

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ РИСКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**С. В. Куприянова**, *научный сотрудник*

**М. В. Власов**, *кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник  
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, г. Новочеркасск*

**Актуальность.** Одной из причин волатильности производства сельскохозяйственной продукции являются слабо предсказуемые погодные колебания, оказывающие влияние на продовольственную безопасность нашей страны и являющиеся серьезной проблемой сельхозтоваропроизводителей. Поэтому необходимо разрабатывать, обосновывать и использовать меры, способствующие повышению устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур на всей территории земель сельхозназначения. **Объект.** Объектом исследований являлись урожайность кукурузы на зерно и погодные условия в периоды ее вегетации в Ростовской области. **Цель.** Целью исследования являлся анализ воздействия на устойчивость урожайности кукурузы на зерно двух основных факторов: стихийных природно-климатических изменений, представленных колебаниями влагообеспеченности, как межгодичными, так и в период вегетации кукурузы на зерно, и хозяйственной деятельности человека, рассмотренной в аспекте проведения мелиоративных мероприятий, а также разработка и формулирование предложений по повышению этой устойчивости. **Материалы и методы.** Методами системного анализа выделены основные факторы, влияющие на устойчивое развитие сельхозпроизводства в целом и построена схема связей в агропромышленном комплексе, а методами статистического анализа определены зависимости величин урожайности кукурузы на зерно на опытных полях Бирючукской овощной селекционной опытной станции – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» от сумм осадков и температур в период вегетации, на основании которых сформулированы основные направления мелиораций позволяющие оптимально использовать сельскохозяйственные возможности земельного фонда. **Результаты и выводы.** В работе отмечена связь колебаний урожайности кукурузы на зерно с неоднородностью погодно-климатических условий и результатами хозяйственной деятельности человека зависящими от уровня научно-технического развития в сельскохозяйственной отрасли, а также с комплексными решениями проблем природопользования заключающимися в рациональном использовании природных ресурсов и применении различных видов мелиораций. Установлено, что в период с 2000 по 2019 годы в зависимости от количества выпадающих осадков, урожайность кукурузы на богаре на объекте представителе изменялась от 11,8 до 39,5 ц/га, то есть более чем в 3,3 раза, тогда как при орошении в эти годы наблюдений урожайность составляла от 125,2 до 138 ц/га соответственно, то есть колебания урожайности не превышали 10 %, орошение посевов кукурузы в острозасушливые годы повышало урожайность в 8,6 раз, в засушливые – на 82,2 %, в благоприятные – на 71,7 %, а это указывает на то, что для получения высокого урожая кукурузы на зерно следует применять орошение не только в засушливые годы, но и в годы, когда за период вегетации выпадает 350–400 мм осадков.

**Ключевые слова:** мелиорация, орошение, орошаемые земли, устойчивость производства, повышение устойчивости, производство сельскохозяйственной продукции.

**Цитирование.** Куприянова С.В., Власов М.В.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в

планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Сельское хозяйство является одним из самых перспективных направлений в экономике, при этом устойчивость сельскохозяйственного производства ориентирована на финансовую поддержку, как со стороны государства, так и со стороны частных инвесторов. Однако на результат работы аграрного производства влияют как природные факторы, так и высокая техническая вооруженность предприятий отрасли, требующая перманентных капиталовложений, влекущих рост объема основных средств, и как следствие этого падение рентабельности сельскохозяйственного производства. Для интенсивного развития аграрного производства и повышения инвестиционной привлекательности отрасли необходима поддержка со стороны государства в форме субсидий, разработка и утверждение порядка получаемых субсидий, целей их предоставления и объемов, позволяющих достичь и поддерживать получателями необходимые целевые показатели. [1]

При выборе приоритетных для субсидирования территорий следует учитывать наличие потенциальных и использование имеющихся ресурсов как расположенных на них сельхозпредприятий, так и предприятий, входящих в общую логистическую систему [2–4]. Определение производственных возможностей сельскохозяйственных предприятий обусловлено оценкой их настоящего и будущего участия в производственном процессе, при этом ресурсный потенциал определяет готовность организации аграрного сектора к производственной деятельности и включает: наличие производственных мощностей, кадров, инфраструктуры, способность хранения и переработки урожая, логистику, возможность как оптовой, так и розничной реализации продукции.

Для решения первостепенных задач, связанных с устойчивым социально-экономическим развитием Российской Федерации, в долгосрочной перспективе влияющих на обеспечение продовольственной безопасности, в све-

те разработанного документа долгосрочного планирования – распоряжения Правительства РФ от 12.04.2020 № 993-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года», необходимо обеспечить:

- эффективное вовлечение в оборот и управление землями сельскохозяйственного назначения;
- воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- развитие мелиоративного комплекса Российской Федерации;
- повышение продуктивности и качества почв;
- формирование в агропромышленном комплексе укомплектованного высококвалифицированными кадрами высокопроизводительного экспортно ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленных целей нужна разработка соответствующего методического инструментария, обеспечивающего целенаправленное воздействие на систему сельскохозяйственной отрасли. Для его создания необходимо, во-первых, определение и исследование факторов, обуславливающих устойчивое развитие, во-вторых, создание адекватных моделей, позволяющих им управлять. В связи с многообразием факторов устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли должны анализироваться многие виды ресурсов, а модель, соответственно должна быть многофакторной. Для рассматриваемой задачи, экономическая система сельскохозяйственной отрасли может быть удовлетворительно описана с помощью неоклассических факторных моделей экономического роста [5, 6] – моделей основанных на использовании производственной функции  $Y = F(\mathbf{x})$ , выявляющих количественные связи между объемом и динамикой производства, а также объемом и динамикой производственных ресурсов. Здесь  $Y$  – объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции,  $\mathbf{x} = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$  –

вектор, компонентами которого являются меняющиеся во времени факторы сельскохозяйственного производства  $x_i(t)$ .

**Результаты и обсуждение.** Очевидно, что оперируя зависимостями, характеризующими условия и ограничения можно сформировать модель, отвечающую условиям устойчивого развития системы в целом. При построении универсальной отраслевой модели сельхозпроизводства необходимо учесть особенности отрасли, заключающиеся в том, что экономические процессы воспроизводства переплетаются здесь с естественными процессами, поэтому сельскохозяйственное производство непосредственно зависит от природных условий. Влияние неуправляемых природно-климатических факторов вызывает относительную неустойчивость основных показателей развития сельского хозяйства, поэтому, учитывая основные законы земледелия и растениеводства, устойчивость сельскохозяйственного производства зависит как от согласованного взаимодействия регулируемых величин урожаяобразующих факторов, так и нерегулируемых величин естественных факторов. Учет этого влияния в планово-экономической и управленческой деятельности возможен лишь при анализе зависимости затрат и результатов производства от случайных характеристик погодных условий. А это, в свою очередь, требует существенной модификации методологии и методик в указанных областях деятельности, использования понятий экономического риска и экономической устойчивости производства. Существенная зависимость объемов производства продукции и затрат растениеводства от погодных условий порождает глубокую экономическую неустойчивость всего сельскохозяйственного производства, в первую очередь – отраслей растениеводства и животноводства. Эта неустойчивость носит также случайный характер и проявляется прежде всего в годовых колебаниях как валовых выпусков продукции растениеводства и животноводства, так и затрат на ее производство, переработку, транспортировку и хранение. Непредвиденные изменения погодных условий в сельском хозяйстве всегда отрицательно влияют на экономические показатели деятельности агропромышленного комплекса. При неблагоприятных

погодных условиях недобор товарной растениеводческой продукции и кормов приводит к нарушению нормального финансового режима производственных подразделений; к снижению продуктивности скота и уменьшению его поголовья в результате вынужденного забоя и падежа; к недогрузке мощностей предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье и т. д. Следствием всего этого является нарушение нормального хода производственного процесса.

Можно выделить основные факторы, влияющие на устойчивое развитие сельхозпроизводства в целом, которые носят ресурсный характер, включают в себя не только производство, но и глубокую переработку и реализацию сельхозпродукции.

Чем лучше согласованность факторов в процессе производства переработки, хранения и реализации сельскохозяйственной продукции, тем выше основные показатели развития сельскохозяйственной отрасли (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурная схема устойчивого развития сельхозпроизводства  
Наиболее ощутимое влияние на экономику агропромышленного

комплекса оказывает нарушение межотраслевых связей между производством продукции сельского хозяйства с одной стороны и сферой тех отраслей сельхозпроизводства, потоки которых направлены на переработку и хранение (рисунок 2).

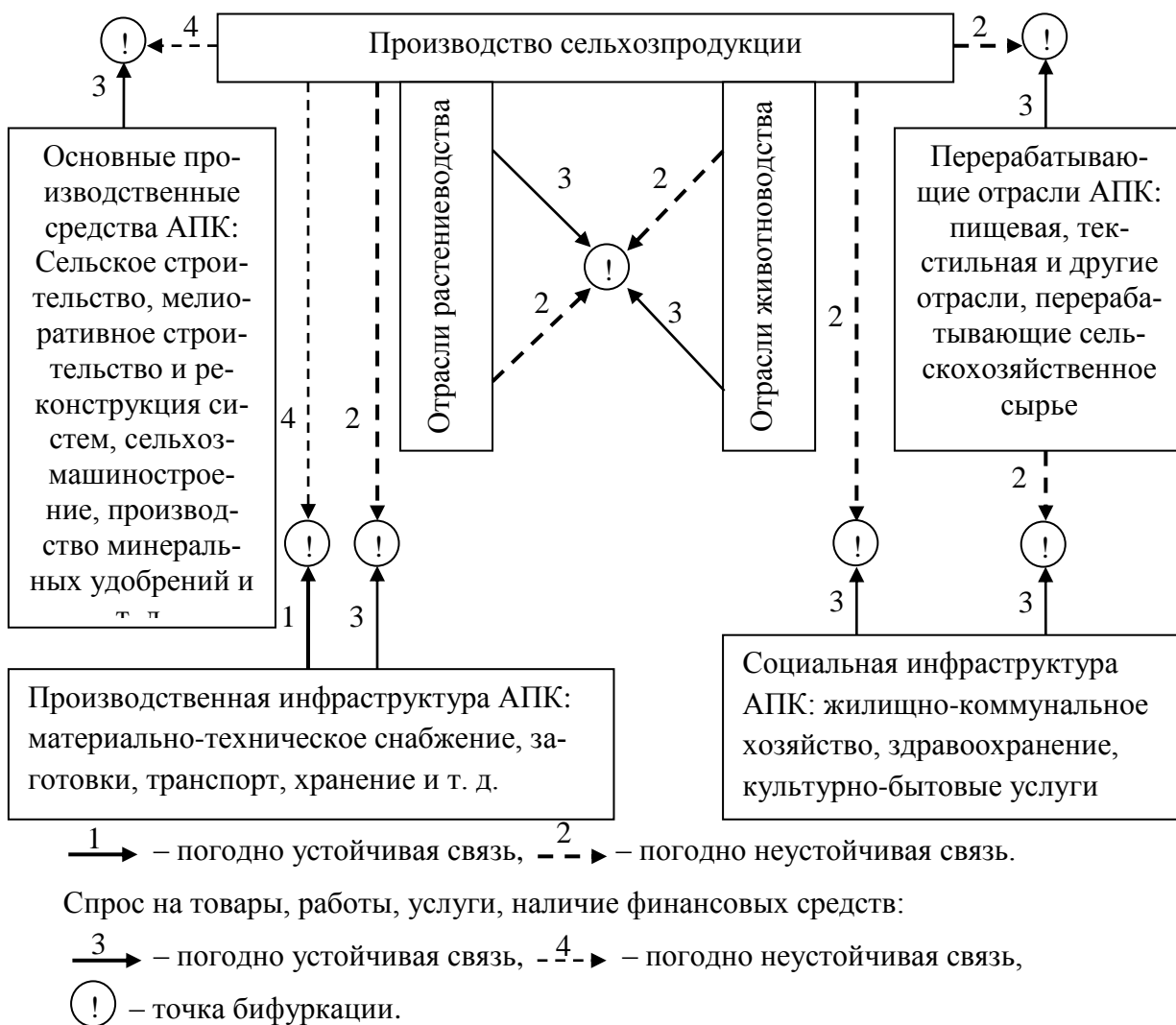


Рисунок 2 – Схема связей в АПК

На схеме показано, что мероприятия по управлению экономической устойчивостью в АПК по характеру их зависимости от фактически реализуемой погодной ситуации, делятся на:

- устойчиво независимые от действия случайных погодных факторов, когда вероятный возможный исход ситуации не зависит от действия случайных погодных факторов: определение площадей и структуры посевов, характеристик производственных зданий и сооружений, количества и состава технических средств;

- решения, принимаемые в рамках складывающихся погодных ситуаций и определяющие параметры процесса использования мощностей для нормального функционирования производства: определения объемов и состава выполняемых работ в земледелии в соответствии с технологией возделывания культур в данных погодных условиях, объемов технологических мероприятий в животноводстве (например, рациональных режимов кормления скота при низких урожаях кормовых культур), объемов технологических операций, снижающих влияние засух и т. д.

Результат в сельском хозяйстве зависит от погодно-экономической устойчивости, то есть от случайных характеристик погодных условий. При управлении случайными производственными процессами необходимо стремиться получить такой эффект, который был бы по возможности более устойчивым по отношению к случайным погодным условиям. Рассмотрим совокупность влияния природно-климатических факторов и оросительных мелиораций на урожайность интенсивно выращиваемой в Ростовской области кукурузы на зерно. Площади посевов кукурузы в Ростовской области по состоянию на 01.01.2019 г. составили 189,2 тыс. га, что составляет 7,7% в общих площадях посевов кукурузы в России [7, 8].

Нами был проведен сбор, систематизация и анализ данных урожайности кукурузы на зерно (таблица 1), полученной в Бирючукской ОСОС – филиале ФГБНУ ФНЦО, расположенной в Ростовской области, а также данных о температуре воздуха и количестве осадков в период вегетации растений за временной период с 2001 по 2020 г. с ближайшей к Бирючукской ОСОС метеостанции, расположенной в Ростове-на-Дону (индекс ВМО – 34730, Ростовская область, Россия, широта: 47,27; долгота 39,82; высота над уровнем моря 75 м). Для анализа были найдены суммы выпавших осадков (мм) в период вегетации кукурузы на зерно и суммы температур в сезоны вегетации (°С). При выборе массива данных мы исходили из того, что одним из наиболее надежных архивов данных осадков на территории России, на наш взгляд, является архив наблюдений на метеорологических станциях сети

Росгидромета, поддерживаемый во ВНИИГМИ-МЦД. Массив данных создавался по данным официальных электронных ресурсов [9–11].

Таблица 1 – Показатели урожайности кукурузы на зерно и данные по основным метеорологическим факторам в «Бирючукской ОСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО»

Год	Сумма осадков в период вегетации, мм	Сумма температур в период вегетации, °С	Урожайность кукурузы на богаре, ц/га	Урожайность кукурузы при орошении, ц/га	Характеристика года по ГТК	ГТК по Селянинову средний за вегетационный период
2001	382,0	98,4	39,5	138,6	Избыточно влажный	1,43
2002	208,1	102,1	31,0	116,2	Слабозасушливый	0,87
2003	216,3	97,1	23,5	112,7	Засушливый	0,68
2004	403,4	94	33,0	134,0	Избыточно влажный	1,37
2005	257,8	102,6	30,8	115,3	Слабозасушливый	0,81
2006	311,9	105,4	32,2	120,7	Слабозасушливый	0,95
2007	132,0	114,6	11,8	102,0	Острозасушливый	0,38
2008	174,8	101,8	18,2	102,0	Засушливый	0,58
2009	196,9	104,4	25,0	114,2	Засушливый	0,69
2010	208,6	115,4	22,1	107,3	Засушливый	0,65
2011	306,7	106,8	32,9	123,4	Слабозасушливый	0,96
2012	319,0	111,7	31,1	117,6	Слабозасушливый	0,91
2013	114,8	108,4	16,1	103,5	Острозасушливый	0,43
2014	160,3	108,0	26,2	116,8	Слабозасушливый	0,80
2015	153,1	108,0	16,2	101,8	Засушливый	0,55
2016	349,2	104,0	32,9	125,2	Влажный	1,24
2017	174,0	106,5	16,2	106,5	Засушливый	0,57
2018	225,6	112,5	18,5	104,4	Засушливый	0,62
2019	194,3	107,3	20,8	129,4	Засушливый	0,63
2020	192,8	106,8	20,6	138,0	Засушливый	0,62

При агроклиматическом районировании Ростовской области Главное управление гидрометеослужбы характеризует влагообеспеченность территорий по гидротермическому коэффициенту Селянинова Г. Т., значения которого определяются по формуле:



$$ГТК = \frac{10P}{T_{>10^{\circ}C}}, \quad (1)$$

где  $P$  – количество осадков за период с температурами воздуха выше  $10^{\circ}C$ ,  
 $T_{>10^{\circ}C}$  – сумма средних суточных температур воздуха за тот же период.

Данный показатель позволяет оценить тепловлагообеспеченность, как всего года в целом, так и периода вегетации культуры, поэтому при проводимом анализе данных таблицы 1 не только характеристика года по ГТК, но и месяцы вегетационного периода характеризовались с точки зрения дефицита осадков, а засухи идентифицировались согласно общепринятой классификации, предложенной Селяниновым Г. Т. (таблица 2) и модифицированной Черенковой Е. А. и Золотокрылиным А. Н. [12].

Таблица 2 – Характеристика показателя увлажнения согласно гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова (ГТК)

Характеристика периода по ГТК	ГТК
Избыточно влажный	$ГТК \geq 1,3$
Влажный	$1,0 \leq ГТК < 1,3$
Слабо засушливый	$0,7 \leq ГТК < 1,0$
Засушливый	$0,5 \leq ГТК < 0,7$
Остро засушливый	$ГТК < 0,5$

Количество осадков в период вегетации кукурузы на зерно за рассматриваемый временной период с 2001 по 2020 г. изменяется по годам от 114,8 мм до 403,4 мм, то есть разница достигает 288,6 мм или трех с половиной раз, что обуславливает резкое колебание ее урожайности по годам. Двадцатилетние наблюдения, проведенные на Бирючукской ОСОС, указывают на прямую зависимость между количеством выпадающих осадков за вегетационный период и урожайностью кукурузы на богарных и на орошаемых землях (таблица 1).

Анализируя данные, сведенные в таблицу 1, видно, что из 20 наблюдаемых лет 2007 и 2013 гг. являлись острозасушливыми годами (10%), когда за период вегетации выпало 132 мм и 114,8 мм осадков соответственно, при этом ГТК составил 0,38 и 0,43, а урожайность кукурузы на богарных землях составила 11,8 и 16,1 ц/га. И наоборот 2004 и 2001 гг. были избыточно влаж-

ными годами, когда за период вегетации выпало 403,4 и 382 мм осадков, ГТК составил 1,37 и 1,43 соответственно, а урожай кукурузы составил 33 и 39,5 ц/га. К засушливым годам из рассматриваемого отрезка времени относятся 9 лет (45%), когда за период вегетации осадков выпало в среднем 192,9 мм, и средний урожай кукурузы за эти годы составил 20,1 ц/га. К слабозасушливым годам относятся 6 лет (30%), когда при среднем количестве осадков, составляющем 260,6 мм, средний урожай кукурузы составил 30,7 ц/га. Очень благоприятные влажные годы составляют 5%, когда за период вегетации выпало 349,2 мм осадков, а урожай зерна кукурузы составил 32,9 ц/га. Таким образом, в зависимости от количества выпадающих осадков, урожайность кукурузы на богаре, в этом районе изменялась от 11,8 до 39,5 ц/га, то есть более чем в 3,3 раза, тогда как при орошении в эти годы наблюдений урожайность составляла от 125,2 до 138 ц/га соответственно, то есть колебания урожайности не превышали 10 %. Данные наблюдений указывают на эффективность орошения кукурузы, как в острозасушливые и засушливые годы, когда урожайность кукурузы на орошении составила 102 ц/га, а на богаре – 11,8 ц/га, так и в благоприятные по ГТК годы, когда урожайность зерна кукурузы на орошении составила 138 ц/га, а на богаре – 39 ц/га. Таким образом, орошение посевов кукурузы в острозасушливые по ГТК годы повышало урожайность в 8,6 раз, в засушливые – на 82,2 %, в благоприятные – на 71,7 %, а это указывает на то, что для получения высокого урожая кукурузы следует применять орошение не только в засушливые годы, но и в годы, когда за период вегетации выпадает 350–400 мм осадков. В эти годы прибавка урожайности кукурузы от орошения составляет 69,1–101 ц/га.

Из графиков, представленных на рисунках 3 и 4, мы видим прямую корреляционную зависимость величин выпавших осадков за вегетационный период, урожайности и ГТК по Селянинову, что подтверждается рассчитанными величинами коэффициента корреляции Пирсона, равными 0,9356 и 0,9132 соответственно и показывающими высокую, по шкале Чеддока, силу связи (в Ростовской области) указанных величин.

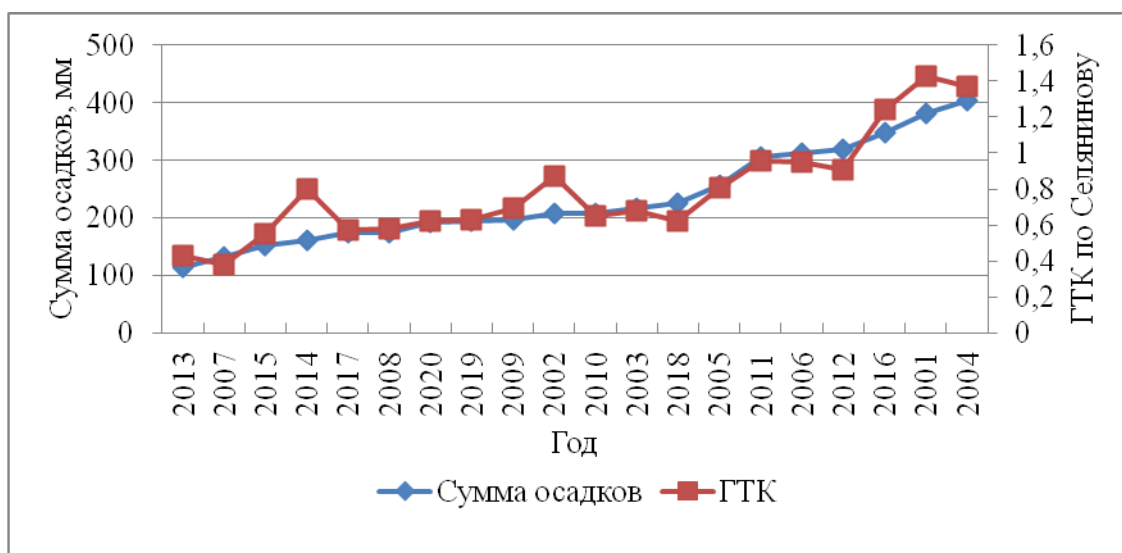


Рисунок 3 – Корреляция суммы осадков и ГТК

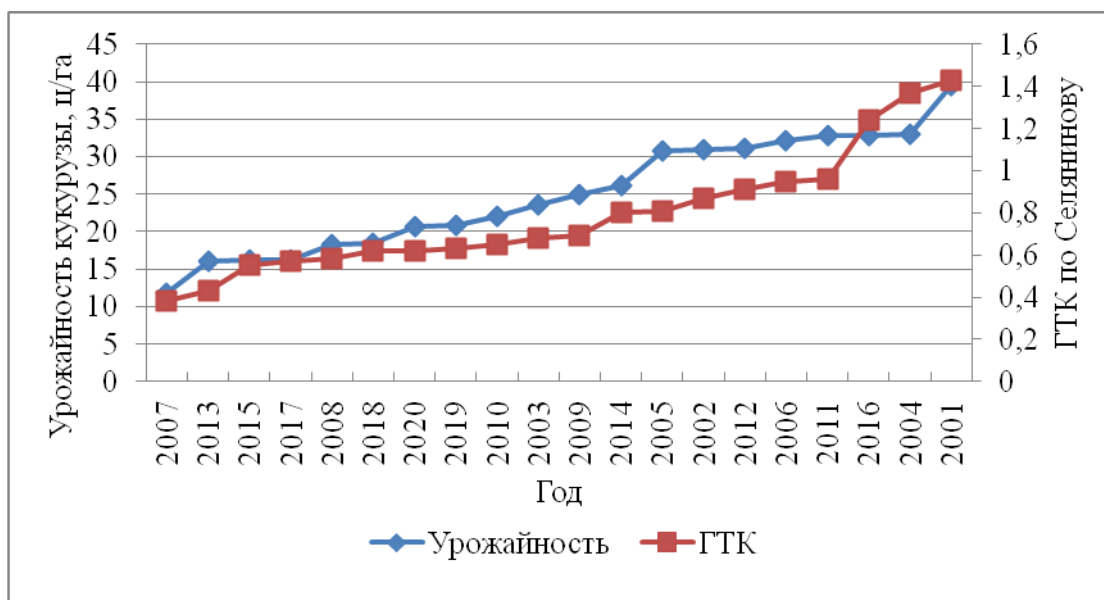


Рисунок 4 – Корреляция урожайности и ГТК

Для пропашных культур: кукурузы, подсолнечника, конопли и других большое значение имеют осадки, выпадающие в июле – августе. Эти месяцы характеризуются самыми высокими температурами и низкой относительной влажностью воздуха, усиливающими общее испарение в сравнении с другими месяцами года. В рассматриваемый период по годам количество осадков колеблется в июле от 4,6 до 123 мм, в августе – от 0,5 до 124,6 мм. Наблюдения показали, что урожайность кукурузы на богаре порядка 30 ц/га обеспечивалась только при выпадении осадков в июле и августе в пределах от 75 до 140 мм, причем число лет с осадками менее 75 мм для кукурузы составляло

55 %.

**Выводы.** 1. В результате исследований установлено, что урожайность зерна кукурузы зависела не только от количества осадков за вегетационный период, но и от распределения их по периодам ее развития, и неравномерность выпадения осадков приводила к колебаниям урожайности, достигавшим 1,7 раза.

2. Эффективно проводить орошение кукурузы на зерно с целью повышения ее урожайности не только острозасушливые и засушливые годы, но и в благоприятные по ГТК годы – это дает наиболее высокие показатели урожайности зерна кукурузы.

#### Библиографический список

1. Щедрин В. Н., Абраменко И. П., Манжина С. А. Нормативно-правовые аспекты устойчивого функционирования агропромышленных территорий опережающего развития на основе применения мелиоративных технологий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2021. Т. 11, № 2. С. 255–273.

2. Васильев С. М., Бабичев А. Н. Основные принципы формирования устойчивости мелиорированных агроландшафтов // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2021. Т. 3, № 1. С. 1–10. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=97>.

3. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T. S. Koshkarova, L. N. Medvedeva, A. A. Novikov, L. A. Voyevodina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020, 14 October. – Vol. 577, iss. 1. / Article number 012013. – DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.

4. Овчинников, А. С. Влияние мелиорации земель на минимизацию погодных флуктуаций и рост экономического эффекта сельскохозяйственного производства / А. С. Овчинников, М. В. Власов, С. В. Куприянова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профес-

сиональное образование. – 2020. – № 1(57). – С. 14–23.

5. Dykas, P., Mentel, G., Misiak, T. (2018), “The Neoclassical Model of Economic Growth and Its Ability to Account for Demographic Forecast”, *Transformations in Business & Economics*, Vol. 17, No 2B (44B), pp.684-700.

6. Režný, L.; Bureš, V. Energy Transition Scenarios and Their Economic Impacts in the Extended Neoclassical Model of Economic Growth. *Sustainability* 2019, 11, 3644. <https://doi.org/10.3390/su11133644>.

7. Посевные площади, валовые сборы и урожайность кукурузы в России. Итоги 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/corn/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-kukuruzy-v-rossii-itogi-2018-goda.html>.

8. Ростовская область в цифрах 2018: Стат.сб./Ростовстат.– Ростов-на-Дону, 2019. – 737 с.

9. ФГБУ «ВНИИГМИ МЦД». Специализированные массивы для климатических исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation>, 2021.

10. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр. Климатические особенности края и биоклиматический потенциал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://climate.sniish.ru/climate\\_info.php](http://climate.sniish.ru/climate_info.php), 2021.

11. Росгидромет. Гидроцентр России. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля». Ежегодные доклады о состоянии климата РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com\\_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru](http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru), 2021.

12. Черенкова Е. А., Золотокрылин А. Н. О сравнимости некоторых количественных показателей засухи // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2016. – т. 2. – с. 79–94.

1. Shchedrin VN, Abramenko IP, Manzhina SA Regulatory aspects of sustainable functioning of agro-industrial territories of advanced development based on the use of reclamation technologies // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems [Electronic resource]. 2021.– Vol. 11, No. 2. P. 255-273.

2. Vasiliev SM, Babichev AN Basic principles of formation of stability of reclaimed agricultural landscapes // Ecology and water economy [Electronic resource]. 2021.Vol. 3, No. 1. P. 1–10. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article? N = 97>.

3. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T. S. Koshkarova, L. N. Medvedeva, A. A. Novikov, L. A. Voyevodina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020, 14 October. – Vol. 577, iss. 1. / Article number 012013 .– DOI: 10.1088 / 1755-1315 / 577/1/012013.

4. Ovchinnikov, A. S. Influence of land reclamation on the minimization of weather fluctuations and the growth of the economic effect of agricultural production / A. S. Ovchinnikov, M. V. Vlasov, S. V. Kupriyanova // Bulletin of the Nizhnevolzhsky agricultural university complex: science and higher professional education. – 2020. – No. 1 (57). – P. 14-23.

5. Dykas, P., Mentel, G., Misiak, T. (2018), “The Neoclassical Model of Economic Growth and Its Ability to Account for Demographic Forecast”, Transformations in Business & Economics, Vol. 17, # 2B (44B), pp. 684-700.

6. Režný, L .; Bureš, V. Energy Transition Scenarios and Their Economic Impacts in the Extended Neoclassical Model of Economic Growth. Sustainability 2019, 11, 3644.<https://doi.org/10.3390/su11133644>.

7. Sown area, gross harvest and yield of corn in Russia. Results of 2018 [Electronic resource]. – Access mode: <https://agrovesti.net/lib/industries/corn/posevnye-ploshchadi-valovye-sborny-i-urozhajnost-kukuruzu-v-rossii-itogi-2018-goda.html>.

8. Rostov region in figures 2018: Statistical collection / Rostovstat. – Rostov-on-Don, 2019. – 737 p.

9. FSBI "VNIIGMI MCD". Specialized arrays for climatic research [Electronic resource]. - Access mode: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation>, 2021.

10. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center. Climatic features of the region and bioclimatic potential [Electronic resource]. – Access mode: [http://climate.sniish.ru/climate\\_info.php](http://climate.sniish.ru/climate_info.php), 2021.

11. Roshydromet. Hydromecenter of Russia. FSBI "Institute of Global Climate and Ecology named after Academician Yu. A. Israel". Annual reports on the state of the RF climate

[Electronic resource]. - Access mode: [http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com\\_document&Itemid=73&gid=27&lang=ru](http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_document&Itemid=73&gid=27&lang=ru), 2021.

12. Cherenkova EA, Zolotokrylin AN On the comparability of some quantitative indicators of drought // Fundamental and Applied Climatology. - 2016. – vol. 2. – p. 79-94.