

УДК 631.5

ПРИМЕНЕНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И ДАННЫХ ИОТ НА ПОСЕВАХ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

*Мельник Ю., магистрант 1 курса
Казахский агротехнический исследовательский университет им.
С.Сейфуллина, г. Астана*

Агропромышленный комплекс Казахстана имеет перспективное будущее. По многим позициям Казахстан, может быть, одним из крупнейших в мире производителей аграрной экспортной продукции. Однако главным препятствием на пути развития отрасли в нашей стране являются недостаточно актуальные агротехнологии, которые не успевают меняться вслед за изменяющимися климатическими условиями и ростом конкурентоспособности других стран, быстрее внедряющих инновационные технологии на базе данных IoT оборудования.

Сельскохозяйственное производство в Казахстане подвержено чрезвычайным экономическим рискам. Основная доля рисков связана с погодными явлениями, в связи с чем главные зерносеющие регионы Казахстана считаются «зоной рискованного земледелия». В результате, отмечаются частые и резкие колебания урожайности сельхоз культур по годам. Даже влага за последние пару сельхоз сезонов теряет свою актуальность как основного лимитирующего фактора.

Поэтому проблема изменения агротехнических подходов для минимизации влияния изменений климата на агроклиматические условия возделывания, продуктивность и валовые сборы зерна зерновых культур является очень актуальной.

Для данной работы был выбран Северный Казахстан как один из самых перспективных зерносеющих регионов. Культура – твердая пшеница, как наиболее перспективная с точки зрения урожайности. В благоприятных равных условиях твердая пшеница в сравнении с мягкой дает больший урожай хорошего качества для производства крупы и макаронных изделий.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые проанализированы не только актуальность применяемых агротехнических подходов, но проведен анализ взаимосвязи рентабельности агропредприятия и эффективности выбранных агротехнологий от качества данных, полученных от IoT оборудования и степени цифровизации технологических

процессов агропредприятия. Доказано гарантированное снижение издержек, повышение качества зерна и урожайности благодаря данным IoT оборудования, в том числе помогающего в прогнозировании погодных условий.

Уменьшение зависимости сельскохозяйственного производства от неблагоприятных климатических воздействий и повышение эффективности агротехнологий – одна из главнейших проблем сегодняшнего времени.

Особое значение эти вопросы имеют для региона Северного Казахстана, где яровым зерновым культурам и твердой пшенице, в частности, приходится испытывать целый комплекс негативных природных явлений.

Учитывая текущий инерционный характер сельского хозяйства в Казахстане и зависимость от погодных условий, уже сейчас будет актуальна необходимость выработки актуальных агротехнических приемов и привлечение искусственного интеллекта на основе данных IoT оборудования для осознанного принятия решений при планировании агротехнологий.

Применение актуальных агротехнологий позволит аграриям Северного Казахстана приблизиться к максимально возможной климатически обусловленной урожайности твердой пшеницы по наиболее вероятным климатическим проекциям.

Итоговой целью исследований в рамках настоящего проекта является идентификация и картирование локусов количественных признаков урожайности и качества зерна твердой пшеницы в зависимости от применяемых агротехнических приемов и разработка рекомендаций по необходимым изменениям в агротехнике (выбор наиболее адаптированных к новым климатическим условиям сортов и севообороту) на посевах твердой пшеницы в условиях изменяющегося климата Северного Казахстана.

В настоящем исследовании использованы данные Государственного гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет». В качестве оценки изменений в температуре воздуха и количестве осадков за определенный интервал времени использованы коэффициенты линейных трендов.

В соответствии с определениями Всемирной метеорологической организации (ВМО, 2017), средние климатологические данные, рассчитанные за 30-летние периоды: с 1 января 1991 г. по 31 декабря 2020 г. являются климатологическими стандартными нормами. Средние значения, используемые в качестве контрольной точки для оценки изменения климата, называются «опорные нормы» [1].

Растущий рост населения мира и возросший спрос на традиционные энергоресурсы, такие как нефть, природный газ и уголь, совместно способствовали наблюдаемому явлению изменения климата. В 1993 году Всемирная метеорологическая организация (ВМО) опубликовала свой первый в истории доклад о состоянии климата, в котором содержалась информация об ожидаемых тенденциях изменения климата [2]. Последующие ежегодные доклады о глобальном климате неизменно подчеркивали критические показатели в климатической системе. Эти показатели охватывают концентрацию парниковых газов, повышение температуры суши

и океана, повышение уровня моря, таяние ледяного покрова, отступление ледников и рост экстремальных погодных явлений.

Исторические метеорологические наблюдения, охватывающие период с 1961 по 2020 год, выявляют заметные тенденции. Эти результаты подчеркивают продолжающиеся климатические изменения в регионе, имеющие значительные последствия для управления и устойчивости водных ресурсов в Казахстане [3].

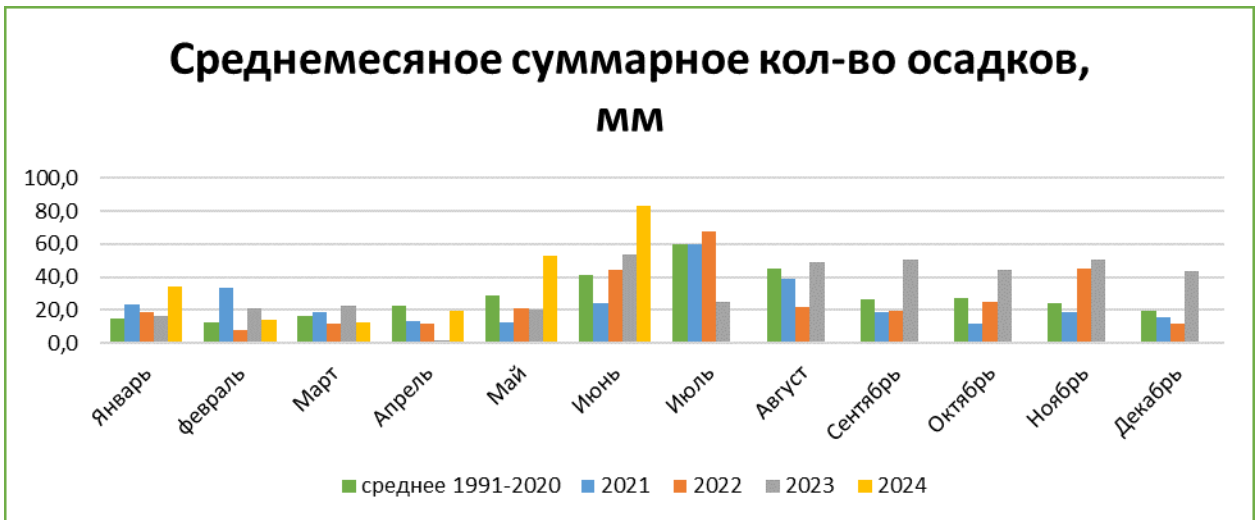
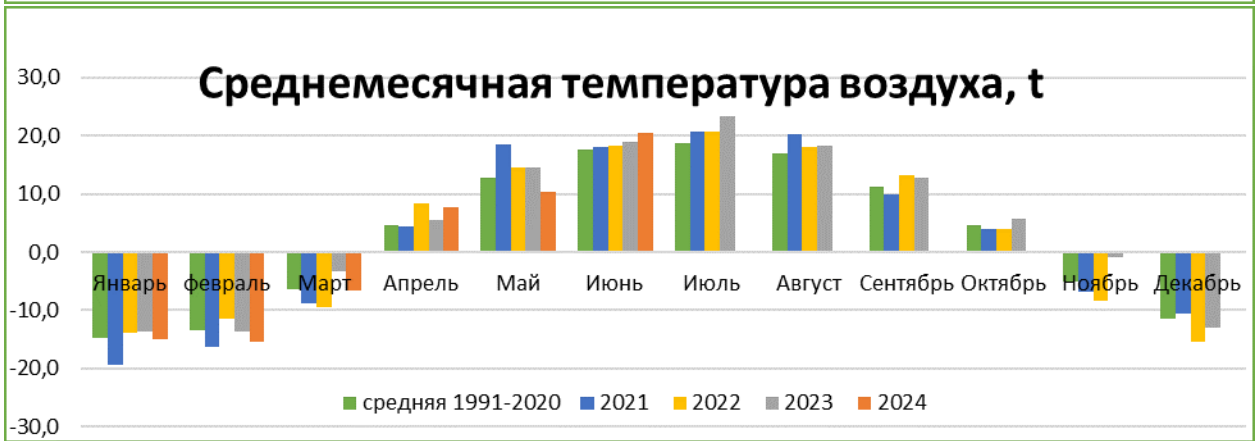
Тенденция повышения температур в регионе продолжается с 1960-х годов, причем каждое десятилетие стабильно теплее предыдущего. В последнее десятилетие, охватывающее период с 2012 по 2021 год, была зафиксирована среднегодовая температура воздуха +6,61 °С [4].

Для более детального изучения изменений климата в исследуемом регионе Северного Казахстана был проведен анализ данных РГП «Казгидромет», а именно ежемесячные и годовые записи температуры воздуха, почвы и осадков [5]. Использованы методы статистического анализа временных рядов.

Таблица 1 – Анализ изменений ключевых показателей климата СКО 2021-2024 гг

	Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноя
Температура воздуха средняя, °С											
средняя 1991-2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	14,8	-13,5	-6,4	4,7	12,8	17,5	18,7	16,9	11,1	4,5	
2023	15,0	-15,4	-6,7	7,6	10,3	20,5					
2022	13,6	-13,7	-3,2	5,5	14,5	18,9	23,2	18,3	12,7	5,6	
2021	13,9	-11,4	-9,4	8,3	14,5	18,3	20,6	18,1	13,1	3,9	
	19,3	-16,3	-8,7	4,5	18,4	18,1	20,6	20,1	9,9	4,1	
Температура поверхности почвы, °С											
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	16,0	-17,0	-8,0	7,2	12,8	24,5					
2022	14,8	-14,8	-4,6	5,5	18,2	23,6	28,5	22,3	14,0	5,5	
2021	15,3	-12,7	-10,7	8,9	17,5	22,9	25,5	22,5	15,0	3,7	
	20,9	-17,7	-9,7	7	22,0	24,3	25,5	24,5	11,6	4,0	
Количество осадков, мм											
среднее 1991-	15,1	12,6	16,3	22,4	29,3	41,1	60,3	44,8	26,4	27,5	

2020											
2024	34,2	14,2	12,9	19,5	52,8	82,8					
2023	16,6	20,8	22,5	1,8	20,4	53,7	24,6	48,7	50,8	44,2	
2022	18,4	8,1	12,2	11,7	21,0	44,3	67,4	22,0	19,4	24,8	
2021	23,8	33,9	18,8	13	12,5	24,2	60,0	38,7	19,0	11,6	



Результаты мониторинга климатических полей температуры и атмосферных осадков позволяет утверждать, что тенденция глобального антропогенного потепления сохраняется [6]. Но особенно ярко за последние четыре года обозначилась тенденция повышения количества осадков. В связи с этим продовольственная безопасность Северного Казахстана, как одного из основных зерносеющих регионов нашей страны, в значительной степени

будет зависеть от того, насколько эффективно адаптируется сельское хозяйство к ожидаемым изменениям климата, определяющих будущие агроклиматические условия выращивания сельскохозяйственных культур [7].

Ожидается, что к 2030 году среднегодовая температура в Казахстане вырастет на 1,4 °С. Ожидается, что эта тенденция к потеплению усилится в ближайшие десятилетия, при этом оценки предполагают рост на 2,7 °С к 2050 году и существенные 4,6 °С к 2085 году [8].

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (2023) продемонстрировала влияние изменения климата на сельскохозяйственное производство, оценив потери и ущерб для пшеницы в Казахстане — демонстрирует в первую очередь отрицательное воздействие на производительность, которое варьируется от двух до десяти процентов [9].

Методы решения проблемы, помощь данных IoT оборудования для выбора технологий и сокращения издержек

Диверсификация сельскохозяйственной практики – один из действенных способов, с помощью которых фермеры могут реагировать и адаптироваться к ухудшающимся последствиям изменения климата [10].

Действенными методами изменения агротехнологий могут стать изменение сроков посевных работ, выбор в пользу теплолюбивых культур и сортов, наиболее устойчивых к полеганию и прорастанию в условиях повышенной влажности.

В то же время, внедрение инновационных технологий, таких как интеллектуальной системы использования сельскохозяйственных ресурсов на основе данных оборудования IoT и сельскохозяйственной техники, заменяющей человеческий труд, позволит фермерам эффективнее использовать свои земельные ресурсы и повысить рентабельность.

По данным казахстанского разработчика ПО для аграриев и интегратор IoT оборудования – ТОО AgroStream доказано значительное снижение издержек при применении элементов цифровизации АПК. Выводы сделаны на основе анализа данных более 30 крупных агропредприятий Казахстана, пользователей ПО Agrostream, с общей посевной площадью более 800 тыс. га.

Таблица 2 – Сокращение количества техники при сохранении объемов работ благодаря внедрению систем телематики (IoT) на тестовом предприятии

Тип техники	2018 - до применения IoT	2023 – с помощью данных телематики IoT
Трактор	70	57
Комбайн	54	18
Грузовой автомобиль	82	40
Жатка	6	2
Опрыскиватель	13	5

Топливозаправщик	4	4
Обрабатываемая площадь	40 569 га	40 577 га
Итого	229 единиц техники	126 единиц техники

Рисунок-1 – Сокращение парка техники и износа, благодаря IoT



Итоговые значения выгоды применения данных IoT для повышения урожайности и снижения издержек по данным ПО AgroStream [11]:

- Повышение урожайности до 26%;
- Повышение производительности техники в 2,5 раза;
- Сокращение потерь зерна на 63%;
- Снижение расходов ГСМ на 20%;
- Уменьшение потерь и хищений ТМЦ от 10%;
- Ускорение получения отчётности в 12 раз.

Список литературы

- 1 Каратай, Г., Турумова Е. (2023). *Динамика изменения климата Есильского водохозяйственного бассейна*. РГП «Казгидромет», Астана, Казахстан.
- 2 World Meteorological Organization (WMO). *WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018*; WMO: Geneva, Switzerland.
- 3 Kakabayev, A, Yessenzholov, B, Khussainov, A, Rodrigo-Illarri, J, Rodrigo-Clavero, ME, Kyzdarbekova, G, Dankina, G. (2023). *The Impact of Climate Change on the Water Systems of the Yesil River Basin in Northern Kazakhstan. Sustainability* 15, 15745.
- 4 Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан; Научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет». *Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2021*, 76.
- 5 Государственный климатический кадастр. АО Казгидромет. *Метеорологический ежемесячник*.
- 6 Nayrol, A, Mohamed, S. (2024). *Diversification of agriculture practices as a*

response to climate change impacts among farmers in low-income countries: A systematic literature review. *Climate Services*, 35(6), 100508.

7 Duysebekova, K., Serbin, V, Duysebekova, K. (2016). The Solution of Semi-empirical Equation of Turbulent Diffusion in Problems of Polluting Impurity Transfer by Gauss Approach. *Procedia Computer Science*, 94:372-379.

8 Esserkepova, I. (2009). *Kazakhstan's Second National Communication to the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Ministry of Environment Protection: Astana, Kazakhstan, 164.

9 Food and Agriculture Organization of the United Nations Crop prospects and food Situation (2021).

10 Аринов, КК, Мусынов, КМ, Шестакова, НА, Серекпаев, НА, Апушев, АК. (2016). Растениеводство, Астана, «Фолиант», 583.

11 Данные на основе анализа статистики пользователей ПО Agrostream за период 2016-2024.