

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ САМООЧИЩЕНИЯ

АТМОСФЕРЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студентки 4 курса 411 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
код и наименование направления (специальности)

географического факультета

наименование факультета, института, колледжа

Моисеевой Екатерины Сергеевны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

профессор, д. с.-х. н.,
профессор

должность, уч. степень, уч. звание

С.И. Пряхина

подпись, дата

инициалы, фамилия

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.г.н.

должность, уч. степень, уч. звание

М.Ю. Червяков

подпись, дата

инициалы, фамилия

ВВЕДЕНИЕ Сельское хозяйство как отрасль материального производства представляет собой сложную систему, связанную с природными условиями, в которых происходит их возделывание и выращивание. Климатические и погодные условия оказывают большое влияние на сельскохозяйственное производство. Они в значительной мере определяют урожай сельскохозяйственных культур, качество сельскохозяйственной продукции, затраты на ее производство, особенности агротехнических и технических мероприятий, территориальную специализацию.

Неблагоприятные для сельского хозяйства гидрометеорологические явления приводят к неурожайным годам. Когда такие явления наносят серьезный ущерб растениеводству и животноводству, их относят к опасным метеорологическим явлениям [1]. К таким явлениям в теплый период года относят: засухи, суховеи, пыльные бури, град, сильные ливни.

В связи с тем, что Саратовская область расположена в зоне рискованного земледелия и недостаточного увлажнения, сельскохозяйственное производство испытывает большие трудности в получении высоких и устойчивых урожаев. Поэтому для работников сельского хозяйства нет более важной проблемы, чем преодоление засухи. Угроза засухи так часто висит над степными районами что, естественно, привлекает самое серьезное внимание исследователей [2].

Целью настоящей работы является рассмотрение и анализ неблагоприятных метеорологических явлений, представляющих опасность для сельского хозяйства в теплый период года. К таким явлениям относят засуху, суховеи, пыльные бури, град, сильные ливни, заморозки. Были поставлены задачи, рассчитать критерии засушливости и увлажнения климата (ГТК Селянинова, КУ Шашко, коэффициент Кабанова) и оценить интенсивность засух, по полученным данным.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ Особенность климата Саратова и Саратовской области состоит в его засушливости, высокой степени континентальности, высокой изменчивости погодных условий от года к году. Для него свойственна короткая засушливая весна и сухое лето. Так же для области характерна частая повторяемость засух, что существенно снижает сельскохозяйственный потенциал.

В Саратовской области климат правобережных районов значительно отличается от климата левобережных районов. Климат Заволжья более континентальный, характеризуется большим количеством солнечного тепла, более высокими температурами воздуха, меньшим количеством осадков, малоснежными зимами; здесь чаще наблюдаются засушливые явления по сравнению с Правобережьем. Различия в строении рельефа, в абсолютных отметках высот между Право- и Левобережьем, наличие Волгоградского водохранилища сказываются на местном климате и микроклимате. Это проявляется в распределении осадков: на правом берегу на тех же широтах осадков выпадает больше, чем на левом[3].

Особенности климата, местного климата и микроклимата отдельных частей области необходимо учитывать в сельскохозяйственном производстве. Континентальность климата в области возрастает с северо-запада на юго-восток.

Лето в Саратовской области засушливое и продолжительное. В его динамике три фазы: «предлетье», «разгар лета» и «спад лета». Первый период начинается в начале мая и заканчивается в первой декаде июня. Второй период продолжается до 25 августа, когда происходит переход средней суточной температуры через 15 градусов Цельсия. Третий период длится до третьей декады сентября. По наблюдениям фенологов лето в Саратове продолжается в среднем 115 дней, с момента отцветания яблонь и до первых слабых заморозков на почве (24мая — 15сентября) [4].

2.1 Засуха и суховеи.

Засуха является естественным, обусловленным циркуляционными процессами в атмосфере явлением природы. По «Метеорологическому словарю»: засуха — значительный по сравнению с нормой недостаток осадков в течение длительного времени весной и летом, при повышенных температурах воздуха, в результате чего иссякают запасы влаги в почве (путем испарения и транспирации) и создаются неблагоприятные условия для нормального развития растений, а урожай полевых культур снижается.

Обыкновенно засухи сопровождаются жаркой погодой, сухостью воздуха, а иногда и сильными жгучими ветрами, чем создаются все условия, благоприятствующие усиленному испарению почвенной влаги. Почва высыхает сначала с поверхности, потом, благодаря возникающим трещинам, все глубже и глубже, и растущие на ней растения, не имея возможности получить потребной им воды, гибнут.

В более узком понимании засуха — это агрометеорологическое явление, вызывающее резкое несоответствие между нормальной потребностью растений во влаге и ее поступлением из почвы. Следствием такого несоответствия является снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

При длительных и интенсивных засухах урожайность культур оказывается очень низкой, а при экстремальных засухах гибель растений может наступить еще до формирования урожая. Но бывает, что и при достаточном количестве дождей растения страдают от недостатка воды. Например, при редких обильных ливнях. В таких случаях, высохшая земля не успевает принять в себя и десятой доли выпавшей воды, как остальная ее масса быстро спадает в овраги и балки. Но и та доля влаги, которая успевает впитаться в землю, не приносит пользы растениям, так как, благодаря снова наступающей жаркой погоде, очень быстро испаряется[1].

Существует 3 типа засух: атмосферная, почвенная и атмосферно-почвенная.

Атмосферная или воздушная засуха — длительная аномально сухая погода, обычно сопровождающаяся повышенными температурами воздуха, с отсутствием или незначительным количеством атмосферных осадков, приводящая к истощению запасов влаги в почве и резкому снижению влажности воздуха.

Почвенная засуха — это иссушение почвы, уменьшающее влагообеспеченность растений, вызывающее их угнетение, задержку роста, снижение продуктивности.

Атмосферно-почвенная засуха — это сочетание условий атмосферной и почвенной засухи. Такая засуха представляет наибольшую опасность для сельскохозяйственных культур.

Атмосферные и почвенные засухи являются одним из наиболее опасных природных явлений на юге России [11]

Суховой — это ветер при высокой температуре и большом недостатке насыщения влагой воздуха, вызывающий угнетение и гибель растений. В отличие от засух, суховеи непродолжительны, как правило, от нескольких часов до нескольких суток.

Под воздействием суховеев происходит интенсивное испарение с поверхности почвы, обезвоживание тканей растений в результате транспирации, вследствие чего нарушается водный баланс растений и весь комплекс физиологических процессов: фотосинтез, дыхание и т.д. Суховеи приводят к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур [1].

2.2 Пыльные бури

Пыльные бури, вызывающие эрозию почвы, считаются опасным метеорологическим явлением, наносящим значительный ущерб сельскохозяйственному производству.

Пыльные бури – это перенос сильным ветром (10-20м/с) большого количества пыли, песка, верхнего слоя почвы, почти или полностью лишенного растительного покрова. Песчаные бури могут передвигать целые дюны и переносить огромные объёмы пыли, так что фронт бури может выглядеть как плотная стена пыли высотой до 1,6 км. Количество перенесенных ветром частиц почвы, песка и пыли исчисляется тоннами. Эти массы часто оседают на сельскохозяйственные посевы[1].

В общей метеорологии считается, что горизонтальная видимость при пыльной буре (на стандартном уровне 2 м над поверхностью земли) обычно составляет от 1 до 4 км (в ряде случаев может снижаться до нескольких сотен и даже до нескольких десятков метров).

2.3 Сильные ливневые дожди

Для роста, развития и формирования урожайности естественной растительности и неорошаемых сельскохозяйственных культур большое значение имеет не только количество осадков, но и их распределение по месяцам, интенсивности выпадения [1].

Интенсивность осадкой измеряется количеством осадков, выпадающих за единицу времени. Как правило, наибольшую интенсивность имеют короткие ливневые дожди.

Характеризуются внезапностью начала и конца выпадения, резким изменением интенсивности. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно от нескольких минут до 1-2 часов. Нередко сопровождаются грозой и кратковременным усилением ветра (шквалом). Выпадают из кучево-дождевых облаков, при этом количество облаков может быть как значительным (7-10 баллов), так и небольшим (4-6 баллов, а в ряде случаев даже 2-3 балла). Главным признаком осадков ливневого характера является не их высокая интенсивность (ливневые осадки могут быть и слабыми), а именно сам факт выпадения из конвективных (чаще всего кучево-дождевых) облаков, что и определяет колебания интенсивности осадков[14].

Ливневые дожди выпадают из кучево-дождевых облаков, поэтому они охватывают сравнительно небольшие площади. Тем не менее эти дожди за сутки могут дать 80 мм осадков и более и нанести существенный ущерб сельскохозяйственному производству.

Интенсивные ливневые дожди, сопровождаемые сильным ветром, на европейской части России часто вызывают полегание зерновых культур на 20-30 % посевных площадей, а в отдельные годы достигает 80 %. При полегании ухудшается налив зерна, затрудняется уборка и увеличиваются потери урожая[6].

2.4 Град

Град - вид атмосферных осадков, выпадающих в теплое время года из мощных кучево – дождевых облаков в виде частичек плотного льда различных размеров (от 5 до 55 мм, а иногда и больше)[4].

Выпадение града на посевы сельскохозяйственных культур, которое может нанести значительный или даже непоправимый урон, называется градобитием. Ущерб зависит не только от размера градин, но и от плотности их выпадения на единицу площади и продолжительности града.

Град образуется в средней части облака, при сильных теплых восходящих потоках воздуха (конвекция) скоростью 15-20 м/с.

Наибольший ущерб град наносит сельскому хозяйству. Выпадая узкой (шириной в несколько километров), но длинной (в 100 км и более) полосой, град уничтожает посевы зерновых, ломает виноградные лозы и ветви деревьев, стебли кукурузы и подсолнечника, выбивает табачные и бахчевые плантации, сбивает плоды во фруктовых садах. От ударов градин гибнет домашняя птица, мелкий скот. Бывают случаи поражения градинами и крупного рогатого скота, а также людей[1].

2.5 Заморозки

Заморозками называется кратковременное понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до 0 градусов Цельсия и ниже, наблюдаемое ночью (вечером, утром) в вегетационный период на фоне положительных средних суточных температур воздуха [1].

Заморозки обычно наблюдаются весной и осенью при антициклональной погоде, на гребнях повышенного атмосферного давления, при высоком эффективном излучении подстилающей поверхности и при слабом ветре.

По интенсивности заморозки делят на слабые, средние и сильные.

3. Оценка степени увлажнения и засушливости климата

Ученые различных специальностей предложили множество методов оценки степени увлажнения и засушливости территорий. В качестве примера мною будут рассмотрены и рассчитаны только часть критериев - это гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, коэффициент увлажнения Д.И. Шашко и коэффициент П.Г. Кабанова, которые являются основными для расчета интенсивности атмосферных засух и широко применяются в агрометеорологии.

3.1 Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова.

Весьма удобным показателем для оценки атмосферных засух за многолетний период является гидрометрический коэффициент, представляющий собой относительный (безразмерный) показатель увлажненности территории. Он определяется отношением суммы осадков в мм за период со средней суточной температурой выше 10 градусов Цельсия к сумме средних суточных температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз (что весьма близко характеризует испаряемость):

$$\text{ГТК} = \Sigma R / 0,1 \Sigma T \quad [8]$$

Рассматриваются 5 категорий интенсивности атмосферных засух:

- 1) очень сильная ($\text{ГТК} \leq 0,19$)
- 2) сильная ($\text{ГТК} = 0,20-0,39$)
- 3) средняя ($\text{ГТК} = 0,40-0,60$)
- 4) слабая ($\text{ГТК} = 0,61-0,75$)
- 5) а также вариант с отсутствием засухи ($\text{ГТК} \leq 0,75$) [2].

Таблица 2 - Интенсивность засухи по ГТК Г. Т. Селянинова
(составлена автором)

Годы	Температура, °C Σ (май-июль)	Осадки, мм (май-июль) Σ	ГТК	Интенсивность засухи
1995	1930,1	92	0,48	средняя
1996	1936,7	114,5	0,59	средняя
1997	1714,2	185,6	1,08	Нет засухи
1998	1962,2	44,4	0,23	Сильная
1999	1692,6	81,9	0,48	Средняя
2000	1611,8	243,6	1,50	Нет засухи
2001	1789,1	150,5	0,84	Нет засухи
2002	1765,8	66,1	0,38	Сильная
2003	1653,7	192,4	1,16	Нет засухи
2004	1681,3	163	0,95	Нет засухи
2005	1814,2	119,7	0,65	Слабая
2006	1736,6	106,4	0,61	Слабая
2007	1840,5	109,7	0,6	Средняя
2008	1733,1	215,7	1,25	Нет засухи
2009	1870,1	111,8	0,6	Средняя
2010	2135,7	72,3	0,34	Сильная
2011	2074,9	79,9	0,39	Сильная

3.2 Коэффициент увлажнения Д. И. Шашко

Показатель годового увлажнения Д. И. Шашко равен отношению суммарного годового количества осадков к годовой сумме среднесуточных дефицитов влажности воздуха. Ориентируясь на предложенное Д. И. Шашко агро- климатическое районирование на основе показателя годового увлажнения Саратовская область в большей степени расположена в зоне недостаточного и незначительного увлажнения.

3.3 Коэффициент Кабанова

Способ определения влажных и сухих дней по коэффициенту Кабанова состоит в следующем: для каждого дня по эмпирической формуле $V=0.4*(\Sigma D)$ определяем испаряемость. Полученные величины испаряемости по дням сопоставляем с суммой фактически выпавших за каждый день осадков. Те дни, когда осадки превышали испаряемость, считают влажными. Сумма осадков сверх испаряемости за данный день относились к следующему дню как неиспользованный резерв от выпавшего за предыдущий день дождя. Превосходящий резерв суммируем с осадками, выпавшими за последующие сутки (если следующие сутки был дождь) и из полученной суммы вычитаем

испаряемость за другой день. И таким образом подсчет продолжается до тех пор, пока разность вычитания не доходит до нуля или отрицательной величины. Все дни, когда осадки и переходящие резервы воды покрывали испаряемость - считаются влажными, а остальные – сухими.

Таблица 1 — Сопоставление коэффициентов засушливости
(составлено автором)

Показатели оценки засух	Засухи / годы				
	Нет засухи	слабая	средняя	сильная	Очень сильная
ГТК Селянинова	1997, 2000, 2001, 2003, 2004, 2008	2005, 2006	1995, 1996, 1999, 2007, 2009	1998, 2002, 2010, 2011	-
КУ Шашко	-	2000, 2001, 2003	1995, 1997, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008	1996, 1998, 1999, 2002, 2009, 2010, 2011	-
К. Кабанова	-	-	1996, 1997, 2000, 2001, 2003, 2004 2006, 2008	1995, 1998, 1999, 2002, 2005, 2007, 2009, 2010, 2011	-

Таблица 3 - Коэффициент увлажнения Д.И. Шашко за 1995-2011 гг.
(составлена автором)

годы	$\sum P$ (Осадки за год)	$\sum D$ (Дефицит за год)	КУ	Интенсивность Засухи
1995	479,4	2353,7	0,22	Средняя
1996	388,5	2201,8	0,18	Сильная
1997	471,6	1886,8	0,25	Средняя
1998	321,7	2670,8	0,12	Сильная

Продолжение таблицы 3				
1999	356,6	2023,5	0,18	Сильная
2000	646,6	2038,6	0,32	Слабая
2001	615	1982,8	0,31	Слабая
2002	340	2238,0	0,15	Сильная
2003	565,9	1537,2	0,37	Слабая
2004	539	1787,0	0,30	Средняя
2005	427	1971,0	0,22	Средняя
2006	479,1	2110,9	0,25	Средняя
2007	496,7	2344,2	0,2	Средняя
2008	476	2002,6	0,24	Средняя
2009	416,6	2898,9	0,14	Сильная
2010	513,4	3159,3	0,16	Сильная
2011	393,6	2381	0,17	Сильная

4. Снижение урожайности в засушливые года

Обобщенным критерием всех видов засух считается уровень снижения урожайности. Так, слабые засухи характеризуются снижением урожайности на 10-15%, средние – на 25%, сильные – на 50%, очень сильные – более чем на 50% от среднего многолетнего значения.

Таблица 2 - Засушливость лет по разным коэффициентам и фактическая урожайность яровой пшеницы за период с 1995 по 2005гг.

(составлена автором)

Годы	ГТК Селянинова	КУ Шашко	Коэффициен т Кабанова	Ур-ть яровой пшеницы	Ур-ть озимой пшеницы
1995	Средняя	Средняя	Сильная	4,6	32,1
1996	Средняя	Сильная	Средняя	14,3	40,1
1997	Нет засухи	Средняя	Средняя	29	-
1998	Сильная	Сильная	Сильная	1	18,1
1999	Средняя	Сильная	Сильная	1,2	5,1
2000	Нет засухи	Слабая	Средняя	10,5	23,3
2001	Нет засухи	Слабая	Средняя	20,7	18,3
2002	Средняя	Сильная	Сильная	10,5	47,4
2003	Нет засухи	Слабая	Средняя	28,6	37,4
2004	Нет засухи	Средняя	Средняя	15,3	50,4
2005	Слабая	Средняя	Сильная	8,7	13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 1. Анализ оценки 3 показателей засушливости показал, что самым точным критерием, по данным расчетов, является ГТК, т.к. за рассматриваемый период процент его ошибки был наименьшим.

2. По ГТК Селянинова засухи за рассматриваемый период с 1995 по 2011 гг. наблюдались в 64% случаев. Очень сильных засух не наблюдалось, сильная засуха отмечалась в 4 случаях. Средней интенсивности засухи были отмечены в 5 случаях. Слабая засуха отмечалась 2 раза из всего периода. В остальные годы засуха отсутствовала.

3. По коэффициенту увлажнения Шашко засухи в период с 1995 по 2011 гг. были в 100% случаев. Сильные засухи наблюдались в 7 случаях, средние засухи также в 7 случаях, слабые засухи в 3 случаях.

4. По коэффициенту Кабанова засухи наблюдались весь рассматриваемый период с 1995 по 2011 гг. В классификации Кабанова нет очень сильной градации засух, что несколько отличает данный коэффициент от остальных. По Кабанову можно сделать вывод, что сухие годы (или годы с сильной засухой) наблюдались в 10 случаях, умеренно влажные годы (или годы со средней интенсивностью засухи) были в 7 случаях, а влажных лет за рассматриваемый период не наблюдалось.

5. Анализ материала показал, что самые большие погрешности расчетов происходят при слабой (совпадения отсутствуют) и средней интенсивности засух. Самые лучшие результаты точности расчетов приходятся на сильную интенсивность засух. 6. Все рассмотренные показатели хороши и большинство из них широко распространены и используются в литературе, но, несмотря на это, они не полностью удовлетворяют требования сельского хозяйства и, порой, их оценки вызывает сомнения. Это демонстрируется тем, что очень сильную засуху не отразил ни один из критериев, несмотря на то, что в 3 случаях из всего периода, судя по урожайности, наблюдалась данная интенсивность (1995 – 4,6 ц/га, 1998 – 1 ц/га и в 1999 – 1,2 ц/га).