

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

---

Андрей Александрович Черемисинов  
Галина Аркадьевна Радцевич  
Александр Юрьевич Черемисинов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведены исследования с целью оценки аграрного климатического потенциала Воронежской области и расчета потребности основных возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур в орошении. Основу исследования составляют ретроспективный и статистический анализы таких метеорологических характеристик, как температура и влажность воздуха, сумма осадков. Собраны данные по 12 метеостанциям Воронежской области за период наблюдений с 1930 по 2015 год (исключение составил период с 1941 по 1945 год, когда наблюдения не проводились). Для оценки погодных условий вегетационного периода были рассчитаны среднемноголетние среднесуточные данные за длинный (апрель - начало октября для свеклы) и короткий (май - июнь для зерновых культур) вегетационные периоды. Для определения потребности в орошении использовался вероятностный подход. Выявлены тенденции изменения климата на основании анализа среднесуточных температур воздуха за год и годовой суммы осадков. Установлено, что колебания среднесуточных годовых температур воздуха за 82 года описываются полиномом третьего порядка и являются фрагментом циклического изменения. Отмечено, что годовая среднесуточная температура повысилась на 2,3°C, по данным метеостанции Воронеж, и на 1,6°C по данным метеостанции Калач, что свидетельствует о потеплении климата Воронежской области. Сумма годовых осадков увеличилась, по данным названных метеостанций, в среднем соответственно на 180 и на 300 мм. Расчеты показали, что естественное увлажнение изменяется по полиному третьего порядка и в настоящее время составляет в среднем 0,85, что соответствует засушливым условиям и предполагает выборочное орошение. В целом по территории Воронежской области показатели ГТК уменьшаются с севера на юг. Оценка вероятности различно увлажненных лет показала, что естественное увлажнение рассматриваемой территории крайне неравномерно и для получения высоких гарантированных урожаев необходимо применять орошение.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: температура, влажность воздуха, сумма осадков, изменение климата, естественное увлажнение, потребность в орошении.

## JUSTIFICATION OF AGRICULTURAL CROPS IRRIGATION IN VORONEZH OBLAST

Andrey A. Cheremisinov  
Galina A. Radtsevich  
Alexander Yu. Cheremisinov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The objective of research was to estimate the agricultural climatic potential of Voronezh Oblast and to calculate the requirements in irrigation for the major crops cultivated in the region. The base of this research is statistical and retrospective analyses of such meteorological characteristics as temperature, air humidity and total precipitation. Data was gathered from 12 weather stations in Voronezh Oblast over the period of observations from 1930 to 2015 (excluding the period from 1941 to 1945 when the observations were not conducted). In order to assess the weather conditions of the vegetation period long-term average annual daily data was calculated for the long (April-early October for beet) and short (May-June for grain crops) vegetation periods. In order to define the requirements in irrigation the authors used the probabilistic approach. Trends in climate changes were identified on the basis of analysis of average daily air temperatures over the year and total annual precipitation. It was established that fluctuations of average daily annual air temperatures over 82 years could be described by the cubic polynomial and were a fragment of a cyclic change. It was noted that the annual average daily temperature had increased by 2.3°C according to Voronezh weather station and by 1.6°C according to Kalach weather station, which indicates the fact of warming in the climate of Voronezh Oblast. Moreover, the total annual precipitation increased on average by 180 mm according to Voronezh weather station and by 300 mm according

to Kalach weather station. The calculations have shown that natural irrigation data has been changing according to the cubic polynomial and is currently equal to the average of 0.85, which corresponds to droughty conditions and presupposes selective irrigation. On the whole within the territory of Voronezh Oblast the values of the hydrothermal coefficient (HTC) are decreasing from the north to the south. A probability evaluation of years with different humidity has shown that the level of natural water supply across the studied territory is very uneven and it is necessary to use irrigation in order to obtain high guaranteed yields.

KEY WORDS: temperature, air humidity, total precipitation, climate change, natural water supply, requirement in irrigation.

### **В**ведение

Воронежская область имеет развитый агропромышленный комплекс и занимает ведущие позиции в России по производству основных видов сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственные угодья занимают 73% всего земельного фонда области. В целом природно-климатический потенциал позволяет выращивать большинство сельскохозяйственных культур. По данным Воронежской областной администрации, зерновые и зернобобовые культуры занимают 50% всех посевных площадей, технические культуры – 23%, кормовые культуры – 13%. Из 89 субъектов Российской Федерации Воронежская область по производству сахарной свеклы занимает 2-е место, подсолнечника – 4-е место и зерновых – 9-е место и входит в число продовольственных доноров России [9].

Общеизвестно, что урожайность сельскохозяйственных культур в значительной мере зависит от климатических условий. В настоящее время широко обсуждается вопрос об изменении климата в сторону потепления. Многие ученые приводят достоверные сведения о повышении температуры воздуха, изменении количества осадков [8, 10, 13, 15, 16, 17, 18]. Это очень важный аспект для сельскохозяйственных территорий, так как оказывает существенное влияние на производство аграрной продукции [1, 2, 3, 6, 12].

Растениеводство Воронежской области, находясь в зоне рискованного земледелия, нуждается в применении орошения. Потребность в увлажнении может быть различной. Необходимость орошения сельскохозяйственных культур обусловлена природными условиями и в первую очередь естественным увлажнением данной территории, поэтому для обоснования режимов орошения сельскохозяйственных культур надо знать количественные характеристики этих условий, в частности показателей увлажнения [4, 11].

Цель исследований – оценить агроклиматический потенциал Воронежской области и потребность основных возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур в орошении.

### **Методика исследований**

Основу исследования составляют ретроспективный и статистический анализы основных метеорологических характеристик: температуры и влажности воздуха, суммы осадков [1, 2, 3, 5, 6, 10]. Для этого были собраны и проанализированы среднесуточные метеорологические данные по 12 метеостанциям Воронежской области за период наблюдений с 1930 по 2015 год. Исключение составили военные годы (с 1941 по 1945 год), когда наблюдения не проводились. Таким образом, ряды анализируемых метеорологических данных составили 82 года.

Для оценки погодных условий вегетационного периода были рассчитаны среднесуточные среднесуточные данные за длинный (апрель - начало октября для свеклы) и короткий (май - июнь для зерновых культур) вегетационные периоды.

Для определения потребности в орошении использовался вероятностный подход [5].

### **Результаты и их обсуждение**

Ученые разных стран мира наблюдают тенденцию изменения климатических условий в сторону потепления. Разрабатываются сценарии и прогнозируются последствия развития этого явления, высказываются различные мнения о причинах данных изменений; моделируются ситуации, которые могут быть в дальнейшем, и каким образом все это отразится на сельскохозяйственном производстве [1-3, 15-20].

*Оценка тенденций изменения климата в Воронежской области*

Изменение климата является очень важной информацией для сельского хозяйства. От погодных условий зависят: процесс формирования и уровень урожая, использование различных приемов агротехники, комплексы сельскохозяйственных машин. А это, в свою очередь, влияет на экономические и организационные решения, принимаемые в аграрном производстве.

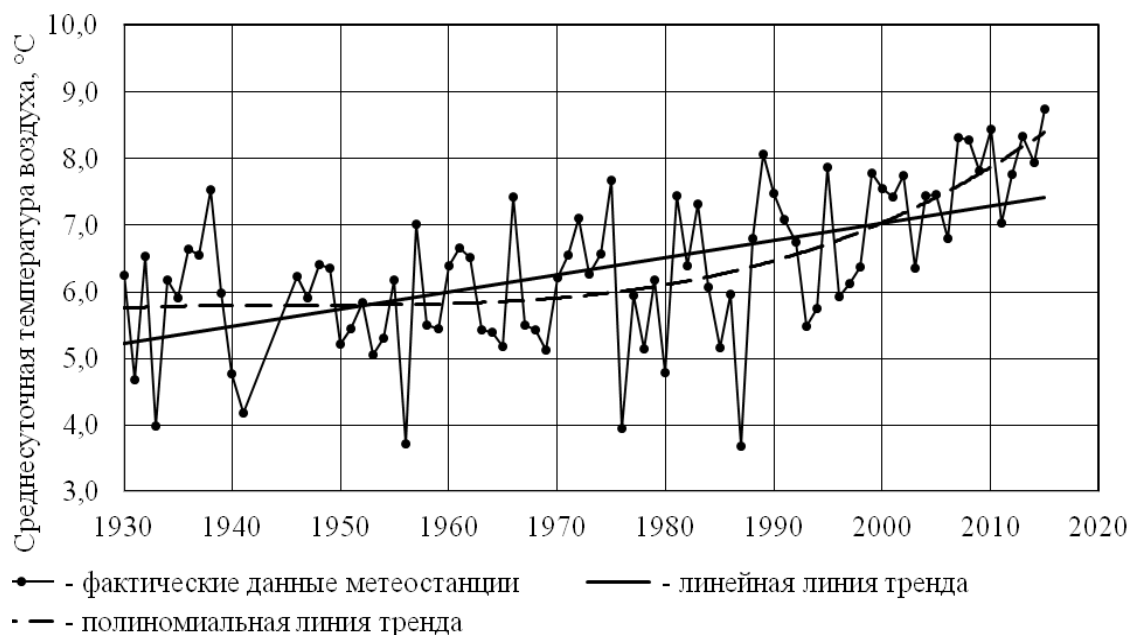
Для определения тенденции изменения климатических условий во времени определим среднесуточную температуру воздуха и сумму осадков за каждый год и проанализируем полученные данные. Пространственный анализ климатических изменений выполнен по 12 метеостанциям (м. с.) Воронежской области. В данной статье представлены расчеты на примере двух метеостанций: Воронеж (север области) и Калач (юг области) [11].

Результаты статистической обработки значений среднесуточных температур воздуха за год показали, что за 82 года, по данным метеостанции Воронеж, эти значения колеблются в пределах от 3,7 до 8,8°C (средняя величина – 6,4°C), по данным метеостанции Калач – от 3,9 до 9,6°C (средняя величина – 7,0°C) (табл. 1).

**Таблица 1. Результаты статистического анализа среднесуточных годовых температур воздуха, °C**

Статистические параметры	Метеостанция Воронеж	Метеостанция Калач
Среднее, °C	6,4	7,0
Стандартная ошибка, °C	0,1	0,1
Стандартное отклонение, °C	1,2	1,2
Минимум, °C	3,7	3,9
Максимум, °C	8,8	9,6
Длина ряда, год	82	82
Вариация, %	18,3	17,0

На рисунках 1 и 2 для наглядности приведены графики временных колебаний среднесуточных годовых значений температуры воздуха за исследуемый период (82 года) и нанесены линии тренда линейного и полиномиального.



**Рис. 1. Изменчивость среднесуточной годовой температуры воздуха, по данным метеостанции Воронеж за период наблюдений, t°C**

На рисунке 1 видно, что разброс значений среднесуточных годовых температур составляет 5°C. Вариация их не очень большая – всего 18,3%. Представляют интерес изменения последних 20 лет, колебания температуры стали меньше, но с явным повышением.

Линейная линия тренда свидетельствует об общей тенденции увеличению среднесуточной годовой температуры воздуха с 5,2 до 7,5°C, т. е. на 2,3°C, что достаточно много. Полиномиальная линия тренда точнее описывает характер изменения климата и свидетельствует о волновых климатических циклах, что важно для возможного прогнозирования.

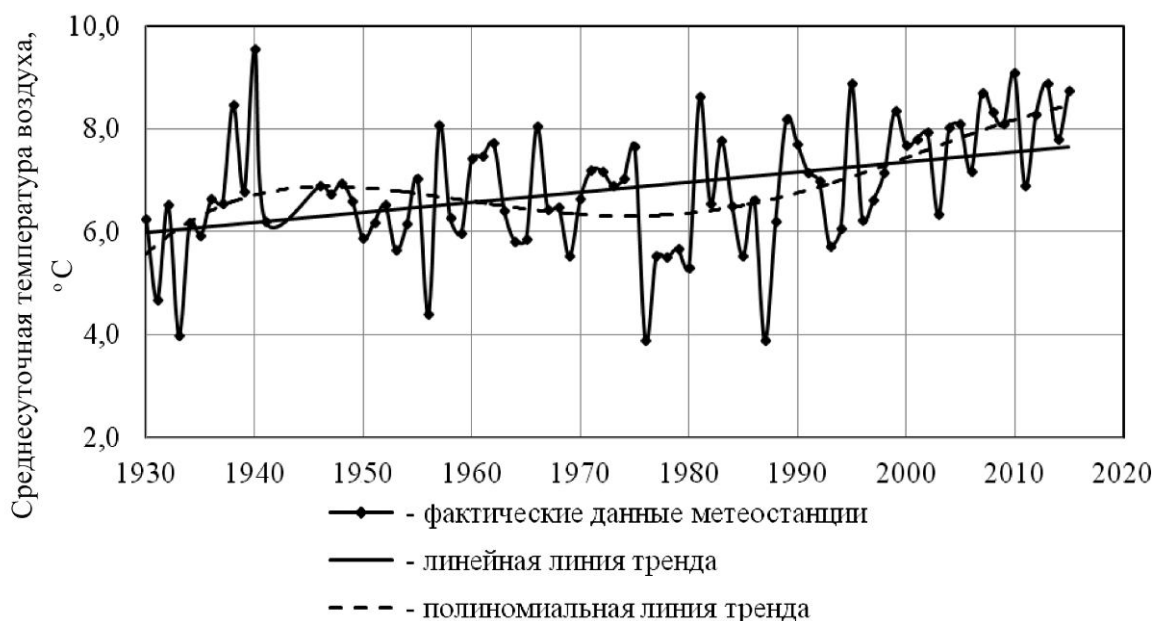


Рис. 2. Изменчивость среднесуточной годовой температуры воздуха, по данным метеостанции Калач за период наблюдений, t°C

Изменчивость среднесуточной годовой температуры воздуха, по данным метеостанции Калач (рис. 2), отличается по характеру изменений от данных метеостанции Воронеж: отчетливо видны два максимума – в начале и конце анализируемого периода и минимум температур в середине. Кстати, такая картина свойственна анализируемым данным температуры на юге области.

Для Калача температура воздуха по линейной линии тренда увеличилась с 6,1 до 7,7°C, т. е. на 1,6°C. Полиномиальная линия тренда подтверждает волновой характер климатических циклов, но период цикла короче.

Основной характеристикой количества атмосферных осадков является их годовая сумма [1]. Результаты статистической обработки годовых сумм осадков за те же 82 года показали, что они колеблются по м. с. Воронеж от 330 до 845 мм (средняя величина – 541 мм), по м. с. Калач – от 203 до 889 мм (средняя величина – 476 мм) (табл. 2).

Таблица 2. Результаты статистического анализа сумм годовых осадков, мм

Статистические параметры	Метеостанция Воронеж	Метеостанция Калач
Среднее, мм	541,3	476,0
Стандартная ошибка, мм	12,5	15,6
Стандартное отклонение, мм	113,2	134,2
Минимум, мм	330,0	203,0
Максимум, мм	845,0	889,0
Длина ряда, год	82	74
Вариация, %	20,9	28,2

Для анализа изменения годовых сумм осадков по годам построены графики изменения годовых сумм осадков во времени (рис. 3 и 4).

На рисунке 3 видно, что годовые суммы осадков имеют колебательный характер, но общая тенденция (линейная линия тренда) свидетельствует об их увеличении за анализируемые годы с 460 до 640 мм, т. е. на 180 мм (по данным м. с. Воронеж). Полиномиальная линия тренда показывает, что осадки совершили целый период цикла при общей тенденции к повышению их количества.

На рисунке 4 видно, что линии тренда линейная и полиномиальная практически совпали и показывают повышение количества осадков (по данным м. с. Калач). За рассматриваемый период годовые суммы осадков увеличились на 300 мм (с 300 до 600 мм).

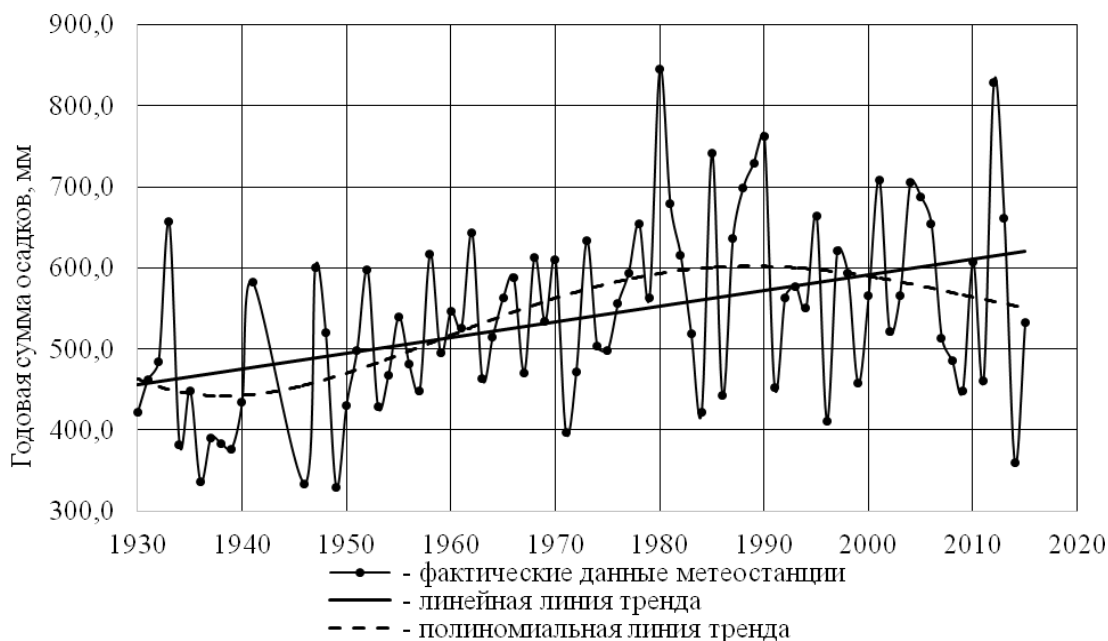


Рис. 3. Изменчивость годовых сумм атмосферных осадков, по данным метеостанции Воронеж, мм

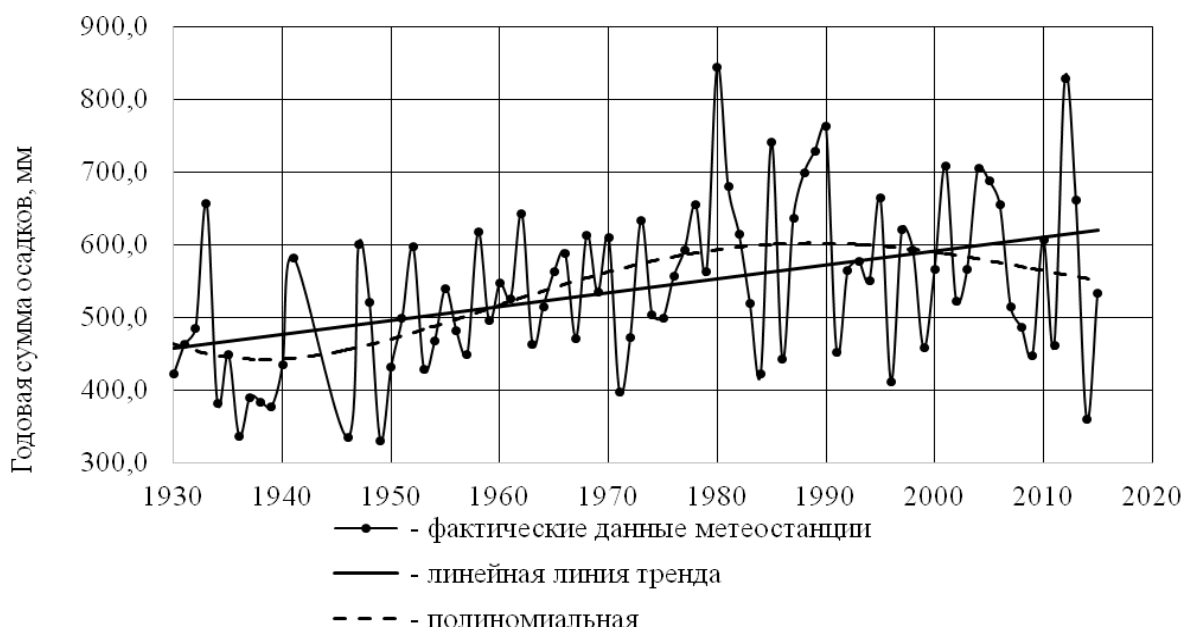


Рис. 4. Изменчивость годовых сумм атмосферных осадков, по данным метеостанции Калач, мм

Таким образом, климат Воронежской области меняется в сторону потепления и увеличения осадков, что подтверждает общемировые тенденции.

Как это отражается на производстве продукции растениеводства в Воронежской области, будет рассмотрено далее.

*Естественное увлажнение территории Воронежской области*

На основе метеорологических характеристик произведем оценку изменений естественного атмосферного увлажнения на исследуемой территории, так как оно тесно связано с урожайностью сельскохозяйственных культур. Широко распространена оценка атмосферного увлажнения через различные показатели. Для мелиоративной оценки наиболее часто употребляют следующие показатели увлажнения: коэффициент Н.Н. Иванова, (ГТК) Г.Т. Селянинова, показатель Д.И. Шашко, индекс сухости М.И. Будыко и др. [1, 2, 6, 7, 13].

Анализ естественного увлажнения территории проанализируем на примере использования гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) [13]

$$ГТК = \frac{P}{0,1 \times \Sigma t_{>10^{\circ}}}, \quad (1)$$

где P – сумма осадков за период с температурой выше 10°C;

$\Sigma t_{>10^{\circ}}$  – сумма температур выше 10°C.

По мнению А.Р. Константинова, гидротермический коэффициент призван отражать степень возмещения фактическими осадками потребности для развития растений количества влаги, соответствующего теплоэнергетическим ресурсам климата [7].

Оценку естественного увлажнения территории Воронежской области выполним при помощи коэффициента ГТК. На основании этого показателя можно оценить сложившиеся условия естественного увлажнения для любого года и при необходимости предусмотреть мероприятия, компенсирующие дефицит влаги.

Расчет значений соответствующих метеорологических параметров позволил получить значения ГТК за 82 года по метеостанциям Воронеж и Калач для длинного (д) и короткого (к) вегетационных периодов. Результаты статистической обработки приведены в таблице 3.

**Таблица 3. Результаты статистического анализа показателя ГТК длинного и короткого вегетационных периодов**

Показатели	ГТК д		ГТК к	
	Метеостанция Воронеж	Метеостанция Калач	Метеостанция Воронеж	Метеостанция Калач
Среднее	1,12	0,90	1,03	0,82
Стандартная ошибка	0,04	0,03	0,04	0,03
Стандартное отклонение	0,34	0,30	0,36	0,31
Интервал	1,66	1,41	1,91	1,37
Минимум	0,56	0,27	0,43	0,17
Максимум	2,22	1,69	2,34	1,54
Сумма	91,98	73,98	84,82	67,26
Счет	82,00	82,00	82,00	82,00
Вариация	30,16	33,53	34,98	37,94

Из таблицы видно, что значения ГТК длинного периода вегетации, по данным м. с. Воронеж, колеблются в пределах от 0,56 до 2,22, их вариация превышает 30,16%, а по данным м. с. Калач – от 0,27 до 1,69 при вариации 33,53. Коэффициенты вариации свидетельствуют об их неустойчивости во времени и росте с севера на юг по территории.

Значения ГТК короткого периода вегетации, по данным м. с. Воронеж, колеблются в пределах от 0,43 до 2,34, их вариация превышает 34,98%, а по данным м. с. Калач – от 0,17 до 1,54 при вариации 37,94. Коэффициенты вариации так же, как и для

длинного вегетационного периода, свидетельствуют об их неустойчивости во времени и росте с севера на юг по территории.

По результатам расчетов построены графики изменения гидротермического коэффициента в течение исследуемого ряда лет. Для отслеживания тенденций изменения ГТК на графике проведены линии трендов (рис. 5 и 6).

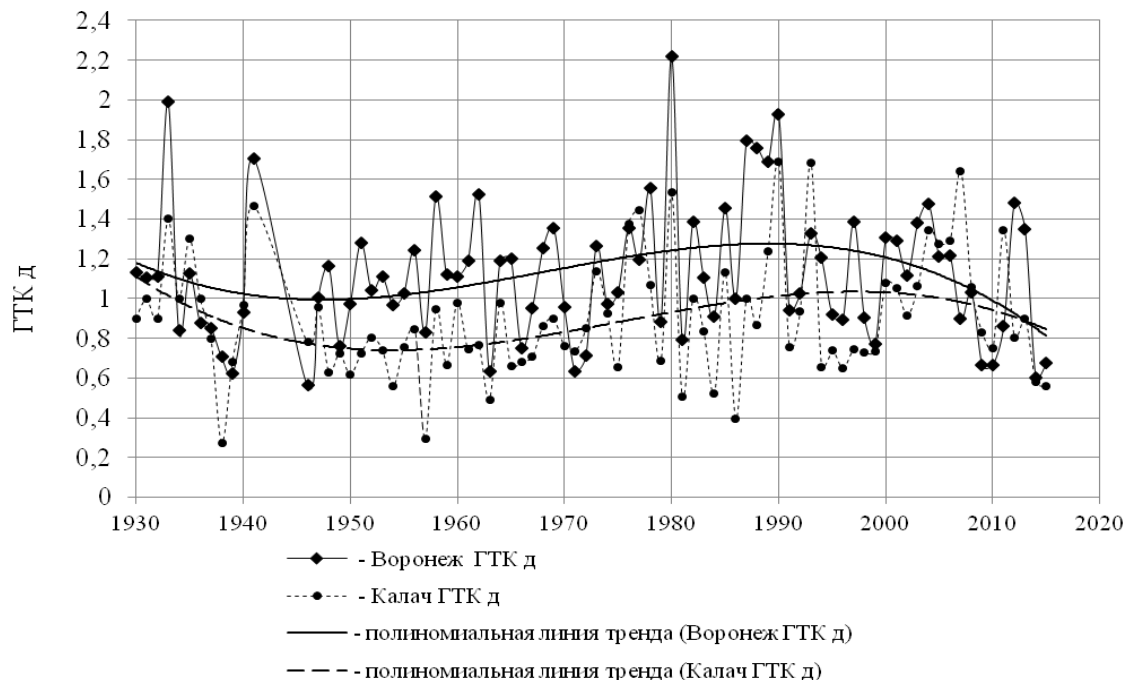


Рис. 5. Изменчивость показателя ГТК для длинного вегетационного периода (ГТК д), по данным метеостанций Воронеж и Калач

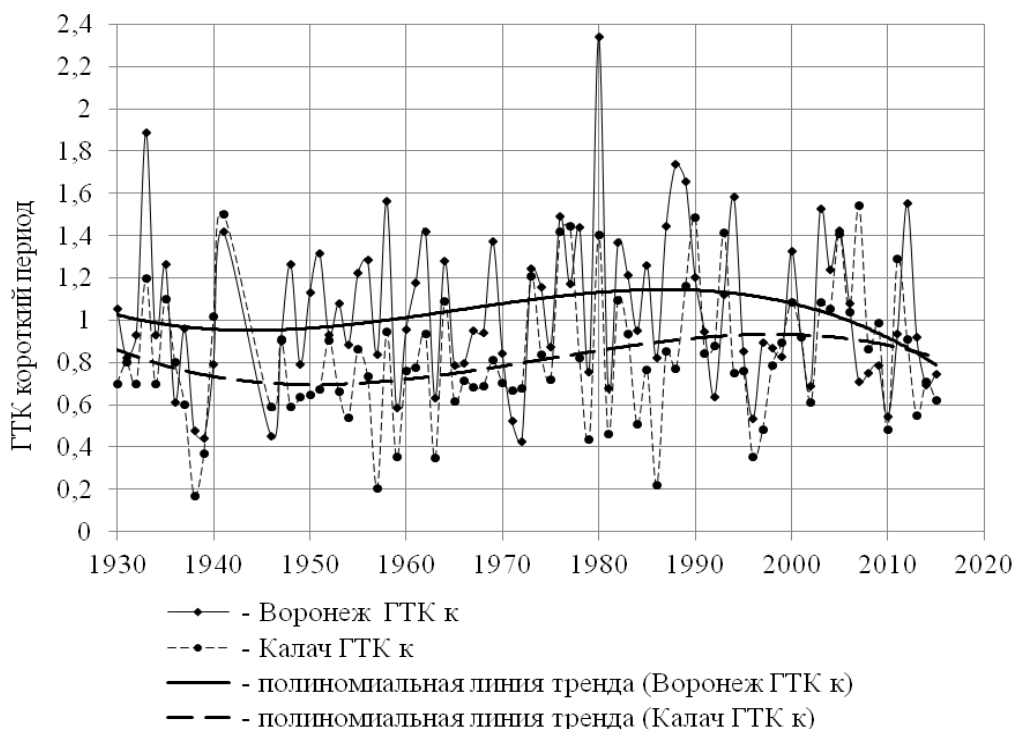


Рис. 6. Изменчивость показателя ГТК для короткого вегетационного периода (ГТК к), по данным метеостанций Воронеж и Калач

Линии тренда для длинного вегетационного периода, по данным м. с. Воронеж и м. с. Калач, изменяются циклически. Характер изменений ГТК во времени по обеим метеостанциям похож, но по м. с. Воронеж более выражен.

Из сопоставления (рис. 5 и 6) видно: ГТК д имеет значения больше, чем ГТК к, что означает – естественное увлажнение длинного вегетационного периода выше короткого.

Для того чтобы решить, какие мероприятия необходимы, воспользуемся шкалой, разработанной Г.Т. Селяниновым (табл. 4).

**Таблица 4. Шкала естественного увлажнения территорий по ГТК и потребности в мероприятиях (Г.Т. Селянинов)**

Условия по увлажнению	Агромероприятия	ГТК
Избыточно влажные	Осушение	Более 1,7
Влажные	-	1,7-1,3
Слабозасушливые	Влагосберегающая агротехника	1,3-1,0
Засушливые	Выборочное орошение	1,0-0,7
Очень засушливые	Орошение	0,7-0,4
Сухие	Постоянное орошение	Менее 0,4

Анализ данных, приведённых в таблице 4, свидетельствует о том, что во все годы, когда значение ГТК меньше 1,0, необходимо орошение. Данные подтверждают, что таких значений достаточно много (рис. 5 и 6).

*Потребность сельскохозяйственных культур в орошении*

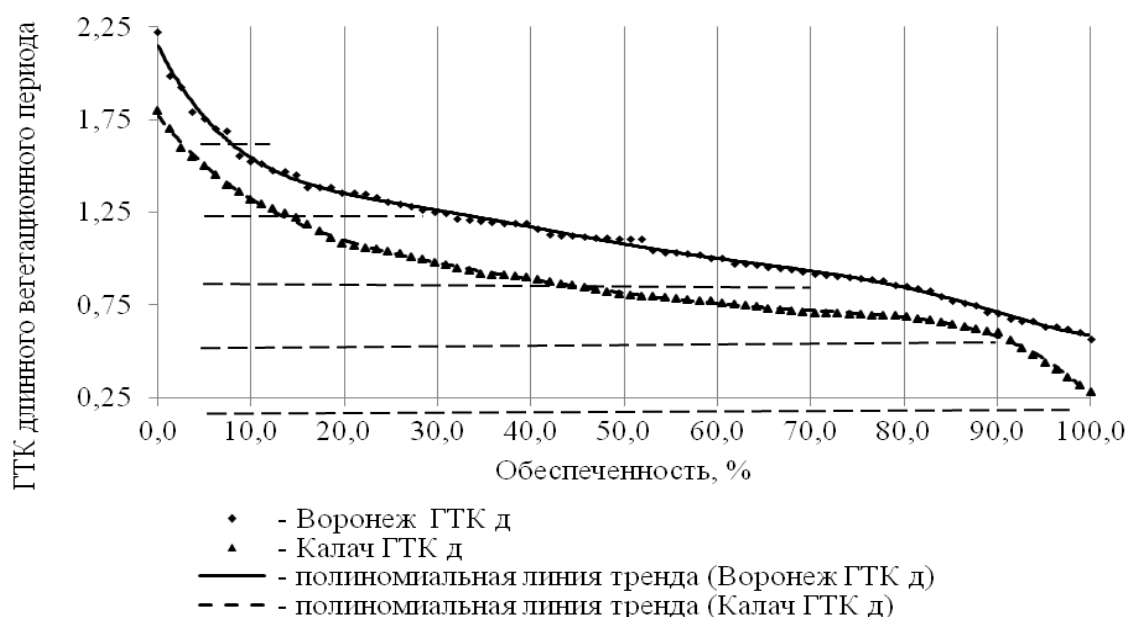
Для обоснования потребности в орошении по годам используем вероятностный подход и построим график вероятности превышения ГТК по времени.

Эмпирическая вероятность коэффициента увлажнения ГТК оценивалась по формуле

$$P = [(m - 0,3) / (n + 0,4)] 100\%, \quad (2)$$

где m – порядковый номер коэффициента ГТК в ранжированном ряду его значений;  
n – общее число членов ряда.

На рисунке 7 приведены графики вероятности появления тех или иных значений ГТК длинного вегетационного периода по обеспеченности.



**Рис. 7. Кривая вероятности превышения ГТК, по данным метеостанций Воронеж и Калач**



Графический анализ показывает, что полученные ряды ГТК хорошо аппроксимируются теоретической кривой Пирсона III типа (при  $C_s = 2C_v$ ). Такая аппроксимация позволяет получать величины ГТК различной вероятности превышения (в мелиорации обеспеченности) расчетом, что очень необходимо при проектировании оросительных мелиораций в любой точке Воронежской области.

Кроме того, важный результат данного подхода состоит в том, что позволяет сделать вероятностную оценку различных мероприятий для поддержания высоких и гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур на территории Воронежской области. Для этого на графике (рис. 7) выделяются граничные уровни и оцениваются возможности их появления. В таблице 5 приведены данные по вероятности лет с различной степенью увлажнения для территории области.

**Таблица 5. Периодичность различно увлажненных лет на территории Воронежской области**

Метеостанции	Орошение		Агротехнические мероприятия, если ГТК = 1-1,3	Достаточное увлажнение, ГТК = 1,3-1,7	Осушение, если ГТК > 1,7
	безусловное 0,0-0,7	периодическое 0,7-1,0			
Нижнедевицк	18	27	34	18	3
Воронеж	14	35	29	18	4
Анна	23	33	28	4	2
Острогжск	25	37	24	12	2
Лиски	43	42	13	2	
Каменная Степь	44	34	15	7	-
Новохоперск	36	40	17	7	1
Борисоглебск	34	32	22	10	2
Павловск	37	38	18	7	-
Калач	60	31	8	1	-
Митрофановка	30	38	20	7	1
Богучар	50	38	10	2	2
Среднее по области	34,5	35,4	19,8	7,9	1,4

Результаты таблицы 5 показывают, что потребность в гидромелиорациях даже для одной области крайне неравномерна. По всей области преобладает дефицит естественного увлажнения, то есть необходимо орошение. Так, для Нижнедевицка необходимо орошение в 45 годах из 100, в Калаче – в 91 году из 100. При этом следует отметить, что на отдельных территориях имеет место и избыточное естественное увлажнение.

**Выводы**

1. Климат Воронежской области постоянно меняется. Особенно это заметно в последние десятилетия.
2. Оценка естественного увлажнения территории Воронежской области показала, что оно неравномерно и это необходимо учитывать при ведении сельского хозяйства.
3. Вероятностная оценка естественного увлажнения свидетельствует о потребности в орошении, так как естественное увлажнение крайне неравномерно по территории. Даже в пределах одной области участки, расположенные рядом, нуждаются в различных масштабах орошения: на юге Воронежской области орошение необходимо в 68 годах из 100 (по данным метеостанции Митрофановка), в 88 годах из 100 (по данным метеостанции Богучар) и в 91 году из 100 (по данным метеостанции Калач).

**Библиографический список**

1. Алпатьев А. М. Влагообороты в природе и их преобразования / А.М. Алпатьев. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. – 323 с.
2. Баталов Ф.З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур / Ф.З. Баталов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1980. – 112 с.
3. Будыко М.И. Климат и жизнь / М.И. Будыко. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. – 422 с.

4. Григоров М.С. Необходимы новые подходы к орошению черноземов / М.С. Григоров, А.Ю. Черемисинов // Земледелие. – 1991. – № 10. – С. 12–16.
5. Григоров М.С. Модели и технологии природообустройства на региональном уровне / М.С. Григоров, А.Ю. Черемисинов, В.Д. Попело // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2015. – № 1. – С. 5–8.
6. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование / П.И. Колосков. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. – 166 с.
7. Константинов А.Р. Схема учета репрезентативности и отдаленности метеостанций от пункта, в котором используются данные наблюдений/ А.Р. Константинов // Москва : УкрНИИГМ, 1971. – Вып. 102. – С. 23–34.
8. Ольгаренко В.И. Методология организации экологического мониторинга мелиоративных систем/ В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко, В.И. Ольгаренко // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2015. – № 1. – С. 15–19.
9. Показатели эффективности деятельности АПК Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: официальный сайт Департамента аграрной политики Воронежской области <http://arkvnr.ru/ark-oblasti/obshchaya-informatsiya> (дата обращения: 20.02.2016).
10. Рычко О.К. Возможные нововведения в структуру и функции агрометеорологического наблюдательно-оценочно-прогностического комплекса в сельскохозяйственных ландшафтах / О.К. Рычко // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2015. – № 1. – С. 69–75.
11. Радцевич Г.А. Изменение климатических условий в Центральном Черноземье / Г.А. Радцевич, А.А. Черемисинов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2015. – № 1. – С. 76–82.
12. Режим влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края ; под ред. В.С. Мезенцева. – Москва : Колос, 1974. – 240 с.
13. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко. – Москва : Колос, 1967. – 335 с.
14. Шихлинский Э.М. Об основных показателях при классификации климатов / Э.М. Шихлинский, Г.Т. Селянинов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1964. – С. 24–37.
15. Allen R.G. Chapter 4. Evaporation and Transpiration / R.G. Allen, W.O. Pruitt, J.A. Businger // ASCE Handbook of Hydrology. – New York : NY, 1996. – P. 125–252.
16. Bachelet D. Climate Change Effects on Vegetation Distribution and Carbon Budget in the United States / D. Bachelet, R.P. Neilson, J.M. Lenihan, R.J. Drapek // Ecosystems. – 2001. – No. 4 (3). – P. 164–185.
17. Chiew F.H.S. Penman–Monteith, FAO–24 reference crop evapotranspiration and class–A pan data in Australia / F.H.S. Chiew, N.N. Kamadalasa, H.M. Malano, T.A. McMahon // Agric. Water Management. – 1995. – Vol. 28. – P. 9–21.
18. Jensen M.E. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements / M.E. Jensen, R.D. Burman, R.G. Allen (ed) // ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices, No. 70. – Am. Soc. Civil Engrs. – New York : NY, 1990. – 360 p.
19. McKibben B. The Global Warming Reader / B. McKibben. – New York : OR Books. – 2011. – 432 p.
20. Miller C.A. Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance. / C.A. Miller, P.N. Edwards. – Cambridge, Mass. : MIT Press, 2001. – 385 pp.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Александрович Черемисинов – кандидат экономических наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-73-90, E-mail: [achery@mail.ru](mailto:achery@mail.ru).

Галина Аркадьевна Радцевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-73-90, E-mail: [melior@landman.vsau.ru](mailto:melior@landman.vsau.ru).

Александр Юрьевич Черемисинов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой мелиорации, водоснабжения и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-73-90, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 21.03.2016

Дата принятия к печати 28.06.2016

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey A. Cheremisinov – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-73-90, E-mail: [achery@mail.ru](mailto:achery@mail.ru).

Galina A. Radtsevich – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-73-90, E-mail: [melior@landman.vsau.ru](mailto:melior@landman.vsau.ru).

Alexander Yu. Cheremisinov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-73-90, E-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru).

Date of receipt 21.03.2016

Date of admittance 28.06.2016