

УДК 504.064.3:551.577.38(477.61)

к.т.н. Подлипенская Л. Е.,  
 Кусайко Н. П.  
 (ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, lida.podlipensky@gmail.com),  
 д.с.-х.н. Ладыш И. А.  
 Долгих Е. Д.  
 (ЛГАУ, г. Луганск, ЛНР)

## МОНИТОРИНГ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАСУХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ ЦЕНТРА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГОРОДА ЛУГАНСКА

В работе рассматривается проблема эффективного выявления начала и окончания гидрологической засухи на территории Луганщины. В качестве индикатора засухи выбран стандартизированный индекс осадков (SPI), который рекомендован Всемирной метеорологической организацией в качестве отправной точки для мониторинга засух.

Для тестирования SPI как индикатора гидрологической засухи взяты водные объекты — Исаковское водохранилище и реки Лугань и Ольховая. По результатам применения программы SPI Generator application к ретроспективным метеорологическим данным с 1838 по 2021 гг. определены характеристики прошлых сильных и экстремальных засух. Для настоящего времени спрогнозировано зарождение и развитие сильной гидрологической засухи.

**Ключевые слова:** атмосферные осадки, мониторинг, стандартизированный индекс осадков (SPI), Центр гидрометеорологии МЧС ЛНР, гидрологическая засуха.

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Донбасс является территорией недостаточного увлажнения. В последние годы отмечается значительное снижение уровней поверхностных вод в регионе. Это связывают как с уменьшением количества выпадения осадков на территории Луганской Народной Республики, так и закрытием ряда шахт, сопровождающимся прекращением откачивания шахтных вод на поверхность.

Поскольку шахтные воды в свое время были существенным источником питания водотоков и водоемов в Донбассе, то с их значительным уменьшением питание водных объектов Луганщины переходит к природным источникам, прежде всего — атмосферным осадкам.

Следовательно, роль осадков в балансе водных ресурсов региона в настоящее время существенно возрастает. Ситуация зависимости пополнения водных объектов региона от такого нерегулируемого природного фактора, как атмосферные осадки, характеризуется

высокой степенью уязвимости к опасному природному явлению, называемому засухой.

В связи с этим региональные исследования, направленные на изучение засух с точки зрения влияния их на гидрологические объекты, являются актуальными. Для гидрологического сопоставления, выявления гидрологических засух в качестве тестовых водных объектов взяты:

- Исаковское водохранилище (расположено в водотоке р. Белой, правого притока р. Лугани);
- р. Ольховая (правый приток р. Лугани);
- р. Лугань (правый приток р. Северский Донец).

**Цель** настоящей работы — апробация возможности и эффективности использования индикаторов, основанных на гидрометеорологических наблюдениях для выявления и прогноза наступления гидрологических засух на территории Луганщины.

**Объект исследования** — явление гидрологической засухи и ее проявление в водных объектах региона Луганщины.

**Предмет исследования** — оценка и прогноз наступления гидрологических засух по результатам гидрометеорологических наблюдений.

**Задачи** исследования:

– рассмотреть виды засух и определить индикаторы, используемые для их диагностики и прогнозирования;

– выполнить исследование по диагностике гидрологических засух в регионе на основании метеорологических наблюдений;

– обосновать возможность использования определенных индикаторов для определения вида засухи и выявления границ начала и окончания вододефицитных периодов.

**Материалы и методы исследования.** В работе использованы материалы наблюдений Центра гидрометеорологии МЧС ЛНР (г. Луганск) с 1838 по 2020 гг. и за январь — март 2021 г., а также данные водохозяйственного баланса Исаковского водохранилища и среднегодовых расходов воды рек Ольховой и Лугани [1–3].

В процессе обработки результатов и моделирования применялись программы STATISTICA и SPI Generator application [4].

**Изложение материала и его результаты.**

**1. Понятие засухи и гидрологической засухи.** Засуха — природное явление, связанное с дефицитом влаги, наблюдается в разных климатических зонах и наносит огромный социально-экономический и экологический ущерб.

Засухи обычно классифицируют как метеорологические, сельскохозяйственные и гидрологические. Они отличаются по интенсивности, продолжительности и пространственной протяженности.

Понятие «гидрологической засухи», введено А. М. Владимировым в 2008 г. [5] Как отмечается автором, основным критерием, по которому устанавливается начало гидрологической засухи, является не только температура воздуха и почвы, но и резкое и длительное падение уровней подземных вод и уменьшение расходов воды в реках, уровней воды в озерах и колодцах, приводящее к высыханию малых рек и озер. Ос-

новной причиной возникновения гидрологической засухи является недостаточное пополнение водоносных горизонтов в предшествующий осенне-зимне-весенний период выпадающими на речной или озерный водосборы осадками, а также их большие затраты на испарение в теплый, особенно в жаркий, период. Поэтому гидрологическая засуха может проявляться в течение длительного времени, а в маловодный цикл — в течение нескольких лет [5].

Степень суровости гидрологической засухи определяется, как правило, для водосборов или речных бассейнов. Гидрологическая засуха обычно наступает с запаздыванием по сравнению с метеорологической и сельскохозяйственной. Поскольку регионы связаны между собой гидрологическими системами, область распространения гидрологической засухи может иметь бóльшую протяженность, чем область вызвавшей ее метеорологической засухи.

**2. Индикаторы гидрологической засухи.** Мониторинг засухи является важной частью в сфере управления водными ресурсами. Для своевременного реагирования и борьбы с последствиями засухи необходимо иметь систему заблаговременного предупреждения о засухе (СЗПЗ), которая включает следующие компоненты:

– мониторинг засухи (оценка текущих климатических и гидрологических условий местности для выявления начального этапа наступления засухи);

– прогнозирование развития засухи и оценка ее продолжительности и интенсивности;

– план управления рисками засухи, включающий системы мероприятий как по предупреждению засухи, так и ликвидации ее последствий.

Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендует использовать для мониторинга различных аспектов гидрологического цикла ряд показателей и индексов [6].

В таблице 1 представлена выборка из списка показателей и индексов засушливо-

сти, рекомендуемых ВМО. Используются следующие обозначения:

P — количество атмосферных осадков;

T — температура воздуха;

RD — полный объем воды водохранилища;

SF — речной сток.

Для мониторинга засух рекомендовано применять несколько подходов. Это значительно увеличивает надежность полученных оценок. В данной статье для оценки гидрологических засух используется стандартизированный индекс осадков (SPI).

**3. Методология расчета SPI.** В 1993 г. американские ученые Т. Б. Макки, М. Дж. Доускен и Дж. Кляйст разработали стандартизированный индекс осадков SPI [7], который использует строгий аппарат математической статистики для оценки засухи по ретроспективным и текущим данным о количестве атмосферных осадков. Разработаны соответствующие компьютерные программы для расчета данного индекса [3]. В настоящее время SPI используется в более чем 70 странах мира для мониторинга засухи.

В основе метода лежит предположение, что количество атмосферных осадков подчиняется гамма-распределению. Алгоритм расчета SPI согласно [8] следующий:

а) по данным сумм осадков строится функция гамма-распределения, имеющая вид:

$$f_{\alpha,\beta} = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-x/\beta}, \quad x > 0,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — положительные параметры формы и масштаба,  $x > 0$  — количество осадков,  $\Gamma(\alpha)$  — гамма-функция Эйлера.

Параметры данной функции определяются для каждой метеостанции с выбранным временным разрешением;

б) на основании плотности распределения строят функцию кумулятивной вероятности, после чего преобразуют ее к вероятности стандартной нормально распределенной случайной величины;

в) с помощью полученного нормального распределения приводят суммы осадков к форме индекса SPI.

Трактовка значений индекса SPI представлена в таблице 2.

Таблица 1

Показатели и индексы засушливости (составлено на основании данных [6])

№	Показатель	Входные параметры	Дополнительная информация
1	Децили	P	Легко рассчитываются, но обладают малой прогностической способностью
2	Процент от нормы осадков	P	
3	Стандартизированный индекс осадков (SPI)	P	Выделен Всемирной метеорологической организацией в качестве отправной точки для мониторинга засух
4	Индекс аридности (AI)	P, T	Может также использоваться в климатических классификациях
5	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	P, T	Легко рассчитывается, применяется в РФ и ЛНР
6	Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI)	P, T	Требуются ряды данных без пропусков; результаты сходны с SPI, но включают температурный компонент
7	Стандартизированный индекс запаса водоема (SRSI)	RD	Расчеты аналогичны SPI с использованием данных по водоему
8	Стандартизированный индекс речного стока (SSFI)	SF	Используется программа SPI наряду с данными по речному стоку

Таблица 2  
Таблица градаций SPI (по материалам [6])

Интервалы значений SPI	Характеристика категории сухости территории
$\geq 2$	Экстремально влажно
от 1,5 до 1,99	Очень влажно
от 1,0 до 1,49	Умеренно влажно
от 0,0 до 0,99	Мягкое увлажнение
от -0,99 до 0,0	Слабая засушливость
от -1,49 до -1	Умеренно сухо
от -1,99 до -1,5	Сильно сухо
$\leq -2,0$	Экстремально сухо

Согласно руководству [6] засуха наступает каждый раз, когда SPI опускается до -1 и ниже. Засуха заканчивается, когда SPI достигает положительных значений.

На аномалии осадков различные природные компоненты реагируют по-разному:

- изменение влажности почвы откликается на аномалии осадков в кратковременном масштабе;

- состояния подземных вод, речного стока водоемов отражают долговременные аномалии осадков.

Поэтому для определения наступления разных видов засух берут накопления осадков в следующих масштабах:

- 1–2 месяца — для метеорологической засухи;

- 1–6 месяцев — для сельскохозяйственной засухи;

- 6–24 месяца и более — для гидрологической засухи. При этом 9-ти месячный SPI связывает сезонную засуху с долгосрочными засухами, которые могут стать гидрологическими, а 12-ти месячный SPI и более связан с существенным уменьшением речных потоков, уровней водохранилищ и даже уровней подземных вод.

**4. Особенности оценивания гидрологической засухи по региональным гидрометеорологическим данным.** Оценка уровня обеспеченности осадками в качестве источников питания водных объектов и связи индекса SPI с динамикой изменения параметров, характеризующих водность

водоемов и водотоков, выполнялась на примере Исаковского водохранилища и рек Лугани и Ольховой.

Данные притока воды в Исаковское водохранилище использовались в годовом временном масштабе в виде ряда из 68 значений (в млн м<sup>3</sup>). Рассматриваемый период — с начала создания водохранилища (1953 г.) и по настоящее время [2].

Среднегодовые расходы стока рек брались по [3] за периоды:

- 1964–2010 гг. для р. Лугани, (створ «Луганск»);

- 1961–2010 гг. для р. Ольховой (створ «Луганск»).

Исходные метеорологические данные представлены временным рядом атмосферных осадков (в мм) за каждый месяц с января 1838 г. по март 2021 г., наблюдаемых на Луганской метеостанции. Всего 2199 значений месячных осадков. Также в оценках участвовали другие показатели, такие как температура воздуха, испарение и др.

Индексы SPI рассчитывались при помощи программы SPI Generator application [4] для временных масштабов 6–12, 18, 24 месяца по всему исходному временному ряду месячных сумм осадков (1838–2021 гг.) После обработки результатов вычисления программы сформированы комплекты файлов для каждого временного масштаба, включающих рассчитанные для каждого месяца индексы SPI, выборки периодов сухости согласно классификации таблицы 2 и результаты усреднения в Excel при помощи модуля «Сводная таблица».

Для сравнительного анализа часть показателей приводилась к безразмерному виду со шкалой значений [0, 1].

Адекватность оценки использования индекса SPI для прогнозирования гидрологической засухи устанавливалась сравнением временных рядов SPI и гидрологических характеристик тестовых объектов.

**5. Результаты расчетов и оценок.** Представим цепочку результатов решаемых частных задач, конечной целью которых является диагностика гидрологиче-

ской засухи, в виде соответствующих графиков и таблиц, формируемых поэтапно.

*А. Тестовые водные объекты.* Рисунок 1 демонстрирует на общей временной шкале графики зависимостей среднегодовых расходов рек Лугани и Ольховой и годовых притоков воды в Исаковское водохранилище, которые предварительно преобразованы к безразмерному виду шкалы [0, 1]. Также в безразмерном виде на графике приведены годовые суммы осадков. Для лучшей читаемости графики 2, 3, 4 смещены по вертикальной оси вверх соответственно на 1, 2 и 3 единицы.

На рисунке 2 представлены кривые, построенные так же и на тех же данных, что и кривые рисунка 1, но сглаженные методами спектрального анализа с выделением по 5 главных компонент.

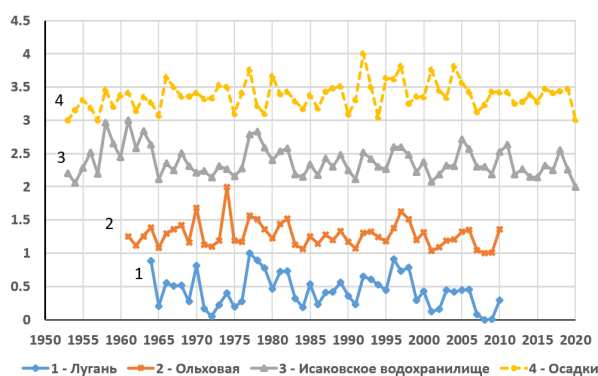


Рисунок 1 Динамика изменения приведенных расходов воды тестовых объектов и годовых сумм осадков в унифицированном виде



Рисунок 2 Результат выделения главных компонент характеристик водности

Из рисунка 1 видно, что изменения среднегодовых расходов рассматриваемых водных объектов в значительной степени синхронизированы и зависят от изменений осадков, но с некоторой задержкой по времени.

Графики рисунка 2 имеют настолько близкие тенденции изменения, что правомочна гипотеза об управляемости водностью исследуемых объектов внешними факторами, а именно — природными. Шахтные воды дают нерегулярные отклонения от трендов, способствующие некоторому рассогласованию кривых (рис. 1). В настоящее время при значительном уменьшении сброса шахтных вод в гидрографическую сеть региона ожидается еще большее согласование тенденций изменения водности гидрологических объектов.

Наиболее обоснованным природным фактором, способствующим увеличению потоков воды в водных объектах, являются атмосферные осадки. Следовательно, использование критерия засухи, основанного на анализе осадков, вполне обосновано.

*Б. Результаты вычисления индексов SPI по данным Луганской метеостанции.* Наиболее информативными показателями для диагностики засухи являются индексы SPI, рассчитанные по месячным суммам осадков. Для сопоставления индексов с гидрологическими характеристиками водных объектов данные SPI свели к годовым показателям.

На рисунке 3 представлены графики приведенных к годовым SPI для временных масштабов усреднения 9, 12 и 24 месяца. Там же показаны значения годовых притоков в Исаковское водохранилище (млн куб., уменьшенные в 20 раз).

Отрицательные значения SPI рисунка 3 сигнализируют о наступлении гидрологической засухи разной тяжести, и в большинстве случаев они соответствуют падению значений притоков воды в водохранилище, а некоторые несовпадения или несоразмерные изменения значений графика 1 объясняются, как правило, увеличением или уменьшением сброса шахтных

вод в разные годы, а также эффектом усреднения данных к годовым показателям. В целом, ансамбль из трех индексов SPI своевременно сигнализирует об увеличении или уменьшении водности объекта.

Для рек Лугани и Ольховой картина аналогична. Отсюда делаем вывод, что SPI адекватно отражает ситуацию с гидрологической засухой. Однако годовые показатели дают усредненный иллюстративный результат. Для определения характеристик засухи необходимо анализировать данные по каждому месяцу.

*В. Диагностирование гидрологической засухи.* Для диагностики начала, конца и тяжести засухи используем месячные данные, полученные при накоплении осадков в масштабе 6, 9, 12 и 24 месяца. Результат представлен на рисунке 4 для двух индексов SPI<sub>12</sub> и SPI<sub>24</sub>. Время на оси абсцисс измеряется в месяцах, начало отсчета соответствует январю 1838 г., последняя точка — март 2021 г. Отметим, что графики рисунка 4 диагностируют гидрологическую засуху, какой бы она была при отсутствии сбросов шахтных вод в водные объекты.

На графиках рисунка 4 заметны глобальные циклы изменения индекса SPI с проявлением сильных гидрологических засух. Применение программы SPI Generator application дает возможность об-

наружить эти засухи и идентифицировать их параметры. В таблице 3 представлены данные анализа трех экстремальных засух с гидрологическими последствиями, выявленные за весь период по SPI<sub>24</sub> со значениями ниже отметки -2.

Последняя крупная засуха, начавшаяся в мае 1950 г. и длившаяся 69 месяцев, прошла для рассматриваемого региона, в частности Исаковского водохранилища, в облегченном виде, ввиду активного восстановления и введения в строй угольных шахт, сбрасывавших в поверхностную гидрологическую сеть большие объемы шахтных вод (рис. 3).

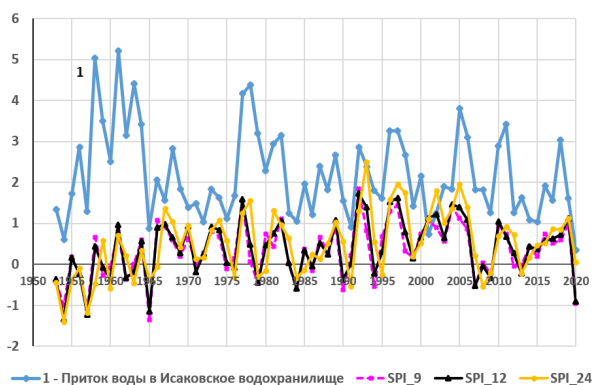


Рисунок 3 Анализ согласованности данных об объемах притоков воды в Исаиковское водохранилище и индексов SPI

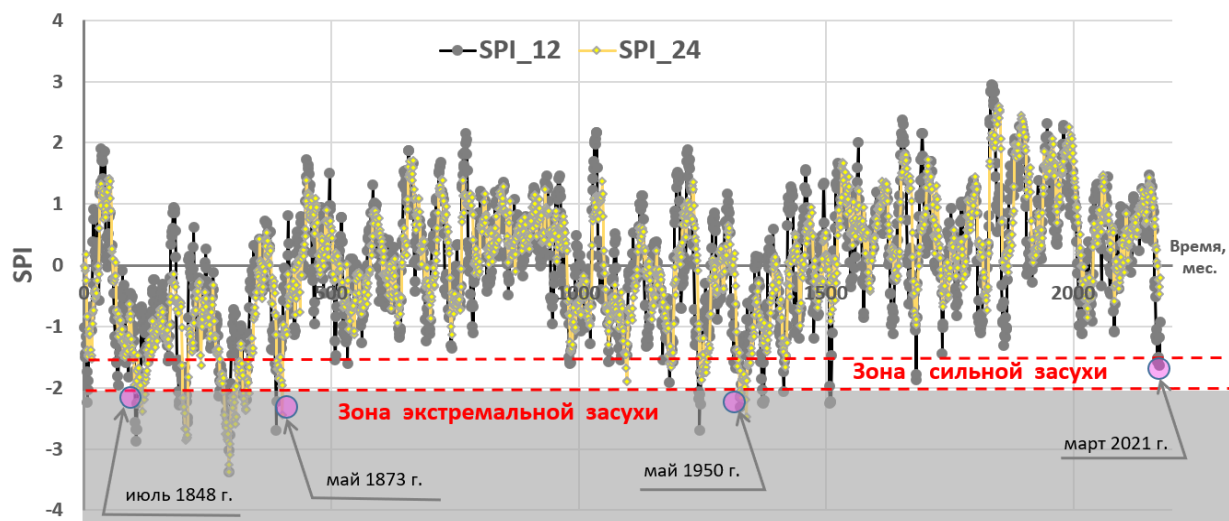


Рисунок 4 Диагностирование гидрологических засух по индексам SPI

Таблица 3

Параметры экстремальных гидрологических засух, выявленных по SPI с временным масштабом 24 месяца

Начало засухи	Конец засухи	Длительность засухи, мес.	SPI <sub>мин</sub>	Магнитуда (сумма SPI)	SPI <sub>средн</sub>
07.1848	07.1869	252	-3.37	-352.09	-1.4
05.1873	12.1875	31	-2.44	-22.77	-0.73
05.1950	02.1956	69	-2.47	-85.94	-1.25

Последующий период, характеризовавшийся как преимущественно влажный, с редкими засухами, не переходящими в гидрологические, завершился.

В настоящее время, согласно трактовке индекса SPI<sub>12</sub>, значение которого оказалось в зоне сильной гидрологической засухи (март 2021, рис. 4), подготавливавшейся постепенно в течение 12 месяцев, намечается тенденция к развитию более тяжелой засухи. Возможно, по масштабам и последствиям она будет более катастрофичной, чем предыдущая, учитывая практически полное прекращение вывода шахтных вод на поверхность и переход водоемов и водотоков региона на естественные источники питания.

В таблице 4 представлены значения SPI за 2020–2021 гг. При внимательном изучении таблицы можно заметить, как постепенно происходит переход от дефицита влаги в почве (SPI<sub>6</sub>) к значительным сезонным долгосрочным засухам (SPI<sub>9</sub>) и существенному уменьшению стоков рек, уровней водохранилищ, а также уровней подземных вод (SPI<sub>12</sub>). Окончание засухи устанавливается при достижении соответствующими индексами положительных значений.

Индексы SPI<sub>6</sub> и SPI<sub>9</sub> в ноябре 2020 года опустились ниже критической отметки (-2), что позволяет диагностировать экстремальную сельскохозяйственную засуху, переходящую в гидрологическую. Подтверждением адекватности прогноза засухи по индексу SPI является множество фактов, наблюдаемых повсеместно на территории ЛНР, начиная с августа 2020 года: исчезновение малых водо-

токов, пересыхание колодцев и скважин и, самое главное, катастрофическое обмеление Исаковского водохранилища.

Из таблицы 4 вытекает, что гидрологическая засуха в настоящий момент не закончена (по SPI<sub>6</sub> и SPI<sub>9</sub> — значения отрицательны). Возможно, глобальная тенденция на снижение SPI, заметная на рисунке 4, будет продолжена, и в ближайшее время нас ждет четвертая длительная экстремальная гидрологическая засуха с непредсказуемыми экономическими и социальными последствиями.

Таблица 4

Значения SPI за 2020–2021 гг.\*

Дата	SPI <sub>6</sub>	SPI <sub>9</sub>	SPI <sub>12</sub>
01.01.2020	-1.07	-0.21	0.39
01.02.2020	0.21	-0.16	0.87
01.03.2020	0.15	0	0.58
01.04.2020	-0.41	-0.98	-0.26
01.05.2020	0.09	-0.11	-0.35
01.06.2020	-0.47	-0.55	-0.51
01.07.2020	-0.65	-0.8	-1.16
01.08.2020	<b>-1.66</b>	-1.08	-1.05
01.09.2020	<b>-1.81</b>	-1.28	-1.22
01.10.2020	<b>-1.68</b>	<b>-1.53</b>	<b>-1.52</b>
01.11.2020	<b>-2.33</b>	<b>-2.14</b>	<b>-1.57</b>
01.12.2020	<b>-1.78</b>	<b>-1.98</b>	<b>-1.5</b>
01.01.2021	<b>-1.11</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.18</b>
01.02.2021	<b>-0.68</b>	<b>-1.64</b>	<b>-1.63</b>
01.03.2021	0.54	<b>-0.49</b>	<b>-0.93</b>

\*Полужирным шрифтом выделены индексы, входящие в промежутки сильных засух для каждого временного масштаба.

**6. Неопределенности в данных исследования.** Используемая в исследовании информация содержит в себе ряд неопределенностей, разрешение или уточнение которых может способствовать повышению надежности используемых моделей. К ним относятся:

- отсутствие систематической информации об объемах сбрасываемых шахтных вод. Использование такой информации позволило бы количественно оценить степень потерь поверхностного стока от прекращения откачки на поверхность шахтных вод и спрогнозировать более точно тяжесть гидрологической засухи в регионе;

- недостаточно подробные данные о динамике изменения стока поверхностных водных объектов, что не дает возможности связать более надежной связью гидрологию региона с индексами SPI;

- отсутствие пространственно распределенных регулярных данных гидрологического, морфологического, метеорологического характера, соответствующего программного обеспечения для применения наряду с SPI, других показателей (табл. 1), совместное использование которых в системе заблаговременного предупреждения засухи может значительно повысить надежность прогноза и способствовать принятию своевременных управленческих решений.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Эффективное управление в системе противодействия последствиям

экстремальных засух в условиях маловодного цикла нуждается как в проведении максимально подробных текущих гидрологических и метеорологических наблюдений, так и диагностике ситуаций с помощью действенных современных инструментов.

Для смягчения последствий экстремальных засух должна быть создана государственная система заблаговременного предупреждения о засухе, разработаны программы, работающие на опережение данного опасного явления.

В работе представлен индекс SPI как эффективный инструмент мониторинга гидрологических засух. На примере метеорологических данных региона выполнена диагностика видов и сроков сильных и экстремальных засух. Выявлено зарождение и развитие в настоящее время сильной гидрологической засухи.

Показано, что природные факторы, влияющие на водность гидрологических объектов региона, в настоящее время являются решающими и определяющими сроки возникновения и тяжесть последствий гидрологических засух.

Дальнейшие исследования авторов будут направлены на создание и научное обоснование системы выявления гидрологических засух, основанной на применении большинства доступных индикаторов, и использующей статистические методы прогноза неблагоприятных событий.

### Библиографический список

1. Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма [Текст] / И. Д. Соколов и др. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 200 с.
2. Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области [Текст] / рук. Жуков И. И. — Донецк : ЦКИПИВЛ, 2004. — 10 с.
3. Зубов, А. Р. Гидрологические особенности рек бассейнов Азовского и Черного морей [Текст] : монография / А. Р. Зубов, Л. Г. Зубова. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 230 с.
4. SPI Program [Electronic resource]. — Режим доступа: <https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI/SPIProgram.aspx/> (05.04.2021).
5. Владимиров, А. М. Солнечно-земные связи и цикличность колебаний экстремальных расходов воды [Текст] / А. М. Владимиров // Ученые записки РГГМУ. — 2013. — № 29. — С. 7–16.
6. Svoboda, M. Handbook of Drought Indicators and Indices / M. Svoboda, B. A. Fuchs [Text] // World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP). Integrated Drought



*Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. — Geneva, 2016.*

7. McKee, T. B. *The relationship of drought frequency and duration to time scales [Text] / T. B. McKee, N. J. Doesken, J. Kleist // In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology (Anaheim, CA, USA, 17–22 January 1993). — P. 179–184.*

8. Edwards, D. C. *Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales [Text] / D. C. Edwards, T. B. McKee // Climatology Report. — Fort Collins : Colorado State University, 1997. — No. 97–2. — 155 p.*

© Подлипенская Л. Е.

© Кусайко Н. П.

© Ладыш И. А.

© Долгих Е. Д.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ПГМ ДонГТИ Левченко Э. П.,  
помощником министра природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР  
Крамаренко А. А.*

*Статья поступила в редакцию 26.04.2021.*

**PhD Podlipenskaya L. E., Kusayko N. P. (DonSTI, Alchevsk, LPR, [lida.podlipensky@gmail.com](mailto:lida.podlipensky@gmail.com)),  
Doctor of Agricultural Sciences Ladysh I. A., Dolgikh E. D. (LSAU, Lugansk, LPR)**

#### **MONITORING OF HYDROLOGICAL DROUGHT ON THE RESULTS OF LONG-TERM DATA FROM LUGANSK CENTER OF HYDROMETEOROLOGY**

*The paper deals with the problem of effective identification of the beginning and finishing of hydrological drought in the Lugansk region. The Standardized Precipitation Index (SPI), which is recommended by the World Meteorological Organization as a starting point for monitoring droughts, was selected as a drought indicator.*

*To test the SPI as an indicator of hydrological drought the below water bodies were taken as the Isakovskoye reservoir and the Lugan and the Olkhovaya rivers. Based on the results of the SPI Generator application program for retrospective meteorological data from 1838 to 2021 the characteristics of previous severe and extreme droughts have been determined. For the present time, the origin and development of a severe hydrological drought has been predicted.*

**Key words:** *atmospheric precipitation, monitoring, standardized precipitation index (SPI), Center for Hydrometeorology of the Ministry of Emergency Situations of the LPR, hydrological drought*