

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАСУХИ В УКРАИНЕ ОСЕНЬЮ 2011 Г.

Рассмотрены результаты комплексного анализа режима температуры и осадков, а также синоптические процессы, приведшие к формированию засушливых условий погоды в Украине осенью 2011 г. Оценка степени засушливости выполнена с использованием количественных характеристик, таких как гидротермический коэффициент Селянинова, индекс засушливости Педя, стандартизованный индекс осадков. Показано, что наиболее неблагоприятные погодные условия сложились в западных и южных областях Украины под влиянием преобладающего антициклонального характера циркуляции атмосферы.

Ключевые слова: *засуха, индекс засушливости, антициклон.*

Введение. Осень 2011 г. в Украине была отмечена необычно сухими погодными условиями, которые привели к формированию редкой в это время года атмосферной и почвенной засухе на значительной части территории страны. По сообщениям СМИ со ссылкой на Украинский Гидрометцентр, на трети засеянных площадей озимых культур всходы не появились и даже при улучшении ситуации с увлажнением в зимний период весной будет необходимо пересевать или досевать значительную часть полей.

В данной статье проведен комплексный анализ атмосферных условий, приведших к возникновению осенней засухи на территории Украины в 2011 г.

Исходные материалы исследования. В качестве исходных данных для анализа термического режима и режима осадков на территории Украины взяты материалы ежедневных наблюдений с августа по ноябрь 2011 г. по 10 станциям (среднесуточная температура, суточные суммы осадков) из Европейской базы климатических данных (European Climate Assessment & Dataset, <http://eca.knmi.nl>). Из этой же базы получен рассчитанный за трехмесячный период времени (сентябрь-октябрь-ноябрь) стандартизованный индекс осадков (SPI) для оценки засушливости периода по станциям Украины. Для статистического анализа и расчета некоторых характеристик использованы данные Климатического кадастра Украины. Для оценки макросиноптических условий использованы ежедневные приземные карты погоды архива MetOffice (http://www.wetter3.de/Archiv/archiv_ukmet.html).

Методика исследования включала в себя статистический анализ температурного режима и режима осадков по отдельным станциям с выявлением аномалий этих характеристик в рассматриваемый период. По данным о суточных суммах осадков определена продолжительность и повторяемость бездождевых периодов. Для выявления преобладающего характера циркуляции над территорией Украины выполнен субъективный анализ синоптических карт. Для оценки степени засушливости сложившихся атмосферных условий по станциям Украины рассчитаны и проанализированы гидротермический коэффициент Селянинова и индекс засушливости Педя. В комплексный анализ также был включен стандартизованный индекс осадков.

Результаты исследований и их анализ.

Режим температуры и осадков.

Рассмотрим температурные условия и режим осадков по 10 станциям Украины с августа по ноябрь 2011 г. Как можно видеть из данных табл. 1, август и сентябрь отличались положительными месячными аномалиями температуры по всем пунктам, причем наибольшие отклонения наблюдались в сентябре и в западной половине Украины (до 2,5-2,9 °С). Октябрь оказался близким к норме по температуре, несколько теплее на востоке страны, и прохладнее на юго-западе. В ноябре в восточных и южных

областях отмечены отрицательные аномалии температуры, особенно холодным выдался месяц в Крыму (аномалия -3,6 °С).

Таблица 1 – Среднемесячная температура (T_{cp}) и аномалии температуры (ΔT) по станциям Украины за август-ноябрь 2011 г.

Станция	T_{cp} , °С				ΔT , °С			
	VIII	IX	X	XI	VIII	IX	X	XI
Тернополь	18,5	15,4	7,5	2,1	1,7	2,5	0,1	0,3
Львов	19,2	15,6	8,0	2,9	2,4	2,6	0,0	0,4
Винница	18,8	15,4	7,4	2,1	1,1	2,0	-0,2	0,2
Черновцы	20,0	17,2	8,6	3,1	2,0	2,9	0,0	0,2
Луганск	21,1	15,4	8,7	0,0	0,5	0,4	0,8	-2,4
Харьков	21,1	16,0	8,3	0,5	1,6	1,9	1,0	-0,8
Полтава	20,5	16,2	8,2	1,2	1,1	1,9	0,6	-0,3
Кировоград	19,9	16,1	7,9	1,7	0,5	1,4	-0,2	-0,6
Одесса	22,8	19,3	10,9	4,4	1,6	2,2	-0,2	-1,5
Симферополь	22,4	18,7	10,9	2,7	1,4	2,1	0,2	-3,6

Режим осадков в рассматриваемый период достаточно пестрый, однако отражает общую картину формирования недостаточного увлажнения (табл. 2). Так, в августе в большинстве пунктов количество осадков составило около половины нормы (40-60%), меньше всего осадков выпало в Тернополе и Виннице, а в Полтаве норма была превышена за счет одного обильного ливня в начале месяца (46 мм 2 августа). В сентябре общее количество осадков по территории стало меньше – в западных и центральных областях их выпало 18-42% от нормы, в Одессе и Луганске месячное количество осадков было больше за счет однодневных интенсивных ливней. В октябре распределение осадков по территории было очень неоднородным, но в целом, количество их увеличилось по сравнению с сентябрем, а в трех пунктах превысило норму в 1,5-2 раза.

Таблица 2 – Месячные суммы осадков (Q , мм) и аномалии количества осадков (% нормы) по станциям Украины за август-ноябрь 2011 г.

Станция	Месяцы							
	VIII		IX		X		XI	
	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%
Тернополь	12,7	20,2	9,4	18,1	15,6	47,3	1,9	5,3
Львов	46,0	60,5	18,4	31,7	23,0	48,9	1,0	2,2
Винница	19,6	28,8	14,2	30,9	43,8	128,8	2,2	5,2
Черновцы	33,0	54,1	21,6	42,4	21,9	68,4	6,1	16,9
Луганск	21,5	55,1	24,1	73,0	47,4	175,6	17,2	41,0
Харьков	10,9	21,8	12,7	31,0	26,6	76,0	7,7	17,1
Полтава	52,8	114,8	11,8	26,8	11,6	27,6	9,6	19,6
Кировоград	20,2	42,1	7,3	19,2	21,4	79,3	2,0	5,7
Одесса	18,0	52,9	31,3	86,9	8,7	33,5	0,1	0,2
Симферополь	15,0	36,6	21,7	58,6	68,5	214,1	5,9	13,1

В ноябре отмечается резкое снижение месячных сумм осадков – по станциям в западных и южных областях осадков наблюдалось в пределах 5% нормы, в Одессе выпало всего 0,1 мм за месяц. Таким образом, сентябрь оказался относительно теплым и сухим месяцем, а ноябрь – холодным и сухим.

О регулярности увлажнения почвы и эффективности выпавших осадков можно судить по частоте и продолжительности бездождевых периодов, которые также могут быть использованы в качестве критерия засушливости на относительно коротких промежутках времени в период вегетации. С использованием общепринятого критерия бездождевого периода – 10 суток и больше без осадков или с незначительным количеством (меньше 1 мм) [1, 2], оценим наблюдавшиеся условия увлажнения в августе-ноябре 2011 г.

Из данных табл. 3 видно, что в течение четырех месяцев по рассматриваемым пунктам наблюдалось в среднем 4 бездождевых периода. Их распределение в августе-сентябре существенно отличалось по территории страны. В западной половине Украины первый период пришелся на вторую половину августа до начала сентября, с наибольшей продолжительностью в Тернополе (24 дня). Вторым периодом начался после 15 сентября и продолжался до конца месяца и в первой декаде октября, достигнув наибольшей продолжительности в Тернополе и Черновцах (24 и 23 дня соответственно). Наиболее неблагоприятный период наступил в третьей декаде октября – существенные осадки отсутствовали на протяжении 24-40 дней. Во Львове весь ноябрь оказался засушливым, в других пунктах четвертый сухой период продолжался с середины ноября и до конца месяца.

Таблица 3 – Бездождевые периоды в августе-ноябре 2011 г.

Станция	Количество периодов	Общее количество осадков, мм	Общая продолжительность, дни
Тернополь	4	1,4	87
Львов	3	1,8	43
Винница	4	3,1	72
Черновцы	4	1,6	74
Луганск	4	0,8	58
Харьков	3	1,8	55
Полтава	5	1,6	57
Кировоград	4	0,7	87
Одесса	4	0,4	89
Симферополь	5	1,0	82

В восточной половине Украины и южных областях первый бездождевой период наблюдался в первую половину августа, продлившись до 20 августа в Харькове. Вторым периодом начался в третьей декаде на востоке и во второй на юге страны, продлившись до начала сентября. Максимальная продолжительность составила 25 дней в Симферополе. С середины сентября и до конца месяца продолжался третий бездождевой период с продолжительностью 17-19 дней. В октябре засушливая погода установилась в Полтаве уже в первой декаде месяца, в остальных пунктах четвертый период начался 16-21 октября и продолжался до 7 ноября в восточных и до конца ноября в южных районах, достигнув продолжительности 35 дней в Кировограде и 45 дней в Одессе. Таким

образом, в большинстве рассмотренных пунктов Украины условия для засухи формировались на фоне не только недостаточного количества осадков, но и за счет частой повторяемости бездождевых периодов, общая продолжительность которых за 4 месяца колебалась от 55 дней в Харькове до 87-89 дней в Тернополе и Одессе соответственно.

Синоптические условия.

Создавшиеся неблагоприятные погодные условия были связаны с определенными аномалиями циркуляционных атмосферных процессов над Европой в целом, и Украиной, в частности. Анализ ежедневных синоптических карт погоды показал, что в течение трех осенних месяцев территория Украины находилась под влиянием антициклонических полей различной продолжительности и интенсивности. Так, в сентябре 2011 г. антициклонический характер циркуляции наблюдался в течение 25 дней месяца, причем с 15 по 30 сентября непрерывно. Преобладали подвижные антициклоны западного типа, которые смещались из районов Центральной Европы южнее параллели 50° с.ш. и замедляли свой ход над территорией страны. Также присутствовали малоградиентные поля в виде перемычек повышенного давления. Циклоническая деятельность была сосредоточена на севере Европейского континента, и связанные с этими циклонами атмосферные фронты перемещались достаточно часто через территорию Украины с запада, но на фоне повышенного давления они размывались. В октябре антициклонические поля над Украиной присутствовали в течение 20 дней, однако наибольшую повторяемость имели северо-западные антициклоны Скандинавского происхождения, в результате чего регионы страны находились под передней частью этих медленно смещающихся барических образований, характеризующейся адвекцией холодного и сухого арктического воздуха. Отмечался выход всего одного южного циклона 9-10 октября, который обеспечил сверхмесячные суммы осадков в некоторых пунктах Украины (см. табл. 2). В ноябре над Украиной циклонов не наблюдалось вообще, антициклонические поля присутствовали в течение 25 дней, при этом преобладали южные и восточные периферии северо-западных и северных антициклонов, которые постоянно регенерировали над северными районами Восточной Европы и Скандинавией. В течение месяца через Украину прошло несколько холодных атмосферных фронтов с севера, связанных с ныряющими циклонами, перемещавшимися по северо-востоку ЕТР, а поступающие волны холода приводили только к усилению антициклона у поверхности земли.

На рис. 1 приведены среднемесячные поля аномалий давления и осадков за три месяца над Европой в сентябре-ноябре 2011 г., представленные Национальным центром предсказания климата (NCEP, США). Можно видеть, что в течение трех месяцев южная половина Европейского континента находилась под влиянием поля повышенного давления с положительными аномалиями, максимальные значения которых возрастали от сентября к ноябрю от 0,3 до 2,5 гПа, т.е. антициклоническое поле усиливалось в течение осени. При этом, центр максимальных положительных аномалий смещался с запада на восток: от районов Испании и Франции (в сентябре) до Румынии, Болгарии (в ноябре). Территория Украины весь период находилась под влиянием восточной периферии антициклона, которая характеризуется поступлением холодного и относительно сухого воздуха. Усиление антициклонической аномалии к ноябрю и приближение ее центральной части к районам Украины привело к установлению низкого температурного режима на территории страны и существенного недостатка осадков, который сформировался в условиях отсутствия циклонических атмосферных процессов.

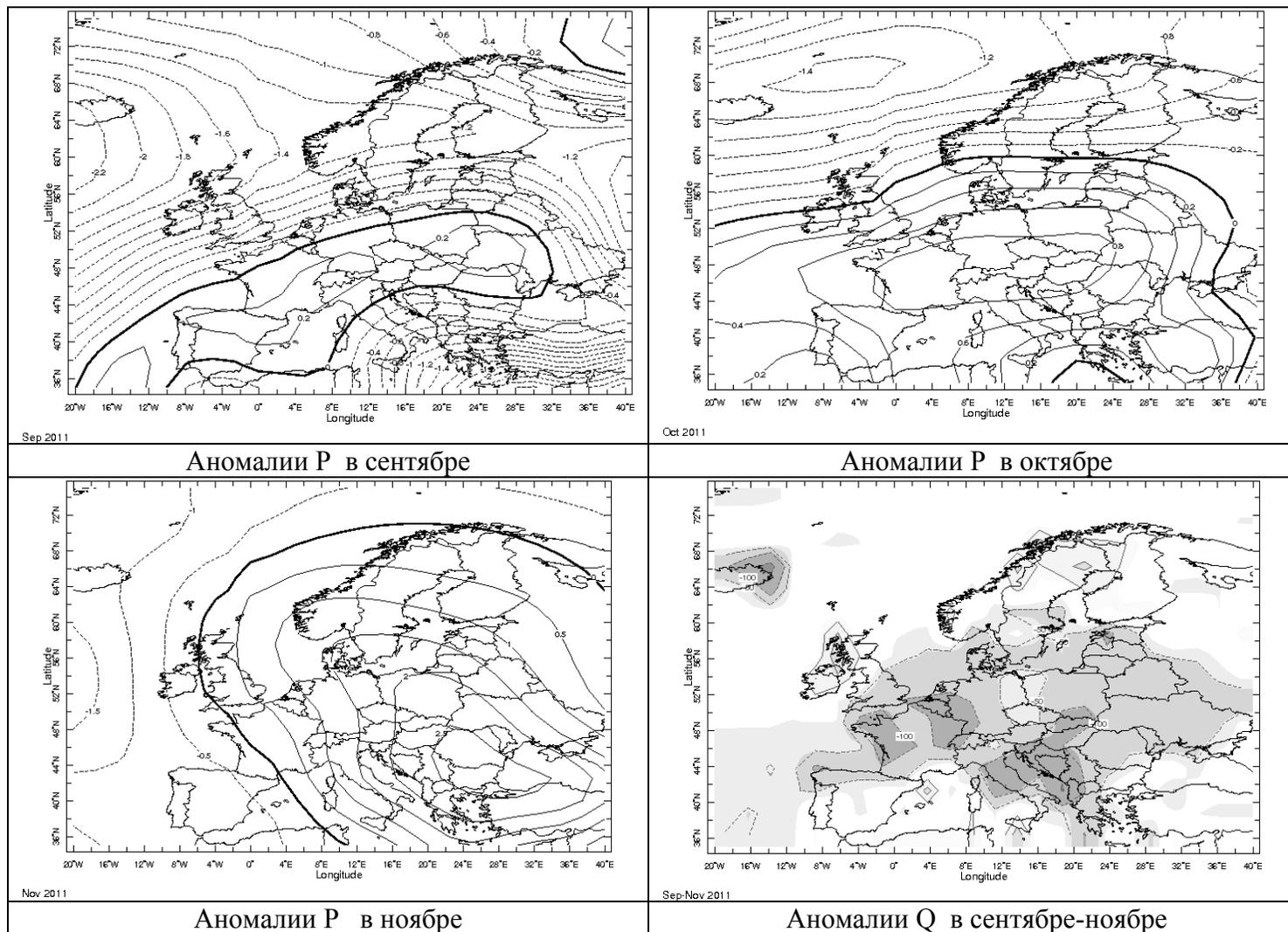


Рис. 1 – Аномалии в полях приземного атмосферного давления (P, гПа) и осадков (Q, мм/3 месяца) в сентябре-ноябре 2011 г.

Наибольшие аномалии осадков наблюдались в балканских странах и на юге Восточной Европы – до 100 мм за 3 месяца. Территория Украины находилась в зоне дефицита осадков от 50 до 100 мм за 3 месяца.

Оценка степени засушливости.

Рассмотрим характер засушливости периода с августа по ноябрь 2011 г. с использованием некоторых количественных индексов, позволяющих оценить наличие и интенсивность атмосферной засухи. В табл. 4 представлены: гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный по формуле Г.Т. Селянинова [1, 2], индекс засушливости Д.А. Педя (S) [3, 4], стандартизированный индекс осадков (SPI) [5] по станциям Украины. Каждый из количественных параметров обладает своими преимуществами, которые в комплексном анализе могут уменьшить имеющиеся у индексов недостатки в учете температурно-влажностного режима атмосферы при расчете каждого индекса.

В таблице также приведены сведения о датах окончания вегетационного периода, необходимые для расчета ГТК. Можно видеть, что устойчивое понижение среднесуточной температуры ниже +10 °С по большинству рассматриваемых пунктов Украины произошло практически в одно и то же время - 12-13 октября 2011 г. И только на юго-западе и в Крыму этот переход произошел позже, 23-24 октября. То есть, сложившийся бездождевой характер погоды в октябре в южных районах при температурах воздуха, близких к норме, был неблагоприятен для развития озимых культур.

Гидротермический коэффициент в августе по всем станциям меньше 1, что свидетельствует о наличии засушливости. При этом по 7 станциям из десяти ГТК меньше 0,5, что говорит о существенном недостатке осадков и сухом периоде [1].

Таблица 4 – Гидротермический коэффициент (ГТК), индекс засушливости Д.А. Педя (S), стандартизированный индекс осадков (SPI) по станциям Украины за август-ноябрь 2011 г.

Станция	Дата окончания вегетации	Месяц							SPI (IX- XI)
		VIII		IX		X		XI	
		ГТК	S	ГТК	S	ГТК	S	S	
Тернополь	12.10.11	0,22	3,56	0,20	2,80	0,25	0,82	1,92	-1,95
Львов	12.10.11	0,77	3,06	0,39	2,92	1,09	0,75	2,24	-1,19
Винница	12.10.11	0,34	2,28	0,31	2,27	2,10	-0,53	1,91	-1,35
Черновцы	12.10.11	0,53	2,70	0,42	2,82	0,44	0,43	1,74	-1,17
Луганск	13.10.11	0,34	0,94	0,52	0,70	1,91	-0,57	-0,11	0,10
Харьков	12.10.11	0,17	2,22	0,27	2,57	0,53	0,85	0,84	-1,33
Полтава	12.10.11	0,78	0,97	0,24	2,24	0,19	1,13	1,21	0,15
Кировоград	12.10.11	0,33	1,34	0,15	1,91	0,94	0,12	1,07	-1,87
Одесса	23.10.11	0,26	1,68	0,55	1,95	0,30	0,81	0,47	-0,82
Симферополь	24.10.11	0,22	2,03	0,39	2,59	2,28	-1,85	-0,30	-0,38

В сентябре ГТК по большинству пунктов оставался меньше 0,5 и только в Луганске и Одессе показатель был выше за счет достаточного количества выпавших осадков. В октябре на 6 станциях ГТК оставался меньше 1, из них резко засушливыми были Полтава, Тернополь, Одесса и Черновцы. За три месяца, с августа по октябрь, наиболее засушливыми оказались западные районы: Тернополь (ГТК = 0,20 ÷ 0,25) и Черновцы (ГТК = 0,42 ÷ 0,53). Недостаточное увлажнение с формированием осенней засухи наблюдалось по югу и центру Украины (Кировоград, Одесса, Полтава) и на северо-востоке (Харьков).

Рассмотрим распределение индекса атмосферной засушливости по Д.А. Педю (S) по станциям Украины (см. табл. 4). На засушливый период указывают положительные значения индекса, а при $S \geq 2,0$

диагностируется засуха. В августе по всем станциям западной половины Украины, а также в Харькове и Симферополе наблюдалась засуха – показатели S превышали значение 3,0. В сентябре засуха диагностируется уже по 7 станциям, но охватывает те же регионы Украины. В октябре наблюдалось существенное улучшение атмосферных условий - индекс S становится меньше 2 на всех станциях, а на трех (Винница, Луганск, Симферополь) показатель отрицательный, что свидетельствует о достаточном увлажнении при наблюдавшемся температурном режиме. В ноябре S оставался отрицательным в Крыму и Луганске, но по остальным станциям положительные значения S возросли, превысив в большинстве случаев 1,0, а во Львове достигнув значения 2,24. Таким образом, даже на относительно низком температурном фоне в ноябре за счет малого количества осадков во многих областях Украины было засушливо.

Для оценки интенсивности засухи воспользуемся стандартизованным индексом осадков (SPI) (см. табл. 4), который является индикатором засухи на определенном отрезке времени, если значения индекса в этот период отрицательно и имеет значение $\leq -1,00$ [5]. Для осеннего периода сентябрь-ноябрь в исследуемом регионе SPI достигал критического значения на шести станциях, из них к категории «сильная засуха» ($SPI = -1,50 \div -1,99$) относятся Тернополь и Кировоград и «средняя засуха» ($SPI = -1,00 \div -1,49$) Харьков, Львов, Винница, Черновцы. Одесса и Симферополь находились в условиях «мягкой засухи», а в Луганске и Полтаве значения SPI положительны, что говорит об отсутствии засухи в трехмесячный период времени.

Таким образом, рассмотренные три индекса четко определяют наличие сильной засухи осенью 2011 года в западных областях Украины, менее жесткие условия наблюдались в южных областях, однако здесь сильный дефицит осадков пришелся на сельскохозяйственный период прорастания озимых культур, что негативно сказалось на появлении и качестве всходов.

Выводы. Выполненное исследование показало, что формирование засушливых условий погоды на территории Украины обуславливалось длительным преобладанием антициклонического характера циркуляции над Восточной Европой, на фоне которого отсутствовали условия для образования осадков. Комплексный анализ трех различных индексов засушливости показал, что наиболее интенсивные засушливые условия наблюдалась в западных и южных областях Украины, что повышает вероятность неурожая озимых культур в этом регионе.

Список литературы

1. Бучинский И.Е. Засухи и сушеи. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 214 с.
2. Клімат України / За ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
3. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Труды Гидрометцентра СССР. - 1975. - Вып. 156. - С. 19-38.
4. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Образование атмосферно-почвенной засухи с учетом почвенной и атмосферной засушливости // Труды Гидрометцентра России. - 2002. - Вып. 337. - С.48-56
5. McKee T. B., Doesken N. J., Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales // Preprints, Eighth Conf. on Applied Climatology, 1993. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 179-184.

Метеорологічні та синоптичні умови посухи в Україні восени 2011 року. Семенова І.Г.

Розглянуті результати комплексного аналізу режиму температури та опадів, а також синоптичні процеси, що призвели до формування посушливих умов погоди в Україні восени 2011 р. Оцінка ступеню посушливості виконана з використанням кількісних характеристик, таких як гідротермічний коефіцієнт Селянинова, індекс посушливості Педя, стандартизований індекс опадів. Показано, що найбільш несприятливі погодні умови склалися в західних та південних областях України під впливом переважаючого антициклоніального характеру циркуляції атмосфери.

Ключові слова: посуха, індекс посушливості, антициклон.

Meteorological and synoptic conditions of drought in Ukraine in the autumn 2011. Semenova I.G.

The results of complex analysis of temperature and precipitation records, and synoptic processes, which are led to droughty weather conditions in Ukraine an autumn 2011 are reviewed. Definition of drought intensity has been produced using the numerical characteristics, such as a hydrothermal coefficient by Selyaninov, index of drought by Ped', standardized precipitation index. It was showed that the most difficult weather conditions are formed in the western and south regions of Ukraine under influence of prevailing anticyclones circulation of the atmosphere.

Keywords: drought, index of drought, anticyclone.