

- Science and Engineering 7. Сер. "VII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2016. С. 012003. doi: 10.1088/1757-899X/142/1/012003
19. Blaschuk M.Y., Dronov A.A., Ganovichev S.S. Calculation of geometrical parameters of geokhod transmission with hydraulic cylinders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 7. Сер. "VII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2016. С. 012128. doi: 10.1088/1757-899X/142/1/012128
 20. Дронов А.А., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю. Формирование требований к узлу сопряжения секций геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 39-42.
 21. Аксенов В.В., Вальтер А.В. Специфика геохода как предмета производства // Научное обозрение. 2014. № 8-3. С. 945-950.
 22. Коперчук А.В., Бегляков В.Ю. Синхронизация кинематических параметров геохода и стартового устройства // Инновационные технологии и экономика в машиностроении Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт; Ответственный редактор: Д.А. Чинахов. 2015. С. 436-438.
 23. Коперчук А.В., Ворошилов В.В. Варианты стартовых систем геохода // Перспективы инновационного развития угольных регионов России Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А.. 2016. С. 130-132.
 24. Коперчук А.В., Казанцев А.А. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода// ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА В МАШИНОСТРОЕНИИ Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт; Ответственный редактор: Д.А. Чинахов. 2015. С. 439-440.
 25. Вальтер А.В., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Чазов П.А. Определение погрешности расположения секторов стабилизирующей секции геохода на основе данных координатного контроля // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2015. № 4 (69). С. 31-42.
 26. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Определение отклонений геометрической формы оболочек корпусных изделий геохода // Актуальные проблемы современного машиностроения Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт. 2014. С. 165-170.
 27. Аксенов В.В., Вальтер А.В., Бегляков В.Ю. Обеспечение геометрической точности оболочки при сборке секций геохода // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2014. № 4 (65). С. 19-28.
 28. Aksenov V.V., Walter A.V., Gordeyev A.A., Kosovets A.V. Classification of geokhod units and systems based on product cost analysis and estimation for a prototype model production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 6. Сер. "6th International Scientific Practical Conference on Innovative Technologies and Economics in Engineering" 2015. С. 012088. doi: 10.1088/1757-899X/91/1/012088
 29. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геохода // Механика XXI века. 2015. № 14. С. 89-92.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА НА ПРИМЕРЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

О.В. Мяло, к.т.н., доц., В.В. Мяло, к.т.н., доц., С.П. Прокопов, ст. преподаватель

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина
644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 2 тел. (3812)-65-04-45*

E-mail: ov.myalo@omgau.org, vv.myalo@omgau.org, sp.prokopov@omgau.org

Решение проблемы повышения надежности машинно-тракторного парка в производственных условиях сельскохозяйственных предприятий важная и актуальная задача инженерной службы агропромышленного комплекса. Она может решаться за счет уменьшения времени простоев машин на техническом обслуживании (ТО) с использованием интенсивных методов выполнения операций в ненапряженном периоде полевых работ, а также передачи части операций ТО на специализированные предприятия технического сервиса. Одно из противоречий, заложенное в плановую систему технического обслуживания машин заключается в совпадении сроков выполнения работ, то есть чем больше наработка, тем больше операций технического обслуживания нужно выполнить. В результате в напряженные периоды полевых работ механизатор, чтобы обеспечить высокую наработку, в

ущерб профилактики вынужден устранять только последствия отказов, что приводит к их увеличению, производительность машин снижается, а затраты на эксплуатацию растут. В современных условиях, когда на механизатора приходится более одной машины, он физически не в состоянии один выполнять операции технического обслуживания и ремонта в положенные сроки. Поэтому целесообразно передать на специализированные предприятия часть работ по сложному техническому обслуживанию и ремонту. В статье предложена и обоснована структура формирования технического сервиса на предприятиях агропромышленного комплекса.

Machine and tractor fleet increasing reliability problem solution in the production conditions of agricultural enterprises is an important and urgent task of agro-industrial complex engineering service. It can be solved by the machines downtime reducing for maintenance (maintenance service) with intensive method use of performing operations in the unstrained field work period, as well as maintenance service transfer to specialized technical service enterprises partly. One of the contradictions inherent in the of machine maintenance planned system is work timing coincidence of, that is, the more time, the more maintenance operations must be performed. As a result, during intense field work periods, the machine operator, in order to ensure high operating time, to the prevention detriment is forced to eliminate only failures consequences, which leads to their increase, machines productivity is reduced, and operation costs are increasing. In modern conditions, when the machine operator has more than one machine, he is not physically able to perform maintenance and repair operations on time. Therefore, it is advisable to transfer to specialized enterprises part of the work on complex maintenance and repair. The article proposes and justifies technical service formation structure at agro-industrial complex enterprises.

Повышение производительности машин в современных условиях при существующей тенденции сокращения числа механизаторов возможно за счет снижения загрузки тракториста - машиниста работами по техническому обслуживанию и ремонту за счет специализации и интенсификации технического обслуживания.

Целью работы является установить влияние факторов уровня механизации сельскохозяйственного производства на доходность сельскохозяйственных предприятий на примере Омской области, уточнить долю работ по техническому обслуживанию, которую сельскохозяйственный товаропроизводитель может передать на специализированные предприятия технического сервиса при определенной величине доходности.

В качестве основных методов исследования использовались методы наблюдений непосредственно в условиях эксплуатации машинно-тракторного парка, данные литературных источников с оценкой сопоставимости условий, а также данные проведенных экспериментов на предприятиях агропромышленного комплекса, при обработке экспериментальных данных использовались методы математического моделирования и статистическая обработка полученных результатов.

Система технического сервиса сельскохозяйственной техники может быть жизненной лишь с учетом приоритета использования машин на сельскохозяйственных работах. Главная особенность использования сельскохозяйственной техники - неравномерность объемов сельскохозяйственных работ, выполняемых в различные периоды в течение года [1]. В таблице 1 показано распределение объемов работ за месяц в процентах к годовому по зонам хозяйствования.

Таблица 1

Период	Объем работ за месяц, % к годовому			
	Северный Кавказ и юг Украины	Северный Казахстан, Сибирь, Урал	Центральная нечерноземная зона	Северо-Запад
Зимний	4-5	2-4	5-6	6-7
Обычный	8-10	6-12	8-12	8-10
Напряженный	14-16	20-26	12-14	10-12

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что на напряженный период в зоне Сибири приходится четвертая часть годового объема механизированных работ. В этот период необходимо в сжатые сроки выполнить большой объем полевых работ, сдерживающим фактором оказываются непроизводительные простои машин на техническом обслуживании, ремонте и устранении последствий отказов, которые следовало бы сократить до минимума.

По мнению инженерно-технической службы нагрузка механизатора работами по техническому обслуживанию и ремонту машин не должна превышать 20 – 25%. Если техническое обслуживание

проводит сам механизатор, то он выполняет всего 24% от общего количества запланированных обслуживаний, если подключается мастер-наладчик и он совмещает обязанности слесаря по устранению неисправностей, то объем работ выполняется на 43%, при полной специализации на 89%.

Таким образом, чтобы сформировать действенную систему технического сервиса в современных условиях, необходимо организовать в хозяйстве службу мастеров-наладчиков, специализирующихся на обслуживании современной сложной техники, а также обеспечить современную ремонтную базу. В условиях сельскохозяйственного производства в настоящее время, это становится практически невозможным, так как несет огромное количество непроизводительных затрат, кроме того даже крупные сельскохозяйственные предприятия не могут позволить себе содержать целый штат мастеров-наладчиков круглый год при сезонности работ в условиях сельскохозяйственного производства. Но и организовать обслуживание современной техники, не изменяя сложившуюся систему становится невозможно.

В условиях сельскохозяйственного производства Омской области наиболее эффективной системой технического обслуживания представляется дилерская система фирменного сервиса с созданием сети независимых дилерских служб и специальных предприятий по ремонту сложных агрегатов. Дилерская система технического сервиса предусматривает проведение ТО и ремонтов дилером. Фирма и дилер заключают дилерский договор. В Омской области дилерами заводов производителей сельскохозяйственной техники являются: ОАО "Семиреченская база снабжения"; ООО ПСК "Омскдизель"; ООО "Терра", ООО "АвтоСпецМаш"; ООО "СеверТрансАгро"; ЗАО "База снабжения Агромаш"; АО "База Агрокомплект"; ООО «Сибирская база»; ФГУП «Омский экспериментальный завод»; ИП Шумилов В.В., ООО «ОмскАгроЛизинг», ООО «СибзаводАгро» [2].

На примере одного из дилерских центров можно рассмотреть основные направления формирования фирменного сервиса в Омской области. Например, технический центр базы снабжения «Сибирская» производит не только гарантийное, но и послегарантийное обслуживание, а так же текущий ремонт техники. В техническом центре базы снабжения «Сибирская» организованы мобильные бригады мастеров-наладчиков, обеспеченных передвижными агрегатами технического обслуживания (АТО). Обслуживание техники осуществляется по заявкам от сельскохозяйственных товаропроизводителей. В зависимости от содержания заявки АТО комплектуется необходимым оборудованием и специалистами. Одним из работников технического центра ведется журнал заявок по обслуживаемым хозяйствам, в журнале указываются: даты поступления заявки, наименование хозяйства, район, марка техники и предполагаемая неисправность. Если рассмотреть полигон распределения заявок на техническое обслуживание по районам Омской области за 2016 год (рис. 4.), то можно отметить достаточно большой разброс значений опытной частоты от нулевых значений до 40 заявок за сезон. При определении количества заявок учитывались все обращения в сервисный центр, то есть не только плановое ТО, но и претензии по отказам техники среди основных клиентов базы снабжения «Сибирская».

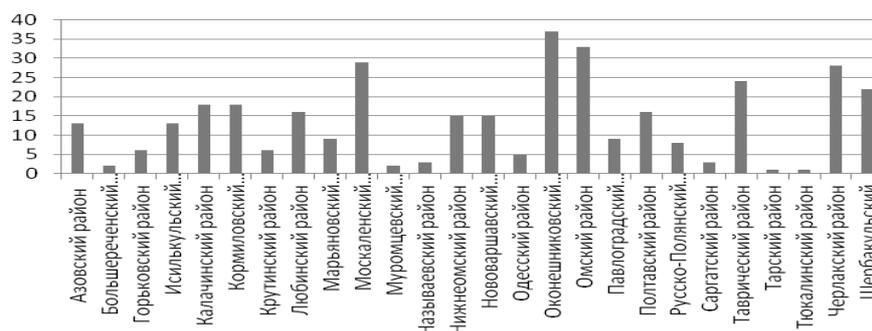


Рис. 1. Полигон распределения обращений в сервисный центр ООО база снабжения «Сибирская» по районам Омской области за 2016 год

Анализируя данные, представленные на рис.1 можно сделать следующие выводы: наиболее востребован сервис среди районов, расположенных ближе к административному центру г. Омску, например Омский район, Оконешниковский район, Москаленский район, видимо это связано с более низкими тарифами на обслуживание для ближайших районов. Также максимальное количество заявок прослеживается по районам, в которых расположены наиболее крупные сельскохозяйственные предприятия, например в Кормиловском районе ООО «Куском-Агро» в Черлакском районе СПК

«Большевик», имеющие высокие обороты и доходность. Таким образом, спрос на фирменный технический сервис, который необходим в современных условиях хозяйствования, может возникнуть только при определенной величине доходности сельскохозяйственного товаропроизводителя [4, 5]

При формировании математической модели затрат на поддержание машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии на двух уровнях – уровне специализированного предприятия технического сервиса и сельскохозяйственного предприятия в пределах допустимых значений ϕ_{jv} – доли объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту, которую предприятие может передать специализированному предприятию получили следующую математическую модель:

$$C_{xjv} = (1 - \phi_{jv}) \Lambda_{jv} \left[\begin{aligned} & \bar{t}_{m oj} S_x + \bar{t}_{T oj} C_{zv} + \frac{2R_{xjv}}{V_{tpv}} (C_{mp} + C_{zv}) + \\ & + \frac{t_{m oj}}{t_{ydo} H_{отк}} (\bar{t}_{omk} S_x + \bar{t}_{omk} C_{zv}) + \frac{t_{m oj}}{t_{yd} H_{px}} (\bar{t}_p S_x + \bar{t}_p C_{zv}) + t_{m oj} K_x \end{aligned} \right] \quad (1)$$

где S_x и K_x – себестоимость и капитальные затраты на проведение j – того вида ТОР, руб/час;

$2R_{xjv}$ – расстояние транспортировки трактора на ТОР внутри хозяйства, км;

Λ_{jv} – количество заявок поступающих на j – тое обслуживание в v – тый период;

C_{mp} – стоимость часа транспортировки трактора, руб;

V_{mpv} – скорость транспортировки трактора в v – тый период, км/ч;

C_{zv} – стоимость часа простоя трактора в v – тый период, руб;

$\bar{t}_{m oj}$, \bar{t}_{omk} , \bar{t}_p – продолжительность технического обслуживания, устранения последствий

отказов и ремонта трактора в хозяйстве, час;

$t_{m oj}$ – трудоемкость j -ого технического обслуживания, чел. Час;

ϕ_{jv} – доля объемов работ по j – тому виду ТОР, передаваемых в специализированное предприятие;

t_{yd} – удельная трудоемкость плановых ТО, приходящегося на один час работы трактора;

$H_{отк}$ и H_{px} – наработка на отказ и наработка трактора при обслуживании его в хозяйстве.

В модели (1) затрат, C_{ijv} которые может понести хозяйство в зависимости от доходности при этом передавая долю объема работ ϕ_{jv} специализированному предприятию (обозначим функционалом M), и заменим следующие показатели R_x , $H_{откx}$, H_{px} , S_x , K_x и \bar{t}_j на соответственные значения

R_c , $H_{откc}$, H_{pc} , S_c , K_c и \bar{t}_{jc} , которые определятся как, расстояние до специализированного предприятия, наработка на отказ и межремонтная наработка трактора если бы его обслуживали на специализированном предприятии, себестоимость и затраты, переходящие на час работы предприятия соответственно и назовем данное выражение функционалом Z . При условии, что суммарные затраты на техническое обслуживание и ремонт, C_{jv} – которые может понести хозяйство

$C_{jv} = C_{xjv} + C_{неод} \rightarrow \min$, стремятся к минимальному значению получим выражение:

$$C_{jv} = \Lambda_{jv} \cdot M + \Lambda_{jv} \cdot Z - \phi_{jv} \cdot \Lambda_{jv} \cdot M \quad (2)$$

При совместном решении двух функционалов M и Z , с соблюдением условия, что $M - Z \geq 0$ можно определить долю объемов работ на техническое обслуживание и ремонт (ϕ_{ij}), которую может передать предприятие АПК дилерскому предприятию технического обслуживания.

Потребитель услуг в сфере технического сервиса сельскохозяйственной техники может сформироваться при определенной величине доходности сельскохозяйственного предприятия. Чтобы определить насколько сильно на доходность влияют возраст тракторов, обеспечение кадрами механизаторов и энерговооруженность, изучим на многофакторной корреляционной модели типа [6]:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \quad (3)$$

где y – зависимая переменная;

b_0 – свободный член, учитывающий неучтенные факторы;

x_1, x_2, x_3 – соответствующие факторы, характеризующие обеспеченность кадрами, возраст тракторов, и энерговооруженность.

При этом зависимая переменная y и все факторы, входящие в уравнение должны подчиняться нормальному закону [7]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2} \quad (4)$$

Возраст тракторов может характеризовать их старение, которое оказывает влияние на безотказность. В ходе проведенных исследований установлено, что старение тракторов можно оценить коэффициентом старения, однако влияние этого фактора на доходность предприятия пока неизвестно. С целью исключения влияния площади пашни хозяйства на доходность, вводим удельный показатель D (руб./100га).

Для исследования было выбрано 20 хозяйств на территории Омской области с различной площадью пашни, это значительно превышает количество наблюдений ($n+1$), где n – число неизвестных.

В результате обработки экспериментальных исследований получена многофакторная линейная модель:

$$y = 331,874 + 1771,333x_1 - 14,61x_2 + 3,196x_3 \quad (5)$$

Оценка достоверности полученной модели производилась по критерию Фишера, полученные данные достоверны.

Исследуя весомость показателей $P_{xi}=P_{x1}$ получили следующие значения:

$P_{x1}=29,3\%$, $P_{x2}=14,59\%$, $P_{x3}=56,11\%$,

Таким образом наибольшее влияние на доходность сельскохозяйственного предприятия оказывает энерговооруженность (56,11 %), далее по значимости идет фактор обеспечения кадрами (29,3%), также влияет возраст тракторов (14,59%). При проведении исследований установлено, что возраст тракторов варьирует в небольших пределах, так как практически большая часть тракторов на территории Омской области устаревшая, обновление идет очень медленно, на 3-4% в год, а после двенадцати лет использования техники коэффициент технического использования практически не меняется [8, 9].

На рисунке 2 представлено распределение выручки хозяйства в зависимости от среднего возраста тракторов и количества механизаторов на 100 га.

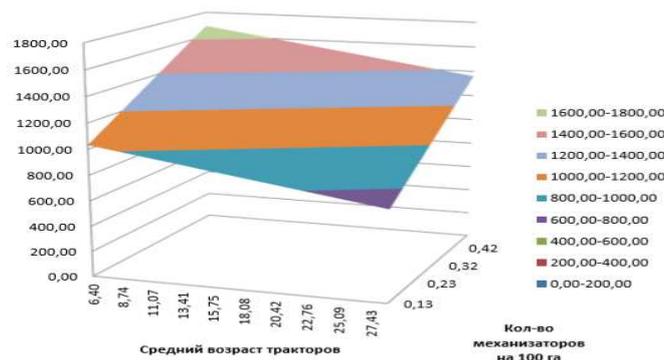


Рис. 2 Распределение выручки хозяйства в зависимости от возраста тракторов и количества механизаторов

На рисунке 3 представлено распределение выручки хозяйства в зависимости от среднего возраста тракторов и энерговооруженности кВт/га.

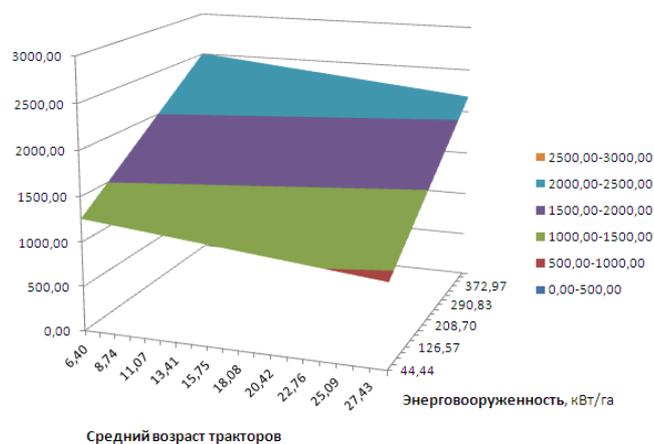


Рис. 3 Распределение выручки хозяйства в зависимости от возраста тракторов и энерговооруженности

На рисунке 4 представлено распределение выручки хозяйства в зависимости от среднего количества механизаторов на 100 га и энерговооруженности кВт/га.

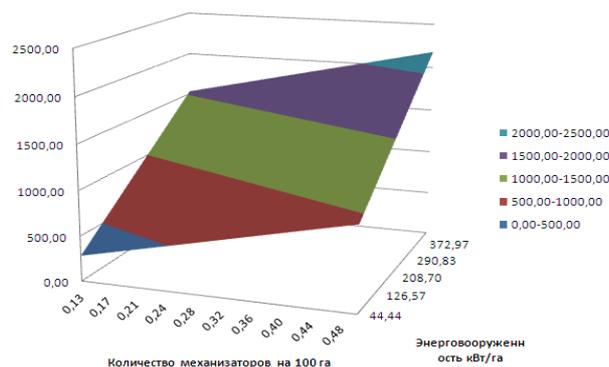


Рис. 4 Распределение выручки хозяйства в зависимости от количества механизаторов и энерговооруженности

Анализ данных зависимостей показывает, что выручка, а следовательно и доходность предприятия напрямую зависит от рассмотренных показателей. Таким образом, чем выше энерговооруженность хозяйства и количество механизаторов, тем большую часть выручки имеет возможность вложить хозяйство в договора с дилерами и специализированными центрами технического обслуживания.

Полнота и качество технического обслуживания, а также производительность машин, прежде всего, зависит от загрузки работами по техническому обслуживанию тракториста-машиниста, а также концентрации и специализации выполняемых операций технического сервиса [10]. Формирование дилерской системы технического сервиса сельскохозяйственной техники, мы считаем, возможно с момента ее продажи при гарантийном обслуживании, кроме того для обслуживания подержанной техники хозяйство может заключать договора на после гарантийное обслуживание на сложное ТО и ремонт в объеме той доли работ, которая может складываться при определенной величине доходности. Для проведения не трудоемких технических обслуживаний могут привлекаться механизаторы и привлеченные в напряженный период работ мастера-наладчики.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- при формировании служб технического обслуживания следует учитывать существенное влияние количества механизаторов и возраст тракторов;

- доходность сельскохозяйственного предприятия больше всего зависит от энерговооруженности хозяйства (56,11 %), также на доходность влияет обеспеченность кадрами механизаторов (29,3%) и возраст машинно-тракторного парка (14,59%);

- доходность сельскохозяйственного предприятия является одним из основных факторов, который определяет возможность заключения договоров на техническое обслуживание между сельскохозяйственным производителем и дилерскими и сервисными предприятиями технического обслуживания.

Список литературы

1. Организация ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве: учебник / Юдин М.И., Стукопин Н.И., Ширай О.Г. - Краснодар: КГАУ.- 2002.- 944с.
2. Machine-Tractor Aggregates Operation Assurance by Mobile Maintenance Teams. / G. V. Redreev, O. V. Myalo, S. P. Prokopov, A. P. Solomkin1, G. A. Okunev - IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 221 (2017) 012016 <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/221/1/012016/pdf>
3. Ensuring Machine and Tractor Aggregates Operability. / G.V. Redreev - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 142, Number 1. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/142/1/012085>
4. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебн. пособие / под ред. В.И. Черноиванова. - Москва – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ.- 2003.- 992 с.
5. Формирование парка сельскохозяйственных тракторов в Красноярском крае // Н.И. Селиванов, В.В. Матюшев, Н.И. Чепелев, И.А. Васильев // Достижения науки и техники АПК – Москва, 2017. №9. С. 72 – 75.
6. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности/ Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев и др.// – М.: Наука, 1965. – 524 с.
7. Техничко-технологическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей в условиях перехода к инновационной экономики / А.В. Кучумов, А.В. Белокопытов // Достижения науки и техники АПК – Москва, 2017. Т.31. №12. С. 78 – 81.
8. Совершенствование технического сервиса в АПК на основе оценки и анализа технологического уровня ремонтных предприятий / А.И. Аносова, М.К. Бураев // Достижения науки и техники АПК – Москва, 2014. №10. С. 65 – 68.
9. Технике АПК – качественный сервис / Н.М. Иванов, А.Е. Немцев, В.В. Коротких // Достижения науки и техники АПК – Москва, 2016. Т.30. №4. С. 81 – 82.
10. Формирование технического сервиса сельскохозяйственной техники / Бабченко Л.А. - Диссертация док. техн. наук. – Алматы, 2010 г.- 567 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ

Н.А. Зарипова, к.т.н, доц., А.С. Союнов, к.т.н., доц.,

С.П. Прокопов, ст. преподаватель

Омский государственный аграрный университет

644008, г. Омск ул. Физкультурная 1, тел. (3812)-65-25-72

E-mail: sp.prokopov@omgau.org

Исследования посвящены стоку талых вод и механизму смыва почвы со склонов. При сложном рельефе местности с крутизной склона до 4°, основным способом защиты почвы от эрозии будет формирование на поверхности поля лунок, выполняемых методом копания и штампования (прессования). Установлена более высокая агротехнологическая эффективность лункования методом штампования (прессования). Форма, размеры и расположение лунки относительно склона оказывают влияние на ее аккумуляционную способность, рекомендуется лунки формировать чашеобразной формы, малого объема, а удержание талых вод регулировать их количеством на единице площади.

Studies are devoted to the drain of meltwater and the mechanism of flushing the soil from the slopes. With a complex terrain with a slope of up to 4°, the main way to protect the soil from erosion will be the formation of holes on the surface of the field, performed by digging and stamping (pressing). A higher agrotechnological efficiency of the luncheon is established by the method of stamping (pressing). The shape, size and location of the hole relative to the slope affect its storage capacity, it is recommended that the wells form a cup-like shape, of small volume, and the retention of thawed waters should be regulated by their quantity per unit area.

Для формирования лунок методом копания известно орудие - дисковый лункообразователь с эксцентрично закрепленными сферическими дисками на валу, плоскость вращения которых составляет некоторый угол с направлением поступательного движения (угол атаки), что обеспечивает на поверхности поля формирование углублений за счет выкапывания и сгуживания в сторону почвы [3,