ной обработки при среднем токе 5,5 А и 40 мин. удерживания от блока электрохимической очистки, а также дозе облучения 60 мДж/см² и времени удерживания 24 мин. из установки УФ-обработки, за исключением синегнойной палочки, которая все еще выявлялась в последних сточных водах некоторых экспериментальных сеансов. В этом отношении для устранения высокостойкого микробного параметра потребуются некоторые модернизации очистной установки, такие как общее увеличение времени гидравлического удерживания, особенно для установки электрохимической очистки. Это исследование дополнительно выявило потенциал сочетания электрохимической и ультратонкой очистки с УФ-излучением для высокоэффективного устранения микробов из сточных вод птицефабрик и других сточных вод.

Использованные источники:

1. Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы «Агробизнес-2020». [Электронный ресурс]. URL: <https://business.gov.kz/ru/business-support-programs/detail.php?ID=50944>. (дата обращения: 07.10.2018).
2. Мандро Н.М. Перспектива совершенствования технологических методов переработки мяса цыплят-бройлеров // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2006. – № 10. – С. 41–43.
3. Шевченко А.А., Бойченко А.А., Мясоедов А.Ю. Повышение эффективности очистки сточных вод ОАО «Птицефабрика Калужская». [Электронный ресурс]. URL: eprints.kname.edu.ua/38187/1/102-104. (дата обращения: 01.09.2019).
4. Гарзанов А.Л. Особенности проектирования локальных очистных сооружений для птицеперерабатывающих производств // Птица и птицепродукты. – 2009. – № 4. – С. 21–23.
5. Пат. 99124131 Российская Федерация. - Способ очистки технологической сточной воды птицеперерабатывающих фабрик [Текст] / Горлов И.Ф., Митрофанов А.З. Каренгина Т.В.; опубл. 20.10.2001, Бюл. № 12. – 3 с.
6. Zhan X., Healy M.G. Li, J. Nitrogen removal from slaughterhouse wastewater in a sequencing batch reactor under controlled low DO conditions // Bioprocess Biosyst. Eng. – 2009. – № 32. – P. 607–614.

УДК 629.3

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-225-228

*Тишанинов И.А., Баулин Н.К.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва*

ЦИФРОВОЙ МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В статье представлены цифровые методы процесса технического обслуживания и диагностирования машин в сельском хозяйстве. Обоснована методика внедрения интеллектуальных систем как способ повышения эффективности диагностирования постгарантийной автотракторной техники. Преимуществом онлайн-мониторинга систем по контролируемым параметрам является возможность своевременного технического обслуживания сельскохозяйственной техники (СХТ), автоматизация процесса.

Ключевые слова: цифровой метод, нейронная сеть, интеллектуальная система, трактор, диагностирование, техническое обслуживание.

Основной тенденцией развития цифровых процессов диагностики МТП и прогнозирования эксплуатационного состояния является возможность поддержания работоспособного цикла систем диагностирования тракторов в реальных условиях. Предложена интеллектуальная система диагностирования сельскохозяйственной техники, направленная на взаимодействие входного и выходного нейрона в нейронной сети. Методика оценки диагностических систем позволяет не только определить причину отказа отдельных узлов, но и оценить эффективность эксплуатации автотракторного агрегата в целом. [1]. Для определения системы отказов и дальнейшего прогнозирования неисправностей работы дизельного ДВС необходимо разработать алгоритм определения возможного отказа работы отдельных узлов двигателя. Требуется оптимизировать процесс получения данных, предсказать возможность появления отказов [2]. Строится график зависимости вероятности износа устройств данного типа от времени. График зависимости представлен на рисунке 1.

Рисунок 1. График зависимости вероятности износа от времени t

В результате необходимо знать количество и тип компонентов неисправностей, входящих в общую систему прогнозирования, а также параметры режимов работы трактора, для которых прогнозируется интенсивность отказов. Если эксплуатационные условия для компонентов такие же, как для стандартных условий эксплуатации, рабочие условия не записываются в банк данных. Однако, если рабочие условия отличаются от нормальных, то учитываются условия, используемые для компонента (электрические, тепловые, экологические и т. д.). Для этого следует использовать специально разработанные модели. Для точных прогнозов требуется надежный алгоритм машинного обучения в виде нейронной сети, внедренный в базу данных по показателям отказов [3]. Разработанный контроль предупреждения аварийных ситуаций предоставит остаточный ресурс работы сельскохозяйственной техники. Дерево развития отказов элементов системы машин представлено на рисунке 2.

Рисунок 2. Дерево развития отказов элементов системы машин

Адаптация цифровых технологий для АПК в стандартном процессе диагностики обеспечит повышенную трудоемкость всех операций с учетом получения данных об эксплуатационных свойствах сельскохозяйственных машин различного характера [4, 5]. Принцип работы предложенной интеллектуальной системы заключается в следующем: специальное устройство для сбора и передачи технических параметров трактора, считывает технические данные с помощью адаптера. Полученные зависимости передаются с помощью интерфейса в банк данных специального сервера, где происходит анализ массива данных при помощи искусственной нейронной сети. Расшифрованный код технических параметров передается в диспет-

черский пункт. Диспетчер на основании полученных данных получает графики оценки параметров технического состояния сельскохозяйственных машин, сгенерированные отчеты прогнозирования отказов различных систем ДВС, местоположение на карте и события, влияющие на работоспособность МТП в целом. Для получения информации о техническом состоянии автотракторной техники используются аналоговые, цифровые и импульсные датчики, оборудованные аналого-цифровым преобразователем, позволяющие получать параметры в цифровом виде. Преимуществом использования интеллектуальной нейронной сети, является ее дальнейшее обучение посредством получения постоянных параметров состояния техники. Анализируя истинные и ложные значения, нейронная сеть обрабатывает выходные параметры в зависимости от выставленных факторов. Связь между нейронами происходит за счет синапсов, которые посредством взаимосвязи позволяют заданным параметрам внутри сети передвигаться в определенном направлении. Для обучения интеллектуальной системы необходим алгоритм развития ситуаций при пересечении по времени событий – отказов работы систем. Основополагающий элемент интеллектуальной системы и нейронной сети является нейрон. Задача нейрона получить и обработать сигнал в зависимости от первоначальных параметров, генерация потенциала действий, передача сигнала соседним нейронам осуществляется за счет указанных выше синапсов. Математическая модель многослойной искусственной нейронной сети представлена на рисунке 3.

Рисунок 3. Многослойный перцептрон

Сигналы выхода многослойного перцептрона определяются стандартной функцией активации:

$$Y = f(h) \quad (1)$$

где h – сумма определения взвешенных входных и выходных сигналов по синапсу между нейронами [6].

Выводы

Благодаря применению системы удаленной диагностики значений параметров технического состояния СХТ, появляется возможность одновременного сбора данных о техническом состоянии жизненно важных параметров для всех механизмов техники с помощью онлайн-мониторинга, а не отдельно взятого узла, что сильно усложняет и замедляет процесс диагностирования. Также повышается эффективность использования сельскохозяйственной машины и обеспечивается сохранность ее эксплуатационных свойств на заданном уровне.

Работа данной интеллектуальной системы диагностирования сельскохозяйственной техники основана на самообучаемости искусственной нейронной сети. Такая сеть позволит заранее определять возможные отказы техники, что снизит незапланированные простои по причине технических неисправностей.

По мнению специалистов дилерских станций технического обслуживания, использование интеллектуальных технологий при диагностике спецтехники в 1,2-1,5 раза снижает трудоемкость всех проводимых операций.

Использованные источники:

1. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // Экология и сельскохозяйственная техника: материалы 4-й науч.-практ. конф. – СПб., 2005. – С. 234-238.
2. Федоренко В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: Научный аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 224 с.
3. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф. и др. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: Аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.
4. Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К., Лужнова Е.С. Управление сельскохозяйственными мобильными агрегатами с использованием навигационной системы ГЛОНАСС/GPS // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 3. – С. 15-20.
5. Дорохов А.С., Костомахин М.Н., Воронов А.Н. Сбор информации о надежности сельскохозяйственных машин с использованием систем мониторинга с помощью контроля параметров технического состояния // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2018. – № 8. – С. 53-61.
6. Ерохин М.Н., Свиридов А.С., Разгоняева А.И., Анализ отказов насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях различного типа // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 6 (288). – С. 36-39.