

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

Кафедра метеорологии и климатологии

Исследование суточных сумм осадков теплого периода

различной интенсивности

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 5 курса 521 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Капитонова Ивана Алексеевича

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

подпись, дата

С.В. Морозова

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

подпись, дата

М.Ю. Червяков

Саратов 2023

Введение. обосновывается актуальность исследования, формулируются цели и задачи выпускной квалификационной работы. Указывается важность изучения атмосферных осадков для различных секторов экономики, особенно для сельского хозяйства. Отмечается важность изучения режима осадков для территории Саратовской области., так как ее территория расположена в зоне недостаточного увлажнения, и атмосферные осадки являются лимитирующим фактором урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Целью настоящей работы является исследование статистической структуры суточных сумм осадков для некоторых метеостанций Правобережья и Левобережья Саратовской области, а также определить эталонные поля давления выпадения осадков для месяцев теплого периода.

Указывается, что суточные суммы осадков редко становятся предметом исследования, и структура месячных сумм осадков обычно рассматривается при декадном, пентадном осреднениях. Поэтому изучение суточных сумм осадков представляет большой научный и практический интерес.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 25 наименования.

Основное содержание работы. В первой главе содержатся общие сведения об атмосферных осадках и способах их изучения. Поскольку настоящая выпускная квалификационная работа выполнена с применением методов математической статистики, то упор делается на описание особенностей статистической обработки данных об атмосферных осадках . Описание приводится по работам Ц.А.Швер, О.А.Дроздова, Г.А.Алексеева, Н.В.Кобышевой и др.

В этой же главе приводится обзор работ, выполненных по изучению о режима осадков в Нижнем Поволжье и смежной территории Южного Предуралья. Обзор сделан по работам Н.В.Бовы, Е.В.Ишерской, Э.Ф.Скоробогатовой, Г.А.Пужляковой.

Синоптико-климатический режим осадков в Нижнем Поволжье представлен по исследованиям В.Л.Архангельского и Е.А.Полянской.

Во второй главе описаны исходные данные и методика исследования. Материалом для выполнения работы послужили данные о суточном количестве осадков по станциям Саратовской области для месяцев теплого периода с апреля по октябрь за 1981 - 2010 гг. Выбранные метеостанции - Балашов, Саратов Юго-Восток, Хвалынский, Ершов, Красный Кут. Исходными материалами о суточном количестве осадков взяты с сайта «Погода и климат. Архивы погоды» и из архивов Саратовского ЦГМС.

Для этого временного периода (1981 - 2010 гг.) рассчитывались некоторые статистические показатели, а именно – среднесуточное количество осадков, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Для всего исследуемого периода (1981 – 2010 гг.) для каждого месяца определялась повторяемость суточных сумм осадков различной интенсивности. Градации интенсивности осадков выбирались в соответствии с Наставлением по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение осадков по градациям (составлено автором)

№ градации	Значение градации	Название градации
1	$X \leq 0,3$	незначительные осадки
2	$0,4 < X \leq 5,0$	слабые осадки
3	$5,1 \leq X \leq 10,0$	умеренные осадки
4	$10,1 \leq X \leq 49$	сильные осадки
5	$X > 10,1$	сильные ливни

Повторяемость осадков каждой градации представлялась относительной частотой и в процентах от общего числа случаев выпадения осадков в каждом месяце теплого периода.

В настоящем исследовании при построении гистограмм четвертая и пятая градации были объединены в одну градацию, которая сохранила название «Сильные осадки». Повторяемость осадков каждой градации представлялась относительной частотой и в процентах от общего числа случаев выпадения осадков в каждом месяце теплого периода.

Статистический анализ случаев выпадения осадков дополнялся синоптическим анализом. Синоптико-статистический анализ случаев выпадения осадков различных градаций проводилась методом эталонов. Корректность объективного (статистического) анализа случаев выпадения осадков проверялась классическим синоптическим анализом.

Метод эталонов состоит в следующем. Для описания какой-либо совокупности гидрометеорологических полей обычно используется среднее поле, которое получается в результате математических расчетов. Таким образом, имеем искусственно созданное поле, никогда не наблюдаемое реально и не подлежащему глубокому синоптическому анализу, который часто бывает необходим. Поэтому многие исследователи вместо среднего поля рассчитывают эталонное поле, которое имеет ряд преимуществ перед средним. Во-первых, это фактическое поле, наблюдаемые в природе и следовательно, без каких либо допущений описывает реально происходивший процесс, во-вторых, реальное поле подлежит глубокому синоптическому анализу и является, в случае составления прогноза, более надежным предиктором (аналогом), нежели среднее. В частности Мартазиновой В.Ф., при определении информативности поля синоптических процессов и выявления их характера (эталона) у поверхности земли и на уровнях 500, 300, 100 гПа был применен подход, основанный на статистической оценке минимальных расстояний между барическими полями. По формуле:

$$C_{ip} = \frac{1}{m} \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_{pi})^2}; \quad (1)$$

$i, p=1, K+1, m=147$

рассчитывался коэффициент близости двух i и p барических полей в узлах регулярной сетки. K указывает на количество отобранных случаев в каждом месяце в отдельности. По формуле:

$$S_i = \frac{1}{k+1} \sum_{p=1}^{k+1} C_{ip} \quad (2)$$

определяется подобие i -го поля со всеми остальными. Наименьшее S_i показывает, что поле по расстоянию ближе ко всем остальным полям класса, следовательно, наиболее полно описывает все поля исходной выборки. Полученные синоптические поля позволяют объективно классифицировать или диагностировать атмосферные процессы.

В настоящей квалификационной работе использован описанный выше метод выделения эталонных полей, но для выделения эталонов использовались только карты приземного давления.

Эталонные поля давления отыскивались для двух градаций – «Умеренные осадки» и «Сильные осадки».

Рабочим пространством послужила территория Атлантико-Евразийского сектора полушария (I естественный синоптический район), ограниченный параллелями 40° с.ш. и 70° с.ш.; и меридианами 30° з.д. и 70° в.д. Барические поля выбирались по данным реанализа NCER/NCAR (<https://climate.copernicus.eu>).

Синоптический анализ выделенных объективно барических полей проводился по приземным картам Гидрометцентра РФ за 00 ч Гринвичского времени.

В третьей главе представлен статистический анализ суточных сумм осадков теплого периода в Саратове за 1981 – 2010 гг. Рассчитаны средние значения суточных сумм, характеристики изменчивости и повторяемость по градациям, принятым в синоптическом анализе (табл. 2).

Среднее суточное количество осадков в теплый период составляет 3 – 5 мм, что соответствует климатической норме. При этом максимальные значения суточных сумм могут превосходить их средние значения в 2 – 4 раза. Значения среднеквадратических отклонений составляют 2,8 в июне до 5,4 в октябре. Поскольку среднеквадратическое отклонение суточных сумм осадков зависит от среднего и является абсолютной характеристикой изменчивости, для анализа привлечен относительный показатель характеристики изменчивости - коэффициент вариации. Коэффициенты вариации суточных сумм осадков изменяются в пределах от 0,8 в апреле до 1,5 в сентябре.

Рассчитаны повторяемости суточных сумм осадков для каждого месяца, что представлено на гистограммах. Общим для всех гистограмм является то, что наибольшую повторяемость имеют незначительные и слабые осадки. Повторяемость умеренных и сильных осадков намного меньше. В качестве примера приведем повторяемость суточных сумм осадков в апреле .

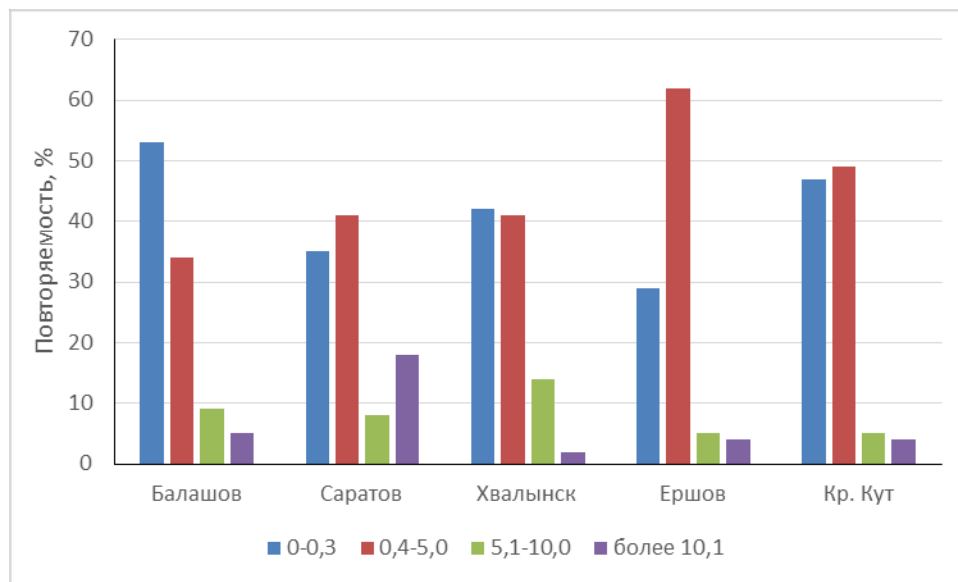


Рисунок. 1- Статистическая структура суточных сумм осадков в апреле (составлено автором)

Как видно из рисунка 1, в апреле по всем метеостанциям имеет место существенное преобладание незначительных и слабых осадков над умеренными и сильными. Незначительные осадки существенно преобладают

над слабыми в Балашове; в Хвалынске и Красном Куте их выпадение равновероятно. В Саратове и Ершове, наоборот, заметно преобладание слабых осадков над незначительными, особенно в Ершове – превышение почти двукратное. Оказывается интересным, что в апреле (рис. 3.1) по всем станциям, кроме Саратов Юго-Восток реже всего выпадают сильные осадки. В Саратове же, наоборот, самую малую повторяемость имеют умеренные осадки. Из анализа гистограмм, проведенного для всех месяцев теплого полугодия по всем выбранным станциям наиболее редкими являются осадки градаций «Умеренные» и «Сильные».

В дальнейшем для синоптико-статистического анализа будут использоваться суточные суммы осадков именно этих градаций. Наиболее эффективными для сельского хозяйства являются именно умеренные осадки, поэтому объективное распознавание барических полей, определяющих их выпадение, позволит улучшить физико-статистические модели долгосрочного прогнозирования периодов выпадения эффективных для сельского хозяйства осадков.

Сильные осадки, как правило, имеют ливневой характер, что не является благоприятным фактором для растениеводства, особенно в начальные фазы развития растений. Поэтому объективный анализ синоптических условий из выпадения также способствует совершенствованию расчетных схем долгосрочного прогнозирования их выпадения.

В четвертой главе представлены результаты объективного выделения эталонных полей давления выпадения осадков. Реперным пунктом для формирования исходных выборок барических полей стал п. Саратов. Эталонные поля определялись для двух градаций – умеренные и сильные осадки.

Для каждого месяца теплого периода формировались рабочие выборки полей давления. Поля давления выбирались в те дни, когда выпадали умеренные / сильные осадки.

Выборка полей давления для каждого случая резких потеплений, похолоданий, интенсивных осадков, которые для каждого месяца представлялись в следующем виде:

$$X = X(z) = (X(1), X(2), \dots, X(k)), 1 < z < k,$$

где k - число выбранных полей;

$X(k)$ - конкретное поле из архива, представленное в виде матрицы

$$X(k) = \begin{vmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{vmatrix},$$

где x_{mn} - значение давления в узле регулярной сетки,

m - число параллелей, n - число меридианов,

$$m = \overline{1,7}; \quad n = \overline{1,21}.$$

По формулам 1 и 2 на основе расчета евклидова расстояния выделены типичные ситуации, при которых выпадают умеренные/ сильные осадки. Эти поля приняты за эталоны.

Эталонные поля давления получены для каждого месяца теплого периода для случаев выпадения осадков двух градаций. В таблицах . 2 и 3 приведены даты эталонных полей давления выпадения осадков градаций «Умеренные» и Сильные».

Таблица 2 - Даты эталонных полей давления месяца теплого периода для градации «Умеренные осадки» (составлено автором)

Месяц	Даты эталонного поля
Апрель	7 апреля 2003 года

Май	24 мая 2002 года
Июнь	2 июня 2003 года
Июль	28 мая 2005 года
Август	23 августа 2006 года
Сентябрь	23 сентября 2010 года
Октябрь	29 октября 2009 года

Выбранные объективно эталонные поля давления (поля – эталоны) подверглись синоптическому анализу. Визуальная диагностика карт приземного давления, характеризующих случаи выпадения умеренных осадков во все месяцы теплого периода оказались идентичными.

Синоптический анализ эталонных полей давления в месяцы теплого полугодия для градации «Умеренные» осадки позволил установить, что осадки этой градации формируются под влиянием передней и южной частей циклонов при прохождении через пункт наблюдения теплых фронтов, или фронтов окклюзии в теплых секторах этих циклонов. В качестве примера эталонного поля давления выпадения умеренных осадков приведем барическое поле 23 сентября 2010 года (рисунок 1).

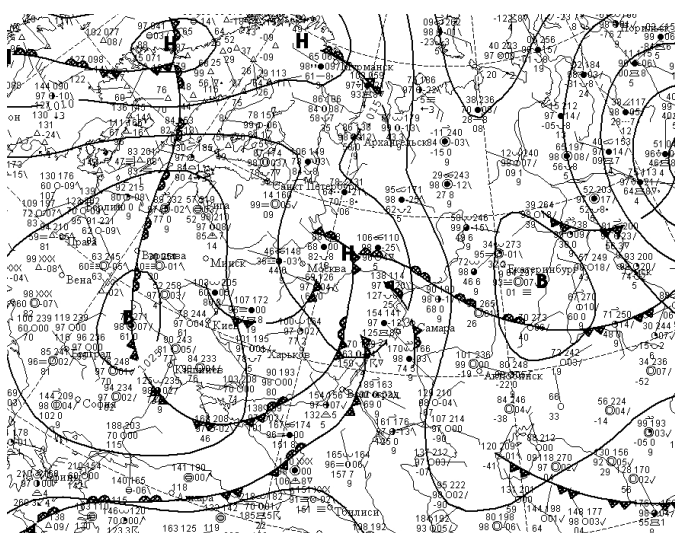


Рисунок 2 - Фрагмент приземной карты за 23 сентября 2010 года

Как видно из рис. 2, погоду над Средней и Нижней Волгой определял циклон с центром в районе Москвы. Среднее и Нижнее Поволжье находилось под влиянием теплого сектора этого циклона, а осадки выпадали при прохождении через пункт наблюдения (г.Саратов, м/с Саратов ЮВ) фронтальных разделов. Осадки выпадали 22 и 23 сентября и носили обложной характер. Суточные суммы осадков в эти дни составили 1,1 мм и 7,4 мм соответственно.

В таблице 3 представлены даты эталонных полей давления, на фоне которых выпадают сильные осадки.

В результате синоптического анализа эталонных полей давления, формирующих выпадение сильных осадков в месяцы теплого полугодия, установлено, что барические поля, их формирующие, весьма разнообразны. Однако чаще всего сильные осадки выпадают при прохождении через пункт наблюдения холодных фронтов в тыловых частях циклонов. В качестве примера эталонного поля давления выпадения сильных осадков можно привести эталонное поле выпадения сильных осадков в июле – 31июля 2009 года (рисунок 3).

Таблица 3 - Даты эталонных полей давления месяца теплого периода для градации «Сильные» осадки» (составлено автором)

Месяц	Даты эталонного поля
Апрель	9 апреля 2006
Май	8 мая 2006
Июнь	23 июня 2008
Июль	31 июля 2009 года
Август	8 августа 2006
Сентябрь	4 сентября 2007

Как видно из рисунка 3, сильные осадки 31 июля суточным количеством 11,0 мм выпали на холодном участке фронтальной системы, проходящей с северо-запада Европейской части России на юг Западной Сибири.

Эталонные поля давления в остальные месяцы весьма разнообразны. Как правило, сильные осадки могут выпадать при образовании волны на фронте, проходящем по южной и юго-западной перифериях стационарирующих антициклонов - эталонные поля давления выпадения сильных осадков в августе и октябре. Сильные осадки могут определяться фронтальной системой, втягивающейся с севера в малоподвижной, почти окклюдированный циклоне (эталонное поле выпадения сильных осадков в мае). Сильные осадки выпадают на фронте, проходящему по антициклональной оси деформационного поля (эталонное поле давления выпадения сильных осадков в июне), а также под влиянием теплого фронта, входящего в западную периферию антициклона (эталонное поле выпадения сильных осадков в сентябре).

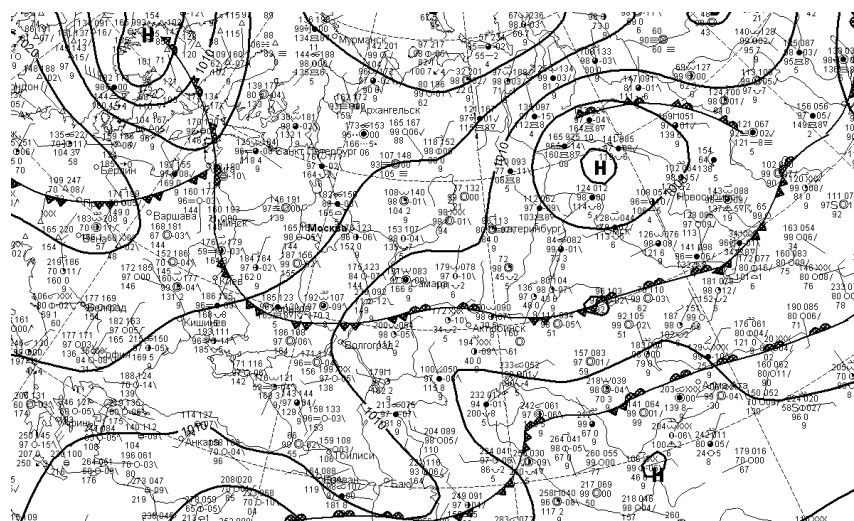


Рисунок 3 - Фрагмент приземной карты 31 июля 2009 года ???????

Заключение

В результате проведенного исследования получены следующие выводы:

1 Для всех месяцев теплого периода для исследуемых станций Саратовской области статистическая структура суточных сумм осадков примерно одинакова.

2 Выявлено преобладание незначительных и слабых осадков над умеренными и сильными. Их суммарная повторяемость составляет 60 % - 70 %.

3 Самая малая повторяемость по всем исследуемым станциям области, за исключением Саратова, наблюдается у сильных осадков. Для Саратова во все месяцы, кроме августа и октября, сильные осадки преобладают над умеренными. Возможно, это проявление влияния городской среды крупного промышленного центра.

4 Наибольшая повторяемость умеренных и сильных осадков отмечается в июле и сентябре.

5 Корректность выделения эталонных полей давления подтверждена синоптическим анализом. Умеренные осадки во все месяцы теплого периода формируются под влиянием теплых фронтальных разделов обширных циклонических депрессий, или обусловлены влиянием фронта окклюзии в теплых секторах этих депрессий..

6 Эталонные поля давления выпадения сильных осадков оказались довольно разнообразными. Сильные осадки могут формироваться в тыловых частях циклонов и выпадать при прохождении холодных атмосферных фронтов. Сильные осадки могут выпадать также на южной и юго-западной перифериях антициклонов, при нахождении на этих перифериях малоподвижных фронтов с волнами. Сильные осадки могут выпадать на западной периферии антициклона при вхождении в тело антициклона теплого фронта расположенного западнее циклона.