

## **Заключение**

Итогом проведённых различных мероприятий стал красивый, с пышным цветением парк, который оставит положительный след в экологическом воспитании населения. На локации «Кветка парка» проведено множество различных мероприятий: выставка колеусов, выставка винограда, выставка сухоцветов, мастер-класс по выращиванию микрозелени и других, привлёкших внимания большого числа горожан и жителей страны.

## **Список цитированных источников**

1. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. / Р. Ю. Блажевич [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 1999. – Т.1. – 199 с.
2. Волчек, А. А. Суммарное испарение на территории Беларуси и его прогнозные оценки / А. А. Волчек, Д. Н. Дашкевич // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012. – №2 (74) : Водохозяйственное строительство, теплотехника и геоэкология. – С. 2–8.
3. Лекарственные растения: Универсальная энциклопедия / сост. И. Н. Путырский, В. Н. Прохоров. – Минск : Книжный дом; М. : Махаон, 2000. – 656 с.

УДК: 631.95(476.7)

*Городнюк Ю. П.*

*Научный руководитель: д. г. н., профессор Волчек А. А.*

## **РАЗЛИЧИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМЫХ ЗЕРОВЫХ КУЛЬТУР БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **Введение**

Одним из основных направлений экономического развития Беларуси является сельское хозяйство. Этому способствует географическое положение страны, ее климатические особенности и обширные мелиорации, проведенные во второй половине прошлого века [1]. Постоянные высокие урожаи необходимы для обеспечения продовольственной безопасности страны. Поэтому анализ и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур является одной из важных задач.

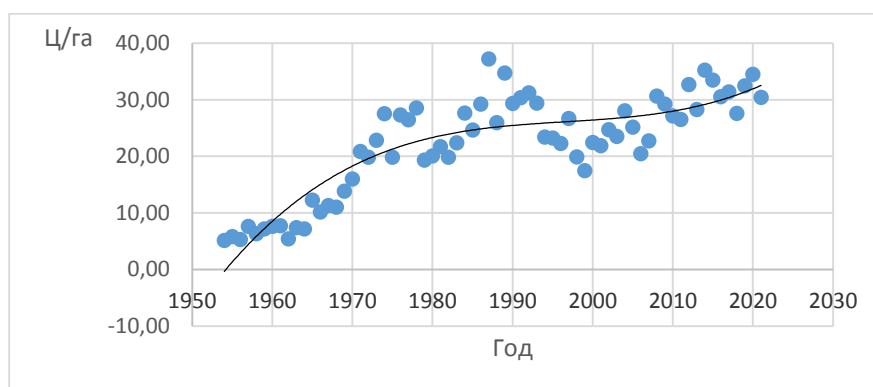
В настоящее время исследованиям климатообусловленной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур посвящено много работ [1,2,3,4 и др.]. Тем не менее, поставленная задача решена далеко не полностью из-за сложности механизмов формирования урожая. Рост и развитие культурных растений зависят от технологических и климатических факторов. При отклонении от оптимума хотя бы одного из воздействующих факторов озимые зерновые угнетаются, а наступление критических условий часто приводит к их гибели. Задачей исследования является установление пространственно-временных закономерностей формирования урожайности озимых зерновых Беларуси, и разработка вероятного метода прогноза.

## Материалы и методы исследования

Исходными материалами для исследования послужили данные наблюдений за среднемесячными температурами почвы и воздуха предоставленные «Брестского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за период 1954–2020 гг. по метеостанции Брест, а также многолетние ряды наблюдений за урожайностью озимой ржи. Для описания многолетних колебаний урожайности использованы статистические методы, описанные в [2].

## Обсуждение результатов

Основной зерновой культурой в Брестской области является озимая рожь. На рисунке 1 представлена динамика средней урожайности по Брестской области за период с 1954 по 2021 гг. В урожайности озимой ржи явно прослеживается тренд. Для всех районов выявлена устойчивая тенденция возрастания урожайности до 1990 г., что обусловлено переходом сельского хозяйства на интенсивный путь развития, совершенствованием технологий, посевного материала и удобрений. В 90-е годы во всех районах начинается постепенный спад урожайности.



*Рисунок 1 – Динамика средней урожайности по Брестской области за период с 1954–2021 озимой ржи*

Низкие урожайности сельскохозяйственных культур по Брестской области в начале 60-х годов прошлого столетия были обусловлены отсутствием высокопродуктивных сортов, неудовлетворительным внесением удобрений. Сочетание благоприятных климатических и агротехнических факторов в середине 80-х способствовало получению высоких урожаев. С повышением уровня агротехники, улучшением водно-воздушного и питательного режима почв, с использованием новых сортов урожайность повысилась и пик ее пришелся на 1986 г.

Так средняя урожайность озимых зерновых по области составила 22,01 ц/га. Меньше всего – в Ганцевическом районе (18,84 ц/га), максимум озимых зерновых с 1 га было собрано в Ляховичском районе (25,05 ц/га). Однако, с 1990 и до 2000 г. включительно, вследствие кризисной ситуации в стране недостаток удобрений, агротехнического обеспечения и других ресурсов, наблюдается устойчивая тенденция снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Также повлияла деградация мелиоративных систем и мелиорированных земель (вследствие ухудшения функционирования существующей мелиоративной сети, что не могло не отразиться на урожайности).

В таблице 1 представлены коэффициенты уравнения линии тренда фактической урожайности.

Таблица 1 – Коэффициенты уравнения линии тренда

Культура	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>R</i>
Озимая рожь	0,0003	-0,038	1,76	0,88

Для установления градации деления районов по максимальной фоновой урожайности сельскохозяйственных культур использовался статистический критерий Стьюдента, с помощью которого установлена наименьшая существенная разница для средних величин урожайности по районам. Вычислив коэффициенты регрессии линий тренда, получили максимальную фоновую урожайность для каждого района области по озимой ржи. На основании этих данных построена карта максимальной фоновой урожайности (рисунок 2).

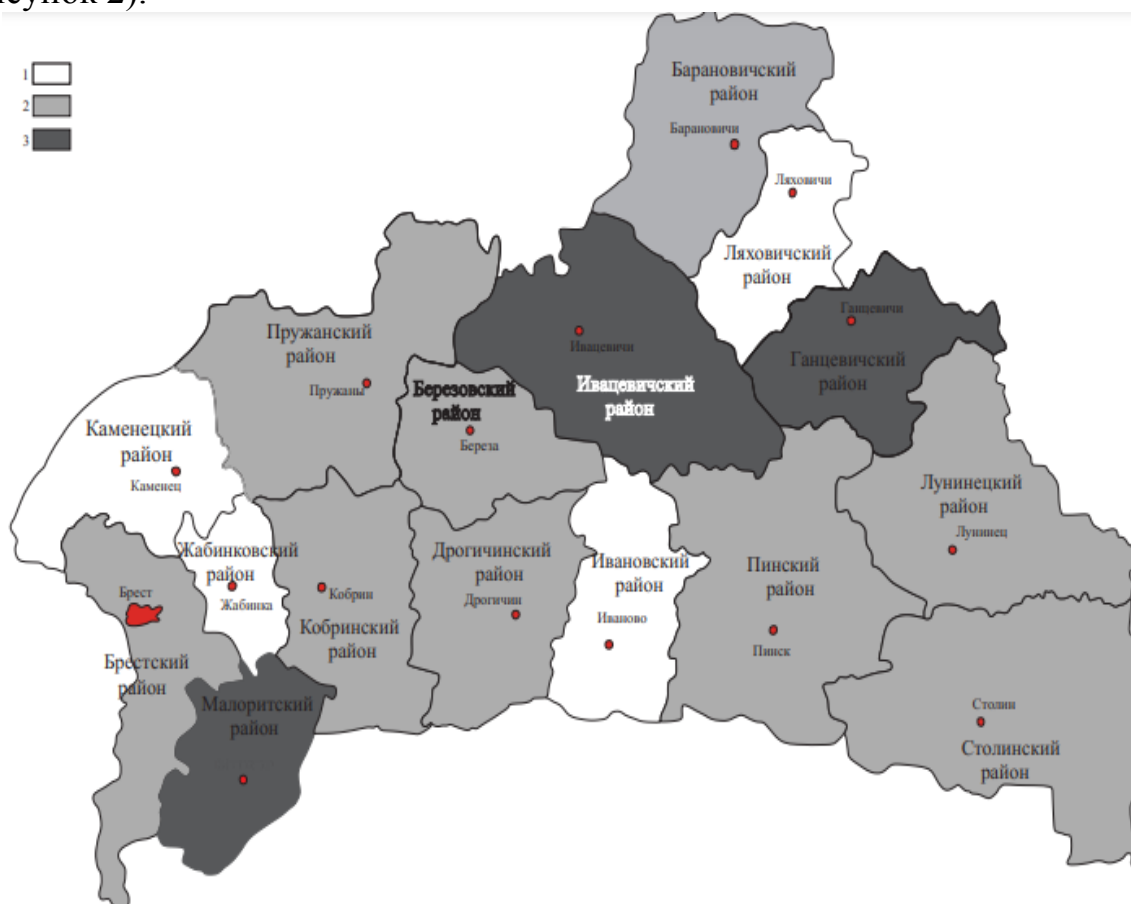


Рисунок 2 – Карта максимальной фоновой урожайности озимой зерновой культуры Брестской области, ц/га: 1 – более 23, 2 – 23 - 21,3 – менее 21

Максимальная фоновая урожайность озимых по районам Брестской области имеет более пестрый характер. В Ивановском, Ляховичском, Каменецком, Жабинковском районах она превышает 23 ц/га, в Березовском, Пружанском, Брестском, Кобринском, Дрогичинском, Барановичском, Пинском, Лунинецком, Столинском районах – 23–21,3 ц/га, несколько меньшая максимальная фоновая урожайность имеет место в Малоритском, Ивацевичском, Ганцевичском районах она менее 21 ц/га.

После построения линий трендов и получения их уравнений были рассчитаны отклонения урожайности озимых от этих трендов.

Проведенный регрессионный анализ позволил описать погодную составляющую урожайности анализируемой сельскохозяйственной культуры уравнением полиномом первой степени:

$$u = 0,051 \cdot \Delta P_2 + 0,254 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} + 0,24 \cdot \Delta T_{\epsilon 12} + 0,42 \cdot \Delta T_{n11} \quad (1)$$

где  $\Delta T_{\epsilon}$  – отклонение месячной температуры воздуха от нормы расчетного месяца;  $\Delta T_n$ ,  $\Delta P$  – то же соответственно температура почвы и атмосферные осадки. Индексы при переменных соответствуют порядковому номеру месяца. Коэффициент множественной корреляции  $R = 0,96$ .

Так как озимая рожь является основной зерновой культурой, то для более детального анализа были отобраны шесть районов Брестской области, обеспеченные в полной мере данными наблюдений климатических показателей. Результаты построения моделей представлены в таблице 2.

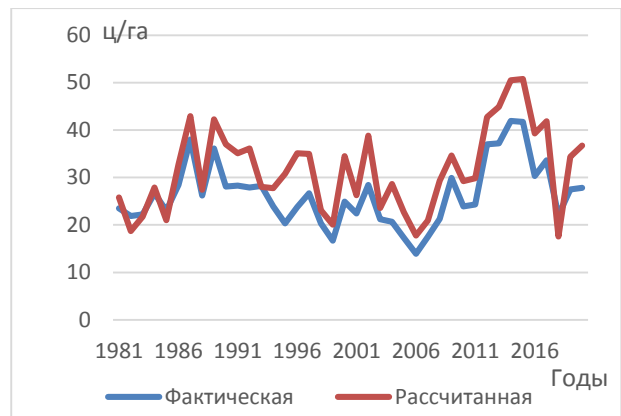
Таблица 2 – Результаты построения моделей

<i>Район</i>	<i>Уравнение</i>
Брестский	$u = 0,016 \cdot \Delta P_{11} + 0,059 \cdot \Delta P_2 + 0,526 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} + 0,464 \cdot \Delta T_{n12}$
Барановичский	$u = 0,088 \cdot \Delta P_2 + 0,051 \cdot \Delta T_{\epsilon 1} + 4,427 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} - 4,071 \cdot \Delta T_{n2} + 0,542 \cdot \Delta T_{n11}$
Пинский	$u = 0,038 \cdot \Delta P_2 + 0,318 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} + 0,162 \cdot \Delta T_{\epsilon 12} + 0,464 \cdot \Delta T_{n12}$
Ганцевичский	$u = 0,045 \cdot \Delta P_{11} + 0,794 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} - 0,673 \cdot \Delta T_{n2} + 0,879 \cdot \Delta T_{n11}$
Ивацевичский	$u = 0,016 \cdot \Delta P_1 + 2,47 \cdot \Delta T_{\epsilon 2} + 0,693 \cdot \Delta T_{\epsilon 12} - 2,197 \cdot \Delta T_{n2}$
Пружанский	$u = 0,054 \cdot \Delta P_1 + 0,555 \cdot \Delta T_{\epsilon 11} + 0,405 \cdot \Delta T_{n12}$

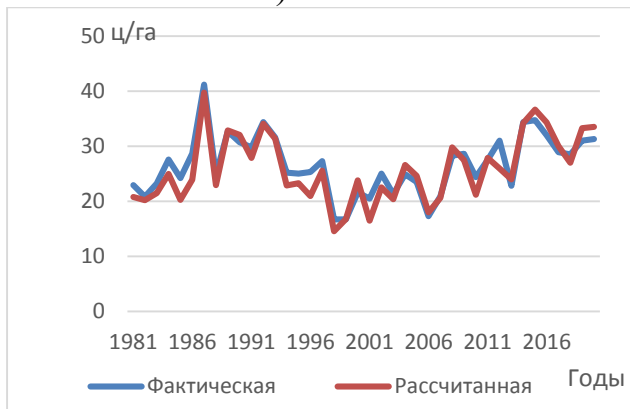
Полученные уравнения позволяют описать урожайность озимой ржи в указанных районах. На рисунке 3 приведены наблюдаемые и рассчитанные по уравнениям значения урожайности.



а)



б)



в)



г)



д)



е)



ж)

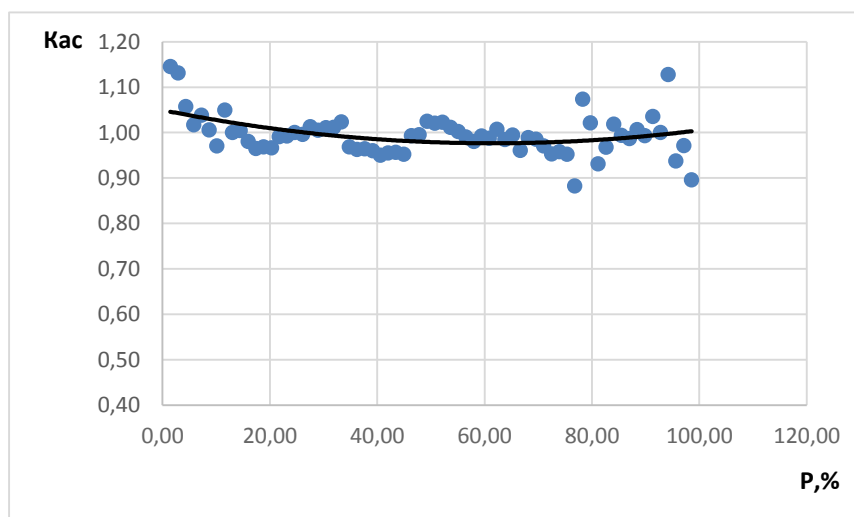
а) Брестский, б) Барановичский, в) Пинский, г) Ганцевичский, д) Ивацевичский, е) Пружанский, ж) Брестская область

Рисунок 3 – Фактическая и рассчитанная динамика урожайности в Брестской области

Ошибки расчета урожайности озимой ржи по Брестской области входят в 20-35 %. Таким образом, можно констатировать, что полученная модель адекватно отражает реальную картину урожайности сельскохозяйственных культур в Брестской области.

Исходя из физиологических особенностей сельскохозяйственных культур наиболее благоприятным является теплый с повышенной влажностью год. Благоприятным по урожайности год озимых зерновых в Брестской области за исследуемый период наблюдения является 1986–1987 гг. Случайные составляющие вносят определенный вклад и в ряде случаев должны учитываться при моделировании урожайности сельскохозяйственных культур. Также исследовались пространственно-временные колебания урожайности озимых зерновых культур.

Дана количественная оценка асинхронности урожайности озимых между Брестским и Лунинецким районами (наиболее удаленные друг от друга районы Брестской области) в различные по погодным условиям годы приведены на рисунке 4.



*Рисунок 4 – Зависимость коэффициентов асинхронности погодной составляющей урожайности озимой ржи между Брестским и Лунинецким районами от обеспеченности*

## **Выводы**

Проведен детальный анализ динамики урожайности озимой ржи Брестской области, что позволило установить основные факторы, определяющие урожайность. Использование методов математического моделирования в прогнозировании урожайности зерновых культур свидетельствует о высокой их эффективности.

Прогнозирование наступления неблагоприятных климатических факторов для урожайности зерновых культур может быть использовано в целях предотвращения ущерба. Для более углубленного изучения влияния факторов на урожайность зерновых и выявления направления их оптимизации был использован метод корреляционного моделирования.

Урожайность будет колебаться по годам в зависимости, прежде всего, от степени благоприятности нерегулируемых условий среды, среди которых наиболее значимым будет фактор, лимитирующий урожай. В Беларуси таким фактором может являться тепловой режим.

#### **Список использованных источников**

1. Статистический ежегодник. Брестская область. – Брест, 2004. – 335 с.
2. Дмитренкова, Ю. А. Климатическая обусловленность урожайности сельскохозяйственных культур Республики Беларусь / Ю. А. Дмитренкова // Природные ресурсы 2004. – № 1, – С. 26–35.
3. Логинов, В.Ф., Волчек А.А., Волчек Ан.А. Оценка влияния климатических факторов на динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур в Брестской области / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. // Природные ресурсы, 2006. – №3. С. 5 – 22.
4. Лихацевич, А. П. Модель динамики урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от изменчивости природно-климатических факторов / А. П. Лихацевич, В. Н. Карнаухов // Мелиорация переувлажненных земель. – 2005. – № 2 (54). – С. 108–117.

УДК 620.193.197

*Доманский Н. С.*

*Научный руководитель: Басов С. В., к. т. н., доцент*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ПРИ РЕМОНТЕ АУТЕНТИЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В настоящее время в большинстве развитых стран мира убытки от всех видов коррозионного разрушения металлов и сплавов, а также затраты на антикоррозионную защиту составляют около 5 % от национального дохода. Помимо прямых и косвенных потерь, вызванных разрушением металлических конструкций, коррозия приводит к загрязнению окружающей среды ионами различных металлов, что может привести к негативным экологическим последствиям [1, 2].

Существующие в настоящее время методы антикоррозионной защиты включают несколько больших групп: легирование металлов, нанесение защитных покрытий, электрохимическая защита, изменение свойств коррозионной среды, рациональное конструирование металлических изделий.

При проведении ремонтных, реставрационных и иных работ на исторических объектах специалисты сталкиваются с задачей по сохранению аутентичных металлических конструкций или их элементов, декоративных фрагментов интерьеров и фасадов различного химического состава, вида и назначения.

Наличие в металлических элементах конструкциях исторических объектов повреждений и дефектов различного происхождения является важной причиной научно-обоснованного подхода к материалам и методам их ремонта и реставрации. В ходе таких работ, после обнаружения поврежденных коррозией объектов, в первую очередь проводят их легкую механическую очистку с помощью мягкой щетки и проточной воды для удаления продуктов коррозии. По-