

№1 (6) - 2020

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ВЕСТНИК  
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК**



*[www.texvestnik.ru](http://www.texvestnik.ru)*

**АПРЛЕЬ | №1 (6) - 2020**

<p align="center"><b>Редакционный совет:</b></p>	<p align="center"><b>К сведению авторов</b></p>
<p><b>к.т.н., доцент, Новопашин Л.А.- главный научный редактор.</b> к.э.н., доцент, Юсупов М.Л.- заместитель председателя редакционного совета, зам. главного научного редактора;</p> <p align="center">Редколлегия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессор политехнического университета - Хосе Луис Лопес Гарсиа (Испания, г. Мадрид);</li> <li>• доктор-инженер, ассоциированный профессор - Ян Кампбелл (Чешская республика);</li> <li>• д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай);</li> <li>• д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург);</li> <li>• д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ - Зорин В.А. (г. Москва);</li> <li>• д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург);</li> <li>• д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск);</li> <li>• д.т.н., профессор - Баженов Е.Е. (г. Москва);</li> <li>• д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург);</li> <li>• д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург);</li> <li>• д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург);</li> <li>• д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург);</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).</li> <li>2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:             <ul style="list-style-type: none"> <li>— УДК;</li> <li>— рубрика;</li> <li>— заголовок статьи (на русском языке);</li> <li>— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на русском языке);</li> <li>— ключевые слова (на русском языке);</li> <li>— расширенная аннотация — 200–250 слов (на русском языке);</li> <li>— заголовок статьи (на английском языке);</li> <li>— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на английском языке);</li> <li>— ключевые слова (на английском языке);</li> <li>— расширенная аннотация — 200–250 слов (на английском языке);</li> <li>— собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы. Рекомендации»);</li> <li>— список литературы, использованных источников (на русском языке);</li> <li>— список литературы, использованных источников (на английском языке).</li> </ul> </li> <li>3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах.</li> <li>4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.</li> <li>5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.</li> <li>6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.</li> <li>7. Авторы представляют (одновременно):             <ul style="list-style-type: none"> <li>— статью в печатном виде — 1 экземпляр, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами. Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;</li> <li>— иллюстрации к статье (при наличии);</li> </ul> </li> <li>8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте.</li> <li>9. Работы публикуются в авторской редакции.</li> <li>10. Работы публикуются по результатам двойного независимого рецензирования от специалистов в профильной предметной области, в качестве которых выступают известные отечественные и зарубежные ученые.</li> </ol>
<p><b>Учредитель и издатель:</b> ФГБОУ ВО Уральский ГАУ <b>Адрес учредителя и редакции:</b> 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42 <b>Телефоны:</b> Гл. редактор 8-922-222-7095; Зам. гл. редактора — +7 912-600-95-55; Ответственный секретарь 8-996-187-97-31; Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31; E-mail: texvestnik@gmail.com(для материалов)</p>	

**Инженерное дело. Техника в целом**

Ремонт поверхности кузовных деталей сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации .....	4
Системный подход для обоснования оптимальных комплексов машин в системе точного земледелия в условиях северного региона Казахстана.....	12
Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы .....	21
Имитационное моделирование цепочной структуры и реологического поведения теста системы мука-вода при силовом воздействии .....	28
Интернет вещей в сельском хозяйстве .....	42
Проектное обучение при изучении общеинженерных дисциплин .....	48
Японские тракторы в сельскохозяйственном производстве.....	54
Обзор способов оптимизации показателей работы ДЭС и состава ДСТ .....	64
Машинно – транспортные станции в сельском хозяйстве россии .....	72

УДК 621.9

## РЕМОНТ ПОВЕРХНОСТИ КУЗОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Бутаков Сергей Васильевич** – кандидат технических наук, доцент, Уральский федеральный университет им.первого Президента России Б.Н.Ельцина

(620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, д.19, тел.: +7(343)375-46-94, e-mail: [bsv\\_53@mail.ru](mailto:bsv_53@mail.ru))

**Александров Виктор Алексеевич** – кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет

(620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: [alexandrov\\_vikt@mail.ru](mailto:alexandrov_vikt@mail.ru))

Рецензент **Новопашин Л. А.** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33- 63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**Ключевые слова:** подготовка поверхности, кузовные детали, сельскохозяйственные машины, способы очистки, гидроабразивная обработка.

### **Аннотация**

Кузовные детали сельскохозяйственных машин, комбайнов, тракторов, автомобилей чаще всего изготавливаются из тонколистового проката углеродистых сталей. Для повышения их коррозионной стойкости на поверхность наносят антикоррозионные покрытия, лакокрасочные материалы. В процессе ремонта таких кузовных деталей встает вопрос об удалении прежних покрытий с поверхности ремонтируемых деталей (очистке поверхностей) и подготовке их к нанесению новых. В настоящее время используются различные технологии очистки поверхностей деталей с целью их подготовки к выполнению последующих технологических операций. Известные методы обработки поверхности, такие, как пескоструйная очистка, дробеструйная обработка не обеспечивают требуемого необходимого ее качества. В статье анализируются различные способы очистки поверхностей, описывается технология гидроабразивной (струйной) обработки. Показаны преимущества предлагаемого способа в сравнении с традиционными. Было определено, что на производительность процесса очистки в первую очередь влияют давление и объем воздуха, расход суспензии, концентрация абразива в технологической среде. Кроме того, была проведена оценка влияния вида абразивного материала на качество очистки. Представленный материал статьи, основанный на результатах проведенных опытов, позволит в некоторой мере решить проблемы подготовки поверхностей деталей к нанесению покрытий методом гидроабразивной обработки.



## REPAIR OF THE SURFACE OF BODY PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES IN OPERATION

**Butakov S.V.** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural Federal University of the first President of Russia B. N. Yeltsin, (620002, Ekaterinburg, Mira Str., 19; tel.: +7(343)375-46-94, e-mail: [bsv\\_53@mail.ru](mailto:bsv_53@mail.ru))

**Aleksandrov V.A.** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075, Yekaterinburg, K.Libknecht str., 42; tel.: +7(343)221-41-44, e-mail: [alexandrov\\_vikt@mail.ru](mailto:alexandrov_vikt@mail.ru))

**Reviewer Novopashin L. A.** – candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**Keywords:** surface preparation, body parts, agricultural machinery, cleaning methods, waterjet treatment.

### Summary

The body parts of agricultural machines, combines, tractors, automobiles are most often made from thin-sheet carbon steel. To increase their corrosion resistance, anticorrosion coatings and paints are applied to the surface. In the process of repairing such body parts, the question arises of removing the old coatings from the surface of the parts being repaired (cleaning the surfaces) and preparing them for applying new ones. Currently, various technologies are used to clean the surfaces of parts in order to prepare them for subsequent technological operations. Known methods of surface treatment, such as sandblasting, shot peening do not provide the required required quality. The article analyzes various methods of cleaning surfaces, describes the technology of waterjet (jet) processing. The advantages of the proposed method in comparison with traditional ones are shown. It was determined that the pressure and volume of air, the flow rate of the suspension, and the concentration of abrasive in the process medium primarily affect the performance of the cleaning process. In addition, an assessment was made of the influence of the type of abrasive material on the quality of cleaning. The presented material of the article, based on the results of the experiments, will allow to some extent solve the problems of preparing the surfaces of parts for coating by the method of waterjet processing.

Кузовные детали сельскохозяйственных машин, изготовленные из тонких листов углеродистых сталей, подвергаются интенсивному воздействию химических реагентов, низких и высоких температур, осадков и абразивной среды. В результате достаточно быстро на поверхности разрушаются заводские лакокрасочные и антикоррозионные покрытия. Если вовремя не принять меры к их восстановлению, возникает интенсивная атмосферная коррозия, что в конечном счете ведет к образованию сквозных дыр. Для устранения этих негативных последствий

необходимо восстанавливать защитные покрытия поверхности кузовных деталей. Выполнение ремонтных работ является очень трудоемким процессом.

Антикоррозионные покрытия представляют собой нанесенные на поверхность, обычно в несколько слоев, тонкие пленки краски, битумных составов или специальных составов. Защитные свойства покрытий определяются его сцеплением с металлом. Технология ремонта поврежденных мест поверхности предполагает проведение нескольких последовательно выполняемых операций: мойка кузовных детали с применением средств для нейтрализации химических реагентов, зачистка поврежденных мест, удаление очагов коррозии, обезжиривание, активация поверхности растворами кислот (часто опускается) и нанесение покрытий. Все операции, выполняемые до нанесения покрытия, называются подготовительными. Качество подготовки определяет прочность сцепления покрытия с поверхностью.

Методы удаления повреждений с поверхности кузовных деталей известны давно и практически в неизменном виде применяются в настоящее время. Наиболее распространен способ очистки вручную металлическими щетками и абразивными шкурками. Механическая очистка поверхностей абразивными кругами возможна только для плоских и слабоизогнутых поверхностей. Качество очистки при использовании данных способов невысокое, т.к. невозможно удалить очаги коррозии из мелких пор, временные затраты из-за большой трудоемкости весьма значительны. Растворы кислот и щелочей при ремонтах не используются потому, что представляют опасность для человека.

В промышленности для очистки поверхности от различных загрязнений широко применяется пескоструйная обработка [1]. При всех положительных моментах этого способа можно отметить существенные недостатки. В процессе обработки образуется большое количество абразивной пыли, минимальные размеры абразивных части 0,25 мм, поэтому удаление центров коррозии из мелких пор и скрытых дефектов невозможно. Применение микрошлифпорошков для тонкой обработки также невозможно из-за большой запыленности.

К струйным методам относится технология очистки струей воды сверхвысокого давления (200-300 МПа). В поток воды подмешивается абразив. Из-за высокой стоимости оборудования и особых требований к технике безопасности этот способ применяется редко [1].

Разработанная в последнее время технология гидроабразивной обработки поверхности (ГАО) имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее перечисленными [1...6]. Сущность процесса заключается в обработке поверхности рабочим телом, состоящим из смеси абразива определенного фракционного состава с водой, распыленного в струе сжатого воздуха под давлением 0,8-1,2 МПа. При внешней схожести с пескоструйной обработкой гидроабразивная обработка имеет ряд принципиальных отличий. Частицы абразива находятся в гидрооболочке, в связи с чем количество образующейся пыли в виде взвеси невелико, что дает возможность применять шлифпорошки и микрошлифпорошки в качестве абразива. Применение

мелкозернистого абразива позволяет обеспечить обработку поверхностей с исходной шероховатостью менее Ra0,5 мкм без существенного снижения качества [7]. Присутствие воды в технологической среде также дает положительный эффект и оказывает влияние на качество очистки поверхности. В результате ударов капель воды на обрабатываемой поверхности раскрываются поры и мелкие скрытые дефекты (рис.1). Добавление в воду ингибиторов коррозии позволяет повысить коррозионную стойкость обработанной поверхности. Предложенная технология апробирована в различных вариантах применения: при очистке поверхностей от застарелых лакокрасочных покрытий (рис.2), при удалении нефтяных, битумных, жировых загрязнений, ржавчины и окисных пленок, матировании поверхности (рис.3.,



Рисунок 1 - Вскрытые дефекты поверхности в результате гидроабразивной обработки

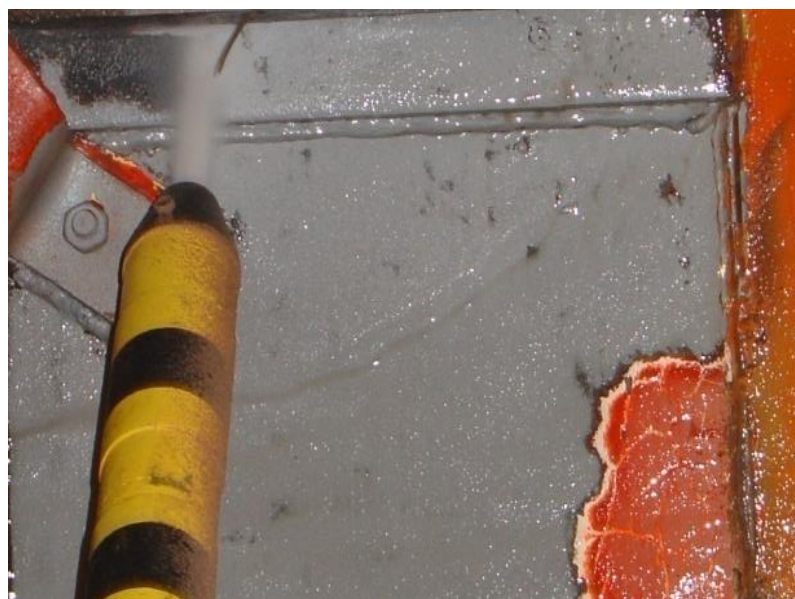


Рисунок 2 - Процесс очистки поверхности детали перед нанесением лакокрасочных покрытий



Рисунок 3 - Снятие окисных пленок с поверхности металлоконструкции

В качестве абразивных материалов при струйной абразивной обработке могут применяться кварцевый песок, гранатовый концентрат, электрокорунд и др. Стабильно положительные результаты обеспечиваются при использовании электрокорунда и гранатового концентрата.

В процессе обработки частицы абразива от удара о поверхность разрушаются. Электрокорунд наилучшим образом сопротивляется разрушению, т.к. имеет высокую твердость и прочность, в связи с чем его можно использовать многократно.

Электрокорунд в качестве абразивного материала целесообразно использовать для удаления покрытий и загрязнений, имеющих высокую твердость, например, износостойких покрытий, застарелой ржавчины, окисных пленок. Для таких случаев применение гранатового концентрата характеризуется меньшей производительностью гидроабразивной обработки. Для удаления загрязнений в виде жировых пленок, тонких пленок ржавчины и краски может успешно применяться в качестве абразива и кварцевый песок [7, 8].

На производительность процесса очистки влияют следующие параметры: давление и объем воздуха, расход технологической жидкости, концентрация абразива в технологической среде. Зерновой состав абразива выбирается в зависимости от требований к поверхности после обработки. Абразивы с зернистостью 8-25 мкм ГОСТ 3647-80 применяются для удаления с поверхности лакокрасочных покрытий большой толщины, застарелой ржавчины, абразивы зернистостью М63-М10 используются для удаления жировых загрязнений, тонких слоев ржавчины. Проведенные эксперименты показали, что качество очистки поверхностей обработанных деталей соответствует Sa3 ISO 8501, а гидроабразивная обработка абразивом зернистостью М10 (7-10 мкм) позволяет выявлять скрытые мелкие дефекты на поверхностях (рис. 3).

Для оценки влияния вида абразивного материала на качество очистки проведены их сравнительные испытания. Обработка выполнялась электрокорундом 14А ГОСТ 28818-90 и регенерированным после гидроабразивной резки гранатовым концентратом. Рабочие режимы



обработки: давление воздуха 1,0–1,1 МПа, концентрация абразива в технологической среде - 20%, расстояние от сопла инструмента до поверхности детали – 100 мм. Полученные результаты не выявили значительных отличий в показателях качества поверхности.

Одним из важных показателей технологического процесса гидроабразивной обработки является производительность процесса. Она определялась опытным путем. В экспериментах использовался электрокорунд регенерированный 12АРК, 90АР (ОСТ 2 МТ 79-3-88). Концентрация абразива (объемная) в технологической среде составляла 19-22%. Оценка производительности процесса выполнялась по величине размерного снятия металла в мкм на разных заданных скоростях относительного перемещения сопла. Результаты проведенных опытов представлены на рис.4. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что с уменьшением скорости перемещения сопла относительно обрабатываемой поверхности величина снятия металла увеличивается, а шероховатость обработанной поверхности после обработки абразивом с зернистостью 10-20 мкм повышается незначительно относительно исходного состояния.

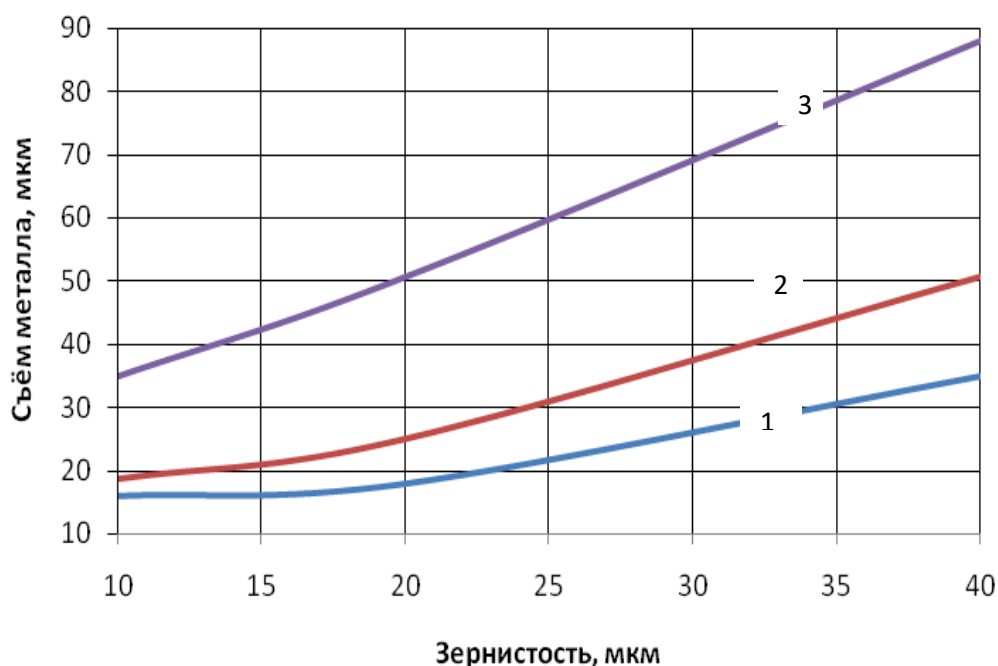


Рисунок 4 - Зависимость величины съёма металла поверхности от зернистости абразивного материала

Скорость относительного перемещения сопла: 1-0,65 м/мин, 2-0,43 м/мин, 3-0,22м/мин.

Выводы:

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что технология гидроабразивной обработки позволяет проводить очистку поверхностей в процессе ремонта кузовных деталей сельскохозяйственных машин изделий с шероховатостью менее Ra 0,5 мкм с незначительным увеличением неровностей. В результате обработки получается чистая матовая

поверхность. Гидроабразивная обработка позволяет вскрыть микродефекты поверхностей, которые при обычной обработке «маскируются».

### **Библиографический список**

1. Полянский С.Н. и др. Обработка поверхности струйными методами // Аграрный вестник Урала. 2015. № 12 (142). С. 43-47.
2. Amit Pawar. Global Wet Blasting Machines Industry Production, Sales and Consumption Status and Prospects Professional Market Research Report 2017-2022. September 15, 2017. URL: <https://www.360marketupdates.com/enquiry/request-sample/11014038>.
3. Бронщиков Е.Г. Гидроабразивная очистка и обработка. РИТМ: Ремонт. Инновации. Технологии. Модернизация. 2014. № 10 (98). С. 24-26.
4. Полянский С.Н., Бутаков С.В., Александров В.А. Гидроабразивная очистка поверхности// Матер.Всерос.науч.-практ.конф. «Ремонт. Восстановление. Реновация». - Уфа:Башкирский ГАУ, 2010. С.52-54.
5. Полянский С.Н. и др. Струйная гидроабразивная обработка поверхности в машиностроении и ремонтном производстве//Труды ГОСНИТИ. 2012. Т. 109. Ч 1. С 138-142.
6. Расторгуев Г.А. Гидроабразивная обработка плоских деталей сложной формы // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2014. № 7 (208). С. 6-14.
7. Полянский С.Н., Бутаков С.В. Интенсификация использования технологической среды// Вестник машиностроения, 2013. №4. С.59-61.
8. Полянский С.Н., Бутаков С.В., Ольков И.С. Ресурсосберегающая технология обработки поверхности металлических полуфабрикатов//Металлург. 2014. №1. С.37-40.

### **Bibliographic list**

1. Polyansky S. N. et al. Surface treatment by jet methods // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 12 (142). Pp. 43-47.
2. Amit Pawar. Global Wet Blasting Machines Industry Production, Sales and Consumption Status and Prospects Professional Market Research Report 2017-2022. September 15, 2017. URL: <https://www.360marketupdates.com/enquiry/request-sample/11014038>.
3. Bronshchikov E. G. Waterjet cleaning and handling. RHYTHM: Repair. Innovations. Technologies. Modernization. 2014. No. 10 (98). Pp. 24-26.
4. Polyansky S. N., Butakov S. V., Alexandrov V. A. Hydroabrasive surface cleaning// Mater.It's okay.science.- pract.Conf. «Repair. Recovery. Renovation.» Ufa: Bashkir state UNIVERSITY, 2010. Pp. 52-54.
5. Polyansky, S. N. etc. Inkjet waterjet surface treatment in mechanical engineering and repair production//Proceedings of GOSNITI. 2012. - Т. 109. Н 1. 138-142.

6. Rastorguev G. A. Hydroabrasive treatment of flat parts of complex shape // Handbook. Engineering journal with the app. 2014. No. 7 (208). Pp. 6-14.
7. Polyansky S. N., Butakov S. V. intensification of technological environment use. Vestnik mashinostroeniya, 2013. No. 4. Pp. 59-61.
8. Polyansky S. N., Butakov S. V., Olkov I. S. resource-Saving technology of surface treatment of metal semi-finished products. metallurg. 2014. No. 1. Pp. 37-40.

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
МАШИН В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА  
КАЗАХСТАНА**

**Бобков Сергей Иванович** – кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизированных технологий, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии»

(110008, Казахстан, г. Костанай, пр. Абая 34, Тел. 8-(7142) 55-81-46, E-mail: [sergbobkov@mail.ru](mailto:sergbobkov@mail.ru))

Рецензент: **Зеленин А.Н.** - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9089282546, E-mail: [agron@mail.ru](mailto:agron@mail.ru))

**Ключевые слова:** системный подход, комплекс машин, технология, производительность труда, система точного земледелия.

**Аннотация.** В статье говорится о необходимости системного подхода при обосновании оптимальных комплексов машин и оборудования для возделывания сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия северного региона Казахстана. Обоснованный комплекс машин позволит повысить производительность труда и качество проведения сельскохозяйственных работ. В рамках системного подхода разработанные оптимальные комплексы машин и оборудования для производства сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия будут учитывать применение современных средств механизации, прогрессивные технологии и цифровые системы и оборудования для точного земледелия, а также размер хозяйств и уровень технической оснащенности региона.

**SYSTEM APPROACH FOR SUBSTANTIATION OF OPTIMUM COMPLEXES OF  
MACHINES IN THE SYSTEM OF PRECISION AGRICULTURE IN THE CONDITIONS OF  
THE NORTHERN REGION OF KAZAKHSTAN**

**Bobkov S. I.** – candidate of technical science, head of the mechanized technologies laboratory, Kostanai branch LLP «Research and production center of agroengineering»

(110008, Kazakhstan, Kostanai, Abai str. 34, Office number 8-(7142) 55-81-46, E-mail: [sergbobkov@mail.ru](mailto:sergbobkov@mail.ru))

Reviewer: **Zelenin A. N.** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 9089282546, E-mail: [agron@mail.ru](mailto:agron@mail.ru))

**Keywords:** system approach, complex of machines, technology, labor productivity, system of precision agriculture.

### **Summary**

In the article is told about the need of system approach for substantiation of optimum complexes of machines and equipment for the agricultural crops cultivation in the system of precision agriculture in the northern region of Kazakhstan. Substantiated complex of machines allows the labor productivity and quality of agricultural works to be increased. As part of a systematic approach the developed optimal complexes of machines and equipment for the production of crops in the precision farming system will take into account the use of modern means of mechanization, advanced technologies and digital systems and equipment for precision farming, as well as the size of farms and the level of technical equipment of the region.

### **Введение**

В современных условиях аграрного производства существует необходимость в обеспечении прибыльности и максимальной отдачи при возделывании сельскохозяйственных культур и отрасли в целом. Это возможно за счет рационального использования машинно-тракторного парка и применения различных прогрессивных агротехнологий, в частности, технологий с использованием элементов системы точного земледелия [1].

Однако, разнообразие почвенно-климатических условий, выращиваемых культур, условий хозяйствования, парка техники в северных и южных областях Казахстана усложняют шаблонное применение элементов точного земледелия и цифровизации сельского хозяйства путем простого переноса опыта его использования из развитых стран Европы, Австралии и Северной Америки. Потребителям в мире предлагается широкий ассортимент технологий и технических средств для систем точного земледелия. Появляются новые датчики, программы и методы измерений. Новые технологии и устройства вытесняют старые. Эффективность применения каждого элемента технологии различна. Ряд технологий находит ограниченное применение даже в таких странах развитых странах как США, Канада. При этом для развития технологии точного земледелия в ряде развитых стран производятся исследования направленные, как на разработку новых цифровых систем, так и адаптацию к условиям применения технических средств и оборудования, оценку эффективности их применения.

По оценкам американских экспертов, основными барьерами к внедрению технологии точного земледелия в США являются дополнительные затраты (35% респондентов), недостаточно высокое получение экономического эффекта (48%), сложность адаптации существующих технологий к системе точного земледелия (18%), недостаток профессионализма (29%) [2]. В Казахстане наряду с вышеуказанными барьерами дополнительной преградой является сложности с сервисом, отсутствие необходимой квалификации специалистов, недостаток информации о



технологиях и оборудовании для точного земледелия, современных технических средствах механизации сельского хозяйства.

Проблема также заключается в том, что зачастую в хозяйствах начинают работать без хорошо продуманного плана действий. Сельскохозяйственные машины и оборудование покупаются на основе рекламы без учета пригодности их использования в системе точного земледелия, без возможности подключения бортовых компьютеров, без возможности автоматической регулировки норм внесения удобрений, гербицидов, и т.д. По ряду техники есть проблемы по совместимости. Для исключения таких пробелов необходимо пошагово внедрять технологии с элементами точного земледелия. Изучение возможности внедрения таких агротехнологий в условиях Казахстана в разрезе регионов и по основным сельскохозяйственным культурам обеспечит наработку опыта их использования, позволит получить реальные показатели работы машинно-тракторных агрегатов, датчиков, оборудования, систем и программ, оценить эффективность их применения. Для этого необходим системный подход, позволяющий комплексно решать имеющиеся проблемы. Для реализации системного подхода к внедрению точного земледелия в АПК, обеспечивающего повышение производительности и эффективное использование всех составляющих элементов, целесообразна разработка оптимальных комплексов машин и оборудования для производства культур в системе точного земледелия.

#### **Цель и методика исследования.**

Такая работа в настоящее время проводится в Костанайском филиале ТОО «НПЦ агроинженерии» совместно с ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», целью которой является – обеспечение эффективности производства основных сельскохозяйственных культур в северном регионе Казахстана (рисунок 1).

Эффективность использования машин и оборудования в системе точного земледелия может быть достигнута при учете взаимодействия различных факторов в рамках системного подхода на основе анализа проблемосодержащей и проблеморазрешающей систем в последовательности, представленной на рисунке 2. Общая методика проведения работ основывается на системном анализе производственного процесса как системы с учетом всех необходимых внутренних взаимосвязей.

При этом эффективность функционирования машинно-тракторного парка, может быть достигнута при учете взаимодействия различных факторов, в рамках системного подхода на основе изучения рассматриваемого производственного процесса, как системы с учетом всех необходимых внутренних взаимосвязей элементов, взаимосвязей объектов с внешней средой, внешних взаимосвязей с другими объектами для достижения определенной цели.

Как известно, исследование сложных систем построено на двух системных принципах: принципе декомпозиции и принципе внешнего дополнения [3,4]. Принцип декомпозиции основан на том, что для повышения точности описания любую систему третьего порядка можно

расчленив на ряд менее сложных подсистем и элементов, исследование и описание которых производится на нижестоящих методологических уровнях.

Проводя декомпозицию цели работы, мы приходим к тому, что для обеспечения эффективности производства основных сельскохозяйственных культур в северном регионе Казахстана необходимо обеспечить эффективность функционирования машинно-тракторного парка (МТП) агроформирований региона.



Рисунок 1 – Декомпозиция цели исследований

Для обеспечения эффективности его функционирования необходимо добиться своевременности проведения сельскохозяйственных работ за счет повышения уровня производительности МТП. При этом повышение производительности может обеспечиваться за счет применения элементов системы точного земледелия. В свою очередь необходимо обеспечить качество выполнения работ машинно-тракторными агрегатами в системе точного земледелия. Кроме того, для достижения данных показателей, необходимо учитывать размеры хозяйств и уровень их технической оснащенности, что напрямую связано с проведением работ в допустимые агротехнические сроки.

Своевременное проведение сельскохозяйственных работ позволит снизить потери продукции, что при обеспечении качества выполнения технологических операций в системе точного земледелия приведет к снижению совокупных затрат при производстве сельскохозяйственных культур.

Добиться этого возможно за счет достижения основной нижестоящей цели выполнения работы, которая заключается в обосновании оптимальных комплексов машин и оборудования для производства сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия, обеспечивающих повышение производительности до 2,0-2,5 раз (рисунок 1).

### Результаты исследования

С позиций системного подхода сложную систему будем рассматривать на основе анализа проблемно-содержащей и проблемно-разрешающей систем с четырех качественно различных методологических уровней (рисунок 2):

I уровень – технико-эксплуатационные характеристики машин и оборудования [элементарный уровень];



Рисунок 2 – Методология исследований и разрешения проблемы в рамках системного подхода при обосновании оптимальных комплексов машин

II уровень – процессы функционирования МТА на различных технологических операциях в системе точного земледелия [подсистемный уровень];

III – процессы функционирования МТА в системе точного земледелия в условиях хозяйств региона [системный уровень];

IV – технологические регламенты и оптимальный комплекс машин и оборудования [метасистема (надсистема) – деятельность].

В зависимости от иерархии уровня изменяются его свойства. Методология изучения первого уровня базируется на технических науках, законах механики, математической статистики. На этом уровне необходимо собрать статистическую информацию и установить законы распределения показателей, характеризующих условия работы, технико-эксплуатационные параметры сельскохозяйственной техники (тракторов, комбайнов, посевных машин, почвообрабатывающих орудий и т.д.), характеристики цифровых систем, приборов и оборудования для точного земледелия, используемых в регионе (создать базу данных).

Объектом исследования второго уровня являются операции, в нашем случае – это отдельные технологические операции, на которых задействованы машины и оборудование. Этот уровень рассматривается как подсистема более сложного уровня – третьего уровня, который рассматривается как система. На системном уровне изучается функционирование комплексов машин и оборудования в разных природно-производственных условиях различных типов хозяйств региона с учетом всех технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур. На этапах второго и третьего уровней происходит моделирование процессов функционирования МТА, т.е. разрабатывается экономико-математическая модель эффективности использования комплексов машин применительно к различным условиям работы. Сложная система – метасистема (надсистема) объединяет подсистемный и системный уровни. Применительно к комплексу машин метасистема определяет работу МТА в обширной зоне (в данном случае во всем северном регионе Казахстана), при которой изучается и дается оценка эффективности их использования с учетом природно-производственных условий всех хозяйств зоны, применительно ко всем технологиям возделывания различных культур. Такой подход в полной мере отвечает принципу внешнего дополнения при рассмотрении сложных систем.

Все четыре уровня системного подхода неразрывно связаны между собой в рамках детального описания первого уровня, операционных исследований, объединяющих элементарный, подсистемный и системный уровни, а также концептуальных исследований, включающих в себя результаты исследований системы и метасистемы.

При этом детальные исследования направлены на анализ качества подсистем, для комплекса машин – это качественный и количественный состав используемых и перспективных машин и оборудования для точного земледелия. Операционные исследования преследуют цель более подробного изучения вариантов использования комплексов машин в рамках подсистемы и системы. Концептуальные исследования устанавливают общие тенденции развития и использования комплексов машин и оборудования.

Следует также отметить, что сами по себе элементы точного земледелия не являются главной причиной повышения производительности и качества выполнения работ, а лишь способствуют этому. Повышение производительности может быть достигнуто за счет комплексного применения современных высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов

в ресурсосберегающих технологиях совместно со средствами цифровизации сельского хозяйства. Например, невозможно добиться хороших результатов, используя дорогостоящее цифровое оборудование с устаревшими тракторами тяговых классов 3-5.

Проведенный анализ состояния машинно-тракторного парка на основе статистических данных показывает, что, например в Акмолинской области (одной из основных зерносеющих областей северного региона Казахстана), при наличии общего количества тракторов более 15000 шт., на возделывании и уборке культур при выполнении различных технологических операций реально используются около 14300 тракторов различных тяговых классов. При этом преобладают тракторы тягового класса 1,4 и 2 (44,2%), применяющиеся в основном при возделывании пропашных, кормовых культур и овощей, доля площадей которых намного меньше по сравнению с зерновыми культурами. Доля тракторов общего назначения тягового класса 4, которые необходимы для средних хозяйств, составляет всего 9,9%, а доля тракторов общего назначения тягового класса 5, которые применяются в средних и крупных хозяйствах, составляет 28,3%, а тракторы тягового класса 6 и 8, необходимые для крупных хозяйств – всего 6,9% (таблица 1). Кроме того, тракторы тягового класса 3 и 4 представлены в основном устаревшими моделями ДТ-75М и Т-4А, а тракторы класса 5 – представлены тракторами К-700А и К-701, которые подлежат списанию.

При этом тракторы различных тяговых классов составляют основу машинно-тракторного парка и определяют весь шлейф сельскохозяйственных машин к ним для выполнения всех необходимых технологических операций для реализации прогрессивных технологий.

Анализ парка уборочной техники показал, около 58% от общего количества имеющихся комбайнов составляют комбайны 3 класса с пропускной способностью 5-6 кг/с, 4 класса с пропускной способностью 7-8 кг/с – около 24%, а доля высокопроизводительных комбайнов класса 5 и выше с пропускной способностью 8-12 кг/с – 17,2% (таблица 2). Кроме того, комбайны 3 класса представлены в основном устаревшими моделями Енисей-1200 и СК-5 Нива.

Таблица 1 – Структура тракторного парка по области

Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН	Мощность двигателя, кВт	Количество
			%
1,4-2	12,6-27,0	45-125	44,2
3	27,0-36,0	111-167	10,7
4	36,0-45,0	139-208	9,9
5	45,0-54,0	167-250	28,3
6-8	54,0-72,0	194-333	6,9
Итого	-	-	100,0



Таблица 2 – Структура комбайнового парка по области

Класс комбайна	Пропускная способность, кг/с	Мощность двигателя, кВт	Количество
			%
3	5-6	103	58,3
4	7-8	145	24,5
5	8-9	164	17,2
6	11-12	235	
Всего	-	-	100

При этом на основании ранее проведенных исследований установлено, что повысить производительность на 60-80% в северном регионе Казахстана возможно за счет применения современных тракторов тягового класса 6-8. А в сочетании с использованием минимальной технологии обработки почвы, предусматривающей применение прямого посева – в 1,9-2,2 раза [5,6]. Кроме того, для своевременного выполнения уборочных работ в благоприятных погодных условиях необходимо применение комбайнов класса 4-5, а при неблагоприятных погодных условиях приоритет по эффективности следует отдать комбайнам класса 5-6 [7].

### **Выводы**

Все вышесказанное говорит о том, что назрела необходимость в техническом и технологическом переоснащении региона. А для широкого применения средств цифровизации в АПК Казахстана необходим системный подход, обеспечивающий эффективное использование всех составляющих элементов земледелия. В рамках системного подхода разработанные оптимальные комплексы машин и оборудования для производства сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия будут учитывать применение современных средств механизации, прогрессивные технологии и цифровые системы и оборудования для точного земледелия, а также размер хозяйств и уровень технической оснащенности региона.

### **Библиографический список**

1. Жалнин, Э.В. Точное земледелие – концепция успеха // Сельский механизатор. 2010. №12. С. 10-11.
2. Bruce Erickson and David A. Widmar // Precision agricultural services dealership survey results / Purdue university. 2015 - 37 p.
3. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978. 400 с.
4. Перегудов, Ф.И., Тарасенко, Ф.П. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. М.: Высшая школа, 1989. 320 с.
5. Бобков, С.И. и др. Зависимость совокупных затрат от номинальных тяговых усилий тракторов на посеве и основной обработке почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / С.И. Бобков, М.А. Плохотенко // Достижение науки – агропромышленному

производству: Материалы LIII межд. науч.-технической конф. Челябинск: ЧГАА, 2014. ч. 2. С. 20-26.

6. Астафьев, В.Л. и др. Резервы повышения производительности труда и снижение затрат денежных средств при работе тракторных агрегатов / В.Л. Астафьев, М.А. Плохотенко, С.И. Бобков // Международная агроинженерия: Научно-технический журнал. Алматы, 2015. Вып. 4. С. 4-18.

7. Астафьев, В.Л. и др. Оценка эффективности зерноуборочных комбайнов различных классов в условиях Северного Казахстана / В.Л. Астафьев, Э.В. Жалнин // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2018. Т. 12. № 3. С. 66-70.

#### **Bibliographic list**

1. Jalnin, E.V. Precision farming is a concept of success // Rural machine operator. 2010. №12. P. 10-11.

2. Bruce Erickson and David A. Widmar // Precision agricultural services dealership survey results / Purdue university. 2015 - 37 p.

3. Buslenko, N.P. Modeling complex systems / N.P. Buslenko. M.: The main edition of the physical and mathematical literature of the publishing house « The science », 1978. 400 p.

4. Peregudov, F.I., Tarasenko, F.P. Introduction to Systems Analysis / F.I. Peregudov, F.P. Tarasenko. M.: Graduate School, 1989. 320 p.

5. Bobkov, S.I. and other. The dependence of total costs on the nominal traction efforts of tractors for sowing and primary tillage when cultivating crops / S.I. Bobkov, M.A. Plochotenko // Achievement of Science - Agricultural Production: Materials of the LIII international scientific-practical conference. Chelyabinsk, 2014. part 2. P. 20-26.

6. Astafyev, V.L. and other. Reserves for increasing labor productivity and reducing the cost of money when working tractor units / V.L. Astafyev, M.A. Plochotenko, S.I. Bobkov // International Agricultural Engineering: Scientific and technical journal. Almati, 2015. part 4. P. 4-18.

7. Astafyev, V.L. and other. Evaluation of the effectiveness of combine harvesters of various classes in the conditions of Northern Kazakhstan / V.L. Astafyev, E.V. Jalnin // Agricultural machinery and technology, 2018. P. 12. № 3. P. 66-70.

## ЦИФРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Голдина Ирина Игоревна** – старший преподаватель, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. К Либкнехта, д.42, тел. +7(343)221-41-23, E-mail: [ir.goldina@mail.ru](mailto:ir.goldina@mail.ru))

**Иовлев Григорий Александрович** – кандидат экономических наук, доцент, зав.кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. К Либкнехта, д.42, тел. +7(343)221-41-23, E-mail: [gri-iovlev@yandex.ru](mailto:gri-iovlev@yandex.ru))

Рецензент: **В.С. Зорков** - кандидат экономических наук, доцент ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. К Либкнехта, д.42, тел. +7(343)221-41-23, E-mail: [zorkov1956@yandex.ru](mailto:zorkov1956@yandex.ru))

**Ключевые слова:** цифровизация сельского хозяйства, цифровые технологии, «Эффективный гектар», «Смарт-контракты», «Агроэкспорт «от поля до порта», «Агрорешения для агробизнеса», «Земля знаний».

### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы цифровизации сельского хозяйства РФ. В стране принята Стратегия развития инновационного общества в РФ на 2017-2030 годы, на основе которой Минсельхоз России разработал ведомственный проект "Цифровое сельское хозяйство". Проект планируется полностью реализовать в период с 2019 по 2024 годы. От внедрения информационных технологий ждут масштабных изменений в аграрном секторе: снижения затрат на производство, увеличения эффективности каждого предприятия в 2 раза, снижения себестоимости продукции, роста инвестиций, автоматизации принятия решений и производственных процессов, увеличения количества рабочих мест и развития экспорта. Проанализированы актуальные направления: «Эффективный гектар», «Смарт-контракты», «Агроэкспорт «от поля до порта», «Агрорешения для агробизнеса», «Земля знаний». Замечено, что помимо технологических и технических совершенствований производства «умное» сельское хозяйство включает также автоматизацию документооборота, что обеспечит доступ к налоговым платежам, выделению субсидий, повысит инвестиционную привлекательность регионов. Запрос со стороны сельхозтоваропроизводителей на цифровые технологии высок, но существует ряд проблем: низкий уровень цифровизации (менее 10%), слабое покрытие сетями передачи данных в сельской местности; недостаток и неполнота информации о существующих и разрабатываемых

цифровых технологиях; недостаточное нормативно-правовое обеспечение при сборе информации и внедрении цифровых технологий в сельском хозяйстве; отсутствие программ, способствующих внедрению цифровизации, для малых и средних форм хозяйствования, в том числе личных подсобных хозяйств (ЛПХ); непривлекательность для технологического и инфраструктурного инвестора из-за низкой маржинальности отрасли.

## **DIGITAL AGRICULTURE: STATE AND PROSPECTS**

**Goldina I.I.** - Senior Lecturer, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, ul. K Libknekhta, 42, tel. +7 (343) 221-41-23, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

**Iovlev G.A.** - Associate Professor, Head of the Department "Service of Transport and Technological Machines and Equipment in the Agro-Industrial Complex", Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, ul. K Libknekhta, 42, tel. +7 (343) 221-41-23, E-mail: gri-iovlev@yandex.ru)

Reviewer: **Zorkov V.S.** - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, ul. K Libknekhta, 42, tel. +7 (343) 221-41-23, E-mail: zorkov1956@yandex.ru)

**Keywords:** digitalization of agriculture, digital technologies, "Effective hectare", "Smart contracts", "AgroExport" from field to port", "agricultural Solutions for agribusiness", "land of knowledge".

### **Summary**

The article deals with the issues of digitalization of agriculture in the Russian Federation. The country has adopted a Strategy for the development of an innovative society in the Russian Federation for 2017-2030, on the basis of which the Ministry of agriculture of Russia has developed a departmental project "Digital agriculture". The project is planned to be fully implemented in the period from 2019 to 2024. Large-scale changes in the agricultural sector are expected from the introduction of information technologies: reducing production costs, increasing the efficiency of each enterprise by 2 times, reducing the cost of production, increasing investment, automating decision-making and production processes, increasing the number of jobs and developing exports. The current directions are analyzed: "Effective hectare", "Smart contracts", "AgroExport" from field to port", "agricultural Solutions for agribusiness", "land of knowledge". It is noted that in addition to technological and technical improvements in production, "smart" agriculture also includes automation of document flow, which will provide access to tax revenues, subsidies, and increase the investment attractiveness of regions. The demand from agricultural producers for digital technologies is high, but there are a number of problems: low level of

digitalization (less than 10%), poor coverage of data networks in rural areas; lack and incompleteness of information about existing and developing digital technologies; insufficient legal and regulatory support for collecting information and implementing digital technologies in agriculture; lack of programs that promote the introduction of digitalization for small and medium-sized businesses, including private farms (private farms); unattractive for the technology and infrastructure investor due to the low margin of the industry.

В настоящее время уровень эффективности производства напрямую зависит от внедрения цифровых технологий. Технологии востребованы во всех отраслях народного хозяйства, в том числе в агропромышленном комплексе страны. На смену старым технологиям приходят новые компьютерные технологии: беспилотники, интернет, спутниковая связь, оборудование с искусственным интеллектом, беспилотная техника и т.д. Идет процесс цифровизации животноводства, автоматизации ферм, внедряется точное земледелие.

В стране принята Стратегия развития инновационного общества в РФ на 2017-2030 годы, на основе которой Минсельхоз России разработал ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». Проект планируется полностью реализовать в период с 2019 по 2024 годы. От внедрения информационных технологий ждут масштабных изменений в аграрном секторе: снижения затрат на производство, увеличения эффективности каждого предприятия в 2 раза, снижения себестоимости продукции, роста инвестиций, автоматизации принятия решений и производственных процессов, увеличения количества рабочих мест и развития экспорта [1].

Благодаря данному документу, региональные министерства агропромышленного комплекса разрабатывают свои региональные Стратегии развития цифрового производства.

Правительством РФ поставлена задача формирования Центральной информационно-аналитической системы сельского хозяйства (ЦИАС СХ), которая представляет из себя банк информации, объединенный с информационными системами Минсельхоза России, Росстата, Федеральной таможенной службы, Росгидромета, позволяющий проводить анализ для мониторинга состояния и развития объектов АПК [2].

В регионах проходят научно-практические конференции, посвященные вопросам цифровизации агропромышленного комплекса. Основными темами обсуждения становятся актуальные направления: «Эффективный гектар», «Смарт-контракты», «Агроэкспорт «от поля до порта», «Агрорешения для агробизнеса», «Земля знаний».

Минсельхоз РФ продвигает проект **«Эффективный гектар»**, который позволит дать конкретную экономическую оценку потенциала каждого гектара и повысит эффективность использования земель сельхозназначения.

В рамках направления «Эффективный гектар» будет создана Единая федеральная информационная система земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) – система с актуальной информацией о землях сельскохозяйственного назначения (ЗСН): местоположение,



состояние и фактическое использование каждого земельного участка по регионам России [2], выращиваемые сельскохозяйственные культуры и их состояние в реальном времени. ЕФИС ЗСН будет объединена с базами Росреестра и Роскосмоса, что обеспечит карте земель СХН высокий уровень точности. Это позволит к 2021 году внедрить интеллектуальное отраслевое планирование в 85 субъектах РФ (100%) по принципу выращивания наиболее рентабельных культур с учетом транспортировки к месту переработки или потребления.

В похозяйственном мониторинге эффективности используемых сельскохозяйственных земель будут учтены экономические показатели производства: мощность машинно-тракторного парка, кадры, прибыль, рентабельность, затраты. В личном кабинете каждый пользователь сможет получать необходимую аналитику по своему предприятию, заказывать госуслуги, пользоваться банком типовых проектов для ведения сельского хозяйства и т.д [3].

**«СМАРТ -контракты»** - это "цифровой договор", у которого есть свои преимущества: программа связана с банковскими счетами владельца, автоматически переводит деньги по договору, хранит и ведет всю историю деловых отношений, фиксирует каждое событие, т.е. невозможно незаметно изменить какую-либо информацию. «СМАРТ -контракт» интегрирован с Росагролизингом и информационными системами банков. К 2021 году 100% контрактов с получателями субсидий будет заключаться в режиме СМАРТ.

Направление **«Агроэкспорт «от ПОЛЯ до порта»**, интегрированное с базами Росгидромета, Агрохимцентров позволит сделать точный прогноз получения урожаев и сроков уборки различных культур; моделировать экспортные потоки сельскохозяйственного сырья в реальном времени. К 2024 году 100% сельхозпродукции на экспорт будет сопровождаться безбумажной системой «от ПОЛЯ до порта». Например, в Пермском крае, Свердловской и др. областях создается Единая федеральная информационная система земель сельхозназначения (ЕФИС ЗСН).

В рамках направления **«Агрорешения для агробизнеса»**, на цифровой платформе будет представлена информация отраслевой привлекательности региона, для инвесторов: «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка», «Умный склад», «Умный агроофис».

- «Умная ферма» – полностью автономный, роботизированный сельскохозяйственный объект. Так в компании «Дамате» (молочное животноводство и производство мяса «Индилайт»), имеющей около 5 тыс. голов, устанавливают на всех площадях камеры, которые следят за поведением животных. А затем искусственный интеллект, анализируя их поведение, сразу предсказывает и надои, и болезни, а также рекомендует те или иные решения [4].

- «Умное землепользование» – интеллектуальная система для сбора, анализа, обновления информации о состоянии почвенных и земельных ресурсов территории. Для этих целей создана цифровая платформа SmartAgro (Агроаналитика), предназначенная для управления производственными процессами растениеводства любых размеров. Система позволяет

автоматизировать большую часть процессов, начиная с управления земельным фондом, севооборотом, планированием производства, затрат, парком техники. Создается единое информационное пространство, в котором могут работать агроном, экономист и бухгалтер.

Представленные smart-решения, а также и другие (Умное стадо, Умная теплица, Умная переработка, Умный склад, Умный агроофис) должны помочь предприятию работать, определить точки контроля, без которых процесс производства не даст должного результата. Процесс цифровизации в АПК направлен на применение определенных подходов к управлению, обычно близких к бережливому производству, своевременном повышении производительности и снижению издержек [5,7,8].

Еще одно из ключевых направлений «Земля знаний» предполагает создание первой в России отраслевой электронной образовательной системы «Земля знаний». Обучение в 2019-2021 годах пройдут 55 000 специалистов сельскохозяйственных предприятий. Им предстоит освоить компетенции цифровой экономики. Первые шаги сделаны: открытый аграрный университет «Земля знаний» - это инновационный формат повышения квалификации в сфере АПК, объединяющий онлайн-видеозанятия с практическими заданиями, полезными материалами и возможностью отслеживания прогресса (<https://agro.university/>).

Помимо технологических и технических совершенствований производства «умное» сельское хозяйство включает также автоматизацию документооборота, что обеспечит доступ к налоговым платежам, выделению субсидий, повысит инвестиционную привлекательность регионов.

Развитие цифровизации в сельском хозяйстве даст мощный толчок рынку «Фуднет» (рынок производства и реализация питательных веществ, а также сопутствующих IT-решений). Цель данной национальной технологической инициативы в том, чтобы «создать к 2035 году «умные» сервисы и продукты, которые станут лидерами на мировых рынках за счет лучших технологических решений продовольственной безопасности человека» [6]. Таким образом, цифровой трансформации будет подвержен полный цикл производства в агропромышленном комплексе: от поля до переработки и до прилавка.

Процесс цифровизации сельскохозяйственного сектора РФ запущен: составлена дорожная карта, вовлечены различные субъекты (регионы, агровузы, федеральные и региональные организации, институты развития и т.д.), поставлены цели и задачи, определены промежуточные и конечные результаты.

Запрос со стороны сельхозтоваропроизводителей на цифровые технологии высок, но существует ряд проблем. Аналитический центр Минсельхоза России выделил следующие:

- низкий уровень цифровизации (менее 10%), слабое покрытие сетями передачи данных в сельской местности;

- недостаток и неполнота информации о существующих и разрабатываемых цифровых технологиях;
- недостаточное нормативно-правовое обеспечение при сборе информации и внедрении цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- отсутствие программ, способствующих внедрению цифровизации, для малых и средних форм хозяйствования, в том числе личных подсобных хозяйств (ЛПХ);
- непривлекательность для технологического и инфраструктурного инвестора из-за низкой маржинальности отрасли.

С течением времени, проблемы будут решены. Цифровая трансформация сельского хозяйства – приоритетное направление в рамках РФ, способствующая устойчивому развитию агропромышленного комплекса, сельских территорий, повышению эффективности фермерских хозяйств.

### **Библиографический список**

1. Зеновина В. Умные поля, теплицы и стада: сельское хозяйство планируют сделать цифровым// ГАРАНТ.РУ: правовой портал. Текст: электронный. URL: <https://www.garant.ru/news/1224545/>
2. Плотников А.А. Обзор существующих и перспективных геоинформационных систем для организации экологического мониторинга на землях сельскохозяйственного назначения. Текст: электронный. URL: <http://geomark.ru/wp-content/uploads/2018/12/16.50-17.10-Plotnikov-A.A.pdf>
3. Путевая В.И. «Умное» сельское хозяйство: состояние и перспективы// БЮДЖЕТ.РУ. Текст: электронный. URL: <http://bujet.ru/article/332134.php>
4. Скворцов Е.А., Скворцова Е.Г., Санду И.С., Иовлев Г.А. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям// Экономика региона. 2018. Т. 14. № 3. С. 1014-1028.
5. Иовлев Г.А., Саакян М.К., Голдина И.И., Несговоров А.Г. Роль цифровизации технического сервиса в повышении эффективности сельскохозяйственного производства// Аграрное образование и наука. 2019. № 2. С. 8.
6. Фуднет: Национальная технологическая инициатива. Текст: электронный. URL: <https://nti2035.ru/markets/foodnet>
7. Холманских М.В., Садов А.А., Кибирев Л.К., Вырова О.М. Мониторинг в АПК посредством использования веб сервисов // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 5 (5). С. 13-19.
8. Садов А.А., Носков А.И., Волков Д.О. Модель полуавтоматизированной роторной гидропоники // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 4 (4). С. 50-56

### **Bibliographic list**

1. Zenovia V. Smart fields, greenhouses and livestock: agriculture plan to make digital// GARANT. URL: legal portal. Text: electronic. URL: <https://www.garant.ru/news/1224545/>
2. Plotnikov A. A. Review of existing and prospective geoinformation systems for environmental monitoring on agricultural land. Text: electronic. URL: <http://geomark.ru/wp-content/uploads/2018/12/16.50-17.10-Plotnikov-A.A.pdf>
3. Putevaya V. I. "Smart" agriculture: state and prospects // BUDGET.ROO. Text: electronic. URL: <http://bujet.ru/article/332134.php>
4. Skvortsov E. A., Skvortsova E. G., Sandu I. S., Iovlev G. A. Transition of agriculture to digital, intelligent and robotic technologies// Economy of the region. 2018. Vol. 14. No. 3. Pp. 1014-1028.
5. Iovlev G. A., Sahakyan M. K., Goldina I. I., Nesgovorov A. G. The role of digitalization of technical service in increasing the efficiency of agricultural production// Agrarian education and science. 2019. No. 2. P. 8.
6. Will foodnet: the national technology initiative. Text: electronic. URL: <https://nti2035.ru/markets/foodnet>
7. Kholmansky M.V., Sadov A.A., Kibirev L.K., Vyrova O.M. Monitoring in the agricultural sector through the use of web services // Scientific and Technical Bulletin technical systems in the agricultural sector. 2019.No 5 (5). S. 13-19.
8. Sadov A.A., Noskov A.I., Volkov D.O. A model of semi-automated rotary hydroponics // Scientific and Technical Bulletin of Technical Systems in the AIC. 2019.No 4 (4). S. 50-56

УДК 640.2+39,3+

ББК 65.011.151+

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПОЧНОЙ СТРУКТУРЫ И РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ТЕСТА СИСТЕМЫ МУКА-ВОДА ПРИ СИЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Панков Юрий Владимирович** – кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

**Минухин Леонид Аронович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии аграрного производства ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-10)

Рецензент: **Тимкин В.А.** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; , E-mail: [ural.membrana@yandex.ru](mailto:ural.membrana@yandex.ru) )

**Ключевые слова:** тесто, мука-вода, высокомолекулярная структура, цепочная, блочная, физико-механические свойства, пластичность, эластичность, объем, свободный, исключенный, фаза, твердая, среда, жидкая, сила, деформация, сетка, наполнитель.

### **Аннотация**

Система мука – вода определяет структуру хлебопекарного теста. Состав муки содержит высокомолекулярные вещества растительного белка и крахмала. Белок своей протяженной цепочной структурой определяет каркас, удерживающий короткие цепи зерен крахмала. Совокупность веществ материального мира образует состав среды, находящийся в технологическом состоянии. Физическая модель теста из муки и воды – это «коллоид капиллярно пористый». Технолог и механик, перерабатывающие сырьё в полуфабрикат и готовую продукцию, должны быть специалистами с широким инженерным кругозором. Обязаны разбираться в реологическом поведении мелкодисперсной (молекулярной) частицы вещества в сыпучей, жидко-вязкой, пластично-вязкой среде под действием приложенных сил. Дисперсная частица, при этом, может быть в низкомолекулярном или высокомолекулярном состоянии, определяющем эффективные структуры системы. Синтезированная система высокомолекулярных коагулирующих веществ, проявляет такие физические свойства как высокоэластичность, вязкоупругость характерные для высокомолекулярных материалов, но редко встречающиеся в других системах. В начале процесса все частицы являются первичными. Уравнение, предложенное

Смолуховским (1916 г.), показывает, что процесс коагуляции протекает как бимолекулярная реакция. Вычисления скорости соударений (коагуляции) сводится к подсчету числа столкновений. Однако и здесь возникает немало трудностей, т.к. приходится учитывать столкновения не только первичных частиц, но и более сложных (двойников, тройников и т.д.) образующихся в процессе коагуляции. Устойчивость системы характеризуется седиментативностью, свойством «нулевого» влияние гравитационной силы, неизменностью во времени её основных параметров: дисперсности и равновесного распределения дисперсной фазы в среде. Для изучения влияния консистенности и вязкости системы на упругие свойства теста проведен эксперимент. Рассмотрено влияние добавки сухого дисперсного материала муки (различных соотношений) в системы устойчивых коллоидных состояний, имеющих соотношение компонентов 60% муки + 40% воды. Эксперимент проведен с помощью деформации сжатия компрессионной установкой. Получены результаты эксперимента, определяющие структуру теста с наполнителем из зерен муки. Изменение структурного строения теста на пределе устойчивости путем добавления сухих дисперсных частиц муки, когда вся вода уже израсходована, приводит к жесткости. Добавленные частицы не формируют цепную структуру, а становятся частицами наполнителя сеточно-цепочного состояния системы. Тесто теряет эластичность и пластичность.

#### **SIMULATING MODEL OF CHAIN STRUCTURE AND RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF THE TEST OF THE FLOUR-WATER SYSTEM UNDER FORCED INFLUENCE**

**Y.V. Pankov** – candidate of chemistry sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [PankovV@yandex.ru](mailto:PankovV@yandex.ru))

**L.A. Minukhin** – doctor of technical sciences, professor, professor of food engineering of agrarian production, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebnecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-10)

Reviewer **V. A. Timkin** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebnecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50; E-mail: [ural.membrana@yandex.ru](mailto:ural.membrana@yandex.ru))

**Keywords:** dough, flour-water, high molecular weight structure, chain, block, physicomechanical properties, plasticity, elasticity, volume, free, excluded, phase, solid, medium, liquid, force, deformation, mesh, filler.

#### **Summary**

The flour-water system determines the structure of the baking dough. The flour composition contains high molecular weight substances of vegetable protein and starch. Protein, with its long chain structure, defines a framework that holds short chains of starch grains. The totality of the materials of the

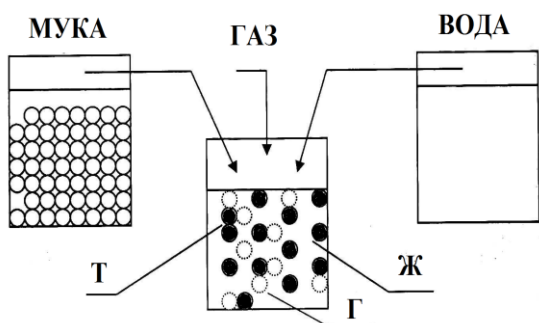
material world forms the composition of the medium in a technological state. The physical model of flour and water dough is “capillary porous colloid”. The technologist and mechanic who processes raw materials into semi-finished and finished products should be specialists with a broad engineering outlook. They are required to understand the rheological behavior of a finely dispersed (molecular) particle of a substance in a loose, liquid-viscous, plastic-viscous medium under the action of applied forces. The dispersed particle, in this case, can be in a low molecular or high molecular state, which determines the effective structure of the system. The synthesized system of high molecular weight coagulating substances exhibits such physical properties as high elasticity, viscoelasticity characteristic of high molecular weight materials, but rarely found in other systems. At the beginning of the process, all particles are primary. The equation proposed by Smoluchowski (1916) shows that the coagulation process proceeds as a bimolecular reaction. Calculating the speed of collisions (coagulation) comes down to counting the number of collisions. However, many difficulties arise here, because it is necessary to take into account collisions not only of primary particles, but also of more complex (twins, tees, etc.) formed during coagulation. The stability of the system is characterized by sedimentation, the property of "zero" influence of gravitational force, the invariance in time of its main parameters: dispersion and the equilibrium distribution of the dispersed phase in the medium. An experiment was conducted to study the effect of the consistency and viscosity of the system on the elastic properties of the test. The effect of the addition of dry dispersed flour material (various ratios) in the system of stable colloidal states with a ratio of 60% flour + 40% water components is considered. The experiment was carried out using compression deformation by a compression unit. The experimental results that determine the structure of the test with a filler from flour grains are obtained. Changing the structural structure of the dough at the limit of stability by adding dry dispersed particles of flour, when all the water has already been consumed, leads to stiffness. The added particles do not form a chain structure, but become particles of the filler of the grid-chain state of the system. The dough loses its elasticity and plasticity.

Условно выбранное вещество и окружающие его вещества (внешняя среда) с которыми данное вещество может обмениваться массой или энергией, образуют систему. Модель системы – это любая совокупность абстрактных объектов, свойства которых и отношения свойств объектов, между собою удовлетворяют данным аксиомам, служащим тем самым совместным (неявным) определением такой совокупности. Модель подразумевает абстрагирование (отвлечение) и некоторую неадекватность реальных свойств объекта анализа. Вещества системы могут образовывать растворы и химические соединения. Под веществом подразумевается какая-либо разновидность материи, имеющей постоянный химический состав при данных внешних условиях. При этом соединения, образованы из элементов периодической системы Д.И. Менделеева. Совокупность веществ материального мира образует состав среды, которая находится в технологическом состоянии. Физическая модель теста из муки и воды – это «коллоид капиллярно пористый». Создавая тесто, процессами пищевого производства, применяя новые прогрессивные

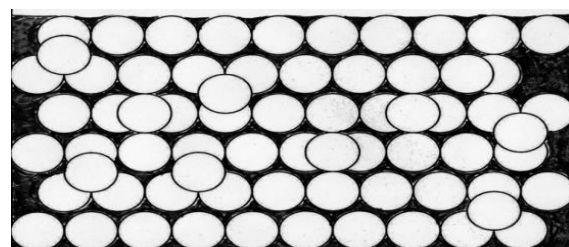


технологии получения нового материала из сырья с/х производства, технолог и механик, обязаны разбираться в реологическом поведении мелкодисперсной (молекулярной) частицы вещества в сыпучей, жидко-вязкой, пластично-вязкой среде под действием приложенных сил. Дисперсная частица, при этом, может быть в низкомолекулярном или высокомолекулярном состоянии, определяющем эффективные структуры системы. Их поведение можно описать с помощью определяющих уравнений, которые помимо параметров механики сплошных сред (таких как напряжение или деформация) содержат “материальные параметры”, характеризующие сам материал. Дисперсная реологическая система вода – мука как коллоидная реологическая жидкость, относится к третьему типу реологических систем в классификации физико-химической механики. **Третий тип систем** — это трехфазные системы, содержащие твердую, жидкую и газовую фазы. Дисперсные системы третьего типа обычно образуются в результате введения избытка твердой фазы в жидкую дисперсную среду. В таких системах концентрация твердой фазы в жидкой дисперсионной среде столь велика, что в системе неизбежно сохраняется значительная часть газовой фазы. Трехфазные системы образуются в результате введения газовой фазы в процессе приготовления, под давлением, либо за счет вовлечения воздуха при механическом взбивании, например, бисквитного теста и теста для сдобных сортов печенья. Трехфазные кондитерские системы получают также в результате их насыщения и разрыхления углекислотой в процессе брожения, либо в результате разложения вводимых химических разрыхлителей с выделением ими углекислого газа при выстойке или выпечке теста в процессе изготовления сахарного и затяжного печенья, пряников и ряда других изделий. Определяющим свойством трехфазной системы в зависимости от консистенции являются вязкость  $\eta$ , период релаксации  $\tau$ , предельное напряжение сдвига  $\theta$ , скорость деформации  $d\gamma/dt$ .

**Моделирование дисперсной реологической жидкости мука-вода.** Синтезированная система высокомолекулярных коагулирующих веществ, проявляет такие физические свойства как высокоэластичность, вязкоупругость характерные для высокомолекулярных материалов, но редко встречающиеся в других системах.



Система третьего рода: твердое-жидкость-газ



Система второго рода: твердое-жидкость в состоянии предела устойчивости  
63% тв+37% ж

Рисунок 1 - Схема синтеза моделирования системы вода-мука-газ на начальной технологической стадии дисперсной реологической жидкости

Один из основных типов структур – коагуляционные структуры. Этот тип структур – наиболее распространенный среди структурированных дисперсных систем. Коагуляционные структуры преобладают особенно на начальных стадиях формирования структуры. Наиболее типичные коагуляционные структуры образованы частицами твердой фазы в жидкой дисперсной среде и характеризуются сравнительно слабыми по силе взаимодействия контактами между частицами. Дисперсные твердые частицы - «дисперсная фаза» и жидкость - «дисперсионная среда» создают суспензии. В зависимости от количества твердых частиц создаются системы различной консистенции. При активном перемешивании компонентов системы создаются условия активных столкновений между частицами, скорость коагуляции возрастает. Нарушение агрегативной устойчивости коллоидной системы в сторону укрупнения частиц за счет их слипания под влиянием молекулярных сил притяжения называется процессом коагуляции, определяющей полимеризацию. Создаваемые системы дисперсной реологической жидкости (твёрдое вещество и жидкость) различаются долевым количеством участвующих компонентов. Принимается во внимание то, что высокомолекулярные вещества коагулируют и образуют полимерные растворы. При этом молекулярные составляющие раствора (звено мономер) объединяются в цепи или агрегаты. Процесс создания полимерных цепочек и клубков связан с явлением соударения мономеров. Коагуляция завершается потреблением воды при набухании муки и распределением воды по исключенным объемам системы. *Исключенный объем, - это пространство, в пределах которого данная полимерная макромолекула допускает присутствие только молекул воды и воздуха.*

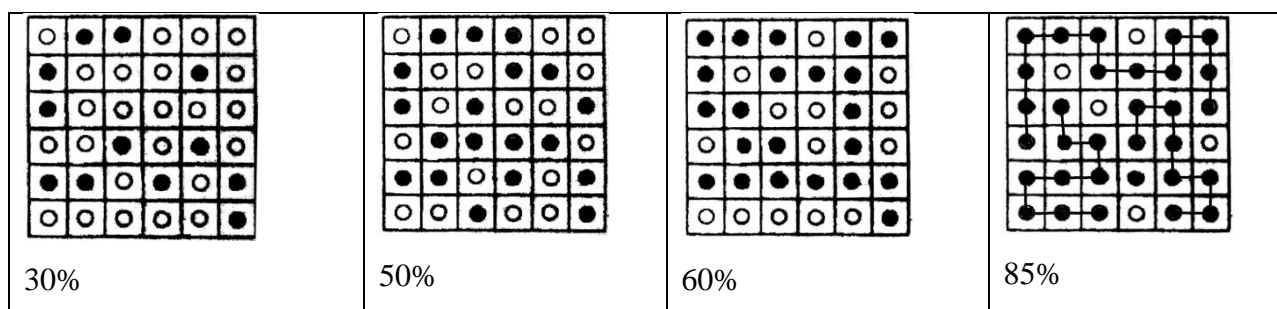


Рисунок 2 - Моделирование высокомолекулярных цепей в системе вода+мука второго рода жидкость + твердое при увеличении количества ( 0) дисперсных частиц муки (черные) в объеме воды (белые). Изделия: 30% - «блины»; 50% - «оладьи»; 60% - «булочки»; 85% - «жесткое тело».

В начале процесса все частицы являются первичными. Уравнение, предложенное Смолуховским (1916 г.), показывает, что процесс коагуляции протекает как бимолекулярная реакция. Вычисления скорости соударений (коагуляции) сводится к подсчету числа столкновений. Однако и здесь возникает немало трудностей, т.к. приходится учитывать столкновения не только первичных частиц, но и более сложных (двойников, тройников и т.д.) образующихся в процессе коагуляции. В уравнение коагуляции вводится понятие – период коагуляции ( $\tau_k$  - время в течение

которого начальная концентрация первичных частиц уменьшается вдвое). После ряда преобразований, получена зависимость периода коагуляции

$$\tau_k = \frac{3\eta}{8kTg_0} \cdot \quad (1)$$

Из уравнения видно, что  $\tau_k$ , период коагуляции, не зависит от размера частиц, а является функцией вязкости  $\eta$ , абсолютной температуры  $T$  и количества частиц в единице объёма (концентрации) в начальной стадии коагуляции  $g_0$ . Исследования зависимости концентрации на скорость коагуляции показывают, что если концентрация частиц в объёме воды мала, то скорость коагуляции равна нулю. Далее, в узком интервале концентраций наблюдается быстрый рост скорости коагуляции до некоторой величины, не изменяющейся с дальнейшим увеличением концентрации частиц. При этом возникают три различных ситуации (три зоны): зона устойчивости, зона медленной коагуляции и зона быстрой коагуляции. Поскольку с ростом концентрации частиц снижается высота энергетического барьера  $U$ , можно объяснить наблюдаемую закономерность таким образом, что критической концентрации частиц появляется некоторая вероятность прохождения частиц через барьер наиболее горячих частиц ( $kT \geq U$ ). Далее вероятность эта увеличивается с ростом концентрации частиц в системе и при некотором значении частиц достигает предельной величины (вероятность равна единице).

Наиболее важным растворителем веществ пищевых технологий является вода (диэлектрическая постоянная  $\epsilon \approx 80$ ). После растворения вещества в воде мономерное звено приобретает заряд, в результате чего образуется заряженное звено и контрион. Таким образом, число контрионов должно быть равно числу заряженных звеньев. Такое событие происходит, когда диссоциация происходит в высокополярном растворителе. Образуются полиэлектролитные системы создающие полимеры при испарении растворителя или снижения внутренней энергии.



Рисунок 3 - Схема моделирования физических, химических и механических свойств при синтезе высокомолекулярных цепей системы вода-мука-газ на последующих технологических стадиях дисперсной консистентной реологической жидкости: а – образование клубка в физической модели бусинок; б – вязкость (трение) системы; в – упругость объемного клубка.

При соединении муки и воды проходит процесс набухания и дисперсные частицы зерна муки (36 мк) разделяются до коллоидных микронных размеров, что ускоряет процесс коагуляции. На последующих стадиях технологической обработки происходит синтез имеющихся компонентов системы, с образованием цепей высокомолекулярных структур соответствующих природе материала.

Физические и химические свойства молекул в водном растворе определяются их строением. Полимерный клубок в таком случае можно смоделировать в виде цепочки белка растительного и крахмала существующими, независимо друг от друга. Поэтому многие свойства могут быть предсказаны на основании структурной формулы. К таким свойствам относятся размеры, форма до некоторой степени конформация молекул (т.е. взаимное расположение отдельных атомов), при нахождении вещества в растворе и, наконец, реакционная способность. Устойчивость системы характеризуется седиментативностью, свойством «нулевого» влияние гравитационной силы, неизменностью во времени её основных параметров: дисперсности и равновесного распределения дисперсной фазы в среде. Седиментативность характеризует торможение самопроизвольного расслаивания системы, события которым можно управлять. Проведение технологического процесса, как правило, учитывает направленность действий. Наличие структуры придаёт дисперсной системе своеобразные механические свойства, например, коллоидные суспензии или полимерные растворы, обладают вязкостью, упругостью, пластичностью или сочетанием свойств. В общем случае эти материалы обладают как вязкостью, так и упругостью и поэтому называются вязкоупругими. Для изучения влияния консистенции и вязкости системы на упругие свойства теста проведем эксперимент. Рассмотрим влияние добавки сухого дисперсного материала муки (различных соотношений) в системы устойчивых коллоидных состояний, имеющих соотношение компонентов 60% муки + 40% воды. Эксперимент проведем с помощью деформации сжатия компрессионной установкой. Работа прессования определяется по уравнению (2), где нужно силовым воздействием определить деформацию  $dh$  между начальным и конечным состоянием поверхности сжатия

$$A_{\Pi} = \int_{h_0}^{h_K} SPdh \quad (2)$$

где  $A_{\Pi}$  – работа прессования, Дж;

$S$  – площадь, поперечного сечения прессуемого материала,  $m^2$ ;

$P$  - давление прессования, Па;

$h_0, h_K$  – начальная и конечная толщина материала, м.

Коллоидные суспензии высокомолекулярных систем имеют весьма интересные механические свойства. В общем случае эти материалы обладают как вязкостью, так и упругостью и поэтому называются вязкоупругими. Коллоидные суспензии обнаруживают любопытные

нелинейные гистерезисные эффекты, именуемые тиксотропией, реопексией и дилатантностью. Столь необычные стороны поведения материалов при течении являются центральными проблемами их реологии. Фундаментальным для реологии является вопрос о том, как можно понять эти явления, исходя из микроскопических характеристик таких материалов от их структуры и типа взаимодействия. Общая деформация в любой момент времени действия на коллоидные массы определяется суммой обратимой (упругой) и остаточной (пластичной, пластично-вязкой) деформациями. Модель расчета механических деформаций, учитывающая упругие свойства и пластичные свойства, определяется в соответствии с уравнением

$$\Sigma \gamma_i = \gamma \quad \text{т.е.} \quad \gamma = \gamma_y + \gamma_{пл}. \quad (3)$$

Обратимая (упругая) деформация  $\gamma_y$  может рассматриваться единством двойного поведения, как деформация, исчезающая практически мгновенно и деформация, исчезающая в течение некоторого времени (релаксация). Для многих процессов, протекающих относительно медленно, такое разделение не имеет смысла и для определения скорости деформации, второй процесс, используют формулу определяющего состояния для второго случая, в виде уравнения Максвелла

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{1}{G} \frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\eta_{эфф}} \quad (4)$$

где  $G$  - модуль сдвига

$\theta$  - касательное напряжение вида  $\sigma_{ij}$

$t$  – время наблюдения

$\eta_{эфф}$  – коэффициент эффективной вязкости.

Если напряжение остаётся постоянным то  $\frac{d\theta}{dt} = 0$ , уравнение принимает вид

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{\theta}{\eta_{эфф}} \quad (5)$$

Здесь касательное напряжение  $\theta$  ( $\sigma_{ij}$ ) создаёт смещение (соскальзывание) одного слоя относительно другого слоя, а вязкость  $\eta_{эфф}$  мешает такому соскальзыванию. Деформация формируется по уравнению (4). Следовательно, приращение общей деформации происходит за счет увеличения пластической деформации. Проинтегрируем полученное выражение, рассматривая его при этом как полное уравнение Максвелла, учитывая “время наблюдения” (время протекания процесса) как деформационный период процесса. После начала действия напряжений общая деформация, за любой отрезок времени, возрастет на величину  $\gamma$ . Следовательно, деформация создается в форме упругого и пластичного накопления сдвиговых процессов и учитывает механические характеристики реального тела при взаимодействии его слоёв

$$\gamma = \frac{\theta}{G} + \frac{\theta}{\eta} t_0 \quad (6)$$

Первый член правой части уравнения является наиболее общим уравнением Гука (Гуково тело). Второй член правой части уравнения определяет величину пластической деформации (Сен-Венаново тело). Проведением эксперимента можно создавать различные условия структурного строения теста. Создания напряженного состояния и определение деформационных параметров теста дисперсной реологической системы вода-мука при изменении количества сухой муки коллоидного состояния теста можно изучить физико-механические свойства. Добавляемая сухая мука набухает и при этом вытягивает на себя воду, меняя эффективную вязкость коллоида, делает тесто жестким. Особенностью реологической системы вода-мука является значительные деформации образца теста под действием приложенного напряжения. Упругие свойства проявляются эластичностью в форме многократного изменения длины образца вдоль осей (X-Y) без разрушения сплошности. Такой мерой измерений служит мера деформации по Генки –  $\epsilon^H$ , определяемая следующим образом:

$$\epsilon^H = \ln [l_0 + (\Delta l_1 + \Delta l_2) / l_0] \quad (9)$$

Возникают определённые трудности проведения эксперимента деформации растяжения-сжатия. Компрессионное воздействие моделирует процесс деформации сжатия-растяжения. При эксперименте можно наблюдать и определять изменения размеров образца вдоль всех трёх осей. Напряжённое состояние позволяет экспериментально определять равновесные параметры состояния системы вода-мука и производить расчёты по определению структурно-механических свойств в зависимости от долевого участия компонентов.

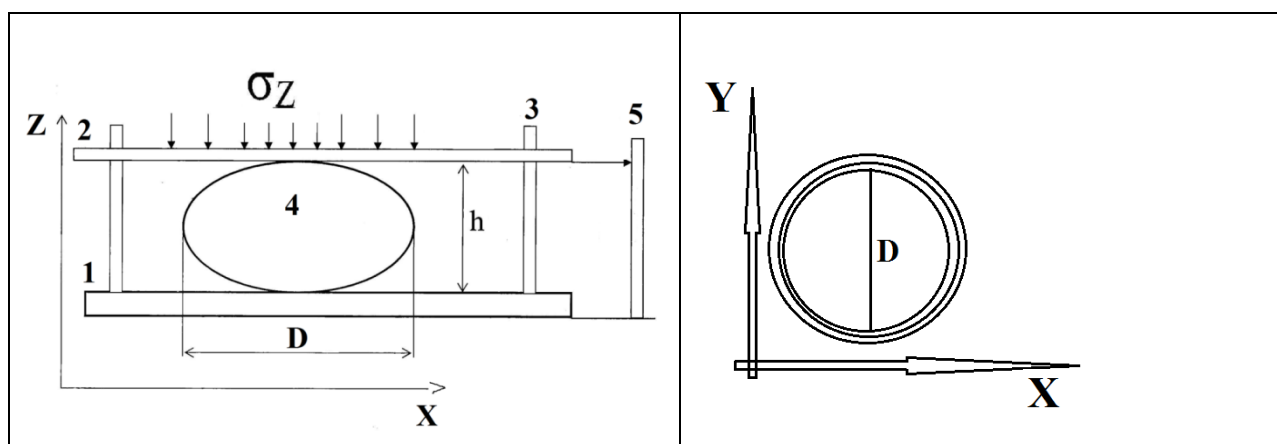


Рисунок 4 - Схема компрессионного устройства деформации сжатия и вид деформации в плане ступенчатого изменения размеров образца теста в направлении осей X-Y при последовательном силовом воздействии

Устройство для определения параметров напряженного состояния и деформации сжатия представлено рисунком 8. Устройство имеет жесткую плиту 1 с жестко закреплёнными стойками 3 в виде четырёх стержней-направляющих, ввёрнутых в плиту основания. В полном сборе

указанные элементы определяют конструкцию корпуса. На плиту основания укладывается полимерное стекло в качестве плоскости, на которую помещается исследуемый образец 4. Нажимная поверхность 2 из прозрачного стекла удерживается снизу образцом 4, а стержни-направляющие и отверстия в стекле ориентируют стекло 2 в горизонтальной плоскости. На стекло 2 укладывают груз внешнего воздействия различных силовых значений, что создаст компрессионное напряжение  $\sigma_z$  в образце 4. Под действием компрессионного напряжения образец деформируется и нажимная поверхность (прозрачное стекло) 2 начнёт перемещаться вниз по оси Z. Для фиксации положения стекла 2 устройство имеет измерительные линейки 5. Вдоль линейки 5 скользит остриё стрелки, жёстко закреплённой на стекле 2 нажимной поверхности. Под действием создаваемого напряжения вдоль оси Z произойдёт деформация, которую можно зафиксировать изменением размера образца в направлении оси X и Y. Измеряя размер образца линейкой, как расстояние между краями отпечатка образца на поверхности прижимного стекла 2 при разных напряженных состояниях, можно определить разницу длин образца вдоль оси X и Y. При этом необходимо каждый последующий шаг измерения производить при шаговом увеличении нагрузки. Полученные экспериментальные данные используются для составления определяющих уравнений. Строятся экспериментальные зависимости в координатах деформация-напряжение, а параметры состояния получают расчётом.

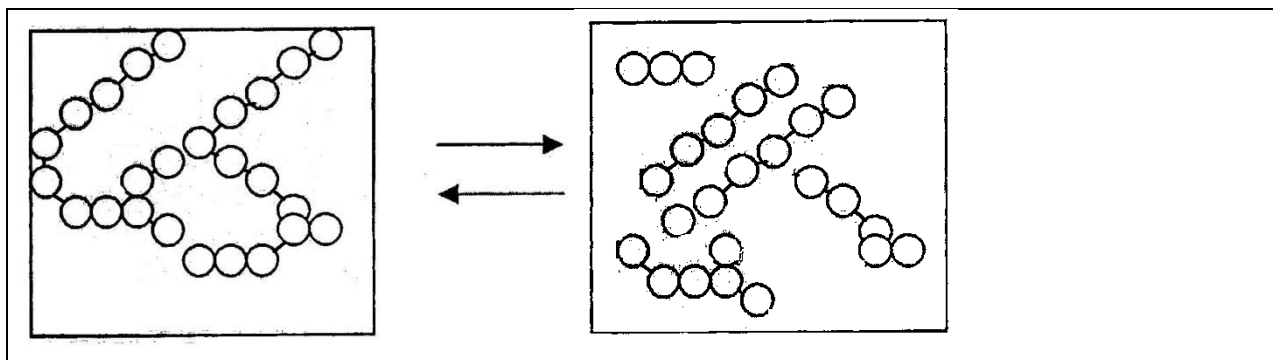


Рисунок 5 - Моделирование механического разрушения цепи, от внешнего воздействия силы, на отдельные отрезки вытягивающихся цепей.

Коагуляционная структура при течении способна разрушаться при силовом механическом воздействии до отдельных частиц, например, направленном параллельном вытягивании цепей векторно совпадающих с направлением действия силы. Основными факторами, определяющими структуру и реологические свойства дисперсной системы, является концентрация частиц в объемных долях и величина потенциального барьера (разделяющий слой) между частицами. Существенным является объемная доля воды и ее распределение по объемам: свободный, исключенный и молекулярный. При малых напряжениях вязкая реологическая структура имеет постоянное значение вязкости. Дисперсная система не разрушается. Определим влияние объемной концентрации муки на реологические свойства. Образец готовится из теста, полученного по известным технологиям перемешивания исходных компонентов воды и муки. Состав



контрольного образца имеет 40% воды и 60% муки. Размер теста для образца определяется взвешиванием. Вес теста в образце составляет 100 граммовую заготовку. Последовательно готовятся образцы с количественным изменением твёрдой фазы (муки) на 5%. Набор образцов с добавкой 5%, 10%, 15% твёрдой фазы (муки) определяют различие дисперсионной системы вода-мука. При этом соблюдаются правила приготовления и хранения образцов, определяющие технологию теста. Образец формуют в шарик диаметром 45...50 мм, который получается из 100 граммовой заготовки теста. Размеры, после каждого компрессионного нагружения, определяют механические события деформации. Нагрузка и деформация определяют напряжённое равновесное состояние системы, а расчетные модели определяют параметры, характеризующие механические перемещения вещества в системе вода-мука. По размеру отпечатка определим площадь пятна контакта. Результаты расчета приведены в таблицах (таблицы №1,2,3,4,5,6), по результатам измерений и расчётов компрессионное поведение материала (тесто+% прибавка к образцам сухой муки), представлена диаграммами на рис. 5.

Таблица 1 - Размер образца по высоте ( $\Delta h_z$ ) под действием ступенчатого изменения нагрузки (начальный размер образца 50 мм)

№ образца	Нагрузка 1 Н	Нагрузка 3,3 Н	Нагрузка 6,6 Н	Нагрузка 26 Н	Нагрузка 60 Н
Контрольный	45.0 мм	39.85 мм	25.5 мм	14.45 мм	10.9 мм
1 образец +5% муки	45.5 мм	39.5 мм	34.7 мм	17.3 мм	12.5 мм
2 образец +10% муки	46.0 мм	42.5 мм	41.3 мм	19.5 мм	14.75 мм
3 образец + 15% муки	46.5 мм	43.5 мм	37.8 мм	24.7 мм	18.15 мм

Таблица 2 - Диаметр осевого размера образца ( $D_{x,y}$  по оси X,Y) в мм ( $10^{-3}$ м) под действием ступенчатого изменения нагрузки

№ образца	нагрузка 1 Н	нагрузка 3,3 Н	нагрузка 6.6 Н	нагрузка 26 Н	нагрузка 60 Н
Контрольный	35 мм	56 мм	70 мм	93 мм	107 мм
1 образец + 5% муки	33 мм	56мм	66 мм	85 мм	100 мм
2 образец +10% муки	29 мм	45 мм	55мм	80 мм	92 мм
3 образец +15% муки	23 мм	37 мм	45 мм	67 мм	83 мм

Таблица 3 - Площадь отпечатка в плоскости оси X,Y в мм<sup>2</sup>, (10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>) под действием ступенчатого изменения нагрузки

№ образца	нагрузка 1 Н	нагрузка 3,3 Н	нагрузка 6.6 Н	нагрузка 26 Н	нагрузка 60 Н
<i>Контрольный</i>	962	2463	3848	6792	8992
1 образец +5% муки	855	2463	3421	5674	7853
2 образец +10% муки	660	1590	2375	5026	6647
3 образец +15% муки	415	1075	1590	3525	5410

Таблица 4 - Изменение осевого размера диаметра Δху-образца мм. под действием ступенчатого изменения нагрузки по таблице...

№ образца	нагрузка 1 Н	нагрузка 3,3 Н	нагрузка 6.6 Н	нагрузка 26 Н	нагрузка 60 Н
Контрольный	0	21	14 (35)	23 (58)	14 (72)
1 образец +5% муки	0	23	10 (33)	19 (52)	15 (67)
2 образец +10% муки	0	16	10 (26)	25 (51)	12 (63)
3 образец +15% муки	0	14	8 (22)	22 (44)	16 (60)

Таблица 5 - Изменение относительного удлинения λ<sub>z</sub> при ступенчатом изменении нагрузки

№ образца	нагрузка 1 Н	нагрузка 3,3 Н	нагрузка 6.6 Н	нагрузка 26 Н	нагрузка 60 Н
Контрольный	0.70	1.12	1.40	1.86	2.14
1 образец +5% муки	0.66	1.12	1.20	1.70	2.00
2 образец +10% муки	0.58	0.90	1.10	1.60	1.84
3 образец +15% муки	0.46	0.74	0.80	1.34	1.66

Таблица 6 - Напряжённое состояние (Па) от внешней нагрузки (давление на плоскость ХУ, Н) и площади отпечатка образца (м<sup>2</sup>) из таблицы....

№ образца	Нагрузка 1 Н	Нагрузка 3,3 Н	Нагрузка 6.6 Н	Нагрузка 26 Н	Нагрузка 60 Н
Контрольный	1039.5	1339.8	1715.2	3828.0	6672.6
1 образец +5% муки	1169.6	1339.8	1929.3	4582.3	7640.4
2 образец +10% муки	1515.2	2075.4	2778.9	5173.1	9026.6
3 образец +15% муки	2409.6	3069.8	4150.9	7375.8	11090.6

По результатам расчета строятся диаграммы, рис 5.

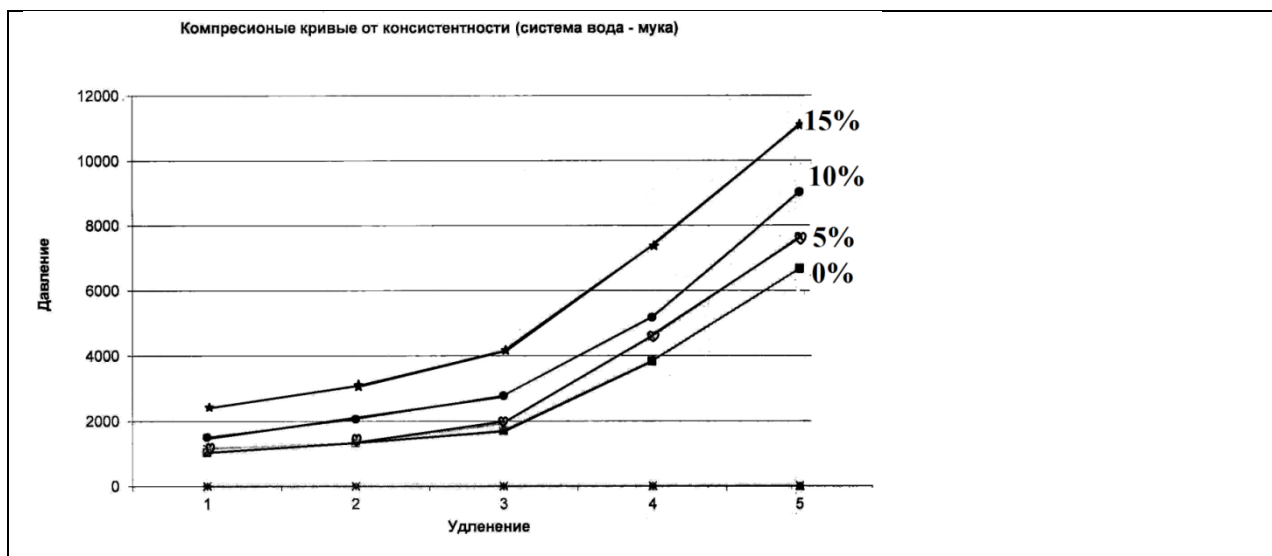


Рисунок 5 - Диаграммы компрессионных кривых теста системы вода+мука при дополнительной % прибавке к образцам теста сухой муки

Изменение структурного строения теста на пределе устойчивости путем добавления сухих дисперсных частиц муки, когда вся вода уже израсходована, приводит к жесткости. Добавленные частицы не формируют цепную структуру, а становятся частицами наполнителя сеточно-цепочного состояния системы. Тесто теряет эластичность и пластичность.

#### Библиографический список

1. Урьев Н.Б., Талейсник М.А. Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс. / М. Пищевая промышленность, 1976 г. 240 с.
2. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия / М. Наука 1978 г. с. 386.
3. Малкин А.Я., Исаев А.Н. Реология: концепции, методы, приложения/ Пер. с англ. – СПб.; Профессия, 2007. – 560 стр, ил.

4. Шукин Е.Д., Савенко В.И., Малкин А.И. Лекции по физико-химической механике (эффект Ребиндера); /М. Нобель Пресс 2015 г. 250 с.
5. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров – М., Мир 2000 г. 190 с.
6. Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. Биохимия зерна и хлебопродуктов (3-у переработанное и дополненное издание) – СПб: ГИОРД. 2005 – 512 с.
7. М. Дой, С. Эдварс, Динамическая теория полимеров. Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 440 с. ил.
8. Кольман Я., Рём К.-Г., Наглядная биохимия: Пер. с нем. – М.: Мир. 2000. – 469 с., ил.
9. Г.М. Медведев, Технология макаронного производства, - М.: Колос, 2000. -272 с.: ил.

### **Bibliographic list**

1. Uryev NB, Talysnik M.A. Physico-chemical mechanics and intensification of the formation of food masses / M. Food industry, 1976, 240 p.
2. Rebinder P.A. Surface phenomena in dispersed systems. Colloid chemistry / M. Science 1978 p. 386.
3. Malkin A.Ya., Isaev A.N. Rheology: concepts, methods, applications / Transl. from English - SPb .; Profession, 2007 .-- 560 pp., Ill.
4. Schukin E.D., Savenko V.I., Malkin A.I. Lectures on physical and chemical mechanics (Rebinder effect); / M. Nobel Press 2015. 250 p.
5. Khokhlov A.R., Kuchanov S.I. Lectures on the physical chemistry of polymers - M., World 2000, 190 p.
6. E.D. Kazakov, G.P. Karpilenko. Biochemistry of grain and bakery products (3rd revised and supplemented edition) - St. Petersburg: GIORД. 2005 - 512 s.
7. M. Doy, S. Edwards, Dynamic Theory of Polymers. Per. from English - M .: Mir, 1998 .-- 440 p. silt
8. Colman, Y., Ryom K.-G., Visual Biochemistry: Per. with him. - M .: World. 2000 .-- 469 p., Ill.
9. G.M. Medvedev, Technology of pasta production, - M .: Kolos, 2000. -272 pp., Ill.

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Андрюшечкина Надия Анверовна** – старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 Email: nadia-andr@mail.ru)

**Мусихина Лина Владимировна**, старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 Email: mdi-111@ya.ru)

Рецензент: **Носырев М. Б.**, доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

**Ключевые слова:** интернет, качество, урожай, производство, земледелие, IoT, фермер, хозяйство, почва

### Аннотация

В статье рассмотрены некоторые особенности и перспективы внедрения технологий на базе «Интернета вещей» в сельском хозяйстве. Интернет вещей – концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Интернет вещей в сельском хозяйстве предназначен для того, чтобы помочь фермерам контролировать жизненно важную информацию о поле и растениях, такую как влажность, температура воздуха и качество почвы, с помощью дистанционных датчиков, а также для повышения урожайности, планирования более эффективной ирригации и составления прогнозов урожая. Интернет вещей помогает биологам изучать влияние геномов и микроклимата на урожайность, чтобы оптимизировать качество получаемой продукции и урожайность.

### INTERNET OF THINGS IN AGRICULTURE

**Andryushechkina N. A.** – senior lecturer, Department of mathematics and information technologies

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42): nadia-andr@mail.ru)

**Musikhina L. V.** – senior lecturer, Department of mathematics and information technologies  
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42): mdi-111@ya.ru)

Reviewer: **M. B. Nosyrev**, doctor of technical Sciences, Professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Professor of Ural state UNIVERSITY (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

**Keywords:** Internet, quality, crop, production, agriculture, IoT, farmer, agriculture, soil

### **Summary**

The paper discusses some of the features and prospects for the introduction of technologies based on the “Internet of things” in agriculture. The Internet of things is the concept of a computer network of physical objects ("things") equipped with built-in technologies to interact with each other or with the external environment. The Internet of things in agriculture is designed to help farmers monitor vital field and plant information, such as humidity, air temperature, and soil quality, through remote sensors, as well as to improve yields, plan more efficient irrigation, and make crop forecasts. The Internet of things helps biologists study the effects of genomes and microclimates on yields to optimize product quality and yield.

В настоящее время в связи с необходимостью непрерывного роста объёма производства, если учесть развитие технической базы, возникает потребность в пересмотре существующих систем управления производством сельскохозяйственной продукции. С учётом этого внедрение новых и развитие существующих цифровых технологий даёт возможность оптимизировать существующие процессы в смежных областях экономики. Поэтому внедрение технологических решений в агропромышленный комплекс необходимо рассматривать в качестве важного метода повышения эффективности моделей управления, а также основой для дальнейшего развития и модернизации сельскохозяйственной отрасли. Принятие решений необходимо осуществлять по совокупности исходных данных вследствие того, что способы и приёмы любого из методов тесно взаимосвязаны между собой. Список исходных данных в основном определяется характеристиками процесса производства, отраслью агропромышленного комплекса, количеством технических и человеческих ресурсов, условиями проведения работ. В растениеводстве, например, такие параметры включают следующие показатели: состав грунта, площадь полей, влажность и температуру, объёмный и удельный вес почвы, тип производимых культур, условия климата [1]. Учёт совокупности данных параметров позволяет принимать решения о сроках проведения полевых работ, прогнозировать уровень урожайности, учитывать специфику урожайности на отдельных участках пахотных земель, определять потребность и количество используемых удобрений. В данный момент сбор необходимой информации для принятия решений осуществляется с помощью отслеживания характеристик процесса на машинах, которые осуществляют полевые работы, спутниковой съёмки и забора почвы для пробы. Одновременное отслеживание характеристик на огромной территории сопровождается ограничениями и дискретностью, вызванные территориальными составляющими. Это является существенным недостатком для такого рода сбора данных. При этом огромная часть извлеченного материала не

может подлежать цифровой обработке. Другими словами, этот материал не может быть проанализирован с необходимой точностью и учётом трендов, необходимыми для адаптации методов управления и технологий. Внедрение «Интернета вещей» (от англ. Internet of Things, «IoT») в производственные процессы решают проблемы анализа и моделирования, достоверности данных, а в дальнейшем – и автоматизации [1].

Сельское хозяйство приближается к «Второй зеленой революции». Мнение экспертов состоит в том, что использование технологий точного земледелия, которое основано на интернете вещей, будет являться следствием бурного роста урожайности огромного масштаба, какого люди не видели даже во времена появления изобретений, таких как трактор, генетически измененные семена и изобретение гербицидов. Технологии подешевели, эволюционировали и продвинулись до высокого уровня. Впервые в истории стало возможно получать информацию о любом сельскохозяйственном объекте, делать точный математический алгоритм действий и делать предсказание результата. Автоматизация и цифровизация большого количества процессов в сельском хозяйстве является осознанной необходимостью в развитии крупнейших машиностроительных и агропромышленных компаний и в мире [4,5].

Реализация проектов IoT даёт возможность фермерам использовать большое количество данных, используемых на их фермах. Большой размер множества ферм делает ручные операции трудными и неэффективными, что заставляет фермеров использовать технологии IoT. Применение снимков со спутников и других технологий получения информации для отслеживания сельскохозяйственных операций на всех стадиях – от сбора урожая до его доставки является способом максимизации обеспечения высокого качества продуктов питания в поставках [4].

Сельское хозяйство является идеальным объектом для внедрения IoT, поэтому люди увидят огромное расширение его разработок в течение следующих пяти лет. В таких областях, как точное земледелие, информация, получаемая в реальном времени о погоде, почве, уровнях увлажнения и качестве воздуха, помогут фермерам принимать более качественные решения относительно посадки и сбора урожая. Более высокая урожайность, качество продукции, контроль затрат и сохранение ресурсов – являются некоторыми из способов, которыми «интернет вещей» обещает преобразовать производство продуктов питания и сельское хозяйство в будущем. IoT в сельском хозяйстве, используемый со службой датчиков и веб-карт, снимает вопрос о потребностях в воде или её подачей для орошения сельскохозяйственных культур.

Фермеры, которые имеют доступ к такой важной информации в режиме реального времени, могут лучше спланировать свою деятельность заранее и вовремя принять корректирующие или предупреждающие меры на будущее. IoT обеспечивает эффективную и точную передачу данных в реальном времени, которые связаны с динамичными сельскохозяйственными процессами, такими как посадка и сбор урожая, прогнозы погоды, а также стоимость рабочей силы и качество почвы.



Тяжелая работа фермеров часто заканчивается вредителями, что приводит к огромным денежным потерям. Для предотвращения таких ситуаций, сельскохозяйственный «интернет вещей» предусмотрел систему для сканирования и мониторинга параметров роста растений и окружающей среды. Также происходит сбор и применение данных от датчиков контроля содержания вредных организмов. Эти датчики способны прогнозировать их поведение [2]. Данная информация очень важна, так как используется для уменьшения ущерба, наносимого вредителями в огромных масштабах. Основа борьбы с вредителями лежит на следующих фундаментальных принципах: проверка, наблюдение, отслеживание записей, идентификация.

Параллельно с достижением качественного и оптимального производства продуктов питания, IoT в сельском хозяйстве направлен на безопасность продуктов питания на различных уровнях, таких как транспортировка и хранение. Для этого имеется система мониторинга по многим факторам, таким как температура хранения, время доставки и облачный учет.

Применение «интернета вещей» позволяет прогнозировать погоду и различные динамические данные, учет которых в большой степени влияет на урожайность. Чем выше точность данных, тем ниже шанс повреждения урожая. Таким образом, более достоверные прогнозы погоды могут обеспечить повышение уровня производительности, а, следовательно, и прибыльности. В наше время фермеры сталкиваются с большим количеством сложных проблем – изменение климата и ограниченные запасы воды, растущий спрос на продукты питания во всем мире, ограничение пахотных земель и ископаемого топлива. Для преодоления этих препятствий, сельское хозяйство использует целый ряд новейших цифровых технологий, включая технологию GPS, робототехнику, компьютерную визуализацию. Датчики, которые составляют основу IoT, отслеживают влажность и кислотность почвы и обеспечивают информацию о погодных условиях, в то время как животноводы дистанционно отслеживают перемещение и поведение скота, используя встроенные устройства [3].

Приложения IoT для промышленности хороши для отслеживания внутренних сельскохозяйственных объектов, таких как молокозаводы, силосы и конюшни. Система сельскохозяйственного хранения, например, может устанавливать основные нормы производительности. Затем ставятся условия тревоги и оповещения. Они связаны с температурой, влажностью, вибрацией и другими условиями.

При вычислении необходимого времени для посадки, применения удобрений, сбора урожая или выполнения других действий, оказывающих воздействие на урожайность, основным вариантом использования IoT в деятельности сельского хозяйства было связано с восприятием почвы. NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) – основная компания сотовой связи для телеметрических устройств с небольшими объемами передачи данных – идеально подходит для датчиков почвы, так как там используются дешевые модули и на основе энергосберегательного режима могут работать до десяти лет в полевых условиях, при этом используется только одна

батарея. NB-IoT является необходимым дополнением точного земледелия [3]. Используя Интернет вещей, фермер всегда знает, где и когда использовать удобрения. IoT может принести большую эффективность в сельскохозяйственную деятельность и создаёт эффективный цикл. Это экономит время и деньги фермеров, делает продукты питания более доступными для потребителей и уменьшает воздействие сельского хозяйства на внешнюю среду, обеспечивая более устойчивые процессы.

Если бы вы спросили людей из сельскохозяйственной сферы 100 лет назад, как отрасль изменится в будущем столетии, они, скорее всего, больше обратили бы внимание на использовании воды или климатические условия, чем на датчики, собирающие и передающие достоверные данные. Мониторинг состояния почв и растений – это простой случай применения, но он может привести к фантастическому возврату вложений фермеров в данную отрасль, благодаря использованию сенсорных технологий. Таким образом, мы увидели три основных направления применения IoT в сельском хозяйстве: принятие управленческих решений по контролю использования воды для оптимального роста растений, а также определение влажности почвы и содержания питательных веществ [3].

На самом основном уровне датчики могут быть использованы на фермах и сельскохозяйственных машинах. Это даёт возможность фермерам получать совокупность полезных данных, таких как количество используемых удобрений, продуктов, воды в почве и посаженных семян, температура хранимых продуктов, состояние применяемой сельскохозяйственной техники и оборудования и так далее. После внедрения интеллектуальной системы, использующей систему IoT фермеры могут легко отслеживать различные переменные среды и принимать обоснованные решения.

Умное фермерство является не просто улучшением, а необходимым нововведением. При правильном применении это может помочь фермерам справиться с большинством проблем, с которыми они сталкиваются в сельском хозяйстве. Кроме того, полезная информация, полученная с помощью интеллектуальных датчиков, помогает фермерам более точно использовать удобрения и пестициды, тем самым уменьшая некоторые воздействия на окружающую среду.

### ***Заключение***

Таким образом, внедрение технологий на базе «Интернета вещей» в сельское хозяйство позволит автоматизировать процессы контроля параметров кислотности, температуры и влажности почвы, температуры и влажности воздуха, а также минимизировать участие человека в большинстве агротехнологических операций производства сельскохозяйственной продукции.

### **Библиографический список**

1. Балабанов В.И., Романенкова М.С. «Интернет вещей» в сельском хозяйстве // Доклады ТСХА. 2018. Вып. 290. Ч. II. С. 71-74.

2. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К., Балабанов В.И., Зейлигер А.М. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 286 с.
3. Баутин В.М., Балабанов В.И., Березовский Е.В. Умные кадры для «умных ферм» // Вестник ГЛОНАСС. - 2012. - № 1.- С. 41-44.
4. Холманских М.В., Садов А.А., Кибирев Л.К., Вырова О.М. Мониторинг в АПК посредством использования веб сервисов // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 5 (5). С. 13-19.
5. Садов А.А., Гладков А.В., Байвердиев А.А., Шорохов П.Н. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 3 (3). С. 19-24.

### **Bibliographic list**

1. Balabanov V. I., Romanenkova M. S. "Internet of things" in agriculture. 2018. Vol. 290. Part II. Pp. 71-74.
2. Shulga E. F., Kupriyanov A. O., Khlyustov V. K., Balabanov V. I., Zeiliger A. M. management of agricultural enterprise using space navigation means (GLONASS) and remote sensing of the Earth. М.: publishing house of Russian state agrarian University-MTAA, 2016. 286 PP.
3. Bautin V. M., Balabanov V. I., Berezovsky E. V. Smart frames for "smart farms" // Vestnik GLONASS. - 2012. - No. 1. Pp. 41-44.
4. Kholmansky M.V., Sadov A.A., Kibirev L.K., Vyrova O.M. Monitoring in the agricultural sector through the use of web services // Scientific and Technical Bulletin technical systems in the agricultural sector. 2019.No 5 (5). S. 13-19.
5. Sadov A.A., Gladkov A.V., Bayverdiev A.A., Shorokhov P.N. The possibility of using unmanned aerial vehicles in agriculture for field analyzes // Scientific and Technical Bulletin Technical Systems in the AIC. 2019.No 3 (3). S. 19-24.

## ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

**Бердюгина Ольга Владимировна**, доцент кафедры технологических и транспортных машин УрГАУ

(620075 Свердловская область, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел. +7(922)6137764, Уральский государственный аграрный университет, E-mail: [berdyuginao@yandex.ru](mailto:berdyuginao@yandex.ru))

Рецензент: **Носырев М. Б.**, доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: [nosyrev.mb@mail.ru](mailto:nosyrev.mb@mail.ru))

**Ключевые слова:** проектное обучение, общеинженерные дисциплины, образование, педагогика, технологии обучения.

### **Анотация**

Современное образование является одной из приоритетных задач общества и государства. Цель образования – это воспитание ответственного, компетентного и инициативного гражданина России, а также сформировать его духовной личностью, от которой во многом будет зависеть будущее нашей страны и общества. [1]

Для решения этих задач, поставленных перед образованием, требуется создавать новые технологии обучения и давать обучающимся новые знания и идеи, новые способы постоянного обновления знаний и нового мышления. Кроме этого необходимо у будущих специалистов развивать способность самостоятельной постановки проблем. А решение проблемы, как известно, не приносит результатов обучающемуся, если сама проблема поставлена без активного его участия, а именно оно имеет приоритетное значение.[2].

## **DESIGN TRAINING IN STUDYING GENERAL ENGINEERING DISCIPLINES**

**O.V. Berdyugina** - associate Professor of the Department of technological and transport machines The Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42. The Ural state agrarian University, phone +7 (343) 922-613-77-64, E-mail: [berdyuginao@yandex.ru](mailto:berdyuginao@yandex.ru))

Reviewer: **M. B. Nosyrev**, doctor of technical Sciences, Professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Professor of Ural state UNIVERSITY (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: [nosyrev.mb@mail.ru](mailto:nosyrev.mb@mail.ru))

**Keywords:** project training, general engineering disciplines, education, pedagogy, teaching technologies.

### Summary

Modern education is one of the priority tasks of society and the state. The purpose of education is to educate a responsible, competent and proactive citizen of Russia, as well as to shape him as a spiritual person, on whom the future of our country and society will largely depend. [1]

To solve these tasks set before education, it is necessary to create new teaching technologies and give students new knowledge and ideas, new ways of constantly updating knowledge and new thinking. In addition, it is necessary for future specialists to develop the ability to independently pose problems. And the solution of the problem, as you know, does not bring results to the student if the problem itself is posed without his active participation, namely, it has priority. [2].

Основной идеей реализуемого подхода в проектном обучении является ориентация будущих инженеров на развитие способности генерировать на основе полученных базовых знаний новые знания в течение всей профессиональной жизни [2]; направление обучения студента на траекторию саморазвития путем поддержки и стимулирования его самостоятельности и обеспечения его новыми обучающим инструментарием для этой цели.

Практический опыт показал, что построенное на деятельном подходе обучение, которое основано на решении задач творческих профильных задач [3], способно активно развивать творческий потенциал студентов и выступать самой действенной мотивацией обучения. Чтобы эффективно решить проблему развития творческих способностей требуется существенно преобразовать всю систему образования, сформировать новые подходы информационного и научно-методического обеспечения учебного процесса, новые педагогические технологии, которые бы позволяли обучаемым приобретать значимые практические и научные знания, и давали им возможность научиться формировать новые идеи. Значительную роль в решении данных задач может сыграть применение проектного обучения.

Министерство высшего образования и науки считает основной задачей проектов повышение качества образования, приведение его содержания в соответствие с рынком труда. [1]

Проектное обучение реализуется в образовании с целью, во-первых, повышения привлекательности образовательных программ и во-вторых, для обеспечения высокой конкурентоспособности выпускников на рынке труда.

Под проектным обучением понимается вид отдельной, специально организованной деятельности студентов, ограниченной во времени, нацеленной на решение определенной проблемы и имеющей в качестве результата конечный продукт деятельности.

Проектная деятельность студентов ориентирована на раскрытие личности студента, развитие интереса к учебной деятельности, развитие интеллектуальных, творческих способностей

в процессе выполнения проекта. Проектное обучение нацелено на решение определенной проблемы и имеет в качестве результата конечный продукт деятельности.

Задачи проектного обучения:

реализация практико-ориентированной профессиональной подготовки на основе активизации деятельностного подхода к формированию результатов обучения;

повышение мотивированности и вовлеченности студентов в процесс освоения выбранных ими компетенций;

выявления талантливых студентов, которые способны осваивать образовательные программы высшего образования более быстро и углубленно, способны активно применять знания для развития универсальных и профессиональных навыков.

В нашем Вузе при изучении общеинженерных дисциплин для студентов направления подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" на кафедре технологических и транспортных машин впервые был апробирован метод междисциплинарного группового проекта.

Студенческий групповой междисциплинарный проект — это командная деятельность студентов от постановки задачи до оценки полученного результата, направленная на достижение заданной цели, создание уникального продукта, услуги или результата с заданным качеством в условиях ограниченности ресурсов (временных, финансовых, человеческих, информационных), обеспечивающий формирование и развитие компетенций студентов в рамках осваиваемых образовательных программ.

Тема междисциплинарности, (интердисциплинарности), всегда актуальна в научно образовательной среде при поисках путей повышения эффективности различных видов интеллектуальной деятельности, будь то обучение, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, или решение инженерных задач. [4]

На факультете инженерных технологий в нашем ВУЗе междисциплинарный проект планируется на слияние следующих дисциплин: Теоретическая механика, Инженерная графика, Компьютерная графика, Информационные технологии в профессиональной деятельности и Ремонт машин. То есть задачей являлось объединение общеинженерных и специальных дисциплин.

Проект должен выполняться группой из 3-4 человек. Большую часть работ составляет коллективная деятельность, хотя предполагаются и элементы задания, выполняемые индивидуально. В ходе проекта студенты выполняют следующие задания:

1. Анализ литературы по заданной теме
2. разработка и организация плана проекта.
3. осуществление запланированной проектной деятельности;
4. Периодический устный отчет о выполнении проекта
4. Обработка результатов проекта и составление отчёта;

5. Защита (презентация) результатов проекта;

6. Оценка и анализ проекта преподавателем.

Рассмотрим подробнее содержание заданий и коллективный план действий. Работа начинается с разработки коллективного плана действий. Прежде всего, участники должны обосновать выбор методики выполнения проекта, с которой они планируют работать, и дать ее характеристику. В плане также должны быть даны ответы на следующие вопросы: какие трудности могут возникнуть в процессе разработки проекта, выполнения проекта и выпуска изделия, которое затем будет применено в технологической схеме производства, какие методы будут использоваться для производства и параметры этих операций, какова будет роль каждого из участников группы и т.д.

Периодический устный отчет о выполнении этапов проекта производится раз в неделю. Это дает возможность каждой группе делиться информацией о ходе своей работы с другими группами, обмениваться пожеланиями и советами и быть в курсе хода исполнения других проектов.

Группы создают компьютерные варианты модели в программе КОМПАС 3D, которые должны быть подготовлены для изготовления их на 3D принтере.

Таким образом, каждый участник проекта несёт ответственность за следующие этапы своей деятельности: реализацию выполнения проекта в соответствии с установленными требованиями и нормативной документацией; своевременность и качество полученных результатов проекта; определённые компетентностные знания и умения, необходимые для выполнения проекта.

Команда проекта (студенты) должны выполнить следующие задачи: обеспечить в установленные сроки, ритмичную реализацию проекта; совместно с руководителем установить и корректировать длительность выполняемого проекта; выбрать и проверить технологию и методы реализации проекта; распределить операции проекта по исполнителям; обеспечить получение результата проекта. Все участники образовательного процесса могут проявить в проектах свои творческие способности, экспериментировать с междисциплинарными подходами к решению тех или иных задач. [5]

В результате можно отметить, положительны стороны проектной деятельности. Отсутствие строгих университетских требований к участникам проекта позволяет группам молодых исследователей изучать проблемы с помощью любых доступных инструментов, средств и знаний. Студенты, вне зависимости от тематики проекта, получают компетенции, которым невозможно научить по инструкции (учебнику). Главным образом это навыки делегирования полномочий и совместной работы, навыки ведения переговоров и принятия решений. Опыт работы в команде, по мнению многих ученых и представителей бизнеса, является определяющей компетенцией в карьерной траектории современного специалиста.

Таким образом, очевидно, что учить нужно именно тому, что может пригодиться, только тогда наши выпускники смогут достойно представлять достижения отечественного образования.



Именно проектный метод поможет будущим агроинженерам владеть: универсальными способами деятельности, коммуникативными навыками, навыками коллективного труда, специфическими навыками учебного труда (способность к самообразованию), нормами и эталонами социальной жизнедеятельности (воспитанность). Если студент будет обладать указанными свойствами, то он будет, с большой долей вероятности, реализован в современном обществе.

И если студент сумеет справиться с работой над учебным проектом, можно надеяться, что в настоящей профессиональной жизни он окажется более приспособленным: сумеет планировать собственную деятельность, ориентироваться в разнообразных ситуациях, совместно работать с различными людьми, т.е. адаптироваться к меняющимся условиям.

### **Библиографический список**

1. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года» – URL: <https://kremlin.ru/acrs/news/57425>

2. В.Г. Иванов, Л.И. Гурье, С.В. Барабанова, Р.З. Богоудинова, Л.М. Богатова, М.В. Журавлева, Н.Ш. Мифтахова, П.Н. Осипов, Л.В. Редин, Н.С. Сагитова, Г.Ф. Хасанова, Ф.Т. Шагеева, О.Ю. Хацринова, Теоретические и методические основы инновационной подготовки инженеров в исследовательском университете. ГБУ Республиканский центр мониторинга качества образования, Казань, 2012. 288 с.

3. Бердюгина О.В. Стриганова Л.Ю. Профильные задачи как элемент формирования модели профессиональной деятельности специалиста при изучении курса общеинженерной дисциплины // Аграрное образование и наука. 2016. № 5. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28351274>

4. [http://aeer.ru/files/io/m14/IO-2014\\_14.pdf](http://aeer.ru/files/io/m14/IO-2014_14.pdf) журнал ассоциации инженерного образования России. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ № 14'2014

5. G.F. Khasanova, V.G. Ivanov, Вестник Казанского технологического университета, 16, 16, 256-258 (2013).

### **Bibliographic list**

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 204 dated 05/07/2018 "On the national goals of the strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024" - URL: <https://kremlin.ru/acrs/news/57425>

2. V.G. Ivanov, L.I. Gourier, S.V. Barabanova, R.Z. Bogoudinova, L.M. Bogatova, M.V. Zhuravleva, N.Sh. Miftakhova, P.N. Osipov, L.V. Redin, N.S. Sagitova, G.F. Khasanova, F.T. Shageyeva, O.Yu. Khatsrinova, Theoretical and methodological foundations of innovative training of engineers at a research university. GBU Republican Center for Monitoring the Quality of Education, Kazan, 2012.288 p.

3. Berdyugina OV Striganova L.Yu. Profile tasks as an element of the formation of a model of professional activity of a specialist when studying the course of general engineering discipline // Agricultural education and science. 2016. No 5. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28351274>

4. [http://aeer.ru/files/io/m14/IO-2014\\_14.pdf](http://aeer.ru/files/io/m14/IO-2014_14.pdf) Journal of the Association for Engineering Education of Russia. ENGINEERING EDUCATION № 14'2014

G.F. Khasanova, V.G. Ivanov, Bulletin of Kazan Technological University, 16, 16, 256-258 (2013).

## ЯПОНСКИЕ ТРАКТОРЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Иовлев Григорий Александрович** – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. К Либкнехта, д.42, тел. +7(343)221-41-23, E-mail: [gri-iovlev@yandex.ru](mailto:gri-iovlev@yandex.ru))

**Голдина Ирина Игоревна** – старший преподаватель, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. К Либкнехта, д.42, тел. +7(343)221-41-23, E-mail: [ir.goldina@mail.ru](mailto:ir.goldina@mail.ru))

Рецензент **Новопашин Л. А.** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33- 63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные тракторы, Kubota, компания Kubota Corporation, технические характеристики тракторов, эксплуатационные свойства.

### Аннотация

В статье представлены основные страны производители сельскохозяйственных тракторов; выручка от реализации тракторов в 2018 году; наиболее крупные страны-экспортёры тракторов; структура продаж тракторов на европейском рынке.

Авторы данной статьи, при ознакомлении с сельскохозяйственным производством Италии, на севере в районе Паданской равнины, в Agricola Chittaro Colladi Center (Сельскохозяйственная и садовая техника. Содействие продажам) столкнулись с тем, что основным энергетическим средством являлся трактор марки «Kubota», различной мощности, и сельскохозяйственная техника также данной фирмы. На сегодняшний день корпорация Kubota является абсолютным лидером продаж сельскохозяйственных тракторов в Азии. На сегодня Kubota выпускает 19 серий тракторов, различных по мощности и назначению. Отличительной особенностью тракторов Kubota являются их надёжные и очень экономичные двигатели.

Далее в исследовании произведен расчёт эксплуатационных свойств тракторов Kubota по методике, разработанной на кафедре «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК» Уральского ГАУ и дано сравнение их с эксплуатационными свойствами лучших моделей европейского и американского производства соответствующей мощности двигателя (соответствующего тягового класса).

На основании произведённых исследований можно сделан вывод о том, что сельскохозяйственные тракторы, выпускаемые компанией Kubota Corporation, имеют довольно

высокие эксплуатационные свойства, особенно в диапазонах мощности двигателя 72-88 л.с. и 170-185 л.с. В диапазонах 91-142 л.с. японские тракторы несколько проигрывают тракторам европейского и американского производства.

### **JAPANESE TRACTORS IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

**Iovlev G.A.** - Associate Professor, Head of the Department “Service of Transport and Technological Machines and Equipment in the Agro-Industrial Complex”, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, ul. K Libknekhta, 42, tel. +7 (343) 221-41-23, E-mail: gri-iovlev@yandex.ru)

**Goldina I.I.** - Senior Lecturer, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, ul. K Libknekhta, 42, tel. +7 (343) 221-41-23, E-mail: ir.goldina@mail.ru)

Reviewer **Novopashin L. A.** – candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

**Keywords:** agricultural tractors, Kubota, Kubota Corporation, technical characteristics of tractors, operational properties.

#### **Summary**

The article presents the main countries that produce agricultural tractors; revenue from the sale of tractors in 2018; the largest countries that export tractors; the structure of sales of tractors in the European market.

The authors of this article, when getting acquainted with the agricultural production of Italy, in the North in the area of the Padan plain, in the Agricola Chittaro Colladi Center (Agricultural and garden equipment. Sales promotion) were faced with the fact that the main energy source was a tractor of the Kubota brand, of various capacities, and agricultural machinery of this company as well. Today Kubota Corporation is the absolute leader in sales of agricultural tractors in Asia. Today Kubota produces 19 series of tractors, different in power and purpose. A distinctive feature of Kubota tractors is their reliable and very economical engines.

Further, the study calculated the performance properties of Kubota tractors using the methodology developed at the Department of «Service of transport and technological machines and equipment in agriculture» of the Ural state agrarian UNIVERSITY and compared them with the performance properties of the best models of European and American production of the corresponding engine power (corresponding traction class).

Based on these studies, it can be concluded that agricultural tractors manufactured by Kubota Corporation have fairly high performance characteristics, especially in the engine power ranges of 72-88

HP and 170-185 HP in the ranges of 91-142 HP. Japanese tractors are somewhat inferior to European and American-made tractors.

На мировом рынке сельскохозяйственных тракторов присутствует множество производителей из различных частей света. Основные из них: Компания Claas (Германия), Kubota Corp (Япония), SAME Deutz-Fahr (Германия, Италия), Компания CaterpillarInc. (США), корпорации AGCOGlobal(США, Германия, Финляндия), Massey Ferguson (США), John Deere (США)[1].

Выручка крупнейших фирм-производителей тракторов в 2018 году выглядит следующим образом: JohnDeer&Co. – 37,4 млрд. долл. США; CNHIndustrial – 29,71 млрд. долл. США; Cubotacorp. – 16,77 млрд. долл. США; AGCO – 9,35 млрд. долл. США; Claas – 4,59 млрд. долл. США.

В 2017 году машиностроительными заводами мирового сообщества было выпущено два с лишним миллиона тракторов различных тяговых классов, с различной мощностью двигателей, различного назначения, на сумму более 100 млрд. долларов. Самый большой рынок тракторов в Индии, продано более 570 тыс. тракторов, второй по объёму рынок Китая – 420 тыс. тракторов, третий рынок тракторов в мире, это США – более 210 тыс. тракторов. В результате самыми большими парками тракторов располагают США, Япония, Италия, Индия, Франция, Германия, Испания, Китай и др.

Наиболее крупными странами-экспортёрами тракторов являются:

1. Германия – 20,5%
2. США – 14,0%
3. Италия – 8,3%
4. Франция – 7,7%
5. Япония – 7,5%
6. Великобритания – 7,3%
7. Индия – 3,4%
8. Китай – 2,8%
9. Беларусь – 2,6%.

Европейско-американские компании и корпорации поставляют около 80% всего мирового рынка [2]. Если взять структуру продаж на европейском рынке, то она выглядит следующим образом:

1. AGCO – 21,5%
2. John Deere – 19,5%
3. CNH – 19,3%
4. SDF – 14,9%
5. Claas – 7,1%

6. Kubota – 3,4%.

Структуру продаж зарубежных тракторов на российском рынке выглядит следующим образом (апрель 2017 г. - апрель 2018 г.):

1. Нидерланды – 22,8%
2. Германия – 17,7%
3. Франция – 7,6%
4. США – 3,9%
5. Китай – 1,7%
6. Италия – 0,6%
7. Япония – 0,4%.
8. Беларусь – 16,7%.

Все перечисленные фирмы-производители, различных стран, выпускают несколько сотен видов тракторов, различных по мощности двигателя, тяговому классу, компоновке. Авторы данной статьи, при ознакомлении с сельскохозяйственным производством Италии, на севере в районе Паданской равнины, в Agricola Chittaro Colladi Center (Сельскохозяйственная и садовая техника. Содействие продажам) по адресу Villa Vicentina (Udine) via Trieste nr. 24 (рисунок 1) столкнулись с тем, что основным энергетическим средством являлся трактор марки «Kubota», различной мощности, сельскохозяйственная техника также данной фирмы. Техника сосредоточена на площадке для хранения, на территории центра имеется также пункт технического обслуживания (ПТО) для проведения операций технического обслуживания и текущего ремонта.



Рисунок 1 - Производственная база Agricola Chittaro Colladi Center

Так как данная марка тракторов практически не используется в сельскохозяйственном производстве Свердловской области, то авторов заинтересовало происхождение данной марки, история создания, направления развития бренда.

Основные этапы развития фирмы. Японская компания Kubota Corporation ведет свою историю с конца XIX века, основана в 1890 году, является ведущим производителем сельскохозяйственной техники на азиатском рынке [3]. На сегодняшний день корпорация Kubota является абсолютным лидером продаж сельскохозяйственных тракторов в Азии. На сегодня Kubota выпускает 19 серий тракторов, различных по мощности и назначению. Отличительной особенностью тракторов Kubota являются их надёжные и очень экономичные двигатели.

Особо значимые даты:

1922 год. Началом производства двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с принудительной подачей масла в особо нагруженные сопряжения.

1947 год. Впервые в Японии был выпущен мотокультиватор, на котором устанавливался ДВС.

1960 год. Начало производства сельскохозяйственных тракторов и комбайнов.

1974 год. На американском рынке был представлен первый компактный полноприводный мини трактор.

2002 год. С конвейера сошел 20-миллионный двигатель.

2005 год. С конвейера сошел 3-х миллионный трактор.

Компания Kubota Corporation одна из первых осуществила проект «АгриРобо» - автономная сельскохозяйственная техника, способная осуществлять, через дистанционное управление, беспилотную автоматическую работу трактора в составе агрегата, с целью повышения эффективности, точности выполнения технологических операций и дальнейшей экономии трудозатрат при производстве сельскохозяйственной продукции.

Представительства Kubota Corporation и их дилерские центры открыты во многих странах мира, практически на всех континентах. Это Северная и Южная Америка (США, Канада, Бразилия и Мексика), Юго-Восточная Азия (Корея, Китай, Таиланд, Камбоджа и др.), Австралия, практически вся Европа, в т.ч. Италия, Россия. В России дилеры Kubota работают в Тольятти, Москве, Санкт-Петербурге, Краснодаре, Нижнем Новгороде, Казани, Тюмени, Ростове-на-Дону.

На момент посещения Agricola Chittaro Colladi Center на территории были представлены тракторы Kubota M8540N, Kubota M9540 4WD, Kubota M4072, Kubota M5111, Kubota M9960 [4].

Далее в своём исследовании произведём расчёт эксплуатационных свойств тракторов Kubota по методике, разработанной на кафедре «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК» Уральского ГАУ и сравним их с эксплуатационными свойствами лучших моделей европейского и американского производства соответствующей мощности двигателя (соответствующего тягового класса). Сотрудниками кафедры проведены исследования по определению эксплуатационных свойств зарубежных тракторов, проведён сравнительный анализ

эксплуатационных свойств и тракторов ведущих зарубежных фирм, определена экономическая эффективность использования в сельскохозяйственных работах тракторов Беларусь и тракторов зарубежных фирм. Результаты исследований отражены в публикациях [5,6,7].

Данные для расчёта эксплуатационных свойств представим в табл. 1.

Таблица 1. – Технические характеристики тракторов Kubota.

№ п/п	Марка трактора	Двигатель			Вес, кг		Размерность шин	
		V, л.	N <sub>е</sub> , л.с.	M <sub>кр</sub> , Нм	P <sub>пм</sub>	P <sub>зм</sub>	Передние	Задние
1	Kubota M4072	3,3	74	260	1143	1897	320/85R20	420/85 R30
2	Kubota M8540 N	3,8	88,4	283	1128	1872	7,5-16	Гусеницы 270×895
3	Kubota M9540	3,8	100	325	1243	2062	12,4R20	16,9-30
4	Kubota M9960	3,8	112	313	1459	2421	360/70R24	480/70 R34
5	Kubota M5111	3,8	113	390	1286	2134	360/70R24	480/70 R34
6	Kubota M135 GXS II	6,1	140	566,5	1769	2936	420/70R24	520/70 R38
7	Kubota M7151	6,1	170	689	2481	4117	480/70 R28	580/70 R38
8	Kubota M7171	6,1	175	711	2575	4273	540/65 R28	650/65 R38

Представленные модели тракторов соотнесём с интервалами мощности двигателей тракторов европейского и американского производства, по которым был произведён расчёт эксплуатационных свойств.

Интервал мощности: 72-88 л.с. - Kubota M4072, Kubota M8540 N (двигатель заднего моста – гусеничный).

91-107 л.с. - Kubota M9540.

110-125 л.с. Kubota M9960, Kubota M5111.

126-142 л.с. Kubota M135 GXS II.

170-185 л.с. Kubota M7151, Kubota M7171.

По используемой методике выполним расчёты эксплуатационных свойств представленных тракторов. Для примера, представим расчёты по трактору Kubota M8540 N.





Рисунок 2 - Трактор Kubota M8540 N.

1. Удельная мощность, л.с./л  $N_{уд} = \frac{N_e}{V} = \frac{88,4}{3,8} = 23,3 \text{ л.с./л.}$
2. Удельный крутящий момент, Нм/л.с.  $M_{кр}^{уд} = \frac{M_{кр}}{N_e} = \frac{283}{88,4} = 3,2 \text{ Нм/л.с.}$
3. Удельное давление на почву, кг/см<sup>2</sup>.

$$P_{уд} = \frac{P_M}{S_M}$$

Для переднего моста.

$$P_{уд} = \frac{P_{пм}}{S_{пм}} = \frac{1128}{774} = 1,46 \text{ кг/см}^2$$

$$S = 2 \times a \times b = 2 \times 29,1 \times 13,3 = 774 \text{ см}^2$$

$$a_{пм} = 9,8 \times \frac{F_z}{P_{ш \times в}} = 9,8 \times \frac{5,53}{0,14 \times 13,3} = 29,1 \text{ см}$$

$$F_{zпм} = \frac{P_{пм}}{2} = \frac{11,06}{2} = 5,53$$

$$b_{пм} = (0,65-0,75)B = 0,7 \times 19 = 13,3 \text{ см.}$$

Для заднего моста.

$$P_{уд} = \frac{P_{зм}}{2S_{г.зм}} = \frac{1872}{4833} = 0,39 \text{ кг/см}^2$$

$$S_{зус} = 2 \times a \times b = 2 \times 27 \times 89,5 = 4833 \text{ см}^2$$

$$4. \text{ Индекс тягового усилия } I_{ту} = M_{кр} \times P_{уд} = 283 \times 0,92 = 260$$

Данные расчётов показателей, оценивающих эксплуатационные свойства тракторов в диапазоне 72-88 л.с. представлены в табл. 2.

Таблица 2. - Рейтинговые показатели оценки эксплуатационных свойств тракторов.

Марка трактора	Показатели									
	Удельная мощность, л.с./л		Удельный $M_{кр}$ , Нм/л.с.		Удельное давление, кг/см <sup>2</sup>				Индекс тягового усилия	
	Значение	Рейтинговое место	Значение	Рейтинговое место	Передний мост		Задний мост		Значение	Рейтинговое место
					Значение	R место	Значение	R место		
FendtVario 207	21,8	7	4,2	1-2	1,47	9-10	1,46	2-9	447	6
CASE Farmal 75JX	19,2	9	4,0	3-6	1,46	1-8	1,46	2-9	435	7
CASE Farmal 80JX	27,6	1	4,0	3-6	1,47	9-10	1,46	2-9	467	5
CASE Farmal 90JX	22,6	5	4,0	3-6	1,46	1-8	1,46	2-9	520	1
Deutz-FahrAgroplus 410	26,6	2	4,0	3-6	1,46	1-8	1,46	2-9	501	3
Deutz-FahrAgrotron 4.80	20,0	8	3,4	9	1,46	1-8	2,05	10	472	4
MasseyFerguson 5410	17,0	10	3,9	7	1,46	1-8	1,46	2-9	429	8
FendtVario 208	24,8	3	4,2	1-2	1,46	1-8	1,46	2-9	508	2
Kubota M4072	22,4	6	3,5	8	1,46	1-8	1,46	2-9	380	9
Kubota M8540 N	23,3	4	3,2	10	1,46	1-8	0,39	1	260	10

На основании данных из табл. 2 выводим рейтинговый показатель оценки эксплуатационных свойств тракторов.

1. FendtVario 207 –  $7+1,5+9,5+5,5+6 = 29,5$  баллов
2. CASE Farmal 75JX –  $9+4,5+4,5+5,5+7 = 30,5$  баллов
3. CASE Farmal 80JX –  $1+4,5+9,5+5,5+5 = 25,5$  баллов
4. CASE Farmal 90JX –  $5+4,5+4,5+5,5+1 = 20,5$  баллов
5. Deutz-Fahr Agroplus 410 –  $2+4,5+4,5+5,5+3 = 19,5$  баллов
6. Deutz-Fahr Agrotron 4.80 –  $8+9+4,5+10+4 = 35,5$  баллов
7. Massey Ferguson 5410 –  $10+7+4,5+5,5+8 = 35$  баллов
8. Fendt Vario 208 –  $3+1,5+4,5+5,5+2 = 16,5$  баллов
9. Kubota M4072 –  $6+8+4,5+5,5+9 = 33$  балла
10. Kubota M8540 N –  $4+10+4,5+1+10 = 29,5$  баллов

Сравнивая рейтинговые показатели представленных тракторов, видно следующее: тракторы Fendt Vario 208 и Deutz-Fahr Agroplus 410 значительно превышают по эксплуатационным свойствам своих европейских и американских «собратьев» и тракторов Kubota; ниже по своим эксплуатационным свойствам тракторов Kubota – Massey Ferguson 5410, Deutz-Fahr Agrotron 4.80; одинаковы по своим эксплуатационным свойствам - CASE Farmal 75JX, Fendt Vario 207.

Аналогичные расчёты произведём для остальных диапазонов мощности, где представлены тракторы Kubota и представим результаты.

В диапазоне мощности 91-107 л.с. лучший трактор Fendt Vario 311, трактор Kubota M9540 значительно уступает равным по мощности европейским и американским тракторам. В диапазоне мощности 110-125 л.с. примерно одинаковые эксплуатационные свойства у тракторов Massey Ferguson 5470, CASE Maxxum 120, Challenger MT515 D. Японские тракторы Kubota M9960, Kubota M5111 значительно уступают своим европейским и американским прототипам. В диапазоне 126-142 л.с. лучшие эксплуатационные свойства у John Deer 6140M, практически одинаковы у CASE Puma 140, CASE Maxxum 130. Худшие эксплуатационные свойства из исследуемых тракторов у New Holland T6050, равные с Kubota M135 GXS II. В диапазоне 170-185 л.с. лучшие эксплуатационные свойства у Challenger MT575B, затем Massey Ferguson 7180. Эксплуатационные свойства у трактора Kubota M7171 выше, чем у следующих тракторов: Massey Ferguson 7170, Massey Ferguson 7718, New Holland T6090, John Deer 6175 M. У Kubota M7151 эксплуатационные свойства на одном уровне с Massey Ferguson 7718.

Для наглядности результаты расчётов эксплуатационных свойств тракторов, в целом по фирмам-производителям, представим на рис. 3.

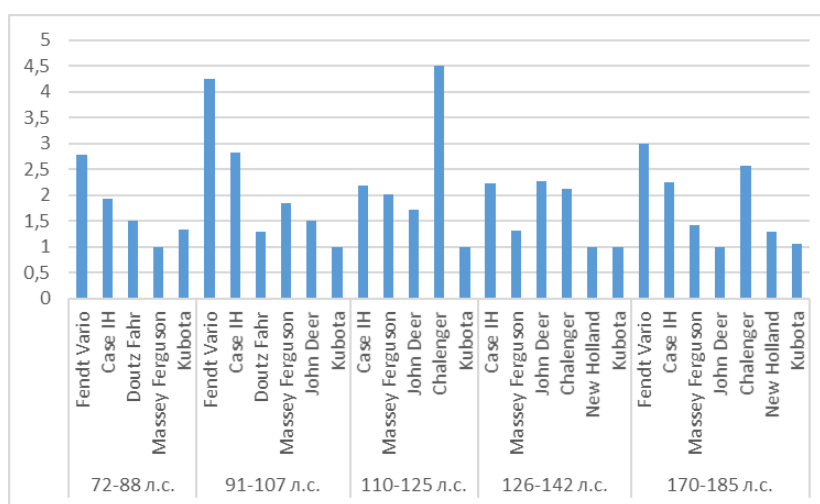


Рисунок 3 -Уровень эксплуатационных свойств сельскохозяйственных тракторов мировых производителей.

На основании произведённых исследований можно сделать вывод о том, что сельскохозяйственные тракторы, выпускаемые компанией Kubota Corporation, имеют довольно высокие эксплуатационные свойства, особенно в диапазонах мощности двигателя 72-88 л.с. и 170-185 л.с. В диапазонах 91-142 л.с. японские тракторы несколько проигрывают тракторам

европейского и американского производства. Поэтому мы можем рекомендовать отечественным сельхозтоваропроизводителям приобретать тракторы производства Kubota Corporation, особенно в вышеуказанных мощностных диапазонах. Необходимо отметить, что компания Kubota Corporation является общепризнанным мировым лидером по производству малогабаритных и мини тракторов.

#### **Библиографический список**

1. Миллионы тракторов - мировые лидеры. Текст: электронный. URL: <https://zen.yandex.ru/media/tractor/milliony-traktorov-mirovye-lidery-5b4e28746a5ab500ab997a6e>
2. Мировой рынок сельскохозяйственной техники и оборудования. Текст: электронный. URL: [www.ereport.ru/articles/commod/mirovoj-rynok-selskohozjajstvennoj-tehniki.htm](http://www.ereport.ru/articles/commod/mirovoj-rynok-selskohozjajstvennoj-tehniki.htm)
3. Kubota Corporation – с момента основания до наших дней. Текст: электронный. URL: <https://specnavigator.ru/brendy/kubota-corporation.html>
4. Трактор Kubota (Кубота): описание, сфера применения, стоимость. Текст: электронный. URL: <http://spez-tech.com/tehnika/selhoz/traktoryi/kubota/opisanie-sfera-primeneniya-stoimost.html>
5. Иовлев Г.А. Реализация эксплуатационных свойств зарубежными сельскохозяйственными тракторами // Теория и практика мировой науки. 2019. №6. С. 16-22.
6. Голдина И.И., Несговоров А.Г. Анализ и сравнение эксплуатационных свойств тракторов Беларус и тракторов ведущих зарубежных фирм // Научный Технический Вестник Технические системы в АПК. 2019. №3. С.113-123.
7. Иовлев Г.А., Зорков В.С. Экономическая эффективность использования зарубежного и отечественного трактора // Теория и практика мировой науки. 2020. №1. С. 72-76.

#### **Bibliographic list**

1. Millions of tractors are world leaders. Text: electronic. URL: <https://zen.yandex.ru/media/tractor/milliony-traktorov-mirovye-lidery-5b4e28746a5ab500ab997a6e>
2. World market of agricultural machinery and equipment. Text: electronic. URL: [www.ereport.ru/articles/commod/mirovoj-rynok-selskohozjajstvennoj-tehniki.htm](http://www.ereport.ru/articles/commod/mirovoj-rynok-selskohozjajstvennoj-tehniki.htm)
3. Kubota Corporation - from the moment of its Foundation to the present day. Text: electronic. URL: <https://specnavigator.ru/brendy/kubota-corporation.html>
4. Kubota tractor: description, scope, cost. Text: electronic. URL: <http://spez-tech.com/tehnika/selhoz/traktoryi/kubota/opisanie-sfera-primeneniya-stoimost.html>
5. Iovlev G. A. Implementation of operational properties of foreign agricultural tractors // Theory and practice of world science. 2019. No. 6. Pp. 16-22.
6. Goldina I. I., Nesgovorov A. G. Analysis and comparison of operational properties of Belarus tractors and tractors of leading foreign companies // Scientific Technical Bulletin Technical systems in agriculture. 2019. No. 3. Pp. 113-123.
7. Iovlev G. A., Zorkov V. S. Economic efficiency of using foreign and domestic tractors // Theory and practice of world science. 2020. No. 1. C. 72-76.

## ОБЗОР СПОСОБОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДЭС И СОСТАВА ДСТ

**Садов Артем Александрович** – старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: [artemsadov@yandex.ru](mailto:artemsadov@yandex.ru))

**Новопашин Леонид Алексеевич** – кандидат технических наук, доцент заместитель декана факультета инженерных технологий по научной работе ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**Денежко Любовь Васильевна**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [denejko@yandex.ru](mailto:denejko@yandex.ru))

Рецензент: **Носырев М. Б.**, доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: [nosyrev.mb@mail.ru](mailto:nosyrev.mb@mail.ru))

**Ключевые слова:** оптимизация, обзор методик, дизельное смесевое топливо, биодизель, дизельная электростанция, мощностные, топливно-экономические показатели работы, выбросы вредных веществ.

### **Анотация**

Проведенный анализ научной литературы показывает, что применение дизельного смесевое топлива на основе рицинового масла и биоэтанола производимого из клещевины пригодно к применению в качестве топлива в дизельных электростанциях и является перспективным направлением в связи с проводимой политикой диверсификации.

Проведенные поисковые исследования позволяют сделать вывод, что над вопросом оптимизации процесса работы ДВС и ДЭС работает большое количество ученых таких как Марков В.А., Тарлаков Я.В., В данной статье рассматривается опыт данных ученых по процессу оптимизации работы двигателей внутреннего сгорания и дизельной электростанции с точки зрения экологических и топливно-мощностных показателей. По результату сделаны выводы и предложен вектор дальнейших исследований, связанных с оптимизацией состава смеси согласно физико-химическим показателям элементов применяемых в биотопливе, то есть плотности,

вязкости и цетановом числе, с целью предварительной отбраковки непригодных смесей к исследованию.

## REVIEW OF METHODS OF OPTIMIZATION OF INDICATORS OF WORK OF DES AND THE COMPOSITION OF DST

**Sadov A.A.** — senior lecturer department of technological and transport machines, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 996-187-9731, E-mail: [artemsadov@yandex.ru](mailto:artemsadov@yandex.ru))

**L.A. Novopashin**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**L.V. Denezhko**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [denejko@yandex.ru](mailto:denejko@yandex.ru))

Reviewer: **M. B. Nosyrev**, doctor of technical Sciences, Professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Professor of Ural state UNIVERSITY (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: [nosyrev.mb@mail.ru](mailto:nosyrev.mb@mail.ru))

**Keywords:** optimization, review of methods, diesel mixed fuel, biodiesel, diesel power plant, power, fuel and economic performance indicators, emissions of harmful substances.

### Summary

The analysis of the scientific literature shows that the use of diesel mixed fuel based on ricin oil and bioethanol produced from castor oil is suitable for use as fuel in diesel power plants and is a promising area in connection with the diversification policy.

Conducted exploratory studies allow us to conclude that a large number of scientists such as Markov V.A., Tarlakov Y.V. are working on the issue of optimizing the operation of internal combustion engines and diesel engines. This article discusses the experience of these scientists on the process of optimizing the operation of internal combustion engines and diesel power plants in terms of environmental and fuel-related indicators. Based on the result, conclusions are drawn and a vector of further studies is proposed related to optimizing the composition of the mixture according to the physicochemical parameters of the elements used in biofuels, i.e. density, viscosity and cetane number, with the aim of preliminary screening of unsuitable mixtures for research.

Рассматривая процесс применения дизельного смешанного топлива приводит к вопросу оптимизации работы двигателя внутреннего сгорания дизельной электростанции с таких точек

зрения как при мощностные, топливно-экономические показатели работы, выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов дизельной электростанции при работе на различных смесевых топливах. В работах ученых [1,2,3,4,5,6] рассмотрены критерии оптимальности, учитывающий основные параметры и характеристики, полученные в ходе эксплуатации ДЭС. В работе [1] рассматривается целевая функция для оптимизации, которая представляет собой ряд функциональных зависимостей экологически вредных выбросов от генерируемой мощности дизельной электростанции и состава смесевого топлива и представлена следующим образом:

$$F_1(x_1, x_2) = \sum_{i=0}^n \frac{F_i(x_1, x_2)}{F_{i \max}(x_1, x_2)} \quad (1.1)$$

где  $F_i(x_1, x_2)$ - функция количества выброса  $i$ -го экологически вредного вещества,

$F_{i \max}(x_1, x_2)$ - максимально допустимое количество выброса  $i$ -го вредного вещества, определяемое регламентами Евростандарта.

Естественным требованием для данной целевой функции будет требование ее минимизации, то есть автором было предложено [1]:

$$F_1(x_1, x_2) = \sum_{i=0}^n \frac{F_i(x_1, x_2)}{F_{i \max}(x_1, x_2)} \rightarrow \min \quad (1.2)$$

при заданных ограничениях по экологическим стандартам по максимально допустимым выбросам. Это ограничение приводит к определению границы допустимых изменений параметров.

То есть условие

$$\frac{F_i(x_1, x_2)}{F_{i \max}(x_1, x_2)} \leq 1 \text{ любого } i\text{-го вредного вещества} \quad (1.3)$$

определяет все допустимые режимы работы дизельного двигателя или невозможность его использования при выполнении условия

$$\frac{F_i(x_1, x_2)}{F_{i \max}(x_1, x_2)} > 1 \text{ для какого-либо одного вредного вещества} \quad (1.4)$$

здесь учитывается возможность зависимости функции от нескольких параметров в исследованиях автора [1] учитывались такие параметры как процентное содержание биодобавок в дизельном топливе и общий расход топлива, приходящийся на один киловатт мощности, генерируемой двигателем.

При оптимизации работы ДЭС с целью снижения расхода топлива при учете экологических требований Евростандартами для эксплуатации дизельных двигателей автором работы [**Ошибка! Закладка не определена.**] выбрана функция расхода топлива, которая существенно нелинейным образом зависит от процентного содержания биодобавок к дизельному топливу  $X_1$  и мощности  $X_2$ .

$$F_2(x_1, x_2) = D(x_1, x_2) \rightarrow \min \quad (1.5)$$

С целью определения оптимальных значений целевой функции внутри допустимой области изменения параметров используется Тарлаковым Я.В.

$$\begin{cases} h_j(x_1, x_2) \leq b_j \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (j=1 \dots m) \quad (1.6)$$

(требование не отрицательности всех параметров является естественным ограничением) нахождение решения сводится к следующей системе дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} \frac{\partial F_2(x_1, x_2)}{\partial x_1} = \frac{\partial D(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 0 \\ \frac{\partial F_2(x_1, x_2)}{\partial x_2} = \frac{\partial D(x_1, x_2)}{\partial x_2} = 0, \quad (j = 1 \dots m), \\ h_j(x_1, x_2) \leq b_j \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (1.7)$$

Если целевая функция имеет минимальное значение на границе допустимой области, то в качестве метода нахождения условного экстремума автором [1] был выбран метод множителей Лагранжа.

Функция Лагранжа выглядит следующим образом:

$$F_2(x_1, x_2, \lambda_j) = D(x_1, x_2) + \sum_{j=1}^m \lambda_j (h_j(x_1, x_2) - b_j) \quad (1.8)$$

$D(x_1, x_2)$ - общий расход топлива,

$\lambda_j$  - числа, называемые множителями Лагранжа,

$h_j(x_1, x_2) = b_j$  - система уравнений (условия), которым удовлетворяют переменные  $x_1, x_2$ ,

$m$  - количество таких условий.

Система уравнений для нахождения условного экстремума такова

$$\begin{cases} \frac{\partial F_2}{\partial x_1} = \frac{\partial D}{\partial x_1} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial h_i}{\partial x_1} = 0 \\ \frac{\partial F_2}{\partial x_2} = \frac{\partial D}{\partial x_2} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial h_i}{\partial x_2} = 0 \\ \frac{\partial F_2}{\partial \lambda_j} = h_j(x_1, x_2) - b_j = 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \\ (j = 1 \dots m) \end{cases} \quad (1.9)$$

Приведенные выше автором [1] модели показывают, что подход к решению задачи оптимизации за счет методов нелинейного математического программирования позволяет определять оптимальные параметры работы двигателя внутреннего сгорания и установить взаимосвязь отдельных характеристик, их влияние.

Кроме этого, необходимо рассмотрение таких методик как в изложенных трудах [5,6] где предложены три методики оптимизации состава смесового топлива.

В первой методике Марковым В.А. рассматривается обобщенный критерий оптимальности  $J_0$  формируется в виде произведения двух частных критериев. В качестве критерия топливной экономичности  $J_{\eta_e}$  принят эффективный КПД двигателя, а в качестве критерия токсичности ОГ



$J_{NO_x}$  – выброс наиболее значимого токсичного компонента ОГ – оксидов азота. Такой обобщенный критерий оптимальности выглядит следующим образом (1.10):

$$J_0 = J_{\eta_e} J_{NO_x} = \frac{\eta_{eДТ} C_{NO_x i}}{\eta_{ei} C_{NO_x ДТ}} \quad (1.10)$$

где  $\eta_{eДТ}$  и  $C_{NO_x ДТ}$  – эффективный КПД и концентрация оксидов азота в ОГ дизеля, работающего на нефтяном ДТ;  $\eta_{ei}$  и  $C_{NO_x i}$  – эффективный КПД и концентрация оксидов азота в ОГ дизеля, работающего на смесевом топливе  $i$ -того состава. Этот обобщенный критерий оптимальности отличается простотой и сравнительно небольшим объемом необходимых расчетов, но не учитывает выброс ряда нормируемых токсичных компонентов – монооксида углерода CO, несгоревших углеводородов  $CH_x$  и сажи С

Во второй методике авторами в работах [4,5,6] рассматривается обобщенный критерий оптимальности  $J_0$  формируется в виде суммы частных критериев, характеризующих топливную экономичность  $J_{\eta_e}$ , выброс с ОГ оксидов азота  $J_{NO_x}$ , монооксида углерода  $J_{CO}$ , несгоревших углеводородов  $J_{CH_x}$ , а также дымность ОГ

$$J_0 = J_{\eta_e} + J_{NO_x} + J_{CO} + J_{CH_x} + J_{K_x} = \frac{\eta_{eДТ}}{\eta_{ei}} + \frac{C_{NO_x i}}{C_{NO_x ДТ}} + \frac{C_{CO i}}{C_{CO ДТ}} + \frac{C_{CH_x i}}{C_{CH_x ДТ}} + \frac{K_x i}{K_x ДТ} \quad (1.11)$$

где  $C_{CO ДТ}$ ,  $C_{CH_x ДТ}$ ,  $K_x ДТ$  – концентрации монооксида углерода и углеводородов в ОГ дизеля, работающего на ДТ, а также дымность его ОГ;

$C_{CO i}$ ,  $C_{CH_x i}$ ,  $K_x i$  – концентрации монооксида углерода и углеводородов в ОГ дизеля, работающего на смесевом топливе  $i$ -того состава, а также дымность его ОГ.

Третья методика в работах [4,5,6] предусматривает формирование обобщенного критерия оптимальности  $J_0$  в виде суммы частных критериев, аналогичной выражению (1.11), но вводятся весовые коэффициенты, характеризующие значимость каждого из слагаемых:

$$J_0 = a_{\eta_e} J_{\eta_e} + a_{NO_x} J_{NO_x} + a_{CO} J_{CO} + a_{CH_x} J_{CH_x} + a_{K_x} J_{K_x} = a_{\eta_e} \frac{\eta_{eДТ}}{\eta_{ei}} + a_{NO_x} \frac{C_{NO_x i}}{C_{NO_x ДТ}} + a_{CO} \frac{C_{CO i}}{C_{CO ДТ}} + a_{CH_x} \frac{C_{CH_x i}}{C_{CH_x ДТ}} + a_{K_x} \frac{K_x i}{K_x ДТ} \quad (1.12)$$

При этом весовой коэффициент  $a_{\eta_e}$ , характеризующий эффективный КПД, принят равным единице, а весовые коэффициенты  $a_{NO_x}$ ,  $a_{CO}$ ,  $a_{CH_x}$ , характеризующие выброс нормируемых токсичных компонентов, определялись в виде отношений действительной эмиссии токсичных компонентов ОГ дизеля, работающего на ДТ ( $e_{NO_x}$ ,  $e_{CO}$ ,  $e_{CH_x}$ ), к предельным величинам эмиссии, определяемым нормами на токсичность ОГ

$$a_{NO_x} = \frac{e_{NO_x}}{e_{NO_x пр}} \quad (1.13)$$

$$a_{CO} = \frac{e_{CO}}{e_{CO пр}} \quad (1.14)$$

$$a_{CH_x} = \frac{e_{CH_x}}{e_{CH_x пр}} \quad (1.15)$$

Весовой коэффициент частного критерия дымности ОГ  $a_{K_x}$  определялся в виде отношения дымности ОГ  $K_x$  дизеля, работающего на ДТ на режиме максимального крутящего момента, к предельному значению дымности ОГ  $K_{x \text{ пр}}$  дизеля на этом режиме, определяемому нормами на дымность ОГ:

$$a_{K_x} = \frac{K_x}{K_{x \text{ пр}}} \quad (1.16)$$

Как и в выражении (1.11), в третьей методике последнее слагаемое в выражении для  $J_0$  учитывалось лишь на режимах ВСХ, а на режимах с неполной нагрузкой обобщенный критерий оптимальности  $J_0$  выражения (1.12) включает лишь первые четыре слагаемые.

Авторы изложенных методик [1,2,3,4,5,6] широко рассматривают процессы оптимизации со стороны эксплуатационных показателей двигателя ориентируясь на состав отработанных газов, расход топлива и выходной мощности, при этом не рассматривается разнородность по физико-химическим показателям элементов применяемых в биотопливе, то есть плотности, вязкости, цетановом числе и не учитывает входную пригодность исследуемой смеси к проведению будущих экспериментальных стендовых и эксплуатационных исследований. Данные методики подразумевают априори что данная смесь пригодна и может применяться на ДВС. Это говорит о необходимости проведения оптимизации после предварительных экспериментальных исследований и не может быть применима при поисковых теоретических исследованиях.

По результату поисковых исследований нами было уделено внимание такому вопросу как оптимизация состава смеси согласно физико-химическим показателям элементов применяемых в биотопливе, то есть плотности, вязкости и цетановом числе, так как основываясь на предыдущие статьи [7,8,9], при расчета рабочего цикла двигателя необходимо учитывать и разнородность исходного сырья не только со стороны элементарного состава но и физических особенной таких как вязкость, плотность, иодное число и другие.

### **Библиографический список**

1. Тарлаков Я.В. Эксплуатационные показатели дизельных электростанций лесного комплекса при работе на биотопливе: дис. канд.тех. наук. Московский. Гос. Университет леса, Москва, 2013.
2. Кольниченко Г.И., Тарлаков Я.В., Сиротов А.В. Биоэнерготехнологии и лесопромышленный комплекс // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2017. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioenergotehnologii-i-lesopromyshlennyy-kompleks> (дата обращения: 17.04.2020).
3. Кольниченко Г.И., Сиротов А.В., Тарлаков Я.В. Выбор рациональных режимов ДЭС, работающих с учетом ограничений по экологическим евростандартам // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2014. №2 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-ratsionalnyh-rezhimov-des-rabotayuschih-s-uchetom-ogranicheniy-po-ekologicheskim-evrostandartam> (дата обращения: 17.04.2020).

4. Марков Владимир Анатольевич, Девянин Сергей Николаевич, Быковская Лариса Игоревна Оптимизация состава многокомпонентных смесевых биотоплив для дизельных двигателей сельскохозяйственных машин // Известия вузов. Машиностроение. 2013. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-mnogokomponentnyh-smesevyh-biotopliv-dlya-dizelnyh-dvigatelay-selskohozyaystvennyh-mashin> (дата обращения: 17.04.2020).

5. Марков Владимир Анатольевич, Маркова Вера Владимировна, Сивачёв Владислав Максимович, Сивачёв Станислав Максимович Оптимизация состава смесевых биотоплив на основе растительных масел для дизельных двигателей // NBI-technologies. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-smesevyh-biotopliv-na-osnove-rastitelnyh-masel-dlya-dizelnyh-dvigatelay> (дата обращения: 17.04.2020).

6. Марков Владимир Анатольевич, Девянин Сергей Николаевич, Каськов Сергей Иосифович Оптимизация состава смесей нефтяного дизельного топлива с растительными маслами // Известия вузов. Машиностроение. 2016. №7 (676). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-smesevy-neftyanogo-dizelnogo-topliva-s-rastitelnyimi-maslami> (дата обращения: 17.04.2020).

7. Новопащин Л.А., Панков Ю.В., Денежко Л.В., Садов А.А. Растительные масла, жирные кислоты, биодизель // Екатеринбург. – 2019. - с. 191

8. Садов А.А., Денежко Л.В., Новопащин Л.А. Теоретическое исследование показателей работы тракторного дизеля при применении дизельного смесевоего топлива на основе рицинового масла // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 71-74.

9. Денежко Л.В., Новопащин Л.А., Садов А.А. Теоретическое исследование показателей дизеля дизельной электростанции при использовании МДСТ на основе биоэтанола и масла // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 4 (4). С. 65-75.

#### **Bibliographic list**

1. Tarlakov Ya.V. Performance indicators of diesel power plants of the forest complex when working on biofuels: dis. Ph.D. sciences. Moscow. Gos. Forest University, Moscow, 2013.

2. Kolnichenko G.I., Tarlakov Y. V., Sirotoy A.V. Bioenergy technologies and timber industry complex // Vestnik MGUL - Forest Gazette. 2017. No5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioenergotehnologii-i-lesopromyshlennyy-kompleks> (accessed: 04.17.2020).

3. Kolnichenko G. I., Sirotoy A. V., Tarlakov Y. V. The choice of rational modes of DES working with restrictions on environmental European standards // Vestnik MGUL - Lesnoy vestnik. 2014. No2 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-ratsionalnyh-rezhimov-des-rabotayuschih-s-uchetom-ogranicheniy-po-ekologicheskim-evrostandartam> (accessed: 04.17.2020).

4. Markov Vladimir Anatolyevich, Devyanin Sergey Nikolaevich, Bykovskaya Larisa Igorevna Optimization of the composition of multicomponent mixed biofuels for diesel engines of agricultural

machines // News of universities. Engineering. 2013. No. 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-mnogokomponentnyh-smesevyh-biotopliv-dlya-dizelnyh-dvigatelye-selskohozyaystvennyh-mashin> (accessed: 04.17.2020).

5. Markov Vladimir Anatolyevich, Markova Vera Vladimirovna, Sivachev Vladislav Maksimovich, Sivachev Stanislav Maksimovich Optimization of the composition of mixed biofuels based on vegetable oils for diesel engines // NBI-technologies. 2014. No4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-smesevyh-biotopliv-na-osnove-rastitelnyh-masel-dlya-dizelnyh-dvigatelye> (accessed: 04.17.2020).

6. Markov Vladimir Anatolyevich, Devyanin Sergey Nikolaevich, Kaskov Sergey Iosifovich Optimization of the composition of mixtures of oil diesel fuel with vegetable oils // News of universities. Engineering. 2016. No7 (676). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-smesevy-neftyanogo-dizelnogo-topliva-s-rastitelnymi-maslami> (accessed: 04.17.2020).

7. Novopashin L.A., Pankov Yu.V., Denezhko L.V., Sadov A.A. Vegetable oils, fatty acids, biodiesel // Ekaterinburg. - 2019. -- c. 191

8. Sadov A.A., Denezhko L.V., Novopashin L.A. Theoretical study of performance indicators of tractor diesel when using diesel mixed fuel based on ricin oil // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2019.No 2.P. 71-74.

9. Denezhko L.V., Novopashin L.A., Sadov A.A. A theoretical study of the performance of a diesel diesel power plant using MDST based on bioethanol and oil // Scientific and Technical Bulletin Technical Systems in the AIC. 2019.No 4 (4). S. 65-75.

## МАШИННО – ТРАНСПОРТНЫЕ СТАНЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

**Воронин Борис Александрович** – доктор юридических наук, профессор, директор научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12, E-mail: [voroninba@yandex.ru](mailto:voroninba@yandex.ru))

**Юсупов Мамед Лечиевич** – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета инженерных технологий ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9126009555 E-mail: [mamed.yusupov.2014@mail.ru](mailto:mamed.yusupov.2014@mail.ru))

**Новопашин Леонид Алексеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических и транспортных машин, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [novorashin-leonid@ya.ru](mailto:novorashin-leonid@ya.ru))

**Воронина Яна Викторовна** – старший преподаватель кафедры управления и права ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12)

Рецензент: **Зеленин А.Н.** - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9089282546, E-mail: [agron@mail.ru](mailto:agron@mail.ru))

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, машинно – тракторная станция, механизаторские кадры, колхозы и совхозы.

### Аннотация

Машинно – тракторная станция (МТС) – государственное сельскохозяйственное предприятие, основу которого составляет наличие тракторов, комбайнов, прицепного, навесного и иного оборудования, обеспечивающего проведение технологических работ в течении всего сельскохозяйственного года, обладающего ремонтно – механической базой, а так же квалифицированными кадрами механизаторов и рабочих, проводящих слесарно – токарные, кузнечные, сварные и иные ремонтные работы.

МТС, как правило, обеспечивала колхозы, расположенные в оптимальной транспортной доступности в пределах одного административного района.

Основной производственной структурой МТС была тракторная бригада. Машинно – тракторные станции обслуживали колхозы на основе типового договора и осуществляли производственно – техническое обеспечение хозяйственной деятельности колхозов.

При каждой МТС были созданы политотделы, которые были в тесной связи с ГПУ вначале, и особенно в военный период, выявляли различного рода вредителей и нарушителей трудовой и технологической дисциплины. Особая заслуга МТС в развитии сельского хозяйства в годы Великой Отечественной войны и развитии сельскохозяйственного производства впервые послевоенные годы, когда в колхозах и совхозах не хватало квалифицированных механизированных кадров и сельскохозяйственной техники.

### **MACHINERY - TRANSPORT STATIONS IN AGRICULTURE OF RUSSIA**

**B.A. Voronin**, doctor of law, professor, director of the scientific research institute of agrarian and ecological problems and agriculture management, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [denejko@yandex.ru](mailto:denejko@yandex.ru))

**M.L. Yusupov**, candidate of economy sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 9126009555 E-mail: [mamed.yusupov.2014@mail.ru](mailto:mamed.yusupov.2014@mail.ru))

**L.A. Novopashin**, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: [novopashin-leonid@ya.ru](mailto:novopashin-leonid@ya.ru))

**Y.V. Voronina**, senior lecturer of the department of management and law of the Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-12)

Reviewer: **Zelenin A. N.** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Karl Liebkecht str., 42 tel. +7 9089282546, E-mail: [agron@mail.ru](mailto:agron@mail.ru))

**Keywords:** agriculture, machine and tractor station, machine operator personnel, collective and state farms.

### **Summary**

Machine and tractor station (MTS) is a state agricultural enterprise, the basis of which is the presence of tractors, combines, trailed, mounted and other equipment that provides for the

implementation of technological work throughout the entire agricultural year, has a repair and mechanical base, as well as qualified personnel of machine operators and workers carrying out metalwork - turning, blacksmithing, welding and other repair work.

MTS, as a rule, provided collective farms located in optimal transport accessibility within the same administrative region.

The main production structure of MTS was the tractor team. Machine and tractor stations served collective farms on the basis of a model contract and carried out industrial and technical support for the economic activities of collective farms.

Political departments were created at each MTS, which were in close contact with the GPU at the beginning, and especially during the war period, and revealed various kinds of pests and violators of labor and technological discipline. A special merit of MTS in the development of agriculture during the Great Patriotic War and the development of agricultural production for the first time after the war, when the collective farms and state farms lacked qualified mechanized personnel and agricultural machinery.

Цель настоящего исследования заключается в том, чтобы объективно оценить существование МТС как формы организации сельскохозяйственной деятельности в сельских населенных пунктах в условиях нехватки квалифицированных кадров механизаторов и ремонтных специалистов.

Методы исследования: исторический, социологический, экономического анализа.

#### **Результаты исследования.**

5 июня 1929 г. Совет Труда и Оборона принял постановление «Об организации машинно – тракторных станций»[1] положившее начало широкому строительству МТС в нашей стране. Отмечая роль МТС в колхозном строительстве, на ноябрьском (1929г.) Пленуме ЦУ ВКП(б) подчеркивалось, что, «создавая широкую возможность использования преимуществ современной техники в крестьянских хозяйствах, машинно – тракторные станции должны стать центром сплошной коллективизации целых районов»[2]. Пленум одобрил создание Трактороцентра как автономного органа, входящего в систему Колхозцентра.

До 1958 года МТС представляли собой индустриальную, материально – техническую базу колхозного строя и были важнейшими опорными пунктами в руках социалистического государства по руководству колхозами [3].

Машинно – тракторная станция как государственные сельскохозяйственные предприятия находились на государственном бюджетном финансировании, и их работники получали от государства денежную заработную плату, в тоже время МТС по официальным договорам с колхозами получали от колхозов оплату зерном и иными продуктами за выполненные работы в растениеводстве[4].

Развитие и укрепление колхозного строя способствовало созданию в Свердловской области более 75 МТС, в которых были сосредоточены трактора и другая сельскохозяйственная техника, а также кадры квалифицированных механизаторов.

Машинно – тракторные станции с начала создания уделяли серьезное внимание развитию мастерских, в которых трудились квалифицированные слесари, электрики, кузнецы, токари, сварщики и другие специалисты. Для них были созданы особые условия труда, заработной платы и иных гарантий, включая предоставление брони от участия в Великой Отечественной войне.

Мастерские МТС строились из кирпича и были капитальными зданиями, отдельные из которых до сих пор сохранились и используются в разных целях.

МТС занимались не только производством полевых работ, но и научно – производственными исследованиями.

Так, в 1946 – 1954 годах в Белоярском районе Свердловской области вошла в строй первая в стране электро – МТС, которая проводила работу по внедрению электроэнергии в сельском хозяйстве.

Внедрение электричества во все отрасли колхозного производства составляла предмет главной и постоянной заботы Белоярского райкома партии и райисполкома. Большим праздником был день появления на полях Белоярки электротракторов. Управление машиной полностью механизировано. Достаточно сказать, что для ее пуска надо только нажать кнопку. Новый электрический трактор легко тянет многокорпусные плуги и одновременно выпашивает площадь шириной около двух метров... Когда необыкновенные, невиданные еще машины вышли на поля, колхозники все обеденные перерывы проводили возле них, безмолвно созерцая их ровную, почти бесшумную работу». В те годы в крестьянский обиход вошли понятия: электрострижка, электродойка, электрокормокухня. Что касается электротракторов, то их считали гигантским «шагом к коммунизму», преобразующим труд и быт колхозной деревни. «Ни возни с горючим, ни гари. Работать на таком тракторе – одно удовольствие... Вспашка одного гектара электротрактором при питании его от гидростанции обходится значительно дешевле, чем вспашка тепловым трактором», - радовался новинке один из механизаторов тех лет. Увы, то ли всегдашнее российское разгильдяйство послужило тому причиной, то ли сыграла роль необъятность родных полей для электровспашки которых потребовалось бы огромное количество подстанций и электрокабелей, но заманчивое это новшество на белоярских полях не прижилось [5]. Как отмечает В.П. Мотревич [6]. Крупным шагом в реформировании колхозного строя явилось реорганизация машинно – тракторных станций. В 1958 г. в стране были ликвидированы МТС, их техника передана колхозам. Передача колхозам техники теоретически позволяла лучше ее использовать, поскольку на земле теперь оставался один хозяин – колхоз. Это уменьшало обезличку в крестьянском труде. Однако при ликвидации МТС колхозам был навязан выкуп имеющейся у машинно – тракторных станций техники. Это поглотило финансовые ресурсы



колхозов и заставило многие из них брать большие кредиты в банке без перспектив по ним рассчитаться. Долги колхозов банкам за сельскохозяйственную технику составили в 1961 г. более 2 млрд.руб. При этом государство сохранило за собой материально – техническое снабжение колхозов и заказ на производимую колхозами сельскохозяйственную продукцию, что усилило неэквивалентность обмена, между нами. Одним из негативных последствий реорганизации МТС была и потеря примерно половины квалифицированных механизаторских кадров. Механизаторы МТС опасались, что переход на работу в колхозы понизит их социальный статус. Работая в МТС, они считались рабочими, получали более высокую зарплату и имели право на пенсию. При переходе на работу в колхозы механизаторы всего этого лишались, и многие из них, имея дефицитную профессию, переехали на жительство в города. Из – за низкого уровня технического обслуживания в колхозах ухудшилась эксплуатация техники. Для проверки технического состояния и ремонта машин на селе стали создаваться организации «Сельхозтехника», но это не привело к заметному улучшению.

Правовой основой для ликвидации МТС стал закон «О дальнейшем развитии колхозного строя и реорганизации машинно – тракторных станций» от 31 марта 1958г.

#### **Выводы.**

Исследование истории МТС в сельском хозяйстве советской России свидетельствует о внимании органов государственной власти к формированию технического потенциала колхозов и совхозов как основных форм хозяйства в сельской местности. Создание большого количества колхозов после 1927 года с их слабой технической базой объективно потребовало концентрации тракторов, комбайнов и сельскохозяйственного оборудования, а так же ремонтно – технических материалах, в специальных предприятиях с участием государства, которые получали название машинно – тракторная станция. Это было важное решение страны и правительства в годы развития в стране колхозного строя и активного участия государства в сельском хозяйстве в условиях существования кооперации, поскольку колхозы на начальном этапе своего существования были сельскохозяйственными кооперациями и создавались на принципах сельскохозяйственной кооперации.

После официальной ликвидации МТС в отдельных регионах Российской Федерации были попытки организовать машинно – тракторные станции в условиях рыночных отношений в сельском хозяйстве.

В Свердловской области в начале девяностых годов было создано 14 МТС, которые не получали дальнейшего развития как новые формы хозяйствования в условиях трансформации экономических отношений, приведших к кризису в аграрной экономике и, в массе своей, к развалу сельскохозяйственных организаций.

Сегодня необходимо вернуться к воссозданию МТС, но в форме сельскохозяйственного потребительского кооператива, в соответствии с федеральным законом от 08.12.1995 г. «О

сельскохозяйственной кооперации» [8]. Например, в Свердловской области создано более 700 фермерских хозяйств и только у некоторых из них имеется необходимая сельскохозяйственная техника, а во многих имеются изношенные трактора и комбайны, что не позволяет нормально организовать технологический процесс. Надо создавать сельскохозяйственные потребительские кооперативы фермеров и привлекать к этому личные подсобные хозяйства сельских жителей.

С учетом опыта функционирования машинно– тракторных станций в советской России и современных экономических реалий необходимо разработать и применять специальный закон о МТС с реальной государственной финансовой поддержкой этой формы хозяйствования в аграрной экономике страны.

Необходимо теоретическое освоение опыта существования МТС и практическая помощь органов власти на всех уровнях в создании условий для развития этих структур в современных условиях хозяйствования в аграрной сфере.

Необходимо создать условия для обеспечения производственно – хозяйственной деятельности фермеров соответствующим техническим потенциалом, а так же высококвалифицированными механизированными кадрами. Эти задачи можно решить с помощью МТС, особенно в условиях цифровизации сельской экономики.

#### **Библиографический список**

1. СЗ СССР, 1929, №39, ст.353
2. КПСС в резолюциях и решениях... Т. 4, с.348
3. Советское колхозное право: — М. Юрид. литература. 1978. С. 31
4. Мотревич В. П. Экономическая история России: учебное пособие: — Екатеринбург: [Изд-во Гуманитар. ун-та], 2005. — 712 с.
5. Новопашин М.М., Сухов Ю.Д., Киров Н.А., Семенин А.Ф., Трофимов А.В. Крестьянский сарафан Малахитницы: культурно-исторические очерки:— Екатеринбург: [Изд-во Сократ], 2003.С.368
6. Мотревич В.П. Аграрная история России (IX-XX вв.). Учебное пособие: — Екатеринбург: [Уральское аграрное издательство], 2012. С. 288
7. Закон СССР от 31.03.1958 "О дальнейшем развитии колхозного строя и реорганизации машинно-тракторных станций»: — [Изд-во Известие], 1958.
8. Федеральный закон "О сельскохозяйственной кооперации" от 08.12.1995 N 193-ФЗ: — Собрание законодательства РФ, 1995. №50. С4870

#### **Bibliographic list**

1. SZ USSR, 1929, No. 39, Art. 353
2. The CPSU in resolutions and decisions ... Т. 4, p.348
3. Soviet collective farm law: - M. Yurid. literature. 1978. S. 31

4. Motrevich V. P. The economic history of Russia: a training manual: - Yekaterinburg: [Publishing house of the Humanities. University], 2005. - 712 p.
5. Novopashin M.M., Sukhov Yu.D., Kirov N.A., Semenin A.F., Trofimov A.V. Peasant sundress Malachitnitsy: cultural and historical essays: - Yekaterinburg: [Publishing house Sokrat], 2003.P.368
6. Motrevich V.P. The agrarian history of Russia (IX-XX centuries). Textbook: - Yekaterinburg: [Ural Agricultural Publishing House], 2012. P. 288
7. Law of the USSR of 03.31.1958 "On the further development of the collective farm system and the reorganization of machine and tractor stations": - [Izvestia Izvestia], 1958.
9. Federal Law "On Agricultural Cooperation" dated 08.12.1995 N 193-Φ3: - Meeting of the legislation of the Russian Federation, 1995. No. 50. S4870