

Одной из важнейших особенностей ТСМГР является наличие неопределенностей, которые значительно затрудняют решение вопросов проектирования, организации и функционирования технологических систем. Неопределенность в разной степени характерна, пожалуй, для любых сложных систем. Однако в данном случае, в силу специфики сельскохозяйственного производства, она проявляется наиболее существенно.

Каков характер неопределенности ТСМГР? В основном она связана с неопределенностью некоторых параметров (характеристик) среды. И прежде всего надо назвать неопределенность метеорологических (погодных) условий.

Наиболее существенно метеорологические условия влияют на календарные сроки и продолжительность выполнения технологических процессов, урожайность культур, свойства обрабатываемого материала, производительность машинно-тракторных агрегатов и потребность в них.

Во многих случаях неопределенность проявляется в расчете потребности и в обеспечении ресурсами, среди которых главное значение имеют техника и людские ресурсы.

Даже не рассматривая все факторы неопределенности, можно сделать вывод, что неопределенность в ТСМГР – это объективная реальность, которую недооценивать или игнорировать нельзя. Следовательно, надо всемерно развивать и совершенствовать методы, позволяющие наиболее правильно оценить или учесть влияние неопределенностей на технологическую систему.

### Заключение

Применение идей и принципов системного подхода в исследованиях по использованию сельскохозяйственной техники требует дальнейшей методологической разработки и развития. Объект анализа – технологическая система машиноиспользования в растениеводстве – является наиболее типичной для реализации этих целей.

Предлагаемая иерархическая структура элементов (подсистем) и связей позволяет более обоснованно и целенаправленно ставить и решать задачи повышения эффективности использования технологических комплексов машин при выполнении различных процессов в растениеводстве.

### Библиографический список

1. Садовский В.Н. Основания общей теории систем / В.Н. Садовский. – М.: Наука, 1974. – 279 с.
2. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем / А.И. Уемов. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
3. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
4. Большая советская энциклопедия. – М., 1976. – Т. 23. – С. 463-464, 475-476.
5. Федоренко И.Я. Проектирование технических устройств и систем: принципы, методы, процедуры: учеб. пособие / И.Я. Федоренко. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 282 с.
6. Лазовский В.В. Устойчивость технологических комплексов в сельском хозяйстве / В.В. Лазовский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 86 с.



УДК 631.3.004.5

В.Н. Хабардин

## ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, техническое обслуживание, топливно-смазочные материалы, сезонно-цикловая технология ТО.

Во избежание ошибочного понимания этой проблемы сразу заметим, что в дальнейшем речь пойдет не об обеспечении экологической безопасности машин

путем проведения технического обслуживания (это другая проблема), а об экологической безопасности выполнения самого обслуживания. Данная проблема обусловлена тем, что ежесменные (ЕТО) и периодические первое (ТО-1) и второе (ТО-2) технические обслуживания (ТО) тракторов согласно ГОСТ 20793-86 допускается проводить в полевых условиях [1]. С точки зрения экологии это недопустимо. Поэтому анализируем, насколько экологически безопасно выполнение ТО в поле, в условиях живой природы.

Итак, при названных ТО в обязательном порядке проверяют уровень масла в двигателе, смазки в корпусах других составных частей, сливают отстой из топливных баков и фильтров. Исследованиями, проведенными в полевых условиях эксплуатации тракторов, по этим технологическим операциям установлено следующее [2].

В процессе контроля масло, вытекающая из вскрытых отверстий и стекая со щупов, загрязняет машину и исполнителя, что снижает культуру производства работ. При доливке обеспечивают достаточный уровень технических жидкостей, сигналом которого служит также вытекающая из вскрытых отверстий жидкость. Нетрудно представить, что это масло попадает и в почву.

Слив отстоя сопровождается такими нежелательными явлениями, как попадание топлива на руки и одежду механизатора, части машины и нарушением герметичности топливной системы, для восстановления работоспособности которой после слива требуется прокачка топлива. При этом топливо, безусловно, также попадает в почву. Количественная оценка сливаемого топлива представлена в таблице 1 по данным [2]. Она показывает, что за цикл ТО (1000 мото-ч) с тракторов сливается от 14 (МТЗ-82) до 100 л (К-701) топлива, которое затем уже нигде не ис-

пользуется. Значит, оно может быть слито в почву. Если при сливе из фильтров топливо можно хотя бы частично направить и таким образом собрать в специальную емкость, то при прокачке после обслуживания это не представляется возможным даже технически.

Теперь анализируем наиболее сложный вид обслуживания – ТО-2. Основная операция ТО-2 – замена масла в двигателе с очисткой и промывкой центробежного маслоочистителя в дизельном топливе. Ее выполнение практически не исключает возможность попадания масла в почву, например, в процессе отвинчивания сливной пробки картера дизеля. Течь масла также возможна и при осуществлении собственно заправочной операции из-за нарушения технических требований к ее выполнению или негерметичности соединений. В случае отказа заправочного устройства имеют место утечки масла в поле в объеме до 100 л и более.

Разумеется, что с точки зрения экологической безопасности современные технологии и средства ТО машин должны полностью исключать попадание нефтепродуктов в почву. Однако осуществить это технически почти невозможно, во-первых, вследствие недостаточной надежности устройств (их отказы неизбежны по объективным причинам); во-вторых, по причине непригодности машин к проведению ТО в полевых условиях и, в-третьих, из-за ошибок, а нередко и из-за низкой технической культуры оператора.

Безусловно, наилучшим решением данной проблемы является применение такой технологии, которая бы исключала возможность проведения сложных ТО (ТО-2 с заменой масла в двигателе) в полевых условиях. Нужно сократить до минимума объем работ по ТО и ремонту в поле. Как это сделать?

Таблица 1

Объем топлива, сливаемого при ТО тракторов

| Марка трактора | Объем топлива, л |      |      |      |       | За цикл |          |
|----------------|------------------|------|------|------|-------|---------|----------|
|                | ФГО              | ФТО  | ТБ   | ПК   | всего | частота | объем, л |
| К-701          | 1,28             | 0,54 | 4,00 | 0,50 | 6,32  | 16      | 101,12   |
| Т-150          | 1,17             | 0,80 | 2,00 | 0,50 | 4,47  | 4       | 17,88    |
| ДТ-75М         | 0,60             | 0,80 | 2,00 | 0,50 | 3,90  | 16      | 62,40    |
| МТЗ-82         | 0,47             | 0,72 | 2,00 | 0,50 | 3,69  | 4       | 14,76    |

Примечание. ФГО, ФТО – фильтры грубой и тонкой очистки топлива; ТБ – топливный бак; ПК – прокачка топлива (удаление воздуха из топливоподдачи).

На кафедре ЭМТП и БЖД факультета механизации Иркутской государственной сельскохозяйственной академии в последние годы разработана сезонно-циклическая технология ТО тракторов [3]. По содержанию она соответствует сезонно-циклическому характеру использования машин в сельскохозяйственном производстве. При этом в ее основу положена стационарная подготовка к природно-производственным периодам использования, что позволяет сократить объем обслуживающих работ в полевых условиях и, следовательно, улучшить экологическую безопасность процесса ТО.

Однако в теории и практике ТО до настоящего времени не существует методики, позволяющей оценить экологическую безопасность технологий, поэтому мы предлагаем свой вариант методики. Покажем ее в дальнейшем на примере экологической оценки сезонно-циклической технологии в сравнении с существующей.

На первом этапе найдем оценочные показатели.

Уровень отрицательного воздействия процесса ТО на окружающую среду равен нулю (0%), если ни одно обслуживание, кроме ЕТО, в полевых условиях не проводится. С другой стороны, уровень отрицательного воздействия максимальный (равен 100%), если все виды периодических ТО выполняются в поле.

В общем виде данный показатель можно представить следующим образом:

$$\xi_{\text{э}} = \frac{X_{\text{п}}}{X_{\text{о}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $X_{\text{п}}$  – трудоемкость всех видов периодических ТО за весенне-летний период, проводимых в поле;

$X_{\text{о}}$  – общая (суммарная) трудоемкость всех видов периодических ТО за этот же календарный период.

Из анализа существующих технологий ТО машин следует, что

$$X_{\text{о}} = \frac{\tau_{\text{л}}}{\tau_{\text{ТО}}} \sum_{i=1}^3 X_{\text{ти}} P_{\text{ти}}, \quad (2)$$

где  $\tau_{\text{л}}$  – наработка машины за весенне-летний период;

$\tau_{\text{ТО}}$  – периодичность ТО;

$X_{\text{ти}}$  – трудоемкость каждого  $i$ -го вида периодического ТО (для существующей технологии – ТО-1, ТО-2 и ТО-3);

$P_{\text{ти}}$  – вероятность этих видов обслуживания ( $P_{\text{Т1}} = 0,75$ ;  $P_{\text{Т2}} = P_{\text{Т3}} = 0,125$ ).

Известно также, что по существующим правилам ТО-3 в полевых условиях не проводят. Тогда  $X_{\text{п}}$  по аналогии с (2) можно выразить следующим образом при  $i = 2$ :

$$X_{\text{п}}^{\text{с}} = \frac{\tau_{\text{л}}}{\tau_{\text{ТО}}} \sum_{i=1}^2 X_{\text{ти}} P_{\text{ти}}, \quad (3)$$

где  $X_{\text{п}}^{\text{с}}$  – трудоемкость всех видов периодических ТО за весенне-летний период, проводимых в поле согласно ГОСТ 20793-86.

Теперь подставим (3) и (2) в исходное уравнение (1) и после преобразований получим:

$$\xi_{\text{э}}^{\text{с}} = \frac{\sum_{i=1}^2 X_{\text{ти}} P_{\text{ти}}}{\sum_{i=1}^3 X_{\text{ти}} P_{\text{ти}}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\xi_{\text{э}}^{\text{с}}$  – уровень отрицательного воздействия на окружающую среду при реализации существующей технологии ТО машин.

На следующем этапе найдем этот же показатель для предлагаемой сезонно-циклической технологии ТО. При  $\tau_{\text{л}} = 500$  мото-ч по правилам сезонно-циклической технологии летом проводятся только ТО-1. Исходя из этого получим:

$$\xi_{\text{э}}^{\text{н}} = \frac{X_{\text{Т1}} P_{\text{Т1}}}{\sum_{i=1}^3 X_{\text{ти}} P_{\text{ти}}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $\xi_{\text{э}}^{\text{н}}$  – уровень отрицательного воздействия на окружающую среду при реализации сезонно-циклической (в данном случае – новой) технологии ТО машин.

Теперь, наконец, представляется возможным определить абсолютное  $\Delta \xi_{\text{э}}$  и  $\delta_{\text{э}}$  относительное изменение уровня отрицательного воздействия на окружающую среду при реализации сезонно-циклической технологии в сравнении с существующей технологией:

$$\Delta \xi_{\text{э}} = \xi_{\text{э}}^{\text{с}} - \xi_{\text{э}}^{\text{н}}, \quad \%; \quad (6)$$

$$\delta_{\text{э}} = \frac{\Delta \xi_{\text{э}}}{\xi_{\text{э}}^{\text{с}}} \cdot 100\%. \quad (7)$$

На завершающем этапе вычислены значения  $\xi_{\text{э}}^C$ ,  $\xi_{\text{э}}^H$ ,  $\Delta\xi_{\text{э}}$  и  $\delta_{\text{э}}$  по формулам (4)-(7) для тракторов. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты оценки экологической безопасности технологий ТО

| Типы тракторов | Показатели, %      |                    |                        |                     |
|----------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------------|
|                | $\xi_{\text{э}}^C$ | $\xi_{\text{э}}^H$ | $\Delta\xi_{\text{э}}$ | $\delta_{\text{э}}$ |
| ДТ             | 51,6               | 33,3               | 18,3                   | 35,5                |
| МТЗ            | 33,0               | 21,2               | 11,8                   | 35,8                |

Из данных таблицы 2 следует, что существующая технология наиболее опасна для окружающей среды, чем сезонно-циклические. Так, абсолютный уровень отрицательного воздействия на окружающую среду при реализации сезонно-циклической технологии ТО  $\xi_{\text{э}}^H$  тракторов ДТ и МТЗ, соответственно, на 18,3 и 11,8% меньше, чем при обслуживании по существующей технологии. Это обусловлено тем, что основной объем работ по ТО при сезонно-циклической технологии

проводится до и после весенне-летнего периода, а летом – только простые виды обслуживания – ТО-1.

Библиографический список

- ГОСТ 20793-86. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. – Взамен ГОСТ 20793-81; введ. 1988-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 17 с.
- Совершенствование технологий и оперативных средств контроля технического состояния тракторов в полевых условиях / А.П. Уткин и др.; под ред. В.М. Лившица. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1984. – 66 с.
- Хабардин В.Н. Совершенствование технологии и средств технического обслуживания машин с учетом требований экологической безопасности / В.Н. Хабардин // Эколого-экономические, социальные и технологические аспекты формирования и развития биосферного хозяйства: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Римского клуба. – Иркутск, 2008. – С. 157-161.

