

Из таблицы 1 видно, что измеренная тормозная сила была больше на стенде со следующими параметрами:  $d = 240$  мм,  $L = 470$  мм и  $\alpha = 34,5^\circ$ . Любое торможение уникально: практически невозможно получить одинаковые тормозные силы при проведении нескольких испытаний на одном и том же стенде.

### Библиографический список

1. К вопросу об обеспечении безопасности транспортных процессов в АПК / О.П. Андреев, В.Г. Тихненко, А.С. Гузалов, А.В. Куриленко // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14-15 октября 2021 года. Том Часть 2.- г. Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. - С. 212-216.

2. Девянин, С. Н. Анализ буксования ведущего колеса трактора при влиянии комплексного фактора / С. Н. Девянин, А. В. Бижаев // Чтения академика В. Н. Болтинского: семинар, Москва, 20–21 января 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2021. – С. 300-306.

3. Чумаков, В. Л. Анализ проблемы воздействия паразитной мощности трактора на работу ведущих колёс / В. Л. Чумаков, А. В. Бижаев // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20–21 января 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2021. – С. 307-313.

4. Работоспособность технических систем : Учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С.К. Тойгамбаев, О.Н. Дидманидзе, А.С. Апатенко [и др.]. - Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. - 379 с.

5. Пуляев, Н.Н. Цифровизация в современных станциях технического обслуживания / Н.Н. Пуляев, А.В. Куриленко, У.Н. Шакзада // Наука без границ. - 2021. - № 4(56). - С. 57-61.

УДК 631.331: 633.11: 631.51 (635)

### АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СОЗРЕВАНИЯ ЗЕРНА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УБОРКИ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Сакер Сара Гассановна, Аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, saragassan517@gmail.com*

*Левшин Александр Григорьевич, научный руководитель, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alevshin@rgau-msha.ru*

**Аннотация:** Отмечается, что эффективная уборка зерна имеет решающее значение для максимизации урожайности и поддержания качества продукции. Однако отклонения от оптимальных сроков уборки могут привести к значительным потерям количества и качества убранного зерна. Процессы созревания зерна были изучены с использованием логистической кривой для оптимизации процессов уборки пшеницы в Сирии с использованием данных урожая пшеницы 2014 года. Проанализировано, что потери можно сократить, если запланировать уборку с момента окончания восковой зрелости в начале мая и продолжать в течение 40 дней при норме уборки 26 тыс. га в сутки по всей территории Сирии.

**Ключевые слова:** *Озимая пшеница, потери зерна, сроки уборки, интенсивность потерь, оптимизация процесса уборки пшеницы.*

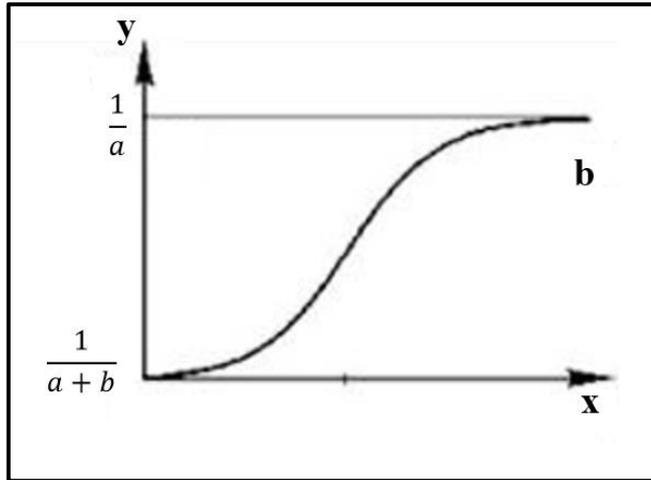
Сбор урожая зерновых культур в Сирии является сложным процессом, требующим точного планирования и выполнения [1]. Сроки сбора урожая зависят от процессов формирования, налива и созревания зерна [2]. Оптимизация сроков сбора урожая может помочь избежать потерь 15-20% урожая, если уборка проводится в оптимальные сроки (10-14 дней) [3].

Однако, хрупкий баланс между созреванием и скоростью сбора урожая может иметь решающее значение. Это несоответствие представляет собой проблему для фермеров, поскольку избыток зрелого зерна приводит к огромным потерям, если его не собрать вовремя [4].

Основная идея мониторинга динамики созревания пшеницы заключается в фиксации сроков выполнения технологических операций подготовки почвы и посева по учетным данным. В процессе вегетации с помощью технологий дистанционного зондирования отслеживается динамика развития сельскохозяйственных культур в соответствующие фазы развития по индексу вегетации NDVI определяем момент максимального значения. На завершающем этапе в процессе фенологического мониторинга и статистического прогнозирования определяется момент наступления максимума урожайности [4].

В этом анализе мы использовали схему оценки стадий пшеницы, полученную с полевых наблюдательных пунктов и распределенную по всей территории где, в основном производят пшеницу в Сирийской Арабской Республики. Перераспределив эти данные по сходству регионов по климату и по характеристикам зон стабильности в Сирии, мы получили схему роста пшеницы (Рис. 1).





**Рис. 2** Диаграмма логистической кривой  
 $a, b$  – эмпирические коэффициенты

Для моделирования роста и созревания зерна применена логистическая кривая, описывающая динамику изменения сухой массы растущего зерна пшеницы в период налива зерна и описывается уравнением. Логистическая кривая характеризуется наличием двух горизонтальных асимптот:  $y = 0$  и  $y = 1/a$ , а также точкой перегиба, которая находится в координатах  $(\ln(b/a), 1/2a)$ . Чтобы линеаризовать эту функцию для нахождения эмпирических коэффициентов, производится замена переменных:  $z = 1/y$ ,  $u = e^{-x}$  [10] и в итоге получим уравнение прямой (1) и (2):

$$y = \frac{1}{(a + b \cdot e^{-x})} \quad (1)$$

$$Z = a + b \cdot U \quad (2)$$

Для аппроксимации процесса уборки представим процесс в виде расчетной схемы. Начало работ направляем относительно раннего срока наиболее благоприятного момента для сбора урожая. Темп наступления НБМ ( $P$ ) определяется по формуле [7]:

$$P = \frac{F}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

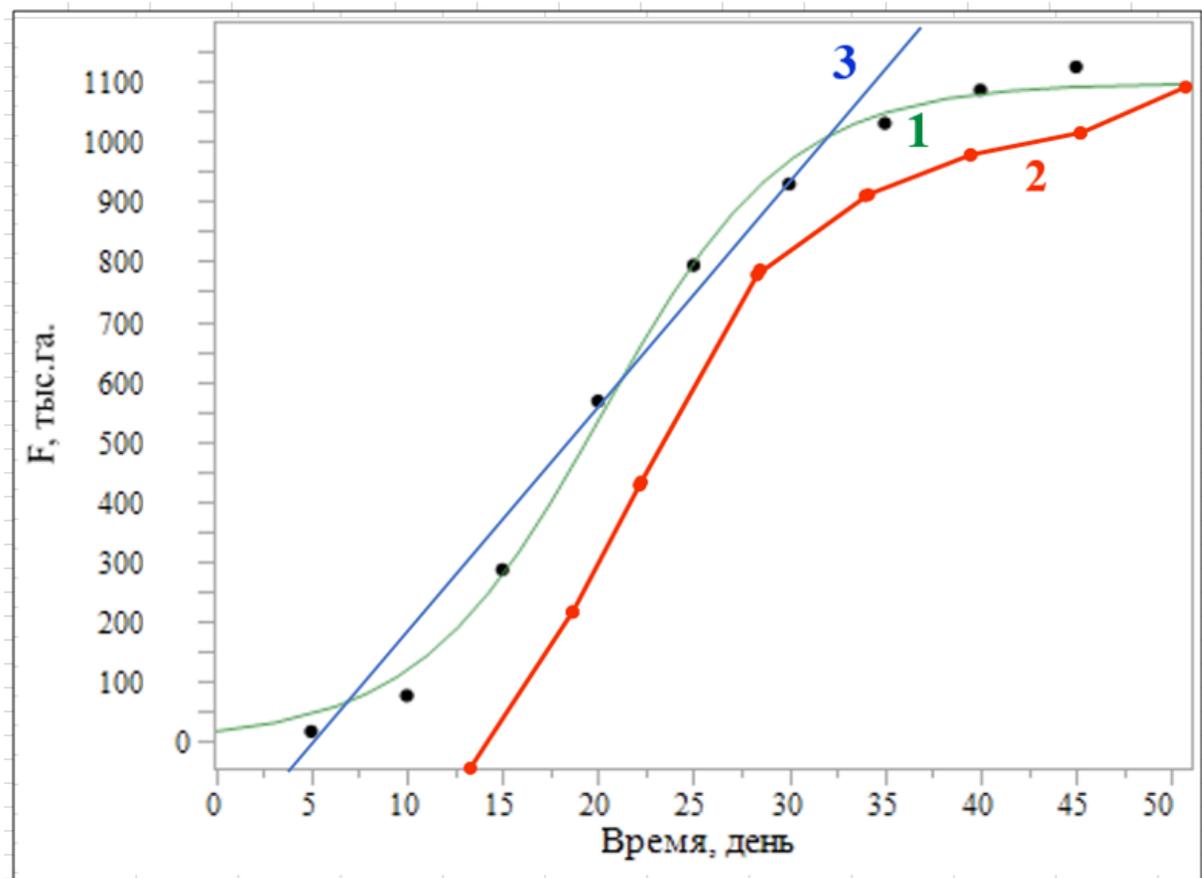
где  $F$ – общая площадь посевов пшеницы, га;  $t_1$ – момент начала созревания хлебной массы на лучших участках посевов, день;  $t_2$ – момент созревания всего хлебного массива, день. Имеющиеся данные по годам возделывания позволяют определить статистические характеристики для  $P$ .

Суточный темп уборки зависит от производительности агрегатов, имеющегося парка комбайнов в провинции и определяется по формуле:

$$W_c = \sum_1^k \sum_1^n W_{i,j} \cdot m_{i,j} \cdot k_{cmi,j} \cdot T_{cmi,j} \quad (4)$$

где  $W_{(i,j)}$  – производительность  $i$ -ого агрегатов за час сменного времени в  $j$ -ой провинции, га/ч;  $m_{(i,j)}$  – количество  $i$ -ых агрегатов в  $j$ -ой провинции;  $k_{cm}(i,j)$  коэффициент использования времени смены;  $T_{cm}(i,j)$  – продолжительность времени смены работы зерноуборочных комбайнов, ч;

На рисунке 3 представлена зависимость от времени наступления спелости урожая пшеницы 1, процесса уборки урожая применяемого на всей территории Сирийской Арабской Республики 2 и оптимальный по минимуму потерь процесс уборки 3.



**Рис. 3** График темп созревание зерна  $P$  га/сут., с течением времени  
 1 – процесс созревания хлебной массы; 2 – процесс уборки в хозяйстве; 3 – оптимальный процесс уборки

Установлено, что пшеница созрела в течение 42 дней на площади 1,123,970 га, а общий период сбора урожая длился до 50 дней на всех посевных площадях пшеницы в Сирии. Темп созревания составил  $P = 26761.2$  га/сут. Эмпирические параметры логисты по статистическим данным:  $a = 0.00000089$  и  $b = 0.00001691$ .

Результаты исследования показывают, что запланировать уборку с момента окончания восковой зрелости в начале мая и продолжать в течение 40 дней при норме уборки 26 тыс. га в сутки по всей территории Сирии. Для увеличения темпа уборки и сокращения потерь целесообразно привлечение комбайнов из других провинций.

Построение логисты для описания динамики созревания по реперным точкам позволяет прогнозировать, оптимизировать и визуализировать процесс уборки.

Применение регионально-ориентированного подхода к сбору урожая на основе стадий созревания может привести к более эффективному использованию ресурсов и техники, а также корректировке графиков сбора урожая, что поможет сократить потери и улучшить производство пшеницы в Сирии.

### Библиографический список

1. Pala M. et al. Wheat farming in Syria: an approach to economic transformation and sustainability //Renewable Agriculture and Food Systems. – 2004. – Т. 19. – №. 1. – С. 30-34.

2. إبراهيم. دور الاستشعار عن بعد في مراقبة أطوار نمو القمح لدعم إدارة العملية الإنتاجية في سوريا //Arabian Journal of Scientific Research. – 2021. – Т. 2021. – №. 2. – С. 9.

3. Ряднов, А. И., О. А. Федорова, О. И. Поддубный. "Потери зерна от увеличения сроков уборки зерновых культур." Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование 2 (58) (2020): 375-384.

4. Villegas D. et al. Biomass accumulation and main stem elongation of durum wheat grown under Mediterranean conditions //Annals of Botany. – 2001. – Т. 88. – №. 4. – С. 617-627.

5. Левшин А.Г. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие/ А.Г. Левшин, А.А. Левшин, А.Е. Бутузов, Н.А. Майстренко- М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015.

6. Малкандуев Х. А., Шамурзаев Р. И., Малкандуева А. Х. Влияние сроков и способов уборки на урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы //Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – №. 4 (108). – С. 52-62.

7. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие. – 3-е изд. стер. СПб.: Издательство «Лань», 2018.- 464 с.