $100\text{ mm}$  higher than the long-term climate norm for Melitopol ( $460\text{ mm}$ ). Redistribution of the precipitation amount towards the cold season is associated with changes in wind circulation processes over the territory with a gradual increase in the western component of the flow. The warm season is becoming hotter and drier. Tendencies to a significant decrease in wind speed are revealed. Compiled wind roses indicate further rearrangement of atmospheric circulation over south-eastern Ukraine towards the western component. An analysis of possible effects of climate change and their high intensity on the soil and vegetation cover, landscapes and agrarian sphere of human activity is given.

**Keywords:** climate change, sum of active temperatures, wind circulation, precipitation amount, changes in wind circulation, effects of climate change, human adaptation to climate warming.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее острых проблем современности является потепление климата. Об этом говорят многие ученые и практики, подтверждая свои мысли данными исследований и наблюдений. Анализ множества научных публикаций на эту тему показал, что мнения ученых разделились. Одни утверждают, что это устойчивый во времени и пространстве процесс, который и в далекой перспективе будет сохраняться. Другие доказывают кратковременность процесса потепления, объясняя его флуктуацией климата. Однако в обоих случаях подтверждается процесс роста среднегодовой температуры воздуха с соответствующими ему изменениями в окружающей среде.

Выдвигается много гипотез причин мирового потепления климата – от изменений солнечной активности и самопроизвольного изменения температуры до особых океанических влияний на сушу и неизвестных человеку взаимодействиях между Солнцем и планетами Солнечной системы. Самая популярная из гипотез – существенно возросшее влияние человека на атмосферу путем выбросов так называемых парниковых газов. Эта гипотеза положена в основу большинства научных исследований и подтверждается многими реальными

фактами. С ростом человечества его потребностей, особенно со второй половины XX века, рост среднегодовой температуры происходит все быстрее. Так, например, за последние 100 лет среднегодовая температура приземного воздуха увеличилась на 0,8-1,05°C, из которых на 0,3-0,4 °C – только за последние 15 лет. Такие повышения в геологическом прошлом происходили на планете и раньше, но гораздо медленнее – в течении тысячелетий. Климатические изменения стали особенно заметными и явными на протяжении последних 25-30 лет.

В разных регионах мира из-за различия природных условий и факторов окружающей среды процесс потепления существенно отличается. Это подтверждается многими картами, составленными на основе как реальных, так и прогнозных данных. В северном полушарии наиболее заметно изменение климата в умеренных широтах, где расположена и Украина. Наибольший интерес для исследования интенсивности процесса потепления климата у нас вызывает юго-восточная ее часть, примыкающая к побережью Азовского моря. Ту потепление сопровождается существенным сокращением холодного периода года и увеличением длительности теплого. Зимы становятся все более мягкими и влажными, а лето – более жарким и сухим. Все чаще это сопровождается засухами, катастрофическими ливнями и другими погодными явлениями. Вероятные изменения климатических условий могут существенно отразиться на агропродуктивности сельскохозяйственных угодий, условиях приморского отдыха и лечения, на биопродуктивности Азовского моря и прибрежной суши. Поэтому цель статьи заключается в исследовании параметров региональных климатических изменений, их влияния на окружающую среду и возможные последствия в будущем.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой материалов для исследования стали результаты наблюдений за климатическими изменениями в мире и данные многолетних метеорологических наблюдений на метеостанциях юго-востока Украины, в частности по метеостанции Мелитополь. Для обработки данных использовано программное обеспечение Microsoft Excel 2010.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Под потеплением климата подразумевается устойчивый во времени процесс повышения среднегодовой температуры воздуха в целом в мире или его отдельных регионах. Процесс потепления вызван повышением концентрации в воздухе водяного пара и так называемых парниковых газов, главными среди которых являются углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и тропосферный озон ( $\text{O}_3$ ). Увеличение их концентрации в воздухе сопровождается удерживанием инфракрасного (физического) тепла, образуемого на земной поверхности ее нагреванием солнечными лучами. При этом проявляется парниковый эффект с повышением приземной температуры воздуха. Установлено, что около 75% приземного тепла удерживается водяным паром, а 25% – парниковыми газами.

Водяной пар и парниковые газы продуцируются как вследствие природных процессов (в большей степени), так и деятельностью человека (в меньшей степени). Главный природный поставщик водяного пара в атмосферу – испарение с поверхности Мирового океана и вулканические извержения. Антропогенные его источники – производственный процесс, испарение с поверхности водохранилищ, в процессе дыхания и др. Главные естественные источники парниковых газов – извержения вулканов и процессы дыхания в биосфере. Антропогенные источники – сжигание органического топлива и биомассы, сведение лесов и ряд химических процессов.

Закись азота – сильнейший из парниковых газов и самый опасный для стабильности климата Земли. Он влияет на климат примерно в 300 раз сильнее, чем углекислый газ. Главный источник его в атмосфере – процессы разложения листьев в почве (Kravchenko et al., 2017). Второй по значимости – метан. Парниковый эффект от метана в 25 раз, а за последними исследованиями (IPCC, 2014) – до 84 раз выше углекислого газа. Основным антропогенным источником метана – горение биомассы, сведение лесов, рисоводство, а также пищеварительная ферментация животных. Значительную эмиссию метана осуществляют болота. Третий по значимости – углекислый газ. Вследствие сжигания нефти, газа, угля и биомассы эмиссия углекислого газа в атмосферу составляет около 65%, а вырубка лесов привела к сокращению объемов его усвоения деревьями во время фотосинтеза на 35%. Большая часть тропосферного озона образуется при химических реакциях оксидов азота (NOx), окиси углерода (CO) и летучих органических соединений в присутствии кислорода, водяных паров и солнечного света. Вклад озона составляет около 25 % от вклада CO<sub>2</sub>.

Несмотря на относительно низкую значимость углекислого газа в процессе потепления климата, сравнительно высокое содержание в воздухе делает его ведущим по значимости вместе с водяным паром. Количество промышленной эмиссии углекислого газа разными странами мира наочно демонстрирует рисунок 1. Он свидетельствует, что крупнейшими производителями углекислого газа являются страны ЕЭС, США и Китай. На водяной пар и CO<sub>2</sub> приходится более 95% парникового эффекта, на озон – около 2,5%, закись азота – около 1,7% и метан – около 0,8%. Учеными высказано предположение, что именно интенсификация производства и жизнедеятельности человечества способствуют изменению климата в 170 раз быстрее по сравнению с природными его изменениями.

Процесс потепления климата подтверждается очевидностью изменений таких климатических показателей как температура воздуха (среднегодовая, по сезонам года и др.), сумма активных температур, количество атмосферных осадков и режим их выпадения, частота проявлений засух, сильных ливней, штормовых ветров и ураганов и т.д. Доказательная база изменений в виде трендов этих показателей способствует активному обсуждению проблемы потепления в мировых научных кругах и на региональном уровне. Повышенный интерес к ней со стороны аграриев-практиков, гражданского общества и журналистов.

Климатические изменения в Украине четко свидетельствуют об изменении климатической обстановки. Уже на протяжении нескольких последних десятилетий условия вегетации растений в пределах северостепной подзоны соответствовали условиям южной степи, а в сложившихся условиях южной степи все четче начали проявляться признаки опустынивания. В дальнейшем могут

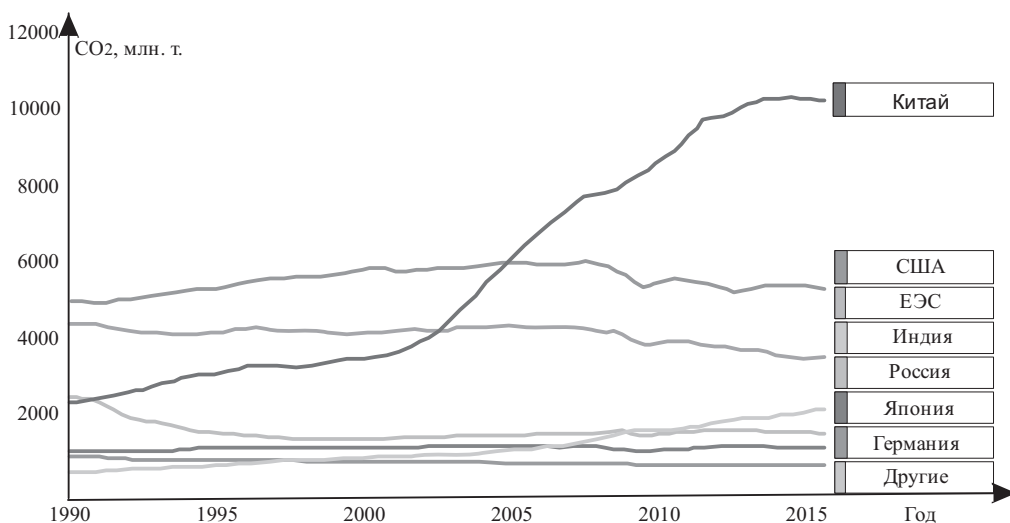


Рис. 1. Количество выброшенного CO<sub>2</sub> странами и содружествами мира (Boden et al., 2016)

произошли изменения в ландшафтах Украины вплоть до смещения их границ на северо-запад по разным оценкам от 100-150 до 250-400 km: сухостепные – в пределы степной зоны, степные – в границы лесостепи, а лесостепные ландшафты сместятся далее на север.

В условиях сокращения количества летних осадков наметилась четкая тенденция ксерофитизации растительного покрова. Уже сейчас ландшафты Украины по климатическому режиму приближаются к условиям сухих субтропиков. В таких условиях выращивать традиционный набор сельскохозяйственных культур через 30-40 лет станет невозможным.

Составленные на основе многолетнего анализа прогнозы климатологов (Иващенко, 2011) свидетельствуют о том, что уже к 2050 году среднегодовая температура воздуха в Украине понижется на 2,0 °С. Рост среднегодовой температуры воздуха ускоряется: если на протяжении второй половины XX столетия среднегодовая температура воздуха поднялась на 0,8 °С, то уже с начала XXI века темпы роста оцениваются в 1,95 °С за 100 лет. Это подтверждается тем, что аномально теплые зимы и жаркие месяцы лета проявляются в 40% случаях чаще сравнительно со второй половиной XX века.

В связи с общим потеплением климата зимний период станет короче и более мягким, возрастет интенсивность и количество экстремальных погодных явлений. Тенденция к этому наблюдается уже сейчас. Вместе с тем увеличится количество экстремальных осадков с одновременным уменьшением их количества в течении вегетационного периода. Со сменой циркуляции атмосферы и увеличением западной составляющей переноса увеличится (на 20%) количество осадков в зимний и ранневесенний периоды, не связанные с вегетацией растений. Сократится длительность весны и осени как переходных периодов (Иващенко, 2011). Существенно (на 0,9–1,0 m) повысится уровень Мирового океана, а вместе с ним – и уровень Азовского моря (+1,2...1,4 m). Это повле-

чет подтопление значительных площадей низменных поверхностей побережья Азовского моря.

Все охарактеризованные в целом для Украины изменения свойственны и для территории Запорожской области и ее регионов, в том числе и южных приморских территорий. Но по многим показателям эти изменения носят более экстремальный характер. Ключевыми тут есть изменения температурных показателей, режим выпадения осадков и их характер, изменение условий почвообразования, изменение ландшафтных границ. Это в конечном итоге сопровождается существенными изменениями в первую очередь в сельскохозяйственном природопользовании региона.

Анализ динамики среднегодовых показателей температуры с 1951 по 2014 гг. по данным метеостанции Мелитополь показал существенный рост этого показателя. В период с 1951 по 1970 гг. показатель среднегодовой температуры воздуха составлял 9,8°C. Позже (1970-2005 гг.) он вырос до 10,3°C, а в период с 2005 по 2014 гг. – до 11,5°C (рис. 2). Рост составил 1,7°C. При этом большая часть прироста произошла с 1990 года. Последние два десятилетия были наиболее жаркими за всю историю климатических наблюдений. Начиная с 1998 года отметки среднегодовой температуры воздуха не опускались ниже 9,9°C, а линия тренда имеет четкий восходящий характер.

При условии сохранения таких тенденций изменения температур на период до 2050 года, прогнозируемое повышение среднегодовой температуры воздуха достигнет 12,3-12,5°C со значительными колебаниями максимальных и минимальных температур по отдельным годам. Последнее подтверждается динамикой среднегодовых температур воздуха в период с 2005 по 2017 гг. включительно (рис. 3).

Кроме повышения среднегодовых температур, потепление климата сопровождается ростом суммы активных температур, минимальных и максимальных температур приземного воздуха, повышением количества атмосферных осадков и их перераспределением по сезонам года, снижением скорости ветра и изменением характера ветроциркуляционных процессов.

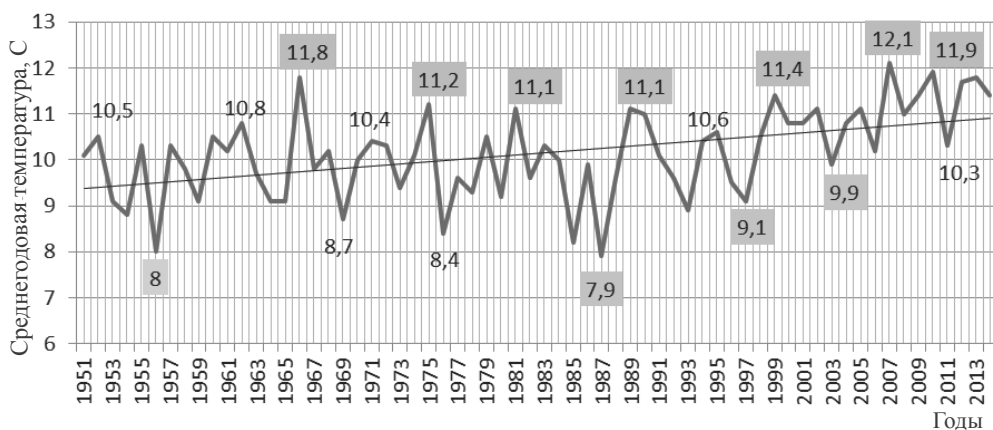


Рис. 2. Динамика среднегодовых показателей температуры воздуха по метеостанции Мелитополь

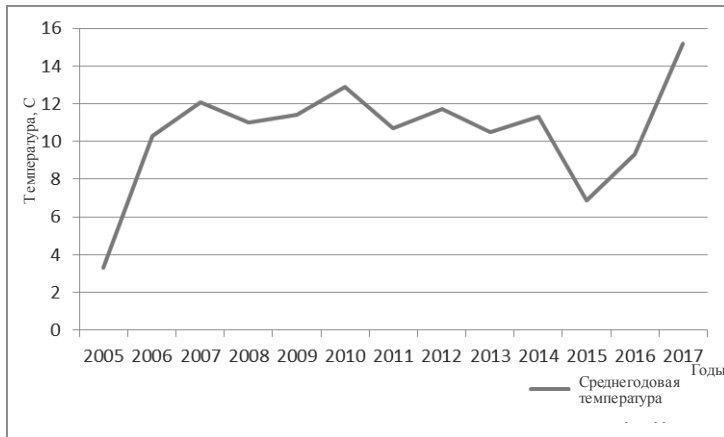


Рис. 3. Динамика среднегодовой температуры воздуха по метеостанции Мелитополь за период 2005-2017 гг. (по данным интернет-ресурса rp-5)

Характерным примером служит рост суммы положительных температур выше  $+15^{\circ}\text{C}$ . Анализ этого показателя по метеостанции Мелитополь за период с 1969 по 2012 гг. показал в среднем многолетнее возрастание суммы положительных температур на  $40^{\circ}\text{C}$  за год. Вместе с тем, в период 2008-2012 гг. произошел стремительный рост этого показателя – до  $80^{\circ}\text{C}/\text{год}$  (рис. 4). Это подтверждается общими тенденциями изменений климатических показателей,

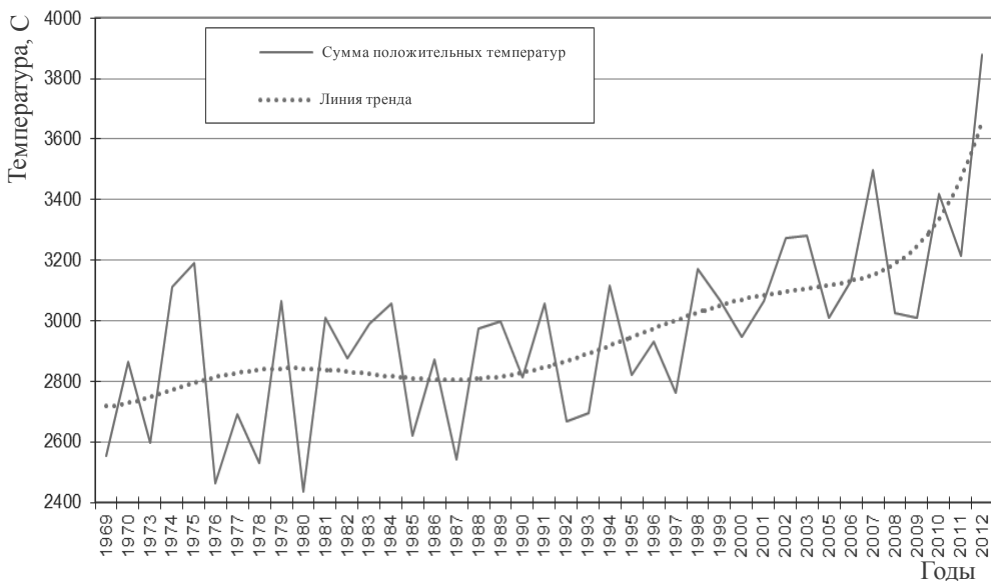


Рис. 4. Динамика суммы активных температур выше  $+15^{\circ}\text{C}$  по метеостанции Мелитополь (Demchenko et al., 2015)

в частности температуры воздуха (Черченко, 2016). Сравнительно со стандартной климатической нормой за период 1961-1990 гг., кривые хода температуры по метеостанциях приморской части Азовского моря (Бердянск, Ботиево, Геничск, Мелитополь) отражают процесс наибольших изменений в период 1991-2010 гг. с соответствующим трендом изменений до 2021 г.

Потепление климата подтверждается также ростом показателей минимальной и максимальной температур воздуха. Так, на протяжении 2005-2017 гг. по метеостанции Мелитополь возросли показатели минимальной и максимальной температур воздуха сравнительно с периодом до 2005 года: минимальная – с -33 °С до -26,3 °С (23.01.2006 г.), а максимальная – с +40 °С до +41 °С (07.08.2010 г.).

Количество осадков увеличивается и на перспективу такая тенденция сохранится. Но происходит и в дальнейшем прогнозируется перераспределение количества осадков по сезонам года с увеличением в зимний период и существенным уменьшением в летний. Аномально теплые зимы с большим количеством осадков и относительно высокими температурами свидетельствуют о значительном влиянии умеренного типа, обусловленном изменчивостью в пространстве и во времени атмосферной циркуляции. Подтверждением этому служат многочисленные наблюдения за ходом изменений скорости и направления ветра (Ильин и др., 2009).

Многочисленные прогнозы изменения количества атмосферных осадков в южных регионах Украины подтверждаются статистической информацией по метеостанции Мелитополь (рис. 5). Проанализированная информация свидетельствует о постепенном повышении количества атмосферных осадков на фоне роста экстремальности их выпадения по годам.

Выявленный тренд количества атмосферных осадков дает право спрогнозировать рост количества атмосферных осадков к 2050 году до показателя 550-560 мм, что превышает многолетнюю климатическую норму для г. Мелитополя (460 мм) на 100 мм. Но осадки будут выпадать преимущественно в холодный период года. Вместе с тем, в летний период ксерофитизация будет возрастать не столько от повышения температуры, как от снижения количества атмосферных осадков.

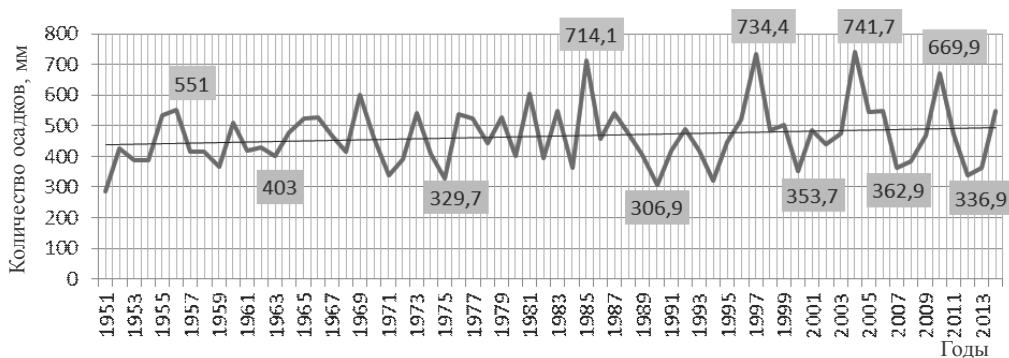


Рис. 5. Динамика среднегодовых значений осадков по метеостанции Мелитополь



Кардинальные изменения в перспективе произойдут и с ветроциркуляционными процессами. Изображенная на рис. 6 роза ветров для метеостанции Мелитополь характерна для периода до конца XX века. Она свидетельствует о доминировании в течении года северо-восточного переноса. По сезонам года в холодный период преобладали северо-восточные ветры, а в теплый – восточные со значительной долей северных. Однако уже начиная с XXI столетия ситуация существенно изменилась. Изображенная на рис. 7 роза ветров по метеостанции Мелитополь свидетельствует об изменениях ветроциркуляционных процессов над территорией юго-востока Украины в сторону увеличения западной и северной составляющих. Исследования поледних десятилетий (Гаргопа, 2003) указывают на наличие общей тенденции к увеличению влияния западной формы циркуляции атмосферы вследствие смещения на восток на величину около 30° центра Азорского антициклона и Исландского циклона с отступанием на ту же величину Сибирского антициклона (Свердлик, 1999). В таких условиях буде преобладать влияние теплых и сухих воздушных масс Азорского масимума с соответствующим смягчением климатических условий

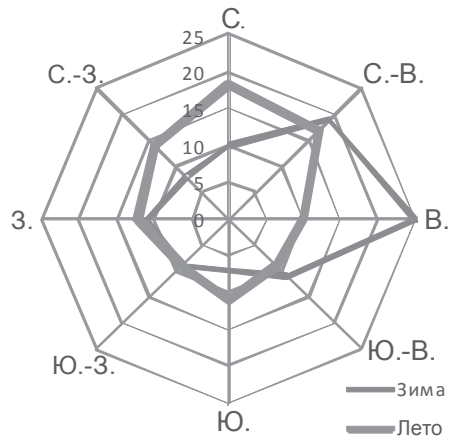


Рис. 6. Роза ветров по метеостанции Мелитополь за период 1951-1997 гг. (Атлас Запорізької області, 1997)

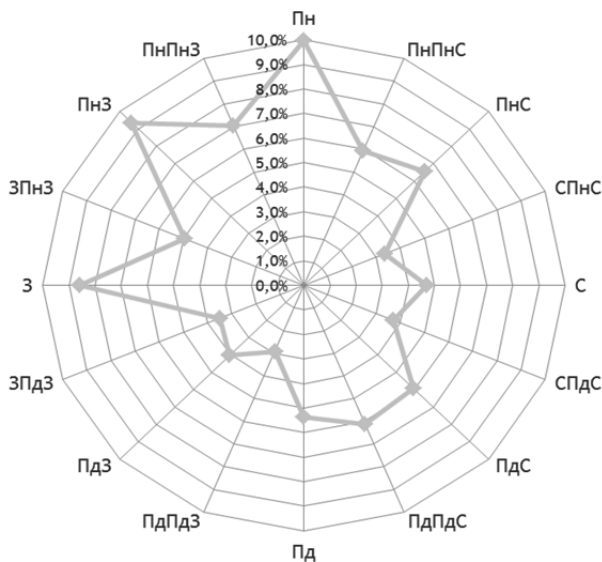


Рис. 7. Роза ветров по метеостанции Мелитополь (2004-2017 гг.) (По данным интернет-ресурса рп-5)

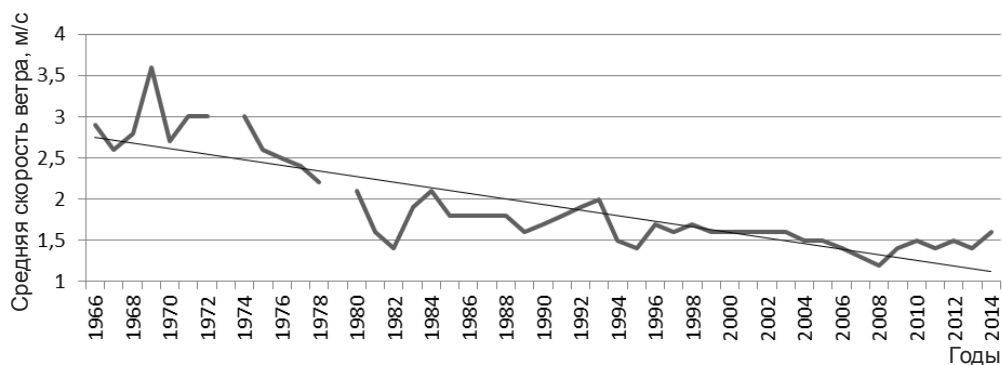


Рис. 8. Изменение скорости ветра по метеостанции Мелитополь

в зимний период. Такая тенденция сохраняется и прогнозируется климатологами на перспективу до 2100 года. Именно в связи со сменой циркуляционных процессов в сторону западной составляющей связан рост количества атмосферных осадков в зимний период, поскольку их большая часть приносится западными ветрами.

На протяжении последних нескольких десятилетий, как и в многолетнем ходе средней скорости ветра за 1966-2013 гг., наблюдается характерное снижение скорости ветра. Рассчитанные линейные тренды этого показателя показали тенденции к значительному ослаблению скорости ветра по всем сезонам (рис. 8). Последние работы по исследованию ветрового режима (Решетченко, 2010) свидетельствуют об уменьшении скорости ветра и указывают на дальнейшую перестройку атмосферной циркуляции над юго-восточной Украиной.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изменение климатических показателей, вероятнее всего, будет сопровождаться изменениями в почвенном профиле. В условиях увеличения засушливости летнего сезона показатель величины биомассы будет неуклонно сокращаться, что вызовет уменьшение мощности гумусового горизонта и содержание в нем гумуса. Увеличение влажности зимнего сезона будет сопровождаться повышением промывного режима почв с соответствующим уменьшением в них доли гумусовых веществ. Постепенно почва будет терять свое плодородие.

Увеличение интенсивности и количества выпадения атмосферных осадков в холодный период года на незащищенных растительностью полях вызовет активизацию процессов площадного и линейного смыва и размыва с физическим выносом части гумусовых и минеральных веществ с поверхности водоразделов и приводораздельных склонов к их подножию с соответствующим снижением почвенного плодородия.

Важным показателем характеристик природной среды является интенсивность их изменений. Природа и человек вместе с его хозяйственной деятельностью могут адаптироваться к медленным изменениям, но в данном случае речь

идет о достаточно быстрых климатических изменениях. А к ним адаптироваться гораздо сложнее, особенно к изменениям температуры и влажности, важных для аграрного производства. Такие изменения уже сейчас сопровождаются сокращением вегетационного периода у растений (в том числе культивируемых), изменением сроков посева и сбора урожая, ассортимента культур, увеличением объемов использования воды на орошение и т.д.

В перспективе в связи с потеплением климата станет целесообразным внедрение в аграрное производство культур с низкими транспирационными коэффициентами и рациональным использованием запасов влаги в почве. Это как традиционные для степной зоны кукуруза, просо, сорго, так и перспективные средиземноморские – нут культурный (*Cicer arietinum L.*) и арахис культурный (*Arachis hypogaea L.*) (Иващенко, 2011). Целесообразно уже теперь увеличить в структуре посевов доли озимых и ранних яровых культур, способных закончить прохождение фаз органогенеза до наступления летней жары и острого дефицита влаги.

Общие изменения климатических условий найдут свое отражение и на частичной смене ландшафтных характеристик, хотя утверждать о полноценном замещении ландшафтных комплексов еще рано. Это связано с такой их инерционной составляющей и определяющим фактором ландшафтообразования как почва, которая ближайшее время существенно не изменится. Наибольшие изменения произойдут в температурных условиях, длительности вегетационного периода, количестве атмосферных осадков, растительном покрове.

Существенное снижение количества атмосферных осадков на протяжении вегетационного периода вызовет смещение климатической границы сухостепных ландшафтов на северо-восток, в пределы южной степи. Уже теперь смещение характерных для сухостепных ландшафтов климатических условий наблюдается на север от Мелитополя на 25-30 км и подтверждается изменениями в изменении устойчивости снежного покрова, количества атмосферных осадков, состоянием древесно-кустарниковой растительности, урожайностью сельскохозяйственных культур. В связи с изменениями климатических условий на месте сухостепных ландшафтов начали формироваться климатические условия с характерной мягкостью и повышенной влажностью в холодный период и сухими периодами – в теплый.

Вследствие роста среднегодовой температуры воздуха и снижения количества атмосферных осадков в течении вегетационного периода закономерно увеличивается частота проявления засух, особенно в ранневесенний и осенний периоды. В отличие от других неблагоприятных природных процессов и явлений, засуха постепенно усугубляющийся процесс с длительными последствиями, связанными с длительным дефицитом или отсутствием осадков и повышенными температурами воздуха. Особо сильные засухи на юго-востоке Украины проявлялись в 1891, 1901, 1906, 1911, 1921, 1922, 1938, 1939, 1946, 1957, 1959, 1963, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1983, 1992, 1996, 1999, 2003, 2007, 2009, 2012, 2015, 2017 годах с увеличением частоты их проявления в течении последних десятилетий. На протяжении 1956-2005 гг. зафиксировано 60 засух (Электронный ..., 2015), то есть более одной засухи в год. По утверждению сотрудников отдела агрометеорологии Гидрометцентра Украины (Электронный..., 2017), на юге Украины уже через 15 лет земледелие станет нерентабельным

из-за засух. Засухи сопровождаются угнетением и часто гибелью посевов на больших площадях, выгоранием травостоя и дефицитом корма для животных, проявлением ветровой эрозии, снижением уровня почвенных вод, высыханием водоемов, увеличением частоты степных пожаров и т.д.

Одно из следствий глобальных изменений климата в сторону потепления – повышение уровня Мирового океана. Согласно прогнозов ученых, полное таяние льдов Антарктиды, Гренландии и ледовых полей Северного ледовитого океана вызовет подъем уровня Мирового океана на величину (по разным подсчетам) от 60 до 80-90 м. До 2050 года прогнозируется поднятие уровня на 0,9-1,0 м. Соответственно, но на еще большую величину (1,2-1,4 м) произойдет повышение уровня Азовского моря, который и теперь выше уровня Мирового океана. Этот процесс будет сопровождаться затоплением приморских понижений суши включительно с пляжами, солончаками, низменными лугами, большинства поверхностей аккумулятивных кос и пересыпей, инфильтрацией воды в прибрежные водоемы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения климатических условий на юго-востоке Украины в сторону потепления будут сопровождаться определенными изменениями в окружающей среде в сторону смягчения климатических показателей – повышения среднегодовой температуры воздуха, увеличения количества атмосферных осадков в зимний период и уменьшения в летний. Увеличится интенсивность проявления неблагоприятных природных процессов и природных катаклизмов, к скорости изменений которых человеку и его хозяйственной деятельности приспособиться будет сложно. Кроме того, произойдет постепенное изменение природного растительного покрова и соответствующая адаптация аграрной деятельности к меняющимся условиям.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1. Воровка В.П., Ю.В. Чебанова. 2018.** Глобальне потепління клімату та його наслідки для Мелітопольщини. – Мелітопольський краєзнавчий журнал, №11., с. 3-6. / Vorovka V.P., Y. Chebanova. 2018. Global warming of the climate and its consequences for the Melitopol region. *Melitopol local history journal*, №11., p. 3-6. (Ukr)
- 2. Гаргопа, Ю.М. 2003.** Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря. Дисс... д-ра геогр. наук, 467 с. / Gargopa, Yu.M. 2003. Large-scale changes in hydrometeorological conditions for the formation of the bioproductivity of the Azov Sea: Diss ... dr. geogr. sciences, 467 p. (Ru)
- 3. Ильин, Ю.П., В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач. 2009.** Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 1: Азовское море. Севастополь, 402 с. / Il'in Yu.P., V.V Fomin, N.N Dyakov, S.B. Gorbach. 2009. Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Т. 1: The Sea of Azov. Sevastopol, 402 p. (Ru)
- 4. Лыїн, Ю.П. 2016.** Кліматичні зміни гідрометеорологічного режиму морів України. Дис. ... д-ра. геогр. наук, 280 с / **Pyin Yu.P.** 2016. Climate change of the meteorological regime of the seas of Ukraine. Dis ... dr geogr. sciences, 280 p. (Ukr)

5. **Іващенко, О.О.** 2011. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. – Вісник аграрної науки, №8, 10-12 (Ukr) / Ivaschenko, O.O. 2011. Straight adaptation of agrarian vibrobityvtva to zmin klimatu. - Вісник аграрної науки, №8, 10-12. (Ukr)
6. **Косовець, О.О., О.Є. Пахалюк.** 2016. Спека-2015: причини та наслідки. – Матеріали XII з'їзду Українського географічного товариства 17-21 травня 2016 року. – Вінниця, 2016. – С.80-82 (Ukr) / Kosovets O., O.Ye. Pahalyuk. 2016. Heat-2015: Causes and Consequences // Materials of the XII Congress of the Ukrainian Geographical Society May 17-21, 2016. – Vinnytsya, 2016. - p. 80-82. (Ukr)
7. **Решетченко, С.І.** 2013. Дослідження вітрового режиму на території Харківської області на початку ХХІ століття. – Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Сер.: *Геологія – Географія – Екологія*, 2013, № 1049, Вип. 38. - С. 160-164. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG\\_2013\\_1049\\_38\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG_2013_1049_38_32) (Ukr) / Reshetchenko S.I. 2013. Investigation of the wind regime in the territory of the Kharkiv region at the beginning of the XXI century. – Bulletin of the Kharkiv National University, No. 1049, p. 160-164. (Ukr)
8. **Свердлик, Т.А.** 1999. Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата. – Тр. УкрНИГМИ, Вып. 247, С. 63-75 (Ru) / Sverdlik ,T.A. 1999. Evolution of large-scale atmospheric air circulation in the Northern Hemisphere in the second period of the current global warming climate. - Tr. UkrNIGMI, Vol. 247, p. 63-75. (Ru)
9. **Черченко, Х.** 2015. Багаторічна характеристика основних гідрометеорологічних показників по метеостанції Мелітополь. – Матеріали конференції «Алексєєвські краєзнавчі читання». Мелітополь, 2015. – С. 64-68 (Ukr). / Cherchenko, Kh. 2015. The long-term characteristics of the main hydrometeorological indicators at the Melitopol metropolitan station. – Materials of the conference “Alexeyev regional linguistic reading.” Melitopol, 2015. - p. 64-68. (Ukr)
10. **Черченко, Х.В.** 2016. Вплив природної та антропогенної трансформації на річкові екосистеми Північно-Західного Приазов'я. – Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія біологія, 2016, №2 (66), стр. 62-70 (Ukr) / Cherchenko, H.V. 2016. Influence of natural and anthropogenic transformation on river ecosystems of the Northwest Azov Sea. - Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after. V. Hnatyuk. Series Biology, 2016, No. 2 (66), p. 62-70. (Ukr)
11. \*\*\* Атлас Запорізької області. 1997. Київ: ГУГКК, 48 с. / Atlas of the Zaporozhye Oblast. 1997. Kyiv: GUGKK, 48 p. (Ukr)
12. \*\*\* Електронний ресурс: <http://propozitsiya.com/ua/posuha-v-ukrayini/> Electronic resource: <http://propozitsiya.com/ua/posuha-v-ukrayini/> (Ukr)
13. \*\*\* Електронний ресурс: [www.meteo.gov.ua/](http://www.meteo.gov.ua/) Electronic resource: [www.meteo.gov.ua/](http://www.meteo.gov.ua/) (Ukr)
14. **Andrew Shepherd, Duncan Wingham.** 2007. Recent Sea-Level Contributions of the Antarctic and Greenland Ice Sheets. – Science, v. 315. p. 1529-1532.
15. **Demchenko, V., S. Vinokurova, J. Chernichko, V. Vorovka.** 2015. Hydrological regime of Molochnyi liman under anthropogenic and natural drivers as a basis for management decision-making. – Environmental Science & Policy, v. 46, p. 37-47.
16. **Boden et al.** 2016. Global Carbon Atlas UNFCCC, BP), EAA.
17. **Kravchenko A.N., Toosi E.R., Guber A.K., Ostrom N.E., Azeem J.Yu, K., Rivers M.L. & Robertson G.P.** 2017. Hotspots of soil N<sub>2</sub>O emission enhanced through water absorption by plant residue. – Nature Geoscience, v. 10, p. 496-500.
18. \*\*\* IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.].