

Оригинальная статья
<https://doi.org/10.26897/1997-6011-73-80>
УДК 633.491



ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ С ДВУМЯ УРОЖАЯМИ

И.Н. Гаспарян¹, О.Н. Ивашова², Ш.В. Гаспарян²,
Н.Ф. Денискина², К.В. Чернышева³, А.Г. Левшин²

¹ ФГБНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова; 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия

² ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

³ ФГБОУ ВО Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, Россия

Аннотация. В ходе исследований, проводимых в условиях Московской области на протяжении двух вегетационных циклов, было установлено, что процессы формирования урожая картофеля протекают в различающихся агроклиматических условиях. Так, первая волна урожая формируется в период продолжительного светового дня при умеренных температурах, сопровождающихся возможными возвратными заморозками. Вторая же волна созревания приходится на фазу укороченного светового дня, когда наблюдаются повышенные температуры воздуха и дефицит влаги в почве. Основной задачей работы стало определение потенциала применения отечественной аналитической платформы Loginom для обоснованного выбора сортов картофеля, оптимальных для двукратного выращивания в зависимости от погодных факторов. Экспериментальные испытания проходили на базе Учебно-научно-производственного центра «Овощная опытная станция» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва), а также на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии (п. Барыбино, Московская область) в период с 2017 по 2023 годы. Опыт закладывался методом случайного размещения делянок, при этом предшествующей культурой являлся лук. Плотность посадки составила 47,6 тыс. растений на гектар. Для первой посадки использовались пророщенные клубни крупной фракции, для второй – средней. Повторное высаживание осуществлялось на участках, освобождающихся после уборки первой посадки. Агротехника возделывания соответствовала общепринятым стандартам. Уборка урожая проводилась дважды: в середине июля и в конце сентября. Для отбора наиболее продуктивных сортов картофеля в критических климатических условиях применялась информационно-аналитическая система поддержки принятия решений. По результатам прогнозирования было определено, что для получения раннего урожая целесообразно использовать сорта Жуковский ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Ривьера и Импала, а для второго цикла возделывания наибольшую эффективность показали сорта Удача, Ред Скарлет и Импала.

Ключевые слова: изменение климата, картофель, два урожая, ранние сорта картофеля, аналитическая платформа Loginom, корреляционный анализ, достоверность выбора

Формат цитирования: Гаспарян И.Н., Ивашова О.Н., Гаспарян Ш.В., Денискина Н.Ф., Чернышева К.В., Левшин А.Г. Информационно-аналитические технологии в возделывании картофеля с двумя урожаями // Природообустройство. 2025. № 4. С. 73-80. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-73-80>

Original article

INFORMATION AND ANALYTICAL TECHNOLOGIES IN TWO-CROP POTATO CULTIVATION

I.N. Gasparyan¹, O.N. Ivashova², Sh.V. Gasparyan²,
N.F. Deniskina², K.V. Chernysheva³, A.G. Levshin²

¹ All-Russian Institute of Agrochemistry named after D. Pryanishnikov, Moscow, Russian Federation

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

³ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Format of citation: Research conducted in the Moscow region over two growing seasons revealed that potato yield development occurs under different agroclimatic conditions. The first wave of harvest occurs during a period of long daylight hours at moderate temperatures, accompanied by possible recurrent frosts. The second wave of ripening occurs during a period of shortened daylight hours, when elevated air temperatures and soil moisture deficits are observed. The main objective of the study was to determine the potential of the domestic Loginom analytical platform for the informed selection of potato varieties optimal for double cultivation,

depending on weather factors. Experimental trials were conducted at the Vegetable Experimental Station Educational, Scientific, and Production Center of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. The experiment was conducted at the Timiryazev Research Institute (Moscow) and at the Central Experimental Station of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry (Barybino, Moscow Region) from 2017 to 2023. The trial was conducted using random plot placement, with onions being the preceding crop. The planting density was 47,600 plants per hectare. Sprouted tubers of the large fraction were used for the first planting, while medium-sized ones were used for the second. Replanting was carried out in areas vacated after harvesting the first crop. Cultivation practices complied with generally accepted standards. The crop was harvested twice: in mid-July and at the end of September. An information and analytical decision support system was used to select the most productive potato varieties for critical climatic conditions. Based on the forecast results, it was determined that for obtaining an early harvest, it is advisable to use the varieties Zhukovsky ranniy (early), Snegir, Red Scarlet, Riviera and Impala, and for the second cultivation cycle, the varieties Udacha, Red Scarlet and Impala showed the greatest efficiency.

Keywords: climate change, potatoes, two harvests, early potato varieties, Loginom analytical platform, correlation analysis, reliability of choice

Format of citation: Gasparyan I.N., Ivashova O.N., Gasparyan Sh.V., Deniskina N.F., Chernysheva K.V., Levshin A.G. Information and analytical technologies in two-crop potato cultivation // Prirodoobustroystvo. 2025. № 4. P. 73-80. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-73-80>

Введение. Глобальные климатические трансформации создают новые предпосылки для расширения практики возделывания картофеля, что обусловлено высокой адаптивностью данной культуры и её выраженной экологической пластичностью. В современных условиях умеренной зоны становится возможным формирование двух полноценных урожаев в течение одного вегетационного периода. Данное явление связано с увеличением суммарного запаса активных температур в регионе, а также с удлинением общей продолжительности вегетации за счёт более раннего её начала и смещения сроков завершения [1-2].

Следует отметить, что далеко не все сорта картофеля обладают потенциалом для формирования двух урожаев в ограниченные временные рамки. Это объясняется различиями в физиологии клубнеобразования при неодинаковых агроклиматических условиях. Первый урожай закладывается в период длинного фотопериода при умеренных температурах, а иногда и в условиях возвратных заморозков [2]. Второй урожай, напротив, развивается в фазу короткого дня, характеризующуюся повышенными температурами и недостатком влаги в почве [3].

Полевые условия имеют динамический и вероятностный характер, что делает невозможным их полное воспроизведение в разные годы. Для минимизации влияния случайных факторов, повышения достоверности выводов и установления устойчивых закономерностей продуктивности различных сортов картофеля использовались инструменты отечественной аналитической платформы Loginom. Применение данной системы позволило не только уточнить оптимальный подбор сортов с учётом погодных колебаний,

но и продемонстрировало возможность её адаптации к решению других исследовательских и практических задач аграрного сектора.

Цель исследований: обоснование применения платформы Loginom как эффективного инструмента выбора сортов картофеля, наиболее перспективных для двукратного выращивания в условиях изменчивого климата умеренной зоны.

Материалы и методы. В период с 2017 по 2022 годы были заложены опыты на территории УНПЦ Овощная опытная станция ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ФГБНУ «Федеральный исследовательский институт имени А.Г. Лорха». Варианты в опыте были размещены рендомизированно. Площадь одной опытной делянки составляла 25 м². Схема посадки – 70 × 35 см. Густота стояния растений – 47,6 тыс. на гектаре.

Для посадки первого урожая использовали клубни крупной фракции, вес которых превышал 80 граммов. Для посадки брали элиту, так как сравнения невозможны, если репродукция будет разной, переходя из одной репродукции в другую семенной материал ухудшает свое качество. Элита представляет собой семена картофеля того или иного сорта, которые прошли все этапы размножения и готовы к посадке для выращивания продуктового картофеля. Весь посадочный материал был пророщен: для первой посадки сразу после выноса из хранилища, для второй посадки в конце июня. Проращивание осуществлялась в тени, так как пророщенные на свету – прорастают позднее на дней 10-15. Сроки посадки первого урожая, который считается ранним, обычно приходятся на конец апреля – начало мая, когда почва прогревается до температуры 6-8°C.

Второй урожай, который считается поздним, высаживали в период с 1 по 6 июля. Посадка второго урожая была осуществлена сразу после уборки первого урожая на освободившееся место, пророщенными клубнями. Посадочный материал для второй посадки хранился в холодильнике. Посадка производилась с помощью однорядной картофелесажалки, которая использовалась для полевых исследований. Удобрения вносили вручную, уборка урожая вручную.

Технология возделывания основывалась на базовых принципах с междурядьями в 70 сантиметров и включала в себя следующие этапы: обработка почвы, подготовка посадочного материала, посадка, уход и уборка урожая. Нарезка гребней осуществлялась осенью, зимой не много оседали гребни за счет снега, но весной они быстрее прогревались и высыхали, что давало возможность более ранней посадки. Фенологические наблюдения проводились в соответствии с методикой Государственного сортирента [4].

Для анализа урожайности картофеля, выбора наиболее урожайного и устойчивого к осадкам сорта при первой ранней (апрель) и поздней второй посадке (июль) была использована отечественная аналитическая платформа Loginom. Исходными данными являлись урожайность 10 сортов картофеля раннего и позднего срока посадки за семь лет (период с 2017 по 2023 гг.), а также подекадное количество осадков с апреля по октябрь месяц за указанный период, представленные в формате Excel.

Анализ урожайности исследуемых сортов в разные годы показал разную их реакцию на изменяющиеся условия. Из-за большого объема данных 7 лет, 10 сортов – имеем 70 наборов данных (Big data). Это затрудняет применение традиционных экспериментальных методов для изучения взаимосвязей сортов и климатических условий. Эту задачу возможно решить с использованием алгоритмов факторного анализа, реализованные в современной аналитической платформе Loginom [5].

Были задействованы следующие компоненты: «предобработка» (заполнение пропусков и редактирование выбросов); «исследование» (корреляционный анализ). В качестве визуализаторов использованы таблицы, столбиковые диаграммы, OLAP-кубы, кросс-диаграммы.

Задача исследования заключается в проведении корреляционного анализа для выяснения значимости взаимосвязи между климатическими характеристиками и урожайностью исследуемых сортов и определения наиболее эффективных сортов для использования в производстве.

Результаты и дискуссия. В южных регионах нашей страны и в некоторых других тёплых странах мира практикуется выращивание двух урожаев за сезон. Однако в Московской области, которая относится к третьей световой зоне, такой подход ранее не применялся. Ситуация изменилась в последние годы из-за изменения климата. Средняя температура за 1991-2020 годы заметно выше средней температуры за 30-летний период 1961-1990 гг. (рис. 1). Эксперты МГЭИК ООН, учёные-климатологи и специалисты в области сельского хозяйства говорят о влиянии климатических изменений на технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Они предлагают адаптировать технологии к новым климатическим условиям.

Характеристики климатических условий в разные годы сильно отличаются и по сути являются случайными величинами. Это можно увидеть на рисунках 1, 2 и 3.

Прогнозировать их на следующий год сложно, так как они носят вероятностный характер. Выбор сортов для первого и второго урожая с учётом климатических данных – сложная задача. Однако на основе статистической обработки данных можно получить рекомендации с определённой степенью эффективности [4, 6-9].

Стремление к достижению максимальной урожайности картофеля сталкивается с непредсказуемостью почвенных, метеорологических и ландшафтных условий. Для одних и тех же значений факторов на одном и том же участке разница в урожайности может быть обусловлена различной восприимчивостью разных сортов картофеля к комплексу климатических характеристик. Эти рассуждения указывают на наличие противоречий в стратегиях проведения работ (выбор сорта для первой или второй посадки) и неопределённости внешних условий (природно-климатических). Особенно при разной степени вариации климатических характеристик: средней за декаду влажности и температуры (рис. 3).

На рисунках 4 и 5 приведены OLAP-куб и кросс-диаграмма урожайности картофеля сортов Метеор, Жуковский, Снегирь, Ред Скарлетт, Ривьера, Импала, Леди Клер, Голубизна и Брянский раннего (апрель) и позднего (июль) сроков посадки.

Как следует из рисунка 4, наиболее хорошая динамика урожайности при второй или поздней посадке у сорта Удача, Ред Скарлет, Импала. При первой или ранней посадке высокая урожайность у сортов Жуковский Ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Ривьера, Импала.

В среднем за семь лет с 2017 по 2023 гг. наиболее урожайными сортами при ранней

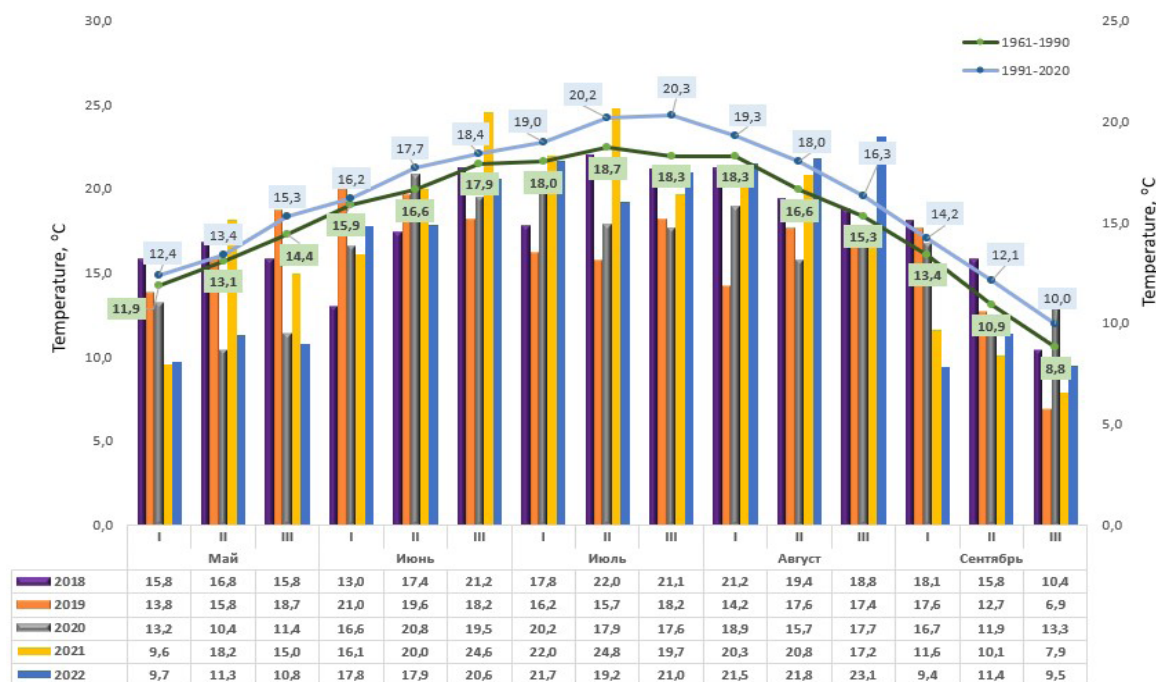


Рис. 1. Температура в годы исследований °С

Fig. 1. Temperature during the years of research °C

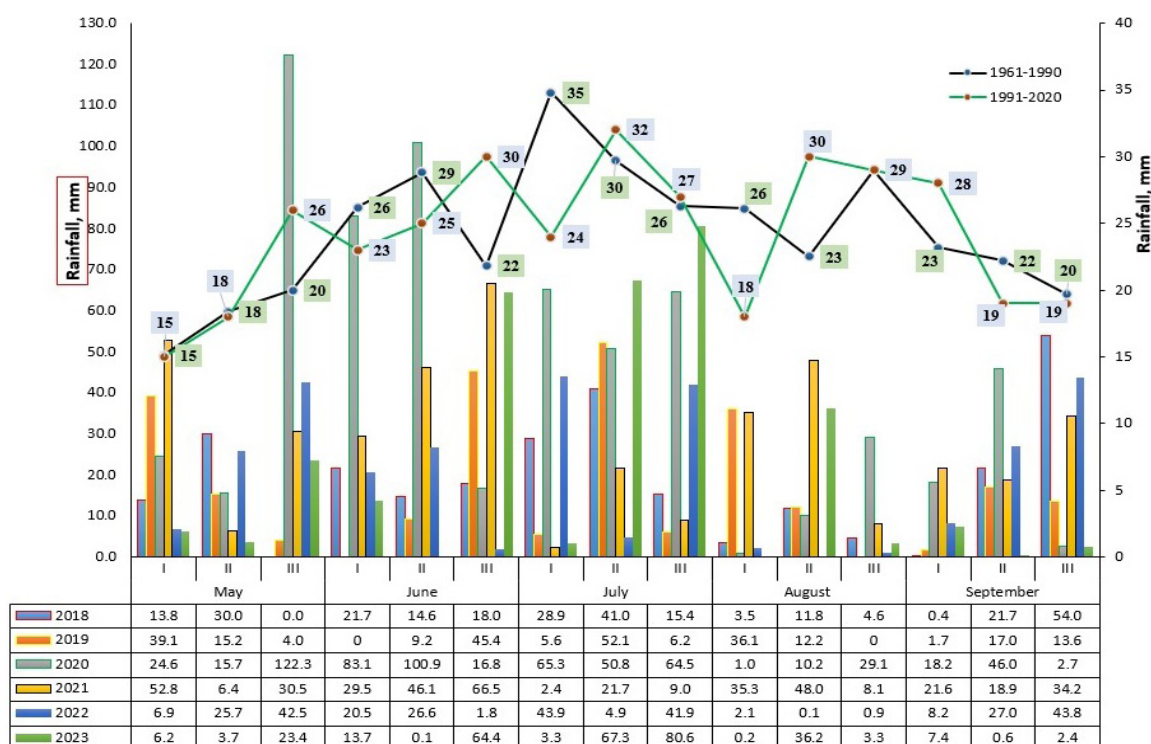


Рис. 2. Осадки в годы исследований, мм

Fig. 2. Precipitation during the years of research, mm

посадке является Ривьера, Импала, Жуковский ранний и Ред Скарлет. При поздней посадке наибольшая урожайность у сорта Импала, Удача, Ред Скарлет, Снегирь и Ривьера (рис. 5).

Для выявления влияния на урожайность картофеля использованы данные динамики количества осадков по декадам месяцев с апреля по октябрь за рассматриваемые годы.

Несмотря на очевидную зависимость урожайности от погодных условий, корреляционный анализ не выявил значимые связи между средним количеством выпавших осадков по месяцам вегетационного периода картофеля и урожайностью при раннем сроке посадки. Коэффициенты корреляции Пирсона, показывающие силу и направление линейной зависимости между

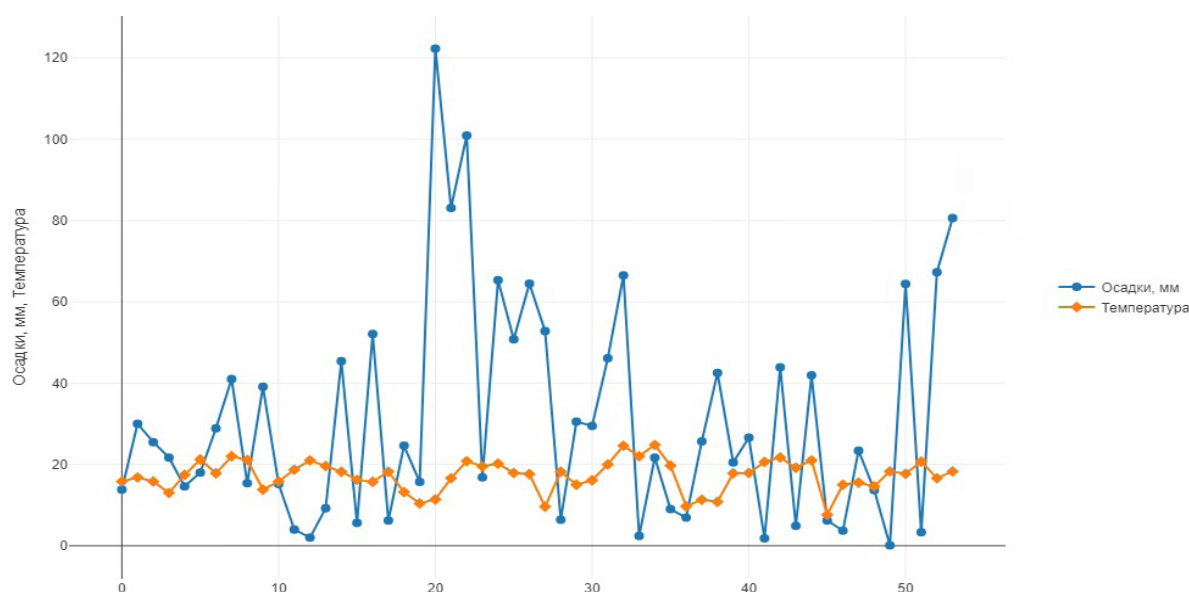


Рис. 3. Вариация среднедекадной температуры и осадки

Fig. 3. Variation of average decadal temperature and precipitation

		Метеор 1	Жуковск...	Удача 1	Снегирь 1	Ред Ска...	Ривьера 1	Импала 1	Леди Кл...	Голубиз...	Брянски...
▼ Поздняя	2017	340,00	390,00	516,00	495,00	543,00	495,00	544,00	382,00	398,00	315,00
	2018	313,00	436,00	610,00	472,00	455,00	426,00	650,00	420,00	510,00	380,00
	2019	224,00	341,00	625,00	461,00	475,00	478,00	525,00	385,00	485,00	420,00
	2020	406,00	527,00	668,00	475,00	575,00	505,00	625,00	350,00	415,00	435,00
	2021	346,00	308,00	445,00	395,00	524,00	535,00	640,00	450,00	465,00	445,00
	2022	413,00	456,00	603,00	584,00	620,00	413,00	614,00	400,00	431,00	398,00
	2023	405,00	389,00	590,00	455,00	585,00	430,00	521,00	380,00	402,00	369,00
	Итого:	349,57	406,71	579,57	476,71	539,57	468,86	588,43	395,29	443,71	394,57
▼ ранняя	2017	490,00	675,00	470,00	660,00	670,00	670,00	550,00	450,00	440,00	400,00
	2018	430,00	425,00	450,00	470,00	490,00	535,00	510,00	430,00	403,00	386,00
	2019	515,00	495,00	370,00	365,00	410,00	610,00	590,00	435,00	480,00	470,00
	2020	640,00	540,00	500,00	580,00	600,00	640,00	600,00	485,00	515,00	505,00
	2021	430,00	470,00	440,00	465,00	420,00	680,00	650,00	420,00	480,00	470,00
	2022	645,00	680,00	520,00	480,00	650,00	700,00	690,00	530,00	550,00	550,00
	2023	584,00	586,00	426,00	450,00	458,00	624,00	460,00	410,00	410,00	400,00

Рис. 4. Кросс-таблица средней урожайности картофеля за 2017-2023 гг.

Fig. 4. Cross-table of average potato yields for 2017-2023

признаком и факторами, демонстрируют, в основном, слабые и средние корреляции между количеством осадков и урожайностью картофеля по всем сортам. При позднем сроке посадки корреляционная зависимость усиливается.

При ранней посадке сильная корреляционная зависимость (коэффициент корреляции варьирует выше 0,7) наблюдается у сортов Снегирь (положительная корреляция по осадкам в третьей декаде мая, первой и второй декадах июня, первой декаде июля), Леди Клер (положительная корреляция по осадкам во второй декаде апреля, первой декаде июля, отрицательная – в третьей декаде июня), Ред Скарлет и Удача (положительная корреляция по осадкам во второй декаде апреля и в первой декаде июля) (рис. 6).

Слабые корреляционные зависимости урожайности и осадков (коэффициент корреляции меньше 0,4) при ранней посадке у сортов Импала и Ривьера (рис. 6). Это можно объяснить

в основном достаточным количеством осадков, поэтому они не являются доминирующим фактором.

При позднем сроке посадки (вторая посадка) корреляция от осадков значительнее, чем при ранней посадке. Наблюдаются средние и сильные корреляционные связи. Причем преобладают отрицательные корреляционные связи (рис. 6). Это Брянский ранний и Ривьера в первой декаде октября, Голубизна в третьей декаде июля, Жуковский ранний в третьей декаде июня и первой декаде августа, Метеор в первой декаде августа, Снегирь и Удача во второй декаде августа, Снегирь в третьей декаде июня. Есть также сильные положительные корреляции. Это Жуковский ранний в первой декаде июля, Леди Клер в третьей декаде сентября, Метеор и Ред Скарлет в третьей декаде июля, Ривьера в первой декаде сентября (рис. 7).

Средняя корреляционная зависимость при поздней посадке наблюдается у сорта Импала.

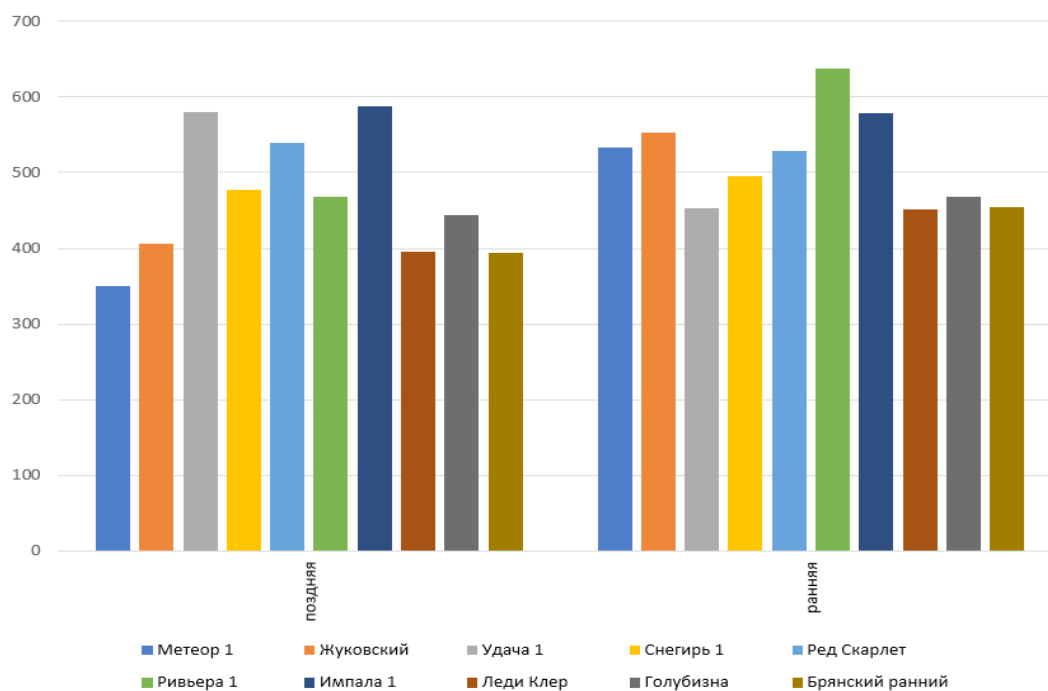


Рис. 5. Кросс-диаграмма средней урожайности картофеля первой (ранняя) и второй (поздняя) посадки

Fig. 5. Cross diagram of the average potato yield of the first and second planting

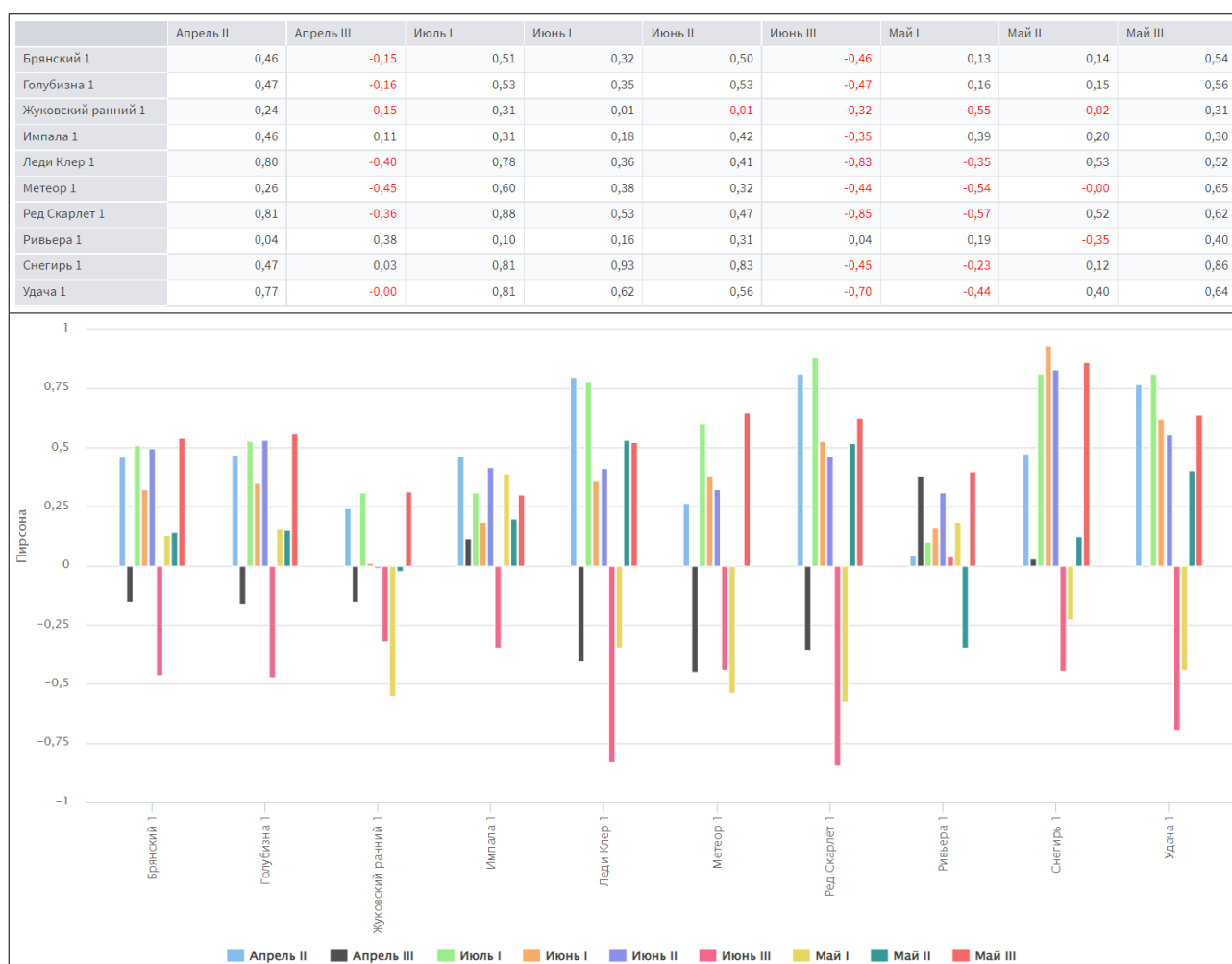


Рис. 6. Коэффициент Пирсона по урожайности картофеля при ранней посадке

Fig. 6. Pearson coefficient for potato yield during early planting

	Август I	Август II	Август III	Июль I	Июль II	Июль III	Июнь III	Октябрь I	Сентябрь I	Сентябрь II	Сентябрь III
Брянский 2	0,62	0,17	0,50	0,14	-0,28	-0,38	0,11	-0,82	0,71	0,56	-0,15
Голубизна 2	0,49	-0,10	-0,37	-0,28	-0,17	-0,90	-0,06	-0,11	-0,45	-0,05	0,64
Жуковский ранний 2	-0,82	-0,67	0,62	0,94	0,01	0,56	-0,79	0,07	0,02	0,70	-0,08
Импала 2	-0,15	-0,10	0,39	0,50	-0,61	-0,29	-0,46	-0,63	0,39	0,61	0,66
Леди Клер 2	0,47	0,48	-0,48	-0,52	-0,55	-0,67	0,30	-0,31	0,10	-0,34	0,73
Метеор 2	-0,72	0,04	0,40	0,48	-0,19	0,78	-0,23	-0,05	0,49	0,21	-0,12
Ред Скарлет 2	-0,51	-0,08	0,21	0,38	-0,24	0,74	-0,19	0,15	0,42	0,14	-0,30
Ривьера 2	0,64	0,50	0,53	-0,09	0,02	-0,29	0,45	-0,88	0,75	0,32	-0,32
Снегирь 2	-0,56	-0,82	-0,17	0,57	-0,44	0,25	-0,82	0,58	-0,35	0,28	0,27
Удача 2	-0,55	-0,80	0,29	0,62	0,40	0,40	-0,62	0,47	-0,47	0,39	-0,32

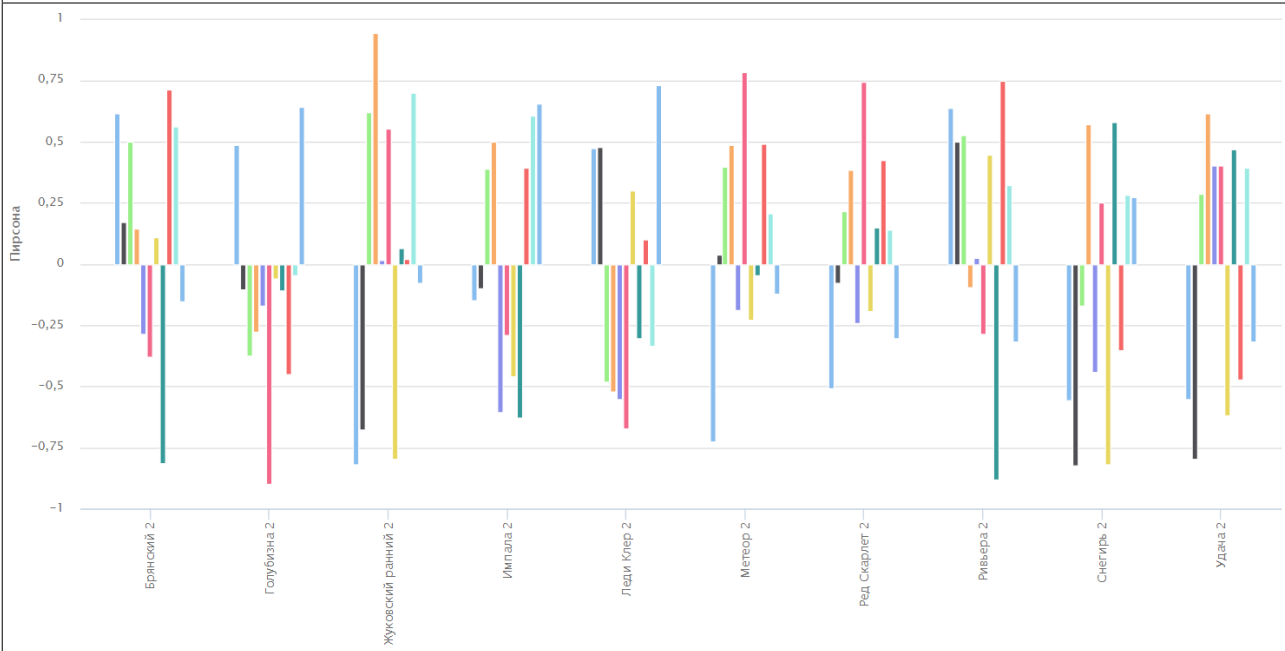


Рис. 7. Коэффициент Пирсона по урожайности картофеля при поздней посадке
Fig. 7. Pearson coefficient for potato yield during late planting

Современные аналитические платформы, такие как программный комплекс Loginom, предлагают широкий спектр статистических и математических методов для анализа и визуализации результатов обработки данных. Однако для более глубокого изучения урожайности картофеля различных сортов при ранней и поздней посадке, включая информацию о погодных условиях по фазам вегетации культуры, например, о температуре, требуется более дополнительная информация для машинного обучения аналитической платформы. Кроме того, возможно более сильное влияние оказывает температура и другие, неучтенные факторы, которые могут влиять на урожайность. Использование аналитических платформ, на основе расширенных данных, полученных в ходе исследований двух посадок в год, позволит выявить их значимость, а также тенденции изменения урожайности, что, в свою очередь, повысит достоверность исследований и обоснованность их результатов.

Список использованных источников

1. Flynn H.C., Smith J., Smith K.A., Wright J., Smith P., and Massheder J. «Climate-and crop-responsive emission factors significantly alter estimates of current and future nitrous

Выводы

1. Использование информационно-аналитической системы поддержки принятия решений для многомерного исследуемого процесса позволяет оценить значимость действующих факторов, обладает способностью интеллектуального анализа больших данных, повышать достоверность результатов за счет обучения нейросети при получении дополнительных данных.

2. Предложенная методика может быть использована при выборе сортов картофеля для возделывания двух урожаев с целью получения гарантированной урожайности с учетом вариации климатических условий.

3. По предварительным результатам исследования для первого урожая следует использовать сорта Жуковский Ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Ривьера и Импала. Для второго урожая рекомендуется использовать сорта Удача, Ред Скарлет и Импала.

References

1. Flynn H.C., Smith J., Smith K.A., Wright J., Smith P., and Massheder J. «Climate-and crop-responsive emission factors significantly alter estimates of current and future nitrous

oxide emissions from fertiliser use», Glob. Change Biol., 11, 1522-1536, 2005. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00998.

2. Gasparyan I., Levshin A., Ivashova O., Dyikanova M., Deniskina N. Agrotechnical requirements for the cultivation of Potatoes in a twocrop culture // Research on Crops. 2021. Т. 22. № special issue. С. 1-4. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.001

3. Зверев Е. Кластерный анализ: формирование индикатора риска для больших совокупностей учетной информации / Е. Зверев, А. Никифоров // Внутренний контроль в кредитной организации. 2018. № 3 (39), 24-35. с.

4. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКС, 1967. 263 с.

5. Кластеризация динамических объектов наблюдения / Бобров К.А., Чекал Е.Г., Чичев А.А.: // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ // Электрон. журн. 2019, № 1, С. 7-19.

6. Gasparyan I.N., Levshin A.G., Ivashova O.N., Deniskina N.F., Gasparyan Sh.V. Features of the choice of potato (*Solanum tuberosum*) varieties when growing two harvests in the temperate zone of Russia // Brazilian Journal of Biology. 2024. Т. 84: 1-9. DOI: 10.1590/1519-6984.278272

7. Горянин О.И. Влияние климата и погодных условий на урожайность зерновых культур в засушливых условиях Поволжья // Земледелие. 2024. № 4. С. 19-24. doi: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24. EDN: BQDWPB

8. Sunita Jahirabadkar, Parag Kulkarni Clustering for High Dimensional Data: Density based Subspace Clustering Algorithms. International Journal of Computer Applications (0975-8887) Volume 63– No 20, February 2013.

9. Васильев А.А. Влияние сбалансированного питания, протравливания и сроков посадки картофеля на урожайность и качество клубней // Земледелие. 2021. № 2. С. 22-26. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10205.

Об авторах

Ирина Николаевна Гаспарян, д-р с.-х. наук, доцент, главный научный сотрудник; Author ID: 362785; irina150170@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-4702-0095

Ольга Николаевна Ивашова, канд. с.-х. наук, доцент; Author ID: 705761; o.ivashova@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-9206-9862

Шаген Вагенович Гаспарян, канд. с.-х. наук, доцент; Author ID: 756518; gas_shag@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-7161-3654

Наталья Федоровна Денискина, канд. с.-х. наук, доцент; Author ID: 767574; ndeniskina@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0003-3111-6869

Кира Владимировна Чернышева, канд. экон. наук, доцент; Author ID: 745171; chernysheva.kv@rea.ru, ORCID: 0000-0001-7459-5930

Александр Григорьевич Левшин, д-р техн. наук, профессор; Author ID: 366502; alevshin@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-8010-4448

Критерии авторства / Criteria of authorship

Гаспарян И.Н., Ивашова О.Н., Гаспарян Ш.В., Денискина Н.Ф., Чернышева К.В., Левшин А.Г. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 12.04.2025

Поступила после рецензирования / Received after peer review 17.08.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 17.08.2025

oxide emissions from fertiliser use», Glob. Change Biol., 11, 1522-1536, 2005. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00998.

2. Gasparyan I., Levshin A., Ivashova O., Dyikanova M., Deniskina N. Agrotechnical requirements for the cultivation of Potatoes in a twocrop culture. Research on Crops. 2021. Т. 22. № special issue: 1-4. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.001

3. Zverev E., Nikiforov A. Cluster analysis: formation of a risk indicator for large sets of accounting information. Internal control in a credit institution. 2018; No. 3 (39): 24-35

4. Research methods for potato crops. Moscow: Research Institute of Potato Crops, p. 263(1967)

5. Bobrov K., Chekal E., Chichev A. Clustering of dynamic objects of observation. Scientific notes of Ulsu. Ser. Mathematics and information technologies. Ulsu. Electron. journ. 2019 No 1:7-19

6. Gasparyan I.N., Levshin A.G., Ivashova O.N., Deniskina N.F., Gasparyan Sh.V. Features of the choice of potato (*Solanum tuberosum*) varieties when growing two harvests in the temperate zone of Russia // Brazilian Journal of Biology. 2024. Т. 84: 1-9. DOI: 10.1590/1519-6984.278272

7. Goryanin O.I. The influence of climate and weather conditions on the yield of grain crops in arid conditions of the Volga region. Agriculture. 2024. No. 4: 19-24. doi: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24.

8. Sunita Jahirabadkar, Parag Kulkarni Clustering for High Dimensional Data: Density based Subspace Clustering Algorithms. International Journal of Computer Applications (0975-8887) Volume 63– No 20, February 2013. EDN: BQDWPB

9. Vasiliev A.A. The influence of balanced nutrition, seed treatment and timing of potato planting on the yield and quality of tubers. Agriculture. 2021. No. 2: 22-26. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10205.

About the authors

Irina N. Gasparyan, DSs (Agro), associate professor, chief researcher; Author ID: 362785; irina150170@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-4702-0095

Olga N. Chenyshova, CSs (Agro), associate professor; Author ID: 705761; o.ivashova@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-9206-9862

Shagen V. Gasparyan, CSs (Agro), associate professor; Author ID: 756518; gas_shag@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-7161-3654

Natalya F. Deniskina, CSs (Agro), associate professor; Author ID: 767574; ndeniskina@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0003-3111-6869

Kira V. Chernysheva, CSs (Econ), associate professor; Author ID: 745171; chernysheva.kv@rea.ru, ORCID: 0000-0001-7459-5930

Alexandr G. Levshin, DSs (Tech), professor; Author ID: 366502; alevshin@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0001-8010-4448

Gasparyan I.N., Ivashova O.N., Gasparyan Sh.V., Deniskina N.F., Chernysheva K.V., Levshin A.G. performed practical and theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, they have copyright on the article and are responsible for plagiarism.