УДК 658.51:631.3

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЧИН ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА КУЛЬТУР

А.В. Сидорчук[1], д.т.н., чл.-кор. НААНУ[1], профессор,
И.П. Ивасюк[1], В.А. Украинец[1], соискатель, П.М. Луб[2], к.т.н., доцент,
А.А. Сятковский[3], соискатель
[1]ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», сгт. Глеваха, [2]Львовский национальный аграрный университет, г. Дубляни,
[3]Мирогощанский аграрный колледж, с. Мирогоща, Украина

Введение

Влияние агрометеорологических условий на почву поля предопределяет изменчивость сроков выполнения таких работ как обработка почвы и посев (ОПС) сельскохозяйственных культур. Это явление объективно предопределяет потребность технологического адаптирования к состоянию почвы как в весенний так и летне-осенний периоды. Поэтому, для своевременного посева культур нужно использовать "адаптивный" комплекс специфических машин. Современные методы и модели исследования эффективности таких комплексов, к сожалению, не дают возможность учесть системно-событийные особенности их функционирования и нуждаются в усовершенствовании.

Анализ последних исследований и публикаций убеждает в том, что действующие методы и модели обоснования параметров комплексов машин сельскохозяйственных предприятий (СХП) основаны на нормативах [2], которые не пригодны для оценки адаптивных технологических систем полеводства [6].

Целью статьи является обобщить результаты исследования влияния агрометеорологических условий на состояние почвы и сроки ее обработки и посева сельскохозяйственных культур, а также рассмотреть целесообразность использования адаптивных комплексов машин.

Основная часть

Общеизвестно, что состояние влажности почвы влияет на качественные показатели отдельных полевых работ, в частности таких как обработка почвы и посев. В соответствии с этим, отмеченные операции следует выполнять когда почва находится в состоянии физической спелости, что дает возможность достичь хорошего её измельчения и перемешивания [1]. Растения также формируют требования относительно качественных показателей обработки посевного слоя почвы, посева, а также сроков выполнения этих работ [3].

Завершение зимнего периода и высыхание почвы предопределяет начало весенних полевых работ ОПС, которые необходимо исполнить к моменту

начала посевных работ [3]. Промежуток времени между отмеченными событиями предопределяет естественно предопределенный фонд времени ($t^{в}_{en}$) на выполнение весенних работ. Для летне-осеннего периода $t^{о}_{en}$ предопределенный сроками уборки урожая предшественника и завершением физической спелости почвы в начале зимнего периода. Кроме этого, выпадение дождей увлажняет почву, что приводит к приостановке работ на полях и сокращения длительности t_{en}. Следует отметить, что в результате изменчивости агрометеорологических условий время наступления отмеченных событий в тот или другой период будет вероятностным, что предопределяет стохастичность t_{en}.

Необходимо также отметить, что состояние почвы (влажность, наличие наземных и подземных растительных остатков и т.д.) и длительность t_{en} влияют на содержание работ в весенний и летне-осенний периоды. В частности, при ранней весне возникает необходимость выполнения дополнительной операции “закрытия влаги”. Для средних и поздних сроков начала весны выполнение этой операции по большей части является нецелесообразным поскольку сразу необходимо выполнить предпосевную обработку, чтобы не опоздать с посевом культур. Для ранней весны под культуры поздних сроков посева необходимо повторно выполнять уничтожение сорняков (культивация с боронованием), что в случае поздней весны осуществляют за счет предпосевной обработки. Для летне-осеннего же периода долговременные ненастные промежутки и ранние сроки зимы приводят к невыполнению всего объема работ, что предопределяет потребность изменения их содержания в весенне-полевой период следующего года и т.д.

В соответствии с вышеупомянутым, СХП должно владеть таким комплексом машин, который дает возможность адаптироваться к изменчивости состояния почвы (посевного слоя почвы) и, в частности, длительности t_{en}. Главной целью такого адаптивного комплекса машин является обеспечить своевременный посев сельскохозяйственных культур в качественно подготовленную почву, как в весенний так и в летне-осенний периоды невзирая на изменчивость длительности t_{en}.

Однако для отображения особенностей функционирования адаптивных технологических систем СХП в соответствующих имитационных моделях и исследования на их основании показателей системной эффективности адаптивных комплексов машин необходимо владеть специфическими методами и моделями, которые дают возможность воспроизвести специфику влияния условий внешней среды на содержание и исполнение работ ОПС. Один из этапов выполнения этого задания включает исследование и формализацию характеристик влияния агрометеорологических условий на состояние почвы, которая влияет на строки выполнения обработки почвы и посева культур. Системно-событийный анализ упомянутого процесса убеждает в том, что эти характеристики можно изобразить на основании таких показателей: 1)

времени начала физической спелости почвы в весенний период; 2) времени завершения этой спелости в осенний период; 3) длительности погожих и ненастных промежутков времени.

Следовательно, владея ретроспективной базой данных метеорологических станций относительно сроков наступления отмеченных событий во времени возникает возможность построить вариационные ряды эмпирических значений. Их обработка на основании методов математической статистики дает возможность обосновывать теоретические законы распределения соответствующих показателей, а следовательно – воспроизвести их временные характеристики в статистической имитационной модели функционирования адаптивных технологических систем из ОПС.

Определение сроков наступления отмеченных событий выполняли по данным Владимир-Волынской метеорологической станции (Украина). Используя информацию из отчетов (ТСХ-1, КМ-1) ежедневных наблюдений за атмосферными явлениями и состоянием увлажнения верхнего слоя почвы (на глубине 0-2, 2-10 см) формировали базу данных исследования (для периода 45 лет - 1963-2008 г.).

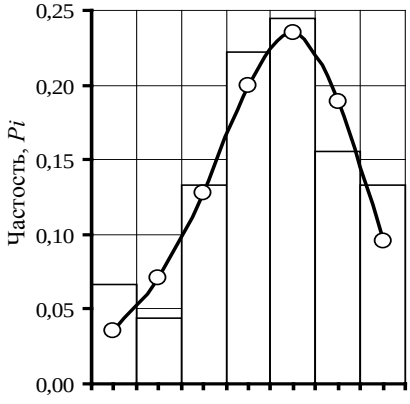

Рис. 1 – Гистограмма и теоретическая кривая распределения времени начала физической спелости почвы в весенний период

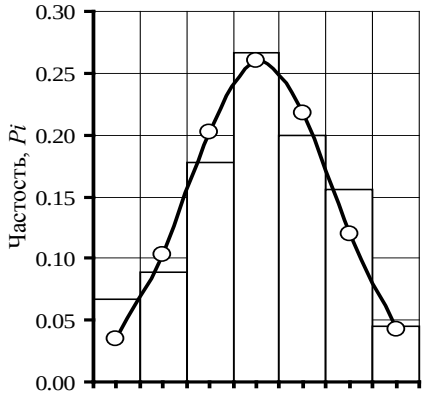

Рис. 2 – Гистограмма и теоретическая кривая распределения времени завершения физической спелости почвы в летне-осенний период

Используя методы математической статистики построены следующие распределения: 1) времени ($\tau_ф^n$) начала физической спелости почвы в весенний период (рисунок 1); 2) длительности погожих ($t_{пп}$) (табл.) и ненастных ($t_{нп}$) (табл.) промежутков для весеннего (для периода с 1 марта до 15 июня) и

летне-осеннего периодов (для периода – 1 сентября - 20 декабря); 3) времени ($\tau_{\phi}^{з}$) завершения физической спелости почвы в осенний период (рисунок 2).

В частности определено, что распределение τ_{ϕ}^{n} согласовывается с законом Лапласа-Шарлье, доверительный интервал τ_{ϕ}^{n} находится в пределах – 63...115 дней. Распределение $\tau_{\phi}^{з}$ согласовывается с нормальным законом [4], доверительный интервал $\tau_{\phi}^{з}$ – 281…356 дней. Распределения $t_{пп}$, $t_{нп}$ для весеннего и летне-осеннего периодов согласовываются с законом Вейбулла [5]. В частности, доверительный интервал $t_{пп}$ для весеннего периода составляет – 1…114 дней, осеннего – 1…21 дней. Доверительный интервал $t_{нп}$ для весеннего и осеннего периодов – 1…10 и 1…14 дней соответственно.

Таблица 1 - Дифференциальные функции и оценки статистических характеристик распределений случайных величин

Промежутки времени	Дифференциальная функция распределения
Весенний период	
Время начала физической спелости почвы	$\varphi(t) = 0,033 \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \left\{ 1 + \frac{A_s}{6} \cdot t \cdot (t^2 - 3) + \frac{E_s}{24} \left[t \cdot (t^2 - 2) - 3 \cdot (t^2 - 1) \right] \right\}$ $t = \frac{x_i - 92,962}{12,191},\ A_s = -0,514,\ E_s = -0,1$
Погожие промежутки	$f\left(t_{пп}\right) = 0,044 \cdot \left(\frac{t_{пп} - 1}{24,057} \right)^{0,068} \cdot \exp\left[- \left(\frac{t_{пп} - 1}{24,057} \right)^{1,068} \right]$
Ненастные промежутки	$f\left(t_{пп}\right) = 0,506 \cdot \left(\frac{t_{пп} - 1}{2,375} \right)^{0,202} \cdot \exp\left[- \left(\frac{t_{пп} - 1}{2,375} \right)^{1,202} \right]$
Летне-осенний период	
Погожие промежутки	$f\left(t_{пп}\right) = 0,203 \cdot \left(\frac{t_{пп} - 1}{5,665} \right)^{0,148} \cdot \exp\left[- \left(\frac{t_{пп} - 1}{5,665} \right)^{1,148} \right]$
Ненастные промежутки	$f\left(t_{нп}\right) = 0,427 \cdot \left(\frac{t_{нп} - 1}{2,531} \right)^{0,08} \cdot \exp\left[- \left(\frac{t_{нп} - 1}{2,531} \right)^{1,08} \right]$
Время завершения физической спелости почвы	$f(\tau_{\phi}^{з}) = 0,024 \cdot \exp\left[- \frac{(\tau_{\phi}^{з} - 319,452)^2}{539,002} \right]$

Таким образом, создание методов и моделей, которые дают возможность учесть специфику влияния агрометеорологических условий на состояние почвы и формирование естественно предопределенного фонда времени для почвообрабатывающе-посевных работ является важным этапом выполнения компьютерных экспериментов относительно оценки эффективности адаптивных комплексов машин.

Выводы

Стохастичность агрометеорологических условий и их влияние на состояние почвы предопределяет изменчивость длительности естественно предопределенного фонда времени для выполнения работ обработки почвы и посева культур. Обработка на основании методов математической статистики результатов наблюдений Вл.-Волынской метеорологической станции за состоянием верхних слоев почвы сделало возможным количественную оценку характеристик влияния агрометеорологических условий на сроки обработки и посева культур для соответствующего периода. Разработка методов и моделей, которые учитывают влияние агрометеорологических условий на календарные сроки упомянутых работ дает возможность на основании компьютерных экспериментов исследовать характеристики и тенденции изменения показателей эффективности адаптивных технологических комплексов машин.

Литература

1. Бомба М. Я. Наукові і практичні основи обробітку ґрунту : навч. посіб. / М. Я. Бомба, З. М. Томашівський. – Івано-Франківськ : Галичина, 1993. – 148 с.

2. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М. : Колос, 1973. – 319 с.

3. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – Львів : Укр. технології, 2002. – 800 с.

4. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения: ГОСТ 11.007-74. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 20 с.

5. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла : ГОСТ 11.007-75. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 30 с.

6. Сидорчук О. В. Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин / О. В. Сидорчук, М. І. Карпа, В. О. Тимочко, С. А. Федосенко // Підвищення організаційно-технічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Пр. ін-ту / Львів с.-г. ін-т. – Львів, 1990. – С 84-90.

УДК 658.631.3