

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ**

**ВЕСТНИК:**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК**



### Редакционный совет:

Главный научный редактор: к.т.н., доцент, Новопашин Леонид Алексеевич  
Заместитель главного научного редактора: к.э.н., доцент, Юсупов Мамед Лечиевич  
Ученый секретарь: Садов Артём Александрович

### Редколлегия:

- д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ -Зорин В.А. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск);
- д.т.н., доцент - Баженов Е.Е. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург)
- д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор – Кольга А.Д. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., профессор – Набоков В.И. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Рушицкая О.А. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Чупина И.П. главный научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством (г. Екатеринбург).

**Учредитель и издатель:** ФГБОУ ВО Уральский ГАУ  
**Адрес учредителя и редакции:** 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

### Телефоны:

Гл. редактор 8-922-222-7095;  
Зам. гл. редактора 8-912-600-95-55;  
Ответственный секретарь 8-996-187-97-31;  
Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31;  
E-mail для материалов: [artemsadov@ya.ru](mailto:artemsadov@ya.ru) или [texvestnik@gmail.com](mailto:texvestnik@gmail.com)

### К сведению авторов

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.).
2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:
  - Рубрика;
  - УДК;
  - Код ВАК
  - заголовок статьи (на русском языке);
  - Ф. И. О.(на русском языке);
  - Место работы (на русском языке);
  - \*E-mail;
  - расширенная аннотация — 150–250 слов (на русском языке);
  - ключевые слова (на русском языке);
  - заголовок статьи (на английском языке);
  - Ф. И. О. (на английском языке);
  - Место работы (на английском языке);
  - \*E-mail;
  - расширенная аннотация — 150–250 слов (на английском языке);
  - ключевые слова (на английском языке);
  - собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Введение», «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы и рекомендации»);
  - список литературы, использованных источников (на русском языке);
  - список литературы, использованных источников (на английском языке).
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 вставляются в текст публикации.
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.
5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.
6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.
7. Авторы представляют статью в электронном виде — 1 экземпляр, Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;

Содержание

Процессы и машины агроинженерных систем

1. Г.А. Иовлев, И.И. Голдина «Нагрузка на крюке и продольная устойчивость трактора» ..... 4
2. А.В. Шинделов, Н.М. «Иванов теоретические аспекты борьбы с сорняками на этапе почвообработки и посева» ..... 15
3. А.В. Шинделов, Н.М. Иванов «Механико-математические основы утилизации сорняков при почвообработке» ..... 26

Машиностроение

4. А.Д.Кольга, В. А. Александров, Л.Б.Сагатова «Совершенствование конструкции осевых вентиляторов вентиляционных систем» ..... 32

Транспорт

5. А.А. Садов, М. А. Хомякова, А.А. Баженов «Перспективы и препятствия развития применения спирта на транспорте» ..... 39

Экономика АПК

6. К.В. Некрасов, В.И. Набоков «Совершенствование системы мотивации труда персонала организации» ..... 45
7. М. А. Хомякова, А. А. Биркин, А.А. Садов «Выращивание технической конопли на Среднем Урале: правовой и экономический аспекты» ..... 51

## НАГРУЗКА НА КРЮКЕ И ПРОДОЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАКТОРА

Г.А. Иовлев<sup>1\*</sup>, И.И. Голдина<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

\*E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведён ряд исследований по влиянию нагрузки на крюке на продольную устойчивость трактора. Рассмотрено два вида нагрузки на крюке – тяговая и опорная. Произведен расчёт тягового сопротивления тракторного агрегата в составе с культиватором, прицепами и полуприцепами. Также рассмотрено движение на подъём трактора с колёсной схемой 4К4а – Беларусь 82.1 при выполнении различных технологических операций. Для определения продольной и поперечной устойчивости использованы уравнения равновесия моментов относительно точек опрокидывания. Предложены определения критических углов подъёма, рассчитаны конкретные углы, при которых не нарушается продольная устойчивость тракторов. Сделаны выводы о том, что продольная устойчивость увеличивается с увеличением тягового класса тракторов, а также с использованием передних балластных грузов. Разное влияние на продольную устойчивость оказывают прицепы, полуприцепы, различные сельскохозяйственные машины. В исследовании также рассмотрена поперечная устойчивость тракторов и возможные направления её повышения. Поперечная устойчивость трактора актуальна при эксплуатации трактора, да и других самоходных сельскохозяйственных машин, в местностях с повышенным уклоном и при выполнении технологической операции «трамбование» при заготовке кормов, особенно при закладке наземным, курганным способом.

**Ключевые слова:** Продольная устойчивость трактора, нагрузка на крюке, технологическая операция, тяговая нагрузка, опорная нагрузка.

## HOOK LOAD AND TRACTOR LONGITUDINAL STABILITY

G.A. Iovlev<sup>1\*</sup>, I.I. Goldina<sup>1</sup><sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

\* E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

**Abstract.** The article carried out a number of studies on the effect of the load on the hook on the longitudinal stability of the tractor. Two types of load on the hook are considered - traction and support. The calculation of the traction resistance of a tractor unit with a cultivator, trailers and semi-trailers was made. Also considered is the lifting motion of a tractor with a wheel scheme 4K4a - Belarus 82.1 when performing various technological operations. To determine the longitudinal and transverse stability, the equations of equilibrium of moments relative to the overturning points are used. Definitions of critical lifting angles are proposed, specific

angles are calculated at which the longitudinal stability of tractors is not violated. It is concluded that longitudinal stability increases with an increase in the traction class of tractors, as well as with the use of front ballast weights. Trailers, semi-trailers, and various agricultural vehicles have different effects on longitudinal stability. The study also considers the transverse stability of tractors and possible ways to increase it. Lateral stability of the tractor is relevant when operating the tractor, and other self-propelled agricultural machines, in areas with an increased slope and when performing the technological operation "tamping" when harvesting fodder, especially when laying on the ground, barrow.

**Keywords:** Longitudinal stability of the tractor, hook load, technological operation, traction load, support load.

### **Постановка проблемы (Introduction)**

На характеристики движения сельскохозяйственного трактора существенное влияние будет оказывать вид нагрузки на крюке. Поэтому проведём ряд исследований по влиянию нагрузки на крюке на продольную устойчивость трактора. Рассмотрим два вида нагрузки на крюке – тяговую и опорную. Тяговую на примере использования трактора Беларусь 82.1 с двухосным прицепом 2ПТС-6 и с культиватором, опорную – с одноосным прицепом.

### **Методология и методы исследования (Methods)**

*Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа 2ПТС-6.* Исходные данные для расчёта:

- объём кузова 6,15 м<sup>3</sup>; перевозимый груз пшеница с объёмной массой 0,785 т/ м<sup>3</sup>; коэффициент сопротивления перекачиванию 0,05 (для уплотнённой полевой дороги).

Тяговое сопротивление рассчитывается по формуле:  $R = Pk_{\Pi}$ .

Где  $P$  – суммарный вес тракторного прицепа, кг;  $P = V\rho_3 + G_{\Pi P}$

$k_{\Pi}$  – коэффициент сопротивления перекачиванию.

$V$  – объём кузова, м<sup>3</sup>

$\rho_3$  – объёмная масса, кг/ м<sup>3</sup>

$G_{\Pi P}$  – масса прицепа, кг.

$$R = [(6,15 \times 785) + 1800] \times 0,05 = 331,4 \text{ кг.}$$

*Расчёт тягового сопротивления тракторного агрегата в составе с культиватором КПД-6.*

Исходные данные для расчёта:

- удельное тяговое сопротивление при культивации 173,35 кг/м.

Тяговое сопротивление рассчитывается по формуле:  $R = Bk_M$ .

Где  $B$  – ширина захвата культиватора, м

$k_M$  – удельное тяговое сопротивление, кг/м.

$$R = 6 \times 173,35 = 1040 \text{ кг.}$$

*Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа 1ПТС-6.* Исходные данные для расчёта:

- объём кузова 6,51 м<sup>3</sup>;

$$R = [(6,51 \times 785) + 2100] \times 0,05 = 360,5 \text{ кг.}$$

Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа ПТС-10. Исходные данные для расчёта:

- объём кузова 11,39 м<sup>3</sup>;

- перевозимый груз зелёная масса кукурузы с объёмной массой 0,35 т/ м<sup>3</sup>;

$$R = [(11,39 \times 350) + 4300] \times 0,05 = 414,3 \text{ кг.}$$

В процессе движения на устойчивость трактора оказывают влияние сила сопротивлению качению, тяговая нагрузка на крюке  $R_{кр}$ , направленную параллельно опорной поверхности, вес транспортируемой или навесной машины. Углы подъёма (уклона), при которых нарушается управляемость (устойчивость) тракторов называются критическими ( $\alpha_{кр}$ ), при этом они должны быть меньше статических предельных углов подъёма. Потере продольной устойчивости предшествует нарушение управляемости трактора вследствие разгрузки передних колёс. В современных конструкциях тракторов наблюдается снижение продольной устойчивости через применение широкозахватных, комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов, использование в транспортных агрегатах полуприцепов. Наибольшее влияние на управляемость (устойчивость) трактора оказывает тяговая нагрузка на крюке.

Рассмотрим движение на подъём трактора с колёсной схемой 4К4а – Беларусь 82.1 при выполнении различных технологических операций.

1. Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Беларусь 82.1 и тракторный прицеп 2ПТС-6.

Момент относительно возможной оси опрокидывания  $O_2$  можно выразить через формулу (рис. 1):

$$M_{(O_2)} = G \cos \alpha_k - G \sin \alpha_k h - R_{кр} h_{кр} = 0 \quad (1)$$

Преобразовав выражение (1) получаем:

$$\text{tg} \alpha_k = (G a - R_{кр} h_{кр}) / G h \quad (2)$$

$$\text{tg} \alpha_k = (4000 \times 0,919 - 331,4 \times 0,481) / (4000 \times 0,973) = (3676 - 159,4) / 3892 = 0,9035$$

$\text{tg} \alpha_k = 0,9035$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается - 42°6'.

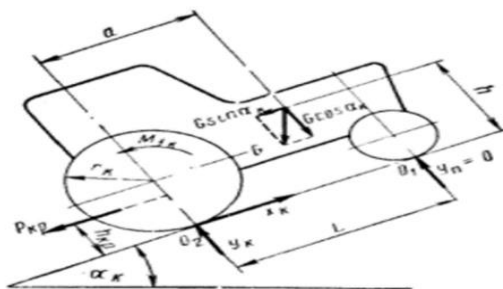


Рисунок 1. Схема сил, действующих на колёсный трактор 4К4а при движении на подъём

$G$  – сила тяжести трактора и навесной сельскохозяйственной машины (полуприцепа).  $G \cos \alpha_k$  – нормальная сила.  $G \sin \alpha_k$  – скатывающая сила.  $R_{кр}$  – тяговое сопротивление агрегатируемой машины.

$U_p, U_k$  – реакция грунта на движитель.  $r_k$  – радиус заднего колёса.  $L$  – колёсная база.  $a$  – расстояние от центра задней оси до центра тяжести (приложения  $G$ ).  $h$  – расстояние от опорной поверхности до центра тяжести.

$\alpha_k$  – критический угол подъёма.  $h_{кр}$  – расстояние от опорной поверхности до нижней точки трёхточечной сцепки.

II. Движение на подъём тракторного агрегата в составе трактор Беларус 82.1 и культиватора КПД-6.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{4000 \times 0,919 - 1040 \times 0,481}{4000 \times 0,973} = \frac{3676 - 500,2}{3892} = 0,816$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,816$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с культиватором не нарушается -  $39^\circ 12'$ .

III. Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Беларус 82.1 и тракторный полуприцеп ППТС-6.

В соответствии с данными [5] на прицепное устройство трактора передаётся 12-13,5% от суммарной массы полуприцепа, поэтому значению «G» в формуле (6) соответствует сила тяжести трактора и гружёного полуприцепа.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(4000+908) \times 0,919 - 360,5 \times 0,481}{(4000+908) \times 0,973} = \frac{4510 - 173,4}{4775} = 0,9082$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,9082$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается -  $42^\circ 15'$ .

IV. Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Беларус 82.1 и тракторный полуприцеп ПТС-10.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(4000+1044) \times 0,919 - 414,3 \times 0,481}{(4000+1044) \times 0,973} = \frac{4635 - 199,3}{4908} = 0,9038$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,9038$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается -  $42^\circ 6'$ .

Определённый интерес представляет сила тяги на крюке при предельном угле продольной устойчивости трактора, расчёт можно провести по формуле:

$$P_{\text{кр}}^{\alpha_{\text{пр}}} = \frac{G \cos \alpha - G \sin \alpha h}{h_{\text{кр}}} \quad (3)$$

$$P_{\text{кр}}^{\alpha_{\text{пр}}} = \frac{4000 \times 0,7313 \times 0,919 - 4000 \times 0,682 \times 0,973}{0,481} = \frac{2688 - 2654}{0,481} = 70,7 \text{ кг.}$$

Для сравнения показателей продольной устойчивости, произведём аналогичные расчёты по трактору Case Farmal 80JX, примерно равного по эксплуатационным свойствам трактору Беларус 82.1. Данные расчётов представим в табл. 1.

Для сравнения продольной устойчивости колёсных тракторов различных тяговых классов, с различной колёсной базой, различной массой произведём расчёт углов наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с различными сельскохозяйственными орудиями не нарушается. Расчёт произведём на примере движения на подъём тракторов Беларус 2022 и Case Puma 210.

## Результаты (Results)

*Рассмотрим движение на подъём трактора Case Puma 210 с прицепом 2ПТС-10.*

Таблица 1. Показатели, характеризующие продольную устойчивость тракторов.

Марка трактора	Показатели, характеризующие продольную устойчивость			Показатели продольной устойчивости				
	Горизонтальная составляющая ЦГ, мм	Вертикальная составляющая ЦГ, мм	Расстояние от опорной поверхности до центра приложения $R_{кр}$ , мм	Критический угол подъёма для выполнения различных технологических и транспортных машин, град., мин.				Сила тяги на крюке при предельном угле продольной устойчивости, кг
				2ПТС-6	КПД-6	ППТС-6	ПТС-10	
Беларус 82.1	919	973	481	42°6'	39°12'	42°15'	42°6'	70,7
Case Farmal 80JX	828	873	450	41°47'	37°51'	42°4'	41°54'	68,9

*Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа 2ПТС-10. Исходные данные для расчёта:*

- объём кузова 10,56 м<sup>3</sup>;
- перевозимый груз пшеница;
- масса прицепа 3100 кг;
- коэффициент сопротивления перекатыванию 0,05 (для уплотнённой полевой дороги).

Тяговое сопротивление  $R = [(10,56 \times 785) + 3100] \times 0,05 = 569,5$  кг.

*Расчёт тягового сопротивления тракторного агрегата в составе с культиватором КБМ-10,8П.*

Исходные данные для расчёта:

- удельное тяговое сопротивление при культивации 173,35 кг/м.

Тяговое сопротивление  $R = 10,8 \times 173,35 = 1872$  кг.

*Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа ПТС-10. Исходные данные для расчёта:*

- объём кузова 11,39 м<sup>3</sup>;

$R = [(11,39 \times 785) + 4300] \times 0,05 = 662,1$  кг.

Расчёт тягового сопротивления тракторного прицепа ТСП-16. Исходные данные для расчёта:

- объём кузова 23 м<sup>3</sup>;
- перевозимый груз зелёная масса кукурузы с объёмной массой 0,35 т/ м<sup>3</sup>;

$R = [(23 \times 350) + 4300] \times 0,05 = 617,5$  кг.

*Рассмотрим движение на подъём трактора Case Puma 210 при выполнении различных технологических операций.*

*Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Case Puma 210 и тракторный прицеп 2ПТС-10.*



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{7530 \times 1,052 - 569,5 \times 0,607}{7530 \times 1,053} = \frac{7922 - 345,4}{7929} = 0,9555$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,9555$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается -  $43^\circ 42'$ .

Движение на подъём тракторного агрегата в составе трактор Case Puma 210 и культиватора КБМ-10,8П.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{7530 \times 1,052 - 1872 \times 0,607}{7530 \times 1,053} = \frac{7922 - 1136,3}{7929} = 0,8558$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,8558$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с культиватором не нарушается -  $40^\circ 33'$ .

Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Case Puma 210 и тракторный полуприцеп ПТС-10.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(7530 + 1668) \times 1,052 - 662,1 \times 0,607}{(7530 + 1668) \times 1,053} = \frac{9676 - 401,9}{9685} = 0,9576$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,9576$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается -  $43^\circ 45'$ .

Движение на подъём транспортного агрегата в составе трактор Case Puma 210 и тракторный полуприцеп ТСП-16.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(7530 + 1556) \times 1,052 - 617,5 \times 0,607}{(7530 + 1556) \times 1,053} = \frac{9558 - 374,8}{9568} = 0,9598$$

$\operatorname{tg}\alpha = 0,9598$  соответствует углу наибольшего подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с прицепом не нарушается -  $43^\circ 51'$ .

Сила тяги на крюке при предельном угле продольной устойчивости трактора:  $P_{\text{кр}}^{\alpha_{\text{пр}}} = \frac{7530 \times 0,7073 \times 1,052 - 7530 \times 0,7067 \times 1,053}{0,607} = \frac{5603 - 5603}{0,607} = 0$  кг.

Для сравнения показателей продольной устойчивости, произведём аналогичные расчёты по трактору Беларусь 2022, примерно равного по эксплуатационным свойствам трактору Case Puma 210. Данные расчётов представим в табл. 2.

Таблица 2. Показатели, характеризующие продольную устойчивость тракторов.

Марка трактора	Показатели, характеризующие продольную устойчивость			Показатели продольной устойчивости				Сила тяги на крюке при предельном угле продольной устойчивости, кг
	Горизонтальная составляющая ЦТ, мм	Вертикальная составляющая ЦТ, мм	Расстояние от опорной поверхности до центра приложения $P_{\text{кр}}$ , мм	Критический угол подъёма для выполнения различных технологических и транспортных машин, град., мин.				
				2ПТС-10	КБМ-10,8П	ПТС-10	ТСП-16	
Беларус 2022	1095	1164	595	42°	38°57'	42°4'	42°8'	84
Case Puma 210	1052	1053	607	43°42'	40°33'	43°45'	43°51'	0

По данным табл. 1 и 2 можно сделать вывод о том, что в тяговом классе 1,4 т у трактора Беларус 82.1 продольная устойчивость выше чем у трактора Case Farmal 80JX при выполнении всех технологических и транспортных операций. В тяговом классе 2-3 т продольная устойчивость выше у трактора Case Puma 210 по сравнению с Беларус 2022. В первом случае, показатели, влияющие на продольную устойчивость (эксплуатационный вес, колёсная база, расстояния до центра тяжести) у трактора Беларус 82.1 превосходят показатели трактора Case Farmal 80JX. Во втором – основным показателем, определяющим продольную устойчивость, является эксплуатационный вес трактора. Результаты расчётов представлены на рис. 2.

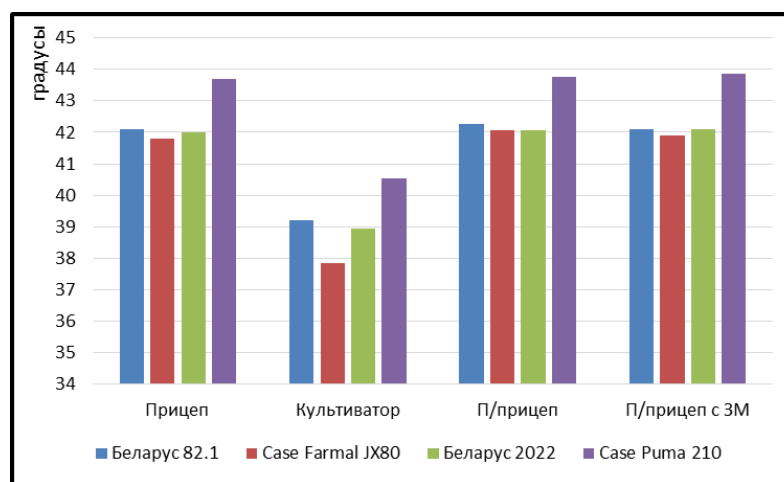


Рисунок 2. Критические углы продольной устойчивости тракторов с сельскохозяйственными орудиями и прицепами

При достаточной мощности двигателя трактора Case Farmal 80JX, продольную устойчивость можно увеличить за счёт использования балластных грузов, особенно передних.

Определённый интерес представляют показатели продольной устойчивости тракторов разных тяговых классов, с различной колёсной базой, различной массой. Результаты расчётов по сравнению тракторов тягового класса 1,4 т и тракторов тягового класса 2-3 т представлены на рис. 3.

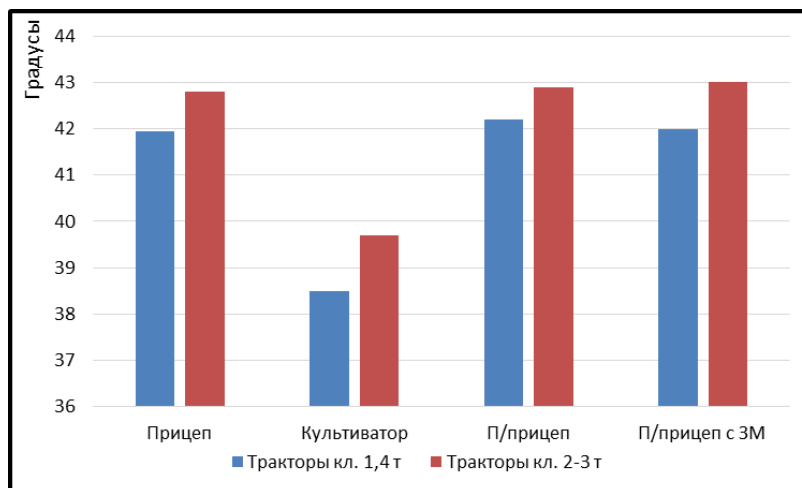


Рисунок 3. Критические углы продольной устойчивости тракторов тягового класса 1,4 т и 2-3т

Из представленной информации видно, что показатели продольной устойчивости у тракторов более высокого тягового класса (Case Puma 210, Беларусь 2022) превышают показатели тракторов более низких тяговых классов (Беларус 82.1, Case Farmal 80JX).

Для оценки эксплуатационных свойств сельскохозяйственного колёсного трактора рассмотрим поперечную устойчивость и факторы, влияющие на поперечную устойчивость на примере трактора К-744Р1. Тракторы типа «Кировец» часто используются в технологиях заготовки кормов при трамбовке зелёной массы в составе с агрегатом УЗМ-3 и других технологических операциях при производстве сельскохозяйственной продукции. Исследуем условия поперечной устойчивости и способы повышения устойчивости.



Рисунок 4. Трактор К-744Р1

В – колёсная база. D – колея. W – ширина. К – дорожный просвет (точка приложения  $R_{кр}$ )

Основные технические данные по трактору К-744Р1 представим в таблице 3 [6].

Расчёт координат центра тяжести.

$$\text{Горизонтальная составляющая «e» } e = \frac{MFb}{MT} = \frac{8100 \times 3750}{14020} = 2166 \text{ мм.}$$

$$\text{Вертикальная составляющая «h» } h = R_{CT}^K \times k = 867 \times 1,225 = 1063 \text{ мм.}$$

Расстояние от опорной поверхности до точки приложения тягового усилия  $h_{кр} = 460$  мм.

Таблица 3. Технические данные по трактору К-744Р1.

База, мм	Ширина, мм		Колея, мм		Эксплуатационная масса, кг		
	Одинар-ные колёса	Сдвоен-ные колёса	Одинар-ные колёса	Сдвоен-ные колёса	Всего	Переднего моста	Заднего моста
3750	2865	3852	2115	2844	14020	8100	5920

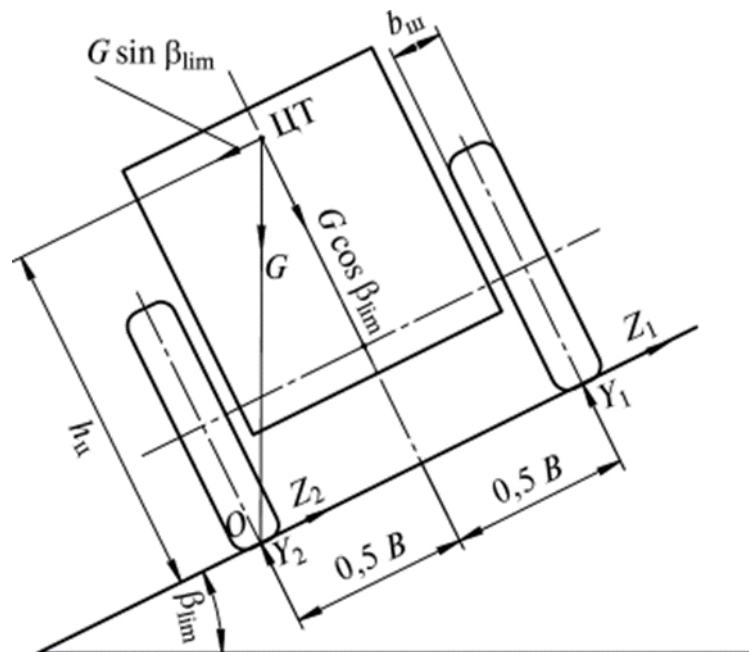


Рисунок 5. Схема сил, действующих на трактор

Критерием поперечной устойчивости при опрокидывании является значение нормальной реакции почвы на колёса трактора. Трактор не опрокинется при условии  $Y_1 \geq 0$  (рис. 5). В качестве показателя оценки поперечной устойчивости принимаем предельный статистический угол  $\beta$ , на котором трактор может стоять не опрокидываясь.

В положении статического равновесия удерживающий момент равняется опрокидывающему моменту, т.е.  $M_{уд} = M_{опр}$ . Уравнение моментов имеет вид:

$$G_{тр} h_u \sin \beta = 0,5 B G_{тр} \cos \beta$$

$$\text{Отсюда } \operatorname{tg} \beta = \frac{0,5 B}{h_u} = \frac{0,5 \times 2115}{1063} = 0,9948$$

Значение тангенса угла  $\beta = 0,9948$  соответствует значению угла  $\beta = 44^\circ 51'$ . Динамический угол поперечной устойчивости, по данным других исследователей, составляет 40-60% от предельного статистического угла  $\beta$ , т.е.  $\beta_{дин} = (0,4-0,6) \beta = 0,5 \times 44^\circ 51' = 22^\circ 25'$ .

При установке сдвоенных колёс предельный статистический угол  $\beta =$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,5 \times 2844}{1063} = 1,3377$$

Значение тангенса угла  $\beta = 1,3377$  соответствует значению угла  $\beta = 53^\circ 13'$ . Динамический угол поперечной устойчивости  $\beta_{дин} = 0,5 \times 53^\circ 13' = 26^\circ 37'$ .

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При исследовании влияния нагрузки на крюке на продольную устойчивость трактора выявлено следующее: наименьший угол продольной устойчивости у трактора Беларус 82.1 наблюдается в агрегате с культиватором КПД-6; при сравнительном анализе продольной устойчивости тракторов Беларус 82.1 и Case Farmal 80JX выявлено, что показатели продольной устойчивости трактора Беларус 82.1 выше показателей Case Farmal 80JX при всех видах крюковой нагрузки. Аналогичные расчёты по определению наибольшего угла подъёма  $\alpha_k$ , при котором продольная устойчивость трактора с различными

сельскохозяйственными орудиями не нарушается, проведены для тракторов более высокого тягового класса, Беларус 2022 и Case Puma 210. Продольная устойчивость выше у трактора Case Puma 210 по сравнению с Беларус 2022. Необходимо отметить, что показатели продольной устойчивости у тракторов более высокого тягового класса превышают показатели тракторов более низких тяговых классов.

При исследовании поперечной устойчивости трактора выявлено, что на поперечную устойчивость оказывают влияние два параметра – это колея и расстояние от опорной поверхности до центра тяжести трактора. Поэтому установка сдвоенных колёс, кроме увеличения тяговых свойств, снижения удельного давления на почву позволяет увеличить поперечную устойчивость на 18,7%.

#### **Библиографический список:**

1. Тракторные прицепы ТОНАР. [Электронный ресурс] URL: <https://tonar.info/upload/iblock/2a3/2a3b92c897c350715c429f8cd75c1b3a.pdf> (Дата обращения 3.02.2022).
2. Сельскохозяйственный трактор Кировец К-744Р1 стандарт. [Электронный ресурс] URL: <https://agroinvestholding.ru/shop/item/14647#:~:text=Сельскохозяйственный%20трактор%20Кировец%20К-744Р1%20Стандарт.,ЯМЗ-238НД5%20V-образный%2С%208-цил.%2014%2С85%20л> (Дата обращения 5.02.2022).
3. Ревенко В.Ю., Русанов А.В., Крюковская Н.С. Эксплуатационные исследования изменения тягово-энергетических показателей тракторов при использовании сдвоенных шин// Агротехника и энергообеспечение. 2019. №4 (25). С. 53-60.
4. Шепелев А.Б., Припоров Е.В., Ширин Д.В. Повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора в составе тракторно-транспортного агрегата// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (81). С. 85-89.
5. Косульников Р.А., Карсаков А.А., Фомин С.Д., Привалов В.А. Формирование крюковой нагруженности трактора в составе машинно-тракторного агрегата// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 371-377.
6. Оценка эксплуатационных свойств зарубежных сельскохозяйственных тракторов: рекомендации для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по механическим, технологическим и конструкторским специальностям, специалистам инженерно-технических служб эксплуатационных предприятий (предприятий АПК) / Г.А. Иовлев, А.Г. Несговоров, В.С. Зорков, И.И. Голдина, Л.Н. Пильников. – Екатеринбург: издательство Уральского ГАУ, 2020. – 192 с.
7. Голдина И.И., Несговоров А.Г. Анализ и сравнение эксплуатационные свойства тракторов Беларус и тракторов ведущих зарубежных фирм// Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2019. № 3 (3). С. 113-123.
8. Иовлев Г.А. Реализация эксплуатационных свойств зарубежными сельскохозяйственными тракторами// Теория и практика мировой науки. 2019. № 6. С. 16-22.

9. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Зарубежные сельскохозяйственные тракторы и их эксплуатационные свойства// Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (62). С. 48-56.

### References

1. Tractor trailers TONAR. [Electronic resource] URL: <https://tonar.info/upload/iblock/2a3/2a3b92c897c350715c429f8cd75c1b3a.pdf> (Accessed 3.02.2022).

2. Agricultural tractor Kirovets K-744R1 standard. [Electronic resource] URL: <https://agroinvestholding.ru/shop/item/14647#:~:text=Agricultural%20tractor%20Kirovets%20K-744R1%20Standard.,YaMZ-238ND5%20V-shaped%2C%208-cyl.%2014%2C85%20l> (Accessed 5.02.2022).

3. Revenko V.Yu., Rusanov A.V., Kryukovskaya N.S. Operational studies of changes in traction and energy performance of tractors when using dual tires// Agrotechnics and energy supply. 2019. No. 4 (25). pp. 53-60.

4. Shepelev A.B., Priporov E.V., Shirin D.V. Improving the traction-coupling properties of a wheeled tractor as part of a tractor-transport unit// Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 1 (81). pp. 85-89.

5. Kosulnikov R.A., Karsakov A.A., Fomin S.D., Privalov V.A. Formation of the hook load of the tractor as part of the machine-tractor unit// Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. 2019. No. 1 (53). pp. 371-377.

6. Evaluation of the operational properties of foreign agricultural tractors: recommendations for students and graduate students of higher educational institutions studying in mechanical, technological and design specialties, specialists of engineering and technical services of operational enterprises (agro-industrial complex enterprises) / G.A. Iovlev, A.G. Nesgovorov, V.S. Zorkov, I.I. Goldina, L.N. Pilnikov. - Yekaterinburg: publishing house of the Ural State Agrarian University, 2020. - 192 p.

7. Goldina I.I., Nesgovorov A.G. Analysis and comparison of the operational properties of Belarus tractors and tractors of leading foreign companies // Scientific and technical bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. 2019. No. 3 (3). pp. 113-123.

8. Iovlev G.A. Realization of operational properties by foreign agricultural tractors// Theory and practice of world science. 2019. No. 6. S. 16-22.

9. Iovlev G.A., Goldina I.I. Foreign agricultural tractors and their operational properties // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2020. No. 2 (62). pp. 48-56.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ НА ЭТАПЕ  
ПОЧВООБРАБОТКИ И ПОСЕВА**

**А.В. Шинделов<sup>1\*</sup>, Н.М. Иванов<sup>2</sup>**

**1** Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, пос. Краснообск, Новосибирская область, Россия.

**2** ФГБУ Науки Сибирский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий Российской Академии Наук, пос. Краснообск, Новосибирская область, Россия.

\* **E-mail:** [sanv@nso.ru](mailto:sanv@nso.ru)

*Аннотация.* В статье предложена последовательная система комплексного снижения засоренности обрабатываемых полей. Рассмотрено применение перспективного почвообрабатывающего посевного агрегата, извлекающего и измельчающего сорняки с целью создания оптимальных условий для работы сошников и снижения засоренности полей. В работе теоретически проведено исследование работы рабочего органа, извлекающего сорняк из почвы. Приведены математические основы извлечения сорняка и расчета эффективных конструктивных параметров рабочего органа для извлечения сорняков.

*Ключевые слова:* почвообработка, вычесывающий элемент, координаты сорняка, коэффициент трения, эффективная рабочая длина вычесывающего элемента

**THEORETICAL ASPECTS OF WEED CONTROL AT THE STAGE OF TILLING AND SOWING**

**A.V. Shindelov<sup>1\*</sup>, N.M. Ivanov<sup>2</sup>**

**1** Siberian Research Institute of Agricultural Mechanization and Electrification, pos. Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia.

**2** FISBI of Science Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, pos. Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia.

\* **E-mail:** [sanv@nso.ru](mailto:sanv@nso.ru)

*Abstract.* The article proposes a consistent system for the comprehensive reduction of weed infestation in cultivated fields. The use of a promising soil-cultivating sowing unit, which extracts and grinds weeds in order to create optimal conditions for the operation of coulters and reduce the weediness of fields, is considered. In the work, a theoretical study of the work of the working body, extracting the weed from the soil, was carried out. Mathematical bases of weed extraction and calculation of effective design parameters of the working body for weed extraction are given.

*Keywords:* tillage, combing element, weed coordinates, coefficient of friction, effective working length of the combing element

## Постановка проблемы (Introduction).

Математические зависимости позволяют практически связать конструктивные размеры (радиус барабана вычесывателя, эффективная длина вычесывающего элемента) с агротехнологическими параметрами (скорость движения агрегата, глубина обработки для извлечения сорняков). Выявлено, что в существенной мере на рабочую длину вычесывающего органа оказывает влияние угловая скорость. Коэффициент трения «сорняк-стальной вычесыватель», зависящий от влажности оказывает существенное влияние. Так при возрастании коэффициента трения пары «сорняк-стальной вычесывающий элемент» с 0,23 до 0,73 эффективная рабочая длина вычесывающего элемента увеличивается более чем в два раза с 4,5 до 10 см.

Механико-математический расчет показал, что при рекомендуемом [1] радиусе вычесывающего барабана 0,355 м и современными требованиями к обеспечению скорости движения полевого агрегата не менее 9 км/ч эффективная работа по вычесыванию сорняков происходит на глубине 4,5 см.

Комплексная система борьбы с сорняками в технологии выращивания зерновых представляет логическое последовательное снижение засоренности от одной полевой операции к другой [1,2]. Исследованиями доказано, что сорные растения очень быстро распространяются благодаря наличию многочисленных семян и плодов. Так, щирица способна произвести 500 тыс.семян [3]. Поэтому сбор и утилизация сорняков во время полевых операций – задача актуальная.

**Цель исследования.** Обосновать математическую основу и построить симуляцию работы почвообрабатывающего агрегата по извлечению сорняков.

## Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на базе кафедры сельскохозяйственных машин и в лабораториях института механизации и электрификации СФНЦА СО РАН. В исследованиях применялись механико-математический метод, метод системного анализа и графоаналитический метод, статистическое моделирование, визуализация рассчитанных математических основ работы агрегата по извлечению сорняка из почвы производился с помощью Mathcad.

Рассмотрим этапы почвообработки и посева, выполняемые предложенным почвообрабатывающим посевным агрегатом [4] согласно разработанному способу посева сельскохозяйственных культур [5].

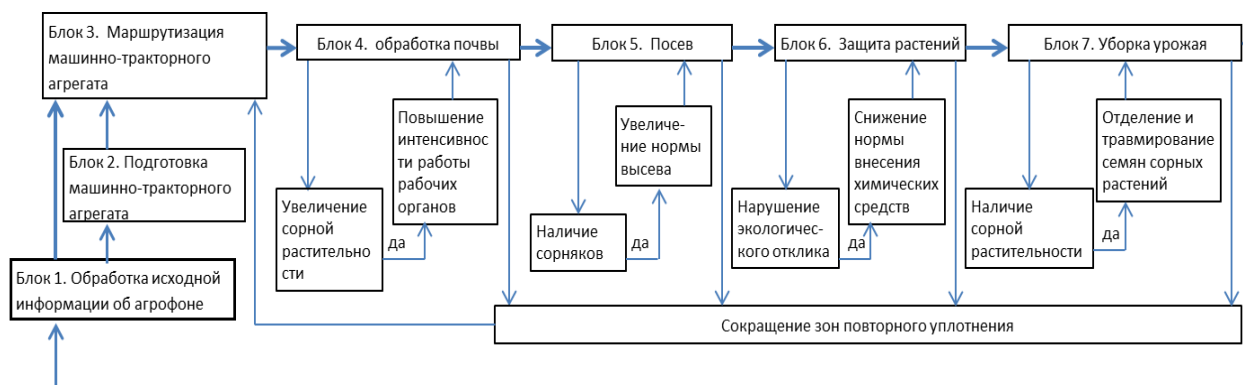


Рисунок 1 – Комплексное снижение засоренности в технологии выращивания зерновых



Для повышения качества посева и снижения засоренности обрабатываемых полей почвообрабатывающий посевной агрегат оснащают перед сошниками вращающимися почвообрабатывающими органами с пружинными элементами, вычесывающими сорняки, и устройством для мелкофракционного измельчения извлеченных сорняков.

Предложенный почвообрабатывающий посевной агрегат обеспечивает за один проход разрыхление почвы, подрезание и извлечение сорняков в пространстве перед сошниками, измельчение сорняков и разбрасывание измельченной массы в качестве органического удобрения. Распределение измельченных сорняков по поверхности поля дополнительно обеспечит сокрытие влаги в почве.

Извлечение сорняков в пространстве перед сошниками предопределяет наилучшие условия работы последних, а также исключает возможное прорастание сорных растений вследствие их вдавливания в почву сошниками и прикатывающими устройствами.

Измельчение сорняков сведет к минимуму вероятность их прорастания.

Разбрасывание массы из измельченных сорняков, неспособных к прорастанию, обеспечивает сокрытие влаги в почве и трансформацию сорняков в органическое удобрение (рис.2).

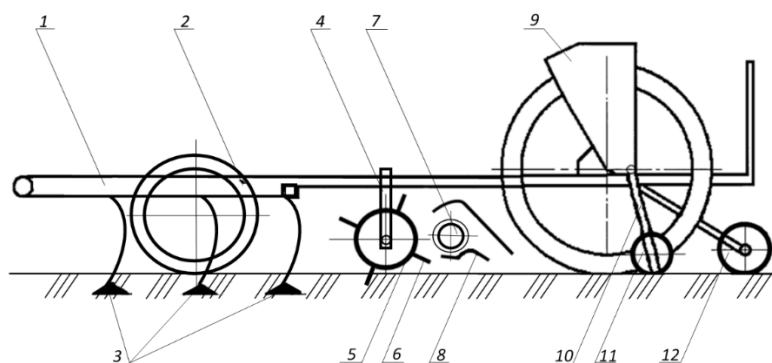


Рисунок 2 – Почвообрабатывающий посевной агрегат

1 – рама; 2 - опорные колеса; 3 - стрелчатые лапы; 4 – стойки; 5 – вращающиеся рабочие органы; 6 – вычесывающий элемент; 7 – измельчительное устройство; 8 – лоток-распределитель; 9 – семятуковый бункер; 10 – семяпроводы; 11 – сошники; 12 – прикатывающие устройства.

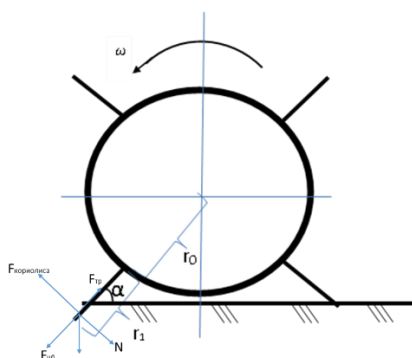


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на тело сорняка при извлечении его из почвы вычесывающим элементом

Эффективность работы агрегата зависит от качества извлечения сорняков из почвы пружинными элементами 6, закрепленными на вращающихся рабочих органах 5. Для обоснования удержания сорняка на пружинном элементе применим графоаналитическую методику, согласно которой строится технологическая схема почвообрабатывающего посевного агрегата в масштабе с указанием технологических настроек.

На этапе обоснования угла входа пружинного элемента в почву предлагаем использовать условие равновесия тела сорняка на пружинном элементе.

Подпор нижних слоев почвы, который противодействует соскальзыванию сорняка с пружинного элемента выразится:

$$N_{HC} = F_{TP} \sin \alpha + N_{BC} + F_{OP} \cos \alpha$$

$N_{HC}$  - реакция нижних слоев почвы;

$N_{BC}$  - реакция верхних слоев почвы

Можно выразить силу трения исходя из воздействия верхнего и нижнего слоев почвы:

$$F_{TP} = (F_{HC} - F_{BC}) \sin \alpha$$

Процесс происходит в верхнем почвенном слое с наличием сорняков, что способствует соскальзыванию тела сорняка с вычесывающего элемента. Для исключения соскальзывания угол наклона вычесывающего элемента должен соответствовать условию:

$$F_{TP} \cos \alpha < F_{OP} \sin \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha > \frac{F_{TP}}{F_{OP}} = \frac{1}{\mu}$$

где  $\mu$  - коэффициент трения скольжения сорняка по вычесывающему элементу;

$\alpha$  - угол входа вычесывающего элемента в почву;

$F_{TP}$  - сила трения.

Проведем расчет, исходя из условия равновесного положения сорняка на вычесывающем элементе:

$$m\ddot{r} = m\omega^2 r - m\omega\dot{r} - mg \sin \alpha - \mu \cos \alpha$$

где,  $m$  - масса сорняка;

$r$  - координата сорняка вдоль элемента;

$\dot{r}$  - скорость вдоль элемента;

$\ddot{r}$  - ускорение вдоль элемента;

$\omega$  - частота вращения рабочего органа с вычесывающими элементами;

$m\omega^2 r$  - центробежная сила;

$m\omega\dot{r} - \mu \cos \alpha$  - сила трения;

$mg \sin \alpha$  - сила тяжести.

Предположим, что скорость вращения постоянна и после учета всех вышеописанных сил, получаем дифференциальное уравнение на  $r$ :

$$\ddot{r} + 2\mu\omega\dot{r} - \omega^2 r = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha), \text{ при } \dot{r} > 0 \text{ и } \alpha = \omega t;$$

Решим однородное уравнение:

$$\dot{r} + 2\mu\omega\dot{r} - \omega^2 r = 0$$

Составим характеристическое уравнение:

$$\lambda^2 + 2\mu\omega\lambda - \omega^2 = 0$$

откуда:

$$\lambda = \pm\omega\sqrt{1 + \mu^2} - \mu\omega$$

Итак, получим решение однородного уравнения

$$r_{\text{одн}} = Ae^{\omega t * (\sqrt{1 + \mu^2} - \mu)} + Be^{-\omega t * (\sqrt{1 + \mu^2} - \mu)}$$

Ищем частное решение уравнения в виде:

$$r = C * \cos\omega t + D * \sin\omega t;$$

Подставим в начальное уравнение и получим:

$$\begin{aligned} -C\omega^2 \cos\omega t - D\omega^2 \sin\omega t - 2\mu\omega^2 C \sin\omega t + 2\mu\omega^2 D \cos\omega t - C\omega^2 \cos\omega t - D\omega^2 \sin\omega t \\ = -g \sin\omega t - \mu g \cos\omega t \end{aligned}$$

Группируем члены при  $\cos$  и  $\sin$ :

$$\cos\omega t: -C\omega^2 + 2\mu\omega^2 D - C\omega^2 = -\mu g$$

$$\sin\omega t: -D\omega^2 - 2\mu\omega^2 C - D\omega^2 = -g$$

Получим систему уравнений на константы  $C$  и  $D$ :

$$\begin{cases} 2C - 2\mu D = \mu \frac{g}{\omega^2} \\ 2D + 2\mu C = \frac{g}{\omega^2} \end{cases}$$

Выразим  $D$  и подставим в первое уравнение:

$$2C(1 + \mu)^2 = 2\mu \frac{g}{\omega^2}$$

Находим значения:

$$C = \frac{\mu}{1 - \mu^2} * \frac{g}{\omega^2}; \quad D = \frac{g}{2\omega^2} * \frac{1 - \mu^2}{1 + \mu^2}$$

Итоговое решение:

$$r(t) = Ae^{\omega\sqrt{1 + \mu^2}t - \mu\omega t} + Be^{-\omega\sqrt{1 + \mu^2}t - \mu\omega t} + \frac{\mu}{1 + \mu^2} * \frac{g}{\omega^2} \cos\omega t + \frac{1 - \mu^2}{2(1 + \mu^2)} * \frac{g}{\omega^2} * \sin\omega t \quad (1)$$

Чтобы найти коэффициенты  $A$  и  $B$  предполагаем, что в начальный момент времени сорняк не имел скорости вдоль упругого элемента и находился в  $r_0$  от центра. В соответствии с этим, задаем начальные условия:  $r(0) = r_0$  и  $\dot{r}(0) = 0$ .

$$r(0) = r_0 = A + B + \frac{\mu}{1 + \mu^2} * \frac{g}{\omega^2}$$

$$\dot{r} = 0 = (\omega\sqrt{1+\mu^2} - \mu\omega) * A - (\omega\sqrt{1+\mu^2} + \mu\omega) * B + \frac{1-\mu^2}{2(1+\mu^2)} * \frac{g}{\omega}$$

Выразим из первого уравнения А в виде:

$$A = r_0 - B - \frac{\mu}{1+\mu^2} * \frac{g}{\omega^2}$$

Подставим во второе, получим константы в виде:

$$B = \frac{\left( \frac{r_0}{2} (\sqrt{1+\mu^2} - \mu) + \frac{g * (\mu^2 + 2\mu\sqrt{1-\mu^2} + 1)}{4\omega^2(1+\mu^2)} \right)}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$A = r_0 - \frac{\frac{r_0}{2} (\sqrt{1+\mu^2} - \mu) + \frac{g * (\mu^2 + 2\mu\sqrt{1-\mu^2} + 1)}{4\omega^2\sqrt{1+\mu^2}}}{\sqrt{1+\mu^2}} - \frac{\mu}{1+\mu^2} * \frac{g}{\omega^2}$$

Проведенное механико-математическое исследование позволяет рассчитать время нахождения вычесывающего элемента в контакте с почвой при извлечении сорняка (рис.4).

Если подставим значения А и В в (1), то получим положение сорняка на поверхности вычесывающего элемента в момент  $t$ .

Таким образом, формула (1) позволяет рассчитать эффективную рабочую длину элемента, вычесывающего сорняки, в зависимости от коэффициента трения «сорняк-рабочий элемент вычесывателя», времени нахождения вычесывающего элемента в почве и частоты вращения для обеспечения требуемой глубины обработки почвы.

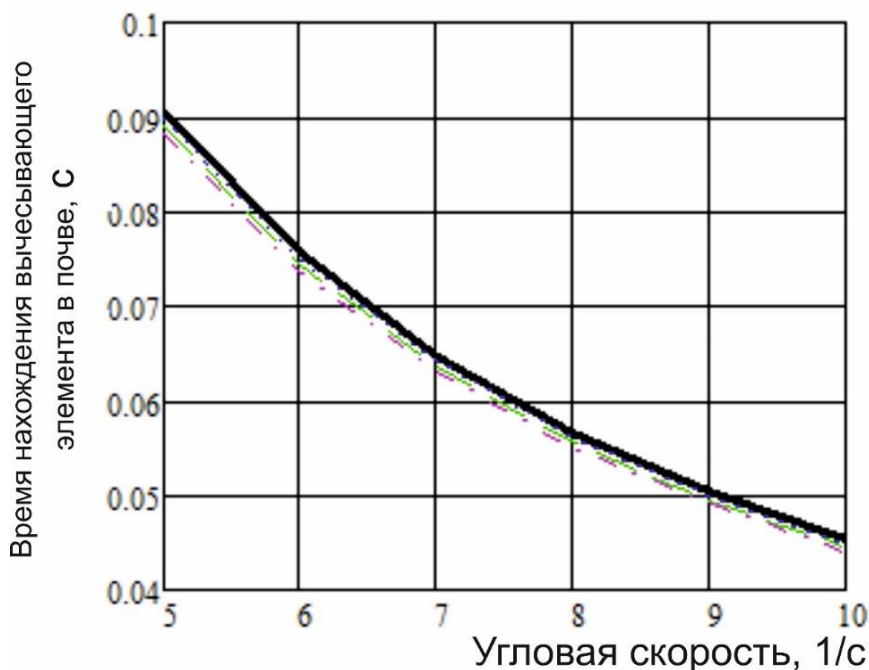


Рисунок 4 - Зависимость времени нахождения вычесывающего элемента в зоне контакта с почвой от угловой скорости барабана при вариации угла входа вычесывающего элемента в почву от 0 до 60°, (коэффициент трения 0,23, диаметр вычесывающего барабана 0,35)

## Результаты и обсуждение (Results).

Проведенное математико-статическое моделирование и его графическое отображение наглядно указывают, что угол входа вычесывающего элемента в почву не оказывает существенного влияния на время его нахождения в обрабатываемом слое.

В фактических условиях физико-механические характеристики сорняков варьируются в следующих пределах: при влажности 9% среднее значение коэффициента трения «растение-сталь» составляет 0,193, а при влажности 40% - 0,7 [6].

Задавшись разными значениями коэффициента трения «сорное растение-стальной вычесывающий элемент» и угловой скорости вычесывающего устройства, производим расчет длины элемента, которая производит полезную работу: захват и извлечение сорняка из почвы (рис.6,7). Полученное уравнение связано со скоростью движения агрегата. При этом необходимо принять во внимание, что скорость движения агрегата согласно требованиям интенсивных технологий производства сельскохозяйственных культур не допускается менее 2,5 м/с [7,8]. А радиус почвообрабатывающего катка исходя из фактических размеров почвенных комьев рекомендуется принимать 0,352...0,355 м [8].

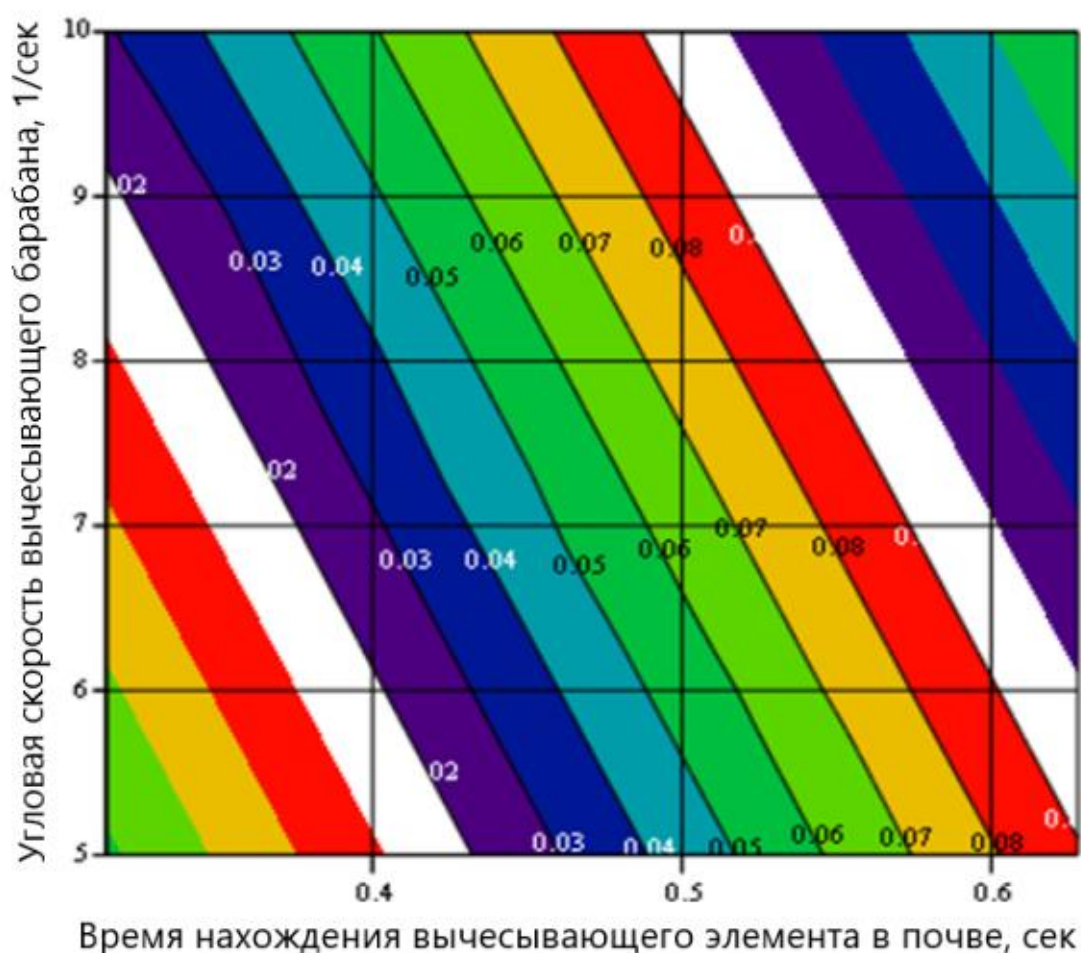


Рисунок 6 - Номограмма эффективной длины вычесывающего элемента от угловой скорости вращения барабана и времени в зоне контакта сорняка (в полулогарифмических координатах, при коэффициенте трения «сорняк-стальной вычесывающий элемент» 0,23)

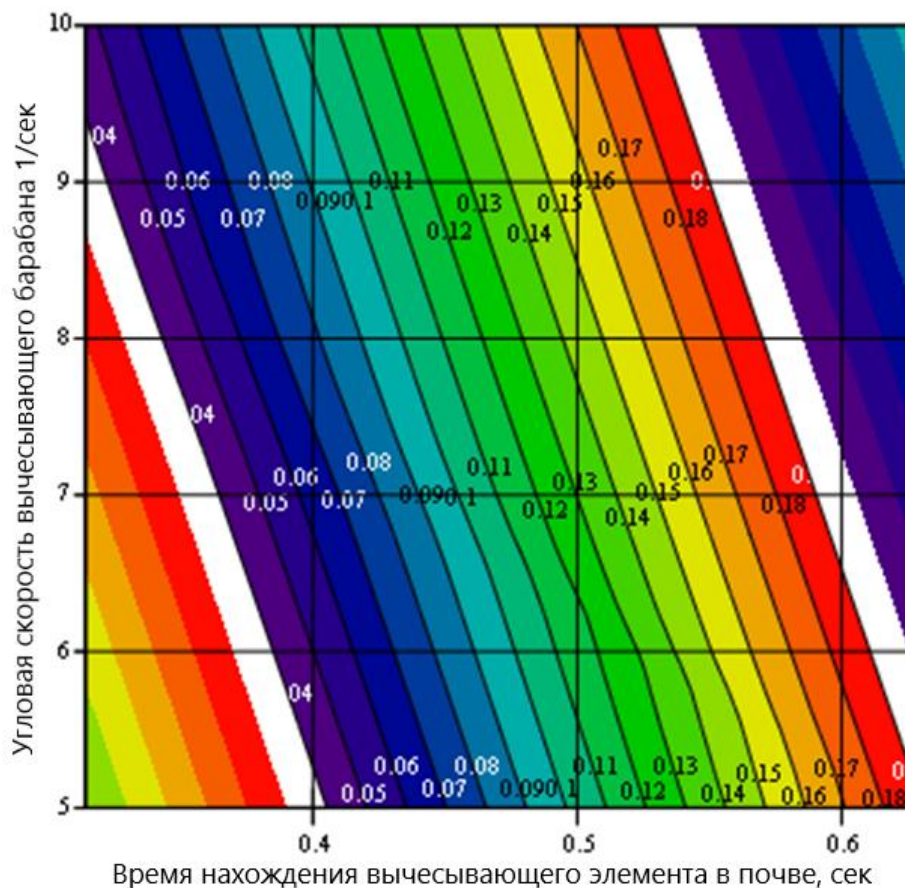


Рисунок 7 - Номограмма эффективной длины вычесывающего элемента от угловой скорости вращения барабана и времени в зоне контакта сорняка (в полулогарифмических координатах, при коэффициенте трения «сорняк-стальной вычесывающий элемент» 0,73)

Анализ совокупности кривых позволяет объективно утверждать, что влажность сорняков оказывает существенное влияние на технологический процесс и его качественные показатели. Иными словами, чем выше влажность почвы и сорняков, тем больше эффективная рабочая длина вычесывающего элемента. При повышении коэффициента трения пары «сорняк-стальной вычесывающий элемент» с 0,23 до 0,73 эффективная рабочая вычесывающего элемента увеличивается в два раза

На формирование оптимальной длины вычесывающего элемента в существенной мере влияют угловая скорость и радиус основания вычесывающего устройства (барабана).

Так, принимая во внимание рассчитанную номограмму и определив конструктивно радиус барабана 0,35 м и коэффициенте трения пары «сорняк-вычесывающий элемент» 0,23, при обеспечении рациональной скорости полевого агрегата в 9 км/ч, эффективная рабочая длина вычесывающего органа будет составлять 4,5 см, что вполне отвечает требуемой глубине вычесывания сорняков из поверхностного слоя почвы для посева зерновых.

Совокупность проведенных исследований можно представить в виде комплексной взаимосвязи основных рабочих параметров барабана с вычесывающим элементом для извлечения сорняков (рис.8).

Данная диаграмма позволяет на этапе проектирования устройств для извлечения сорняков установить взаимосвязь рабочих установок при которых будет происходить извлечение сорняка из почвы, исключаться их наматывание на вычесывающий барабан.

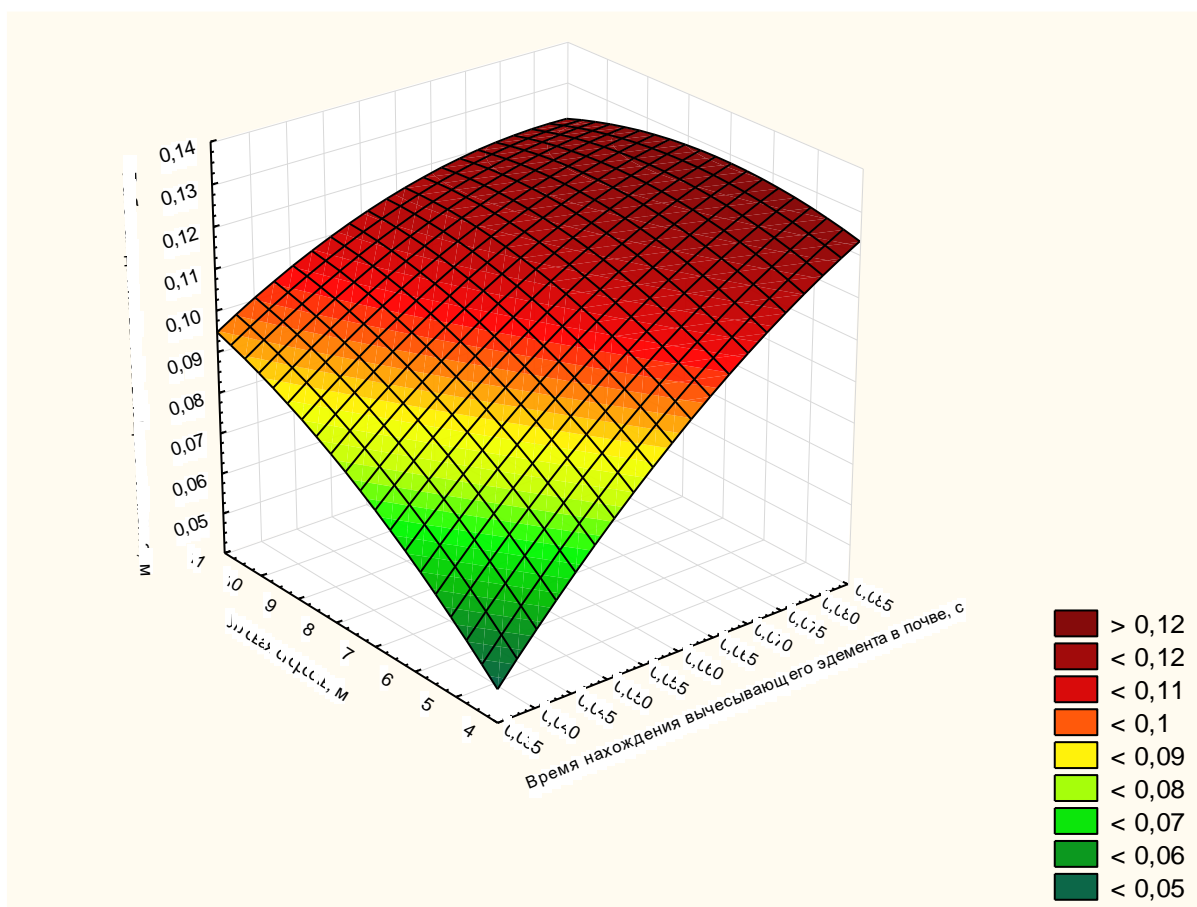


Рисунок 8 – Взаимосвязь основных параметров устройства для извлечения сорняков из почвы (рабочая длина вычесывающего элемента, угловая скорость, время нахождения вычесывающего элемента в почве)

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Построена математическая модель работы почвообрабатывающего органа для вычесывания сорняков, связавшая технологические и конструктивные параметры.
2. Теоретически определено, что коэффициент трения «сорняк-рабочий орган вычесывателя», зависящий от влажности, оказывает существенное влияние на технологический процесс и теоретически предопределяет предложенному почвообрабатывающему посевному агрегату удовлетворительную работу по извлечению сорняков на полях, на которых влажность почвы находится в агротехнологически допустимых пределах для обработки на глубину до 10 см.
3. Графическая зависимость «эффективная рабочая длина рабочего органа вычесывателя от угловой скорости и времени контакта вычесывающего элемента с почвой» позволяет практически связать конструктивные размеры (радиус катка вычесывателя, эффективная длина вычесывающего элемента) с

агротехнологическими параметрами (скорость движения агрегата, глубина обработки для извлечения сорняков).

### Библиографический список

1. Пат. 2637521 Российская Федерация, МПК А01В79/00, Способ возделывания сельскохозяйственных культур/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М., Коробова Л.Н.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2016133229; заявл.11.08.2016; опубл. 05.12.2017, Бюл.№34.-3с.: ил.

2. Stefen Walther. Variable Bodenbearbeitungsintensität /Zugl.: Dissertation, Universität Hohenheim, 2009, ISBN: 978-3-8300-4621-9

3. <http://istmat.info/node/25231> Электронный ресурс, дата обращения 23.03.2020

4. Пат.184739 Российская Федерация, МПК А01В49/06, А01В39/18, Почвообрабатывающий посевной агрегат /Шинделов А.В., Иванов Н.М.,Медведчиков В.М.;Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2018109848; заявл.20.03.2018; опубл. 07.11.2018, Бюл.№31.-3с.: ил.

5. Пат. 2675492 Российская Федерация, МПК А01В 49/06, А01В39/18, Способ посева сельскохозяйственных культур и устройство для его осуществления/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М., Иванов Н.М.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2018104167; заявл.02.02.2018; опубл.19.12.2018, Бюл.№35.-3с.: ил.

6. [http://razvitie-pu.ru/?page\\_id=7543#15](http://razvitie-pu.ru/?page_id=7543#15). Электронный ресурс, дата обращения 17.03.2020. Технический справочник/ Справочник для конструкторов, инженеров и технологов/Физико-механические свойства растений

7. Мазитов, Н. К. Экологические ресурсосберегающие технологии обработки почвы и посева / Н. К. Мазитов, М. Ш. Тагиров, Н. Э. Гаринов // Вестник РАСХН, №1. – М., 2008. – С. 9-10

8. Аушев, М. Х. Параметры и режимы работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата для предпосевной обработки почвы/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.- Нальчик, 2018.-С.88

### References

1. Pat. 2637521 Russian Federation, IPC A01B79 / 00, Method of cultivation of agricultural crops / Shindelov A.V., Medvedchikov V.M., Korobova L.N.; Applicant and patent holder Federal State Budgetary



Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" - No. 2016133229; bid.11.08.2016; publ. 12/05/2017, Bull. No. 34.-3 pp.: ill.

2. Stephen Walther. Variable Bodenbearbeitungsintensität /Zugl.: Dissertation, Universität Hohenheim, 2009, ISBN: 978-3-8300-4621-9

3. <http://istmat.info/node/25231> Electronic resource, accessed 23.03.2020

4. Pat. 184739 Russian Federation, IPC A01B49 / 06, A01B39 / 18, Soil-cultivating sowing unit / Shindelov A.V., Ivanov N.M., Medvedchikov V.M.; Applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education " Novosibirsk State Agrarian University. - No. 2018109848; bid.20.03.2018; publ. 11/07/2018, Bull. No. 31.-3 pp.: ill.

5. Pat. 2675492 Russian Federation, IPC A01B 49/06, A01B39/18, Method of sowing crops and device for its implementation / Shindelov A.V., Medvedchikov V.M., Ivanov N.M.; Applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" - No. 2018104167; bid.02.02.2018; publ. 19.12.2018, Bull. No. 35.-3 pp.: ill.

6. [http://razvitie-pu.ru/?page\\_id=7543#15](http://razvitie-pu.ru/?page_id=7543#15). Electronic resource, accessed 03/17/2020. Technical reference book / Handbook for designers, engineers and technologists / Physical and mechanical properties of plants

7. Mazitov, N. K., M. Sh. Tagirov, N. E. Garinov, Ecological resource-saving technologies for tillage and sowing, Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences, No. 1. - M., 2008. - S. 9-10

8. Aushev, M. Kh. Parameters and modes of operation of a combined tillage unit for pre-sowing tillage / Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture. - Nalchik, 2018. - P. 88

## МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТИЛИЗАЦИИ СОРНЯКОВ ПРИ ПОЧВООБРАБОТКЕ

А.В. Шинделов<sup>1\*</sup>, Н.М. Иванов<sup>2</sup>

**1** Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, пос. Краснообск, Новосибирская область, Россия.

**2** ФГБУ Науки Сибирский Федеральный Научный Центр Агроботехнологий Российской Академии Наук, пос. Краснообск, Новосибирская область, Россия.

\* **E-mail:** [sanv@nso.ru](mailto:sanv@nso.ru)

**Аннотация.** В статье приведен теоретический расчет работы почвообрабатывающего агрегата, способного извлекать и измельчать сорняка для исключения их последующего прорастания. Наглядно построены графо-математические основы извлечения и полета сорняка из-за действия на него вычесывающего элемента, которые позволяют проектировать взаимное расположение вычесывающего барабана и приемника измельчительного устройства. Так, при работе почвообрабатывающего агрегата с диаметром вычесывающего барабана 0,35 м, угле входа вычесывающего элемента в почву  $60^{\circ}$  на технологически рациональной скорости 9 км/ч, приемник измельчительного устройства для захвата извлеченных сорняков должен находиться на удалении 0,6 м и ниже на 0,17 м относительно центра вращения вычесывающего барабана.

**Ключевые слова:** извлечение сорняков, почвообработка, полет сорняка, измельчительное устройство, коэффициент трения, угловая скорость

### Постановка проблемы (Introduction).

Многолетние собственные наблюдения [1] и работы других исследователей [2,3] отмечают высокую засоренность агрофона сорняками ввиду способности сорняков к производству большого количества семян, их живучести и способности прорастания даже при самых неблагоприятных условиях. Поэтому в настоящей статье прорабатывается возможность извлечения сорняков и их измельчения почвообрабатывающим посевным агрегатом для исключения возможности последующего появления нежелательных всходов от остатков корней и семян сорных растений [4].

**Цель исследования.** Разработать математическую модель и графическое отображение работы почвообрабатывающего агрегата по извлечению сорняков с целью их измельчения.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе кафедры технологических машин и технологий машиностроения Новосибирского ГАУ и в лабораториях института механизации и электрификации СФНЦА СО РАН. В исследованиях применялись графоаналитический метод, механико-

математический метод, метод системного анализа и статистическое моделирование, визуализация рассчитанных математических основ работы агрегата по извлечению сорняка из почвы и направлению его в измельчительное устройство производился с помощью Mathcad и Python.

### Методология и методы исследования (Methods)

Идея для условия вылета сорняка с пружинного элемента  $r(t_1) > r_{\text{вычесывающего элемента}}$ , при этом  $t_1$  выбираем равным  $\pi/\omega$ , что означает вылет сорняка после полупериода вращения. Это условие определяет попадание извлеченных сорняков в приемник измельчительного устройства.

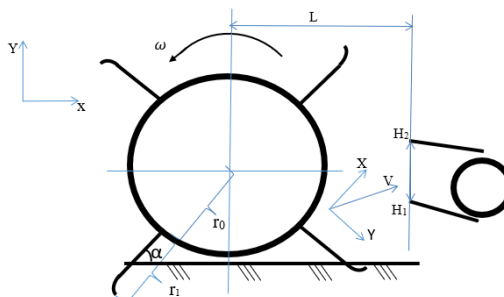


Рисунок 1 – Схема расчета движения сорняка с вычесывающего элемента в измельчительное устройство

Условие отрыва сорняка от пружинного элемента

$$r(t_1) = r_0$$

В момент времени  $t_1$  угол  $\alpha = \alpha_0 = \omega * t_1$

Координата «точки отрыва» сорняка с упругого элемента вычесывающего органа:

$$x_0 = r_{\pi} * (-\cos\alpha_0)$$

$$y_0 = r_{\pi} * (-\sin\alpha_0)$$

$$r_0 + r_1 = r_{\pi}$$

Скорость сорняка в момент отрыва

$$\vec{V} = \vec{T} + \vec{r}'$$

$$|\vec{r}'| = \dot{r}(t_1)$$

$$|\vec{T}| = \omega * r_{\pi}$$

Переведем в декартову систему координат

$$V_{x_0} = -\cos\alpha * \dot{r}(t_1) + \sin\alpha * \omega r_{\pi}$$

$$V_{y_0} = -\sin\alpha * \dot{r}(t_1) - \cos\alpha * \omega r_{\pi}$$

В момент времени  $t_1$  из действующих сил остается только гравитация, поэтому можем записать зависимость скорости от времени в виде:

$$V_x(t) = -\cos\alpha_0 * \dot{r}(t_1) + \sin\alpha_0 * \omega r_{\pi}$$

$$V_y(t) = -\sin\alpha_0 * \dot{r}(t_1) - \cos\alpha_0 * \omega r_{\pi} - gt$$

Получим зависимость координаты от времени в виде:

$$x(t) = \int_{t_1}^t V_x(t) dt + x_0$$

$$y(t) = \int_{t_1}^t V_y(t) dt + y_0$$

Условие попадания сорняка в приемник измельчительного устройства:

$X=L$ , где  $L$ - расстояние от центра вращения вычесывающего органа до края приемника измельчительного устройства;

$$H_1 < Y < H_2,$$

где  $H_1$ - нижний уровень приемника измельчительного устройства;

$H_2$ - верхний уровень приемника измельчительного устройства.

Подставляем и получаем условие попадания сорняка в приемное окно измельчителя:

$$H_2 > \frac{V_y}{V_x} (L - x_0) + y_0 > H_1$$

Рассчитанная формула дает возможность рассчитать характеристики полета сорняка с вычесывающего элемента в приемник измельчительного устройства. Стремлением авторов является обоснование совокупности рабочих параметров вычесывающего элемента (скорость вращения, длина и угол входа вычесывающего элемента) и технологических условий (коэффициент трения пары «сорняк-вычесывающий элемент») для обеспечения извлечения сорняка из почвы и направления его в приемник измельчительного устройства, ограниченного конструктивными данными: высота установки и удаленность от вычесывающего органа.

### Результаты и обсуждение (Results).

Графическое отображение механико-математического моделирования реализовано в виде годографа скоростей материальной точки относительно полюса вращения вычесывающего барабана.

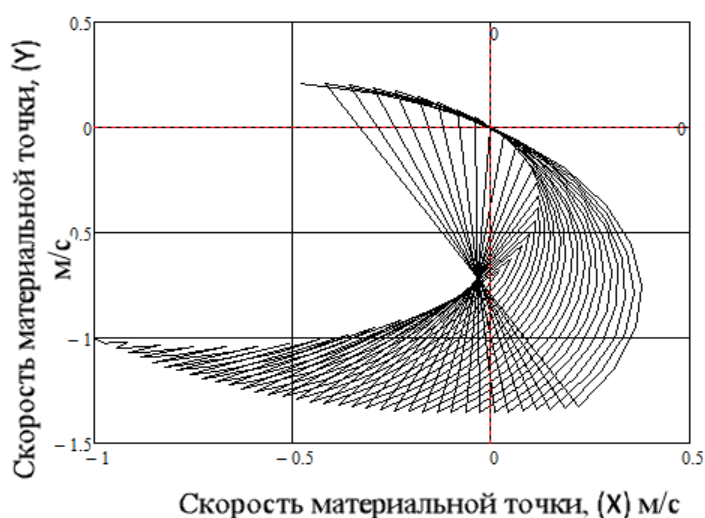


Рисунок 2 – Годограф скоростей материальной точки (сорняка) относительно полюса вращения (центра вычесывающего барабана)

Это позволяет определить диапазон рабочих угловых скоростей вычесывающего барабана, которые обеспечивают отрыв сорняка и его полет в сторону приемника измельчительного устройства. Тем самым, на этапе моделирования определены угловые скорости и конструктивные параметры вычесывающего барабана, при которых обеспечены стабильные условия схода-отрыва-полета сорняка. Эти условия соответствуют области годографа, в которой векторы скоростей извлеченных сорняков в горизонтальной плоскости имеют положительное значение. И наоборот, на этапе теоретического обоснования исключаются аналогичные установки для работы вычесывающего барабана, при которых будет происходить «неизвлечение» сорняков из почвы, наматывание их на вычесывающий барабан и/или их переброс через последний.

На следующем этапе анализа графического отображения математического моделирования визуализируем координаты материальной точки (сорняка) относительно полюса вращения вычесывающего барабана.

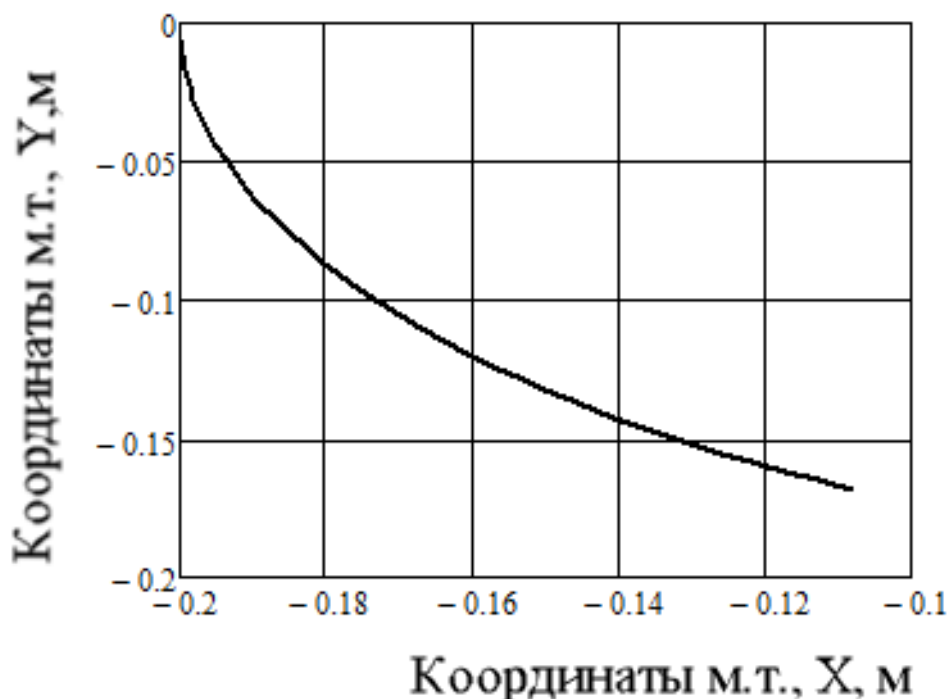


Рисунок 3 – Координаты сорняка относительно полюса вращения вычесывающего барабана

Это позволяет нам построить траектории полета сорняков в зависимости от угловой скорости и угла входа вычесывающего элемента в почву. Это используем для проектирования расположения приемника измельчительного устройства по удаленности и высоте относительно вычесывающего барабана в общей конструкции почвообрабатывающего агрегата.

Как пример, задав угловую скорость вычесывающего барабана, в соответствии с рекомендованной технологической скоростью движения почвообрабатывающего агрегата на уровне 9 км/ч, и угол входа вычесывающего элемента в почвы  $60^{\circ}$ , получаем, что нижний уровень приемного окна измельчительного устройства быть установлен на 17 см ниже уровня центра вращения вычесывающего барабана (рис.4).

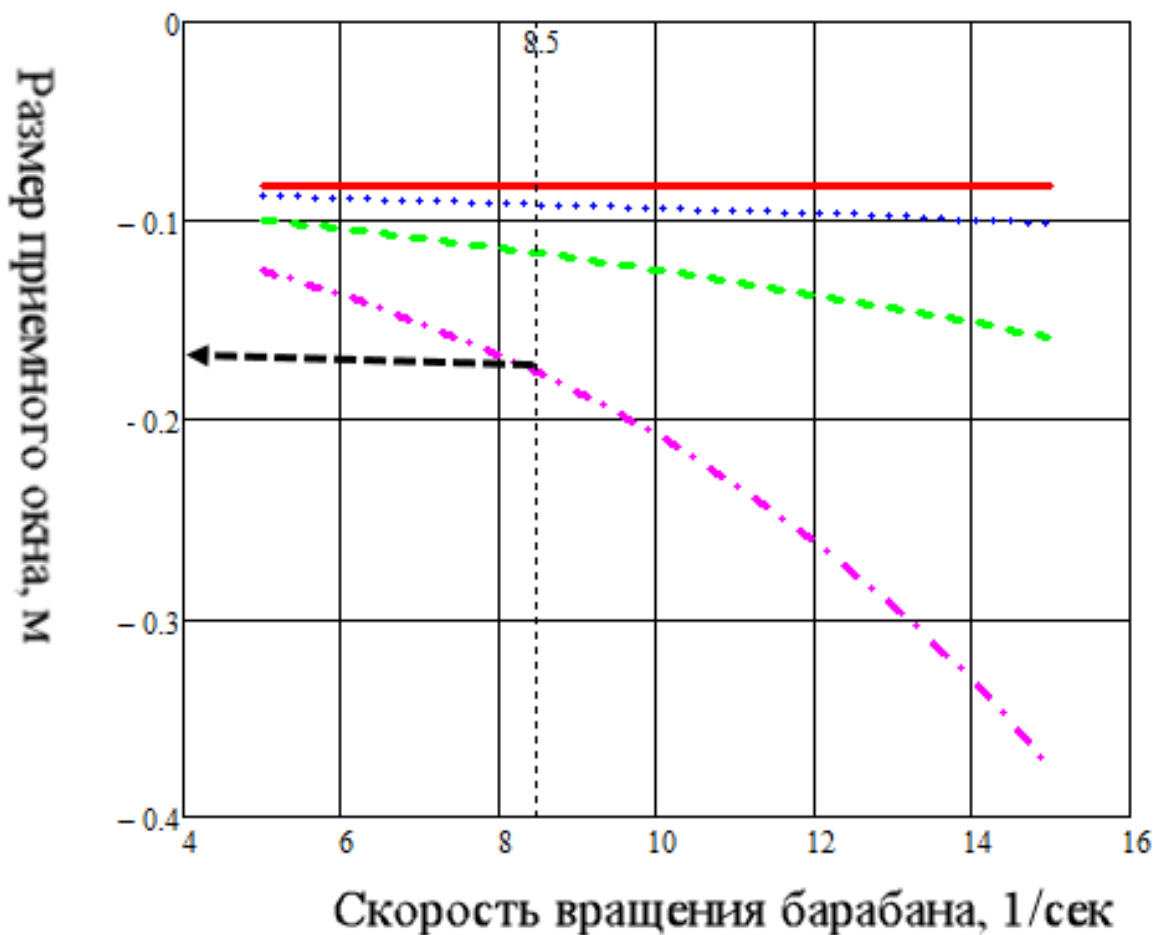


Рисунок 4 – Траектории движения сорняка с вычесывающего элемента в приемник измельчительного устройства (удаление приемника от центра вращения вычесывающего барабана 0,6 м)

- при угле входа  $0^{\circ}$ ; - при угле входа  $10^{\circ}$ ; --- при угле входа  $30^{\circ}$ ;  
 -\*-\* - при угле  $60^{\circ}$ .

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Установлено, что рабочий процесс по извлечению сорняков, может осуществляться при угловой скорости вычесывающего барабана более 5 рад/сек, (при меньшей скорости может происходить наматывание сорняков на вычесывающий барабан).

2. Разработаны математические основы расчета процесса извлечения сорняка из почвы, в следствие действия на него силовых и кинематических факторов от вычесывающего элемента, которые позволяют проектировать взаимное расположение вычесывающего барабана и приемника измельчительного устройства.

3. На формирование траектории движения сорняка с вычесывающего элемента к приемнику измельчительного устройства основное влияние оказывает угловая скорость и угол входа в почву вычесывающего элемента.

### Библиографический список:

1. Шинделов А.В. Инженерно-экологическое обеспечение борьбы с сорной растительностью [Текст] / Шинделов А.В., Иванов Н.М. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. №3. С. 18-23. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-18-23.
2. <http://istmat.info/node/25231> Электронный ресурс, дата обращения 23.03.2020
3. Мазитов, Н. К. Экологические ресурсосберегающие технологии обработки почвы и посева / Н. К. Мазитов, М. Ш. Тагиров, Н. Э. Гаринов // Вестник РАСХН, №1. – М., 2008. – С. 9-10
4. Пат.184739 Российская Федерация, МПК А01В49/06, А01В39/18, Почвообрабатывающий посевной агрегат /Шинделов А.В., Иванов Н.М.,Медведчиков В.М.;Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2018109848; заявл.20.03.2018; опубл. 07.11.2018, Бюл.№31.-3с.: ил.
5. Пат. 2675492 Российская Федерация, МПК А01В 49/06, А01В39/18, Способ посева сельскохозяйственных культур и устройство для его осуществления/ Шинделов А.В., Медведчиков В.М., Иванов Н.М.; Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».- №2018104167; заявл.02.02.2018; опубл.19.12.2018, Бюл.№35.-3с.: ил.

### References

1. Shindelov A.V. Engineering and environmental support for weed control [Text] / Shindelov A.V., Ivanov N.M. // Agricultural machines and technologies. 2019. Vol. 13. №3. pp. 18-23. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-18-23.
2. <http://istmat.info/node/25231> Electronic resource, accessed 23.03.2020
3. Mazitov, N. K., M. Sh. Tagirov, N. E. Garinov, Ecological resource-saving technologies for tillage and sowing, Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences, No. 1. - M., 2008. - S. 9-10
4. Pat. 184739 Russian Federation, IPC A01B49 / 06, A01B39 / 18, Soil-cultivating sowing unit / Shindelov A.V., Ivanov N.M., Medvedchikov V.M.; Applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education " Novosibirsk State Agrarian University. - No. 2018109848; bid.20.03.2018; publ. 11/07/2018, Bull. No. 31.-3 pp.: ill.
5. Pat. 2675492 Russian Federation, IPC A01B 49/06, A01B39/18, Method of sowing crops and device for its implementation / Shindelov A.V., Medvedchikov V.M., Ivanov N.M.; Applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" - No. 2018104167; bid.02.02.2018; publ. 19.12.2018, Bull. No. 35.-3 pp.: ill.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ  
ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ****А.Д.Кольга<sup>1\*</sup>, В. А. Александров<sup>1</sup>, Л.Б.Сагатова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>**ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия**<sup>2</sup>**Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева,  
Алматы, Казахстан****\*e-mail: [kad-55@yandex.ru](mailto:kad-55@yandex.ru)**

*Аннотация.* Приведен анализ работы осевых вентиляционных установок, используемых в агропромышленном комплексе, и рассмотрены возможные пути повышения эффективности их использования. Установлено, что одним из путей повышения эффективности работы осевых вентиляционных установок может стать использование вентиляторов с двумя ступенями, в каждой ступени направление вращения рабочих колес противоположно друг другу (встречное). Уменьшение габаритных размеров, массы и эффективности работы таких установок могут быть достигнуты за счет использования сдвоенных двигателей с коаксиальным расположением валов.

*Ключевые слова:* центробежный вентилятор, осевой вентилятор, рабочее колесо, эффективность работы, параметры, системы регулирования, давление, расход.

**IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF AXIAL FANS OF VENTILATION SYSTEMS****A.D. Kolga<sup>1\*</sup>, V. A. Alexandrov<sup>1</sup>, L.B. Sagatova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>**Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia**<sup>2</sup>**Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan****\*E-mail: [kad-55@yandex.ru](mailto:kad-55@yandex.ru)**

*Abstract.* An analysis of the operation of axial ventilation units used in the agro-industrial complex is given, and possible ways to improve the efficiency of their use are considered. It has been established that one of the ways to improve the efficiency of axial ventilation units can be the use of fans with two stages, in each stage the direction of rotation of the impellers is opposite to each other (counter). Reducing the overall dimensions, weight and efficiency of such installations can be achieved through the use of dual motors with coaxial shafts.

*Key words:* centrifugal fan, axial fan, impeller, efficiency, parameters, control systems, pressure, flow.

**Постановка проблемы (Introduction)**

Турбомашины, транспортирующие текучее (вентилятор и насос), находят широкое распространение как в быту, так и во многих отраслях народного хозяйства. Немаловажное значение они имеют в агропромышленном комплексе. Это можно отнести как к животноводству, так и к растениеводству. От их работы существенно зависит эффективность работы любого сельскохозяйственного предприятия.



В животноводстве. Наиболее эффективным путем повышения продуктивности сельскохозяйственных животных можно добиться за счет создания в помещениях, где содержатся животные, благоприятного микроклимата. Самым простым способом создания благоприятного микроклимата является обустройство качественной вентиляции.

В растениеводстве. Практически любое растительное сырье характеризуется большим содержанием влаги (воды) и сравнительно небольшим количеством сухого вещества. При этом основная часть находится в свободном виде. В ходе хранения пищевые продукты подвергаются биохимическим, ферментативным и микробиологическим изменениям, которые приводят к их быстрой порче. Для подавления роста микроорганизмов используется сушка для удаления влаги при помощи вентиляционных систем.

Особенностью работы вентиляторов (турбомашин) в АПК является большая кратность обмена воздушного пространства за достаточно короткий срок, а также необходимость регулирования параметров вентиляторов (давления и расхода) в зависимости от различных параметров (температуры окружающей среды, количества животных и т.д.).

Потребление энергии турбомашинами на некоторых сельскохозяйственных предприятиях может достигать до 20% от всей энергии, потребляемой предприятием [1]. Наиболее широко в настоящее время для вентиляции используются центробежные вентиляторы, которые способны создавать большие, чем осевые вентиляторы, давления и имеют более устойчивую характеристику. Производители центробежных вентиляторов постоянно работают над совершенствованием существующих и созданием новых конструкций устройств, внедряют новые технологии производства и испытания [2, 3]. Однако, несмотря на все достоинства центробежных вентиляторов, в последнее время намечается тенденция более широкого использования осевых вентиляторов. Это объясняется такими их основными преимуществами перед центробежными вентиляторами, как:

- простота реверсирования воздушной струи;
- большие возможности регулирования режимов работы;
- меньшими габаритами и массой при значительной производительности;
- более высокий внутренний КПД.

Кроме того, к достоинствам этих вентиляторов можно отнести простоту создания многоступенчатых конструкций. Многоступенчатые вентиляторы позволяют обеспечить при той же производительности, что и одноступенчатые, более высокое давление. Поэтому в настоящее время исследователи идут по пути совершенствования конструкции именно осевых вентиляторов, путем упрощения систем регулирования рабочих параметров с целью повышения эффективности работы вентиляторных установок [4, 5, 6, 7].

## Методология и методы исследования (Methods)

Для изменения направления движения воздушной струи лопасти рабочего колеса поворачиваются на угол 153-158 градусов. Такой поворот изменяет направление выпуклости лопасти. Благодаря изменению направления выпуклости лопасти и изменению направления вращения возможно изменение направления движения (реверс) воздушной струи без каких-либо дополнительных устройств и обводных каналов. В результате за счет отсутствия подсосов воздуха в реверсирующих устройствах подача осевого вентилятора может достигать 60 – 80% нормальной.

Изменение подачи текущего обеспечивается путем поворота рабочей лопасти на угол  $15 - 45^{\circ}$ . Более точная регулировка подачи может быть осуществлена одновременным поворотом лопастей направляющего аппарата на  $5 - 10^{\circ}$ .

Все выпускаемые в настоящее время промышленностью вентиляторы разработаны на основе типовых схем, которые отработаны в исследовательских лабораториях. Типовая аэродинамическая схема характеризует проточную часть вентилятора с безразмерными конструктивными параметрами, которые обуславливают достижение соответствующих характеристик.

На рис. 1 и 2 приведены типовые схемы осевых вентиляторов. Схема вентилятора может иметь одну из нескольких разновидностей:- схема К – вентилятор имеет только рабочее колесо (одно или несколько);

- схема К+СА – кроме рабочего колеса (одно или несколько) вентилятор имеет спрямляющий аппарат;

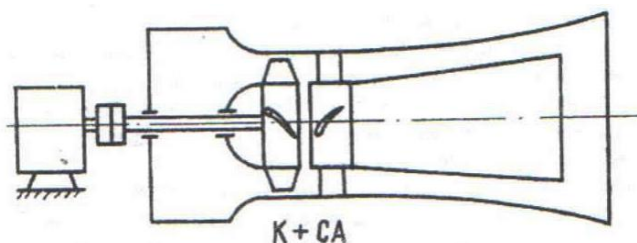


Рисунок 1. Схема одноступенчатого осевого вентилятора, выполненного по схеме К+СА

Схема К самая простая, но она имеет низкий КПД (на 5 – 10% меньше, чем у остальных схем) и не в состоянии обеспечить достаточное давление (коэффициент давления = 0,15). Поэтому для того, чтобы получить заданное давление и подачу, в вентиляторах, выполненных по данной схеме, потребуется большая мощность на валу.

В вентиляторах, выполненных по схеме К+СА, в результате того, что динамическое давление, связанное со скоростью закручивания потока за рабочим колесом, в спрямляющем аппарате преобразуется в статическое [8], увеличиваются и давление и КПД без изменения мощностной характеристики.

Вентиляторы с двумя рабочими колесами (двухступенчатые) выполняются по схеме К+СА+К+СА. КПД таких вентиляторов, по сравнению с одноступенчатыми, более высокий (не менее 0,75).

Принципиальные конструкции основных узлов вентиляторов с одним и двумя рабочими колесами аналогичны, но наличие спрямляющих аппаратов вместе с тем, что они повышают эффективность работы осевого вентилятора, особенно в двухступенчатых конструкциях, усложняют конструкцию, увеличивают габариты, массу и, как правило, приводят к снижению надежности работы всей вентиляционной установки.

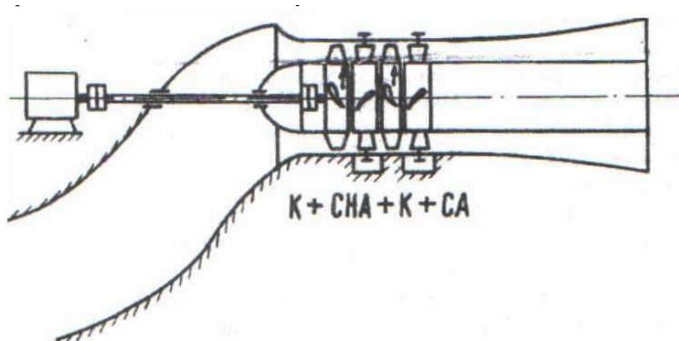


Рисунок 2. Схема двухступенчатого вентилятора

Для устранения указанных недостатков (по габаритам, массе, КПД) применяются вентиляторы со встречным направлением вращения рабочих колес (рис.3).

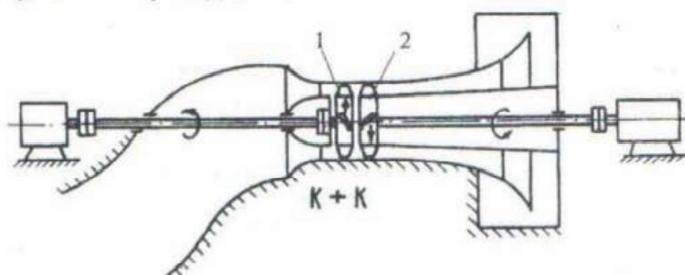


Рисунок 3. Схема вентилятора встречного вращения

Первое и второе рабочие колеса, расположенные соосно, вращаются в противоположных друг другу направлениях. Второе рабочее колесо раскручивает воздушный поток, закрученный первым рабочим колесом, в обратную сторону. Учитывая то, при условии равенства угловых скоростей первого и второго рабочего колеса скорость закручивания потока на выходе со второго рабочего колеса будет равна нулю, то не требуется наличие спрямляющего аппарата. В результате исключения дополнительного элемента существенно упрощается конструкция вентилятора, размеры, масса и значительно повышается его надёжность.

Общим для всех осевых вентиляторов недостатком является сложность осуществления связи рабочих колес с приводным валом электродвигателя. При непосредственной установке рабочего колеса на вал двигателя, расположенного в корпусе вентилятора, конструкция вентилятора упрощается, но сам электродвигатель превращается в сопротивление, ограничивающее сечение потока. Поэтому рабочие колеса мощных вентиляторов приводятся во вращение трансмиссионными валами от двигателей, расположенных вне корпуса вентилятора. Такой подход позволяет исключить вредное сопротивление потоку за счет усложнения конструкции привода и увеличения габаритов вентиляционной установки.

Для вентиляторов встречного вращения конструкция привода еще более усложняется (практически в два раза) поскольку требуется два независимых электродвигателя. Поэтому, несмотря на свои достоинства, вентиляторы встречного вращения широкого распространения в настоящее время не получили.

### Результаты (Results)

Одним из путей решения проблемы упрощения конструкции привода и уменьшения габаритов вентиляционной установки может стать использование электродвигателей специальной конструкции. Этот двигатель представляет собой двигатель с двумя статорами и двумя соосно расположенными роторами. Один ротор пустотелый, сквозь который проходит вал второго ротора. Соосно расположенные валы, на концах которых установлены рабочие колеса, вращаются в противоположные стороны (рис. 4).

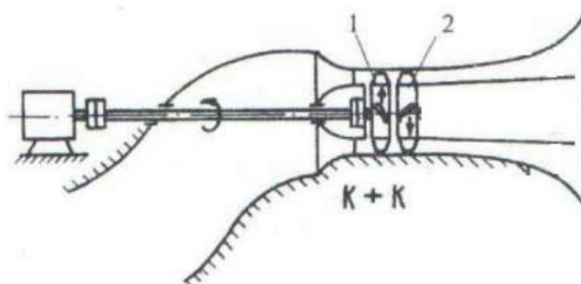


Рисунок 4. Схема вентилятора встречного вращения со сдвоенным двигателем

Схема электродвигателя специальной конструкции представлена на рис 5. Отличительной особенностью такого электродвигателя от обычного является объединение двух электродвигателей в один. В объединенных в одно целое двух корпусах 1 и 2 имеются два статора 3 и 4, а также два ротора 5 и 6, установленных на соосных валах, на выходных концах которых 7 и 8 уже за пределами корпуса размещаются рабочие колеса вентилятора.

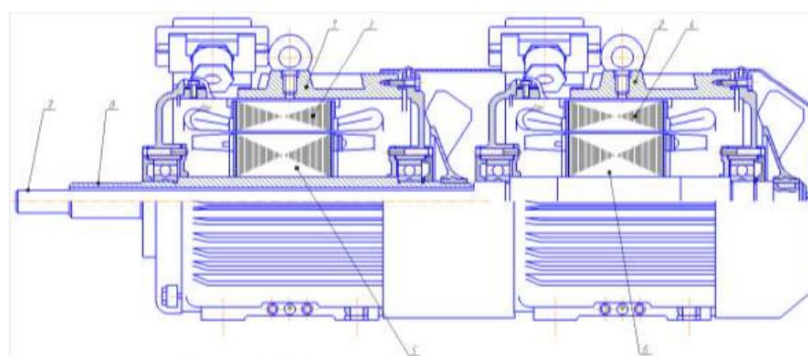


Рисунок 5. Общий вид сдвоенного электродвигателя 1, 3 – корпус; 3, 4 - статор; 5, 6- ротор; 7, 8 - соосные валы

Работает такой электропривод следующим образом. При подаче напряжения на выводы обмоток от источника питания по обмоткам протекает многофазный ток, который создает вращающееся магнитное поле статора. Взаимодействие вращающегося поля статора с полем возбуждения постоянных магнитов ротора обеспечивает создание вращающего момента. Фазные обмотки статоров 3 и 4 коммутируются в такой последовательности, при которой создаются встречно направленные

вращающиеся поля, что обеспечивает встречное вращение роторов 5 и 6 и, соответственно, валов рабочих колес 7 и 8.

### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

В результате использования электродвигателя такой конструкции в вентиляторах встречного вращения, как видно из рисунка 4, исключается один электродвигатель с трансмиссионным валом и упрощается конструкция вентиляторной установки.

За счет упрощения конструкции надежность работы вентиляторной установки существенно повышается.

### **Библиографический список**

1. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. Л.: Машиностроение, 1966. 365 с.
2. Радиальные и осерадиальные рабочие колеса центробежных компрессоров – преимущества, недостатки, область применения / Ю.Б. Галеркин, А.Ф. Рекстин, К.В. Солдатова и др. // Компрессорная техника и пневматика. 2015. №7. С. 23-32.
3. Макаров В.Н., Горбунов С.А., Корнилова Т.А. Перспективное направление повышения эффективности вентиляторов местного проветривания // Изв. Вузов. Горный журнал. 2013. № 6. С. 124–129.
4. Urmila, B. Optimum space vector pwm algorithm for three-level inverter / B. Urmila, D. Subba Rayudu // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2011. Vol. № 9. pp. 24 – 36.
5. Podbolotov, S. Mathematic simulation of the power interchange in the interbucket space of coaxially located impellers of the centrifugal turbo machine / S. Podbolotov, A. Kolga, N. Dyorina. // MATEC Web of Conferences Ser. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018" 2018. С. 04016.
6. Патент РФ №77917. Центробежная машина для транспортирования текучего/ Кольга М.А., Вдовин К.Н., Кольга А.Д. Оpubл. 27.05.2008.
7. Подболотов С.В., Кольга А.Д. Центробежный насос со ступенчатым расположением рабочих колес / Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования: матер. II Междунар.науч.-практ.конф. Горная электромеханика. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. Т.1. С.57-62.
8. Подболотов С.В., Кольга А.Д. Гидравлические потери в элементах турбомашин / Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр./ под ред. Г.Д. Першина. Вып.16. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2016. С. 134-138.

### **References**

1. Lomakin A.A. Centrifugal and axial pumps. L.: Mashinostroenie, 1966. 365 p.
2. Radial and axial radial impellers of centrifugal compressors - advantages, disadvantages, scope / Yu.B. Galerkin, A.F. Rekstin, K.V. Soldatova et al. // Compressor technology and pneumatics. 2015. No. 7. pp. 23-32.

3. Makarov V.N., Gorbunov S.A., Kornilova T.A. Perspective direction of increasing the efficiency of local ventilation fans // *Izv. universities. Mining magazine*. 2013. No. 6. P. 124–129.
4. Urmila, B. Optimum space vector pwm algorithm for three-level inverter / B. Urmila, D. Subba Rayudu // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2011 Vol. No. 9, pp. 24 - 36.
5. Podbolotov, S. Mathematic simulation of the power interchange in the interbucket space of coaxially located impellers of the centrifugal turbo machine / S. Podbolotov, A. Kolga, N. Dyorina. // *MATEC Web of Conferences Ser. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018"* 2018. P. 04016.
6. RF patent No. 77917. Centrifugal machine for fluid transportation / Kolga M.A., Vdovin K.N., Kolga A.D. Published May 27, 2008.
7. Podbolotov S.V., Kolga A.D. Centrifugal pump with staggered impellers / *Actual problems of improving the efficiency and safety of operation of mining and oilfield equipment: mater. II International Scientific and Practical Conf. Mining electromechanics*. Perm: Publishing House Perm. nat. research polytechnic un-ta, 2015. Vol.1. pp.57-62.
8. Podbolotov S.V., Kolga A.D. Hydraulic losses in the elements of turbomachines / *Extraction, processing and use of natural stone: Sat. scientific tr.* / ed. G.D. Pershina. Issue 16. Magnitogorsk: Magnitogorsk Publishing House. state tech. un-ta im. G.I. Nosova, 2016. S. 134-138.

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРЕПЯТСТВИЯ РАЗВИТИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СПИРТА НА ТРАНСПОРТЕ

А.А. Садов<sup>1\*</sup>, М. А. Хомякова<sup>1,2</sup>, А.А. Баженов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [artemsadov@ya.ru](mailto:artemsadov@ya.ru)

*Аннотация.* В статье рассматривается наиболее привлекательный сценарий развития энергетики (инновационный) с точки зрения совмещения передовых технических технологий, развития социума и улучшение экологической обстановки.

Инновационный сценарий развития подразумевает постепенный переход к 2050 году от не возобновляемых источников энергии к возобновляемым и экологически безопасным видам энергии, где акцентируется внимание в развитии социума и экономики, большое внимание уделяется аграрному сектору, где развитие ВИЭ позволит не только запитать энергией удалённые участки РФ но и позволит открыть новые рабочие места с привлечением высококвалифицированных кадров.

Биоэнергетика получила широкое применение в странах с небольшими запасами углеводородного сырья, где стоимость получения данного вида энергоносителя экономически целесообразно. В связи с тем, что Российская Федерация имеет значительные запасы углеводородного сырья (нефть, газ) применение спирта не нашло большого развития, однако проводятся большое количество исследовательских работ.

*Ключевые слова:* спирт, биоэтанол, ВИЭ, топливо, потребление, мировой опыт, сценарий, проблематика.

## PROSPECTS AND OBSTACLES FOR THE DEVELOPMENT OF THE USE OF ALCOHOL IN TRANSPORT

A.A. Sadov<sup>1\*</sup>, M.A. Khomyakova<sup>1,2</sup>, A.A. Bazhenov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

\*E-mail: [artemsadov@ya.ru](mailto:artemsadov@ya.ru)

**Abstract.** The article considers the most attractive scenario for the development of the energy sector (innovative) in terms of combining advanced technical technologies, social development and improving the environmental situation.

The innovative development scenario implies a gradual transition by 2050 from non-renewable energy sources to renewable and environmentally friendly types of energy, where attention is focused on the development of society and the economy, much attention is paid to the agricultural sector, where the development of renewable

energy sources will not only supply energy to remote areas of the Russian Federation, but also will open new jobs with the involvement of highly qualified personnel.

Bioenergy has been widely used in countries with small hydrocarbon reserves, where the cost of obtaining this type of energy carrier is economically feasible. Due to the fact that the Russian Federation has significant reserves of hydrocarbon raw materials (oil, gas), the use of alcohol has not found much development, but a large number of research works are being carried out.

**Keywords:** alcohol, bioethanol, RES, fuel, consumption, world experience, scenario, issues.

### **Постановка проблемы (Introduction).**

Современная обстановка на международном уровне, как и внутри системы ООН в связи с серьезными изменениями логистики углеводородов и загрязнением окружающей среды снова актуализирует вопросы по развитию экологически чистых экономик, независимых от углеводородного сырья (нефть, газ, уголь). Однако резкий отказ от привычных на данный момент источников энергии на данном этапе развития не позволяет обеспечить баланс между удовлетворением растущего спроса на энергию и воздействием энергетики на природную ресурсную базу в интересах достижения целей в области устойчивого развития [1].

Согласно тезисам из белой книги энергетики, сказанные Анатолием Борисовичем Яновским (помощник руководителя Администрации Президента Российской Федерации) Россия обладает огромным энергетическим потенциалом и занимает важное место в обеспечении глобальной энергетической безопасности. Однако мы должны не только эффективно распоряжаться своими энергетическими богатствами сегодня, но и формировать основу своего энергетического будущего за счет развития новых технологий добычи и производства энергоресурсов, транспорта и распределения энергии, управления и диспетчеризации энергетических потоков. И мы должны уже сегодня на базе комплексных исследований нашего общего энергетического будущего начать формирование инновационной энергетики, основой долгосрочного развития которой станет не только добыча, производство и экспорт энергоносителей, но и создание, внедрение и экспорт новых передовых энергетических технологий и принципов организации работы энергетических систем [1,5]. Исходя из этого и опережая события на международной арене Российская Федерация имеет огромные перспективы не только в дальнейшем развитии традиционных видов энергии, но и быть лидирующим в новых экологически чистых видах энергоресурсов.

Основным источником загрязнения окружающей среды же в сельской местности можно считать стационарную и мобильную технику оснащаемыми двигателями внутреннего сгорания (тракторы, автомобили, дизельные электрические станции и другие средства механизации работающих на углеводородном сырье) так и стационарные установки работающие на жидкообразном и газообразном топливе, электроэнергии или тепле полученном при сжигании углеводородного сырья (котельные,



сушилки, холодильные установки и др). Так же загрязнителями окружающей среды выступают отходы как растительного, так и животного происхождения (помет, навоз, лузга и др)

В связи с этим с каждым годом становится острее вопрос о поиске альтернативных видов энергии из отходов и побочных продуктов предприятия. В разных странах ведутся исследования и испытания по использованию альтернативного топлива, каждая страна подходит к этому вопросу по-своему. Все зависит от силы государства, технологии предприятий, от сырья из которого будет получен конечный результат.

### **Методология и методы исследования (Methods).**

При написании статьи использовался сравнительно-аналитический метод, зарубежной и отечественной литературы. Большое внимание уделялось энергетическим парадигмам ведущих стран мира в области альтернативных видов топлива.

### **Результаты и обсуждение (Results).**

Нами в статье рассматривается этанол как один из возможных возобновляемых видов энергии.

Получение и использование этанола давно известно человечеству. В наиболее древней технологии получение этанола сахара: глюкоза, сахароза и др. ферментировались в отсутствие кислорода дрожжами. Еще до недавнего времени почти весь этанол, получаемый путем дрожжевого сбраживания сахаров, использовался для производства алкогольных напитков.

На рубеже 19-20 веков этанол применялся в Соединенных Штатах в качестве источника питания ламп, а затем в период дефицита запасов нефти в Европе и в период Второй Мировой Войны [2].

Однако основными видами топлива, применяемыми в технике с начала 20 века, остались те которые производились из нефтяного сырья. Это связано в большую степень из-за развития нефтяной промышленности с открытием новых продуктивных месторождений с доступной логистикой [2]. В это время получение спиртового топлива имело несколько основных проблем затрудняющее повсеместное внедрения, включая: энергоемкую предварительную обработку низкий выход сахара при гидролизе и низкую эффективность конверсии ферментации сахара.

Открытие новых штаммов, оптимизация процессов ферментации, разработка нового оборудования, и способов использования имеют решающее значение для внедрения биоэтанола из различных видов возобновляемого сырья [3,4].

Рассматривая автомобильный транспорт спирт нашел широкое применение в странах латинской и северной америки [6, 7 ,8], где этанол применяется как высокооктановая добавка к бензину или как отдельный вид топлива для многотопливного двигателя. В Бразилии широкую популярность спирт [6, 7 ,8, 9] получил как отдельный вид топлива, который используется автомобилистами в те моменты, когда, стоимость нефтепродуктов становится выше, чем производство спирта из тростника.

Исходя из мирового опыта производства биотоплива, видно, что за последнее десятилетие производство этанола (рисунок 1) [13] выросло в 2 раза, а производство биодизеля – более чем в 5 раз, до 38 млн. тонн.

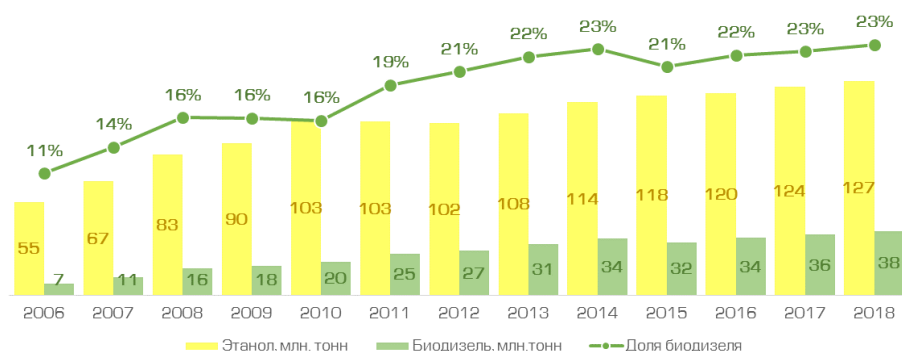


Рисунок 1 – Динамика изменения производства биодизеля

В рамках исследований альтернативных видов топлива в ФГБОУ ВО Уральском ГАУ, кафедрой технологических машин и сервиса, рассматривался вопрос применения спирта в двухтопливной системе на автомобиля «Газель», исследования показали резкое снижение токсичности отработанных газов, незначительное влияние на топливно-мощностные показатели автомобиля. [10], так и применение спирта для дизельной техники в смеси с растительными маслами [11,12].

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Биоэнергетика, в частности, использование этанола в качестве топлива бесспорно получила широкое применение в странах с небольшими запасами углеводородного сырья, где стоимость получения данного вида энергоносителя экономически целесообразно. В связи с тем, что Российская Федерация имеет значительные запасы углеводородного сырья (нефть, газ) применение спирта не нашло большого развития, однако проводятся большое количество исследовательских работ как по снижению себестоимости получаемого спирта, так и по применению на автотранспорте.

### Библиографический список

1. Бушуев, В. В. Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / В. В. Бушуев, А. М. Мастепанов, Н. К. Куричев, А. М. Белогорьев, А. И. Громов ; под общ. ред. В. В. Бушуева. – М. : ИЦ «Энергия», 2011. – 360 с.
2. Карпов С.А. Развитие производства этанола как альтернативного источника автомобильного топлива // АЭЭ. 2006. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-proizvodstva-etanola-kak-alternativnogo-istochnika-avtomobilnogo-topliva> (дата обращения: 30.08.2022).
3. Ачегу З. А., Короткова Т. Г., Константинов Е. Н. Совершенствование системы получения этанола для добавки в моторное топливо // Известия вузов. Пищевая технология. 2007. №5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-polucheniya-etanola-dlya-dobavki-v-motornoe-toplivo> (дата обращения: 30.08.2022).

4. Мирошников Александр Михайлович, Цыганков Дмитрий Владимирович, Полозова Алена Владимировна Повышение перспективности спиртовых топлив за счет использования в их составе оксида пропилена // Вестник КузГТУ. 2021. №5 (147). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-perspektivnosti-spirovoyh-topliv-za-schet-ispolzovaniya-v-ih-sostave-okside-propilena> (дата обращения: 30.08.2022).
5. Безруких, П. П. Возобновляемая энергетика: состояние, проблемы, перспективы / П. П. Безруких // Малая энергетика. – 2008. – № 1-2. – С. 3-20. – EDN JVMCSH.
6. В Бразилии 5 миллионов машин ездят одновременно на бензине и на спирте Режим доступа URL: <https://ria.ru/20080311/101057894.html> (Дата обращения 10.02.22)
7. В Бразилии тысячи автолюбителей предпочитают заправлять машину этанолом Режим доступа URL: [https://www.1tv.ru/news/2013-03-02/69956-v\\_brazilii\\_tysyachi\\_avtolyubiteley\\_predpochitayut\\_zapravlyat\\_mashinu\\_etanolom](https://www.1tv.ru/news/2013-03-02/69956-v_brazilii_tysyachi_avtolyubiteley_predpochitayut_zapravlyat_mashinu_etanolom) (Дата обращения 10.02.22)
8. Биоэтанол Режим доступа URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биоэтанол> (Дата обращения 10.02.22)
9. Buy Ethanol: Science and Engineering by Basile, Angelo, Iulianelli, Adolfo, Dalena, Francesco, Veziroglu, T. Nejat (ISBN: 9780128114582)
10. Азясев, А. В. Использование этанола в качестве добавки к топливу для бензиновых двигателей / А. В. Азясев, И. А. Садаков, Л. А. Новопашин // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика Зулхарнай Алдамжар. – 2012. – № 1. – С. 7-11. – EDN SHWBSD.
11. Возможность применения спирто-масленных эмульсий в качестве топлива / А. А. Садов, Л. А. Новопашин, Л. В. Денежко [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 59. – С. 36-39. – EDN XZIVHC.
12. Physical and chemical evaluation of the use of diesel composite fuel based on ricinic oil and bioethanol as fuel for diesel power plant / A. A. Sadov, L. A. Novopashin, L. V. Denezhko, Y. B. Cherkasov // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16.10.2020. – Yekaterinburg, 2020. – P. 1004. – DOI 10.1051/e3sconf/202022201004. – EDN OYXGMV.
13. Выйти в свет. Почему биодизель уходит в Европу, но не приживается в России? Режим доступа URL: <https://www.oilworld.ru/news/neighbor/266294> (Дата обращения 10.02.2022)

## References

1. Bushuev, V. V. World Energy - 2050 (White Book) / V. V. Bushuev, A. M. Mastepanov, N. K. Kurichev, A. M. Belogoriev, A. I. Gromov; under total ed. V. V. Bushueva. - M. : Information Center "Energy", 2011. - 360 p.

2. Karpov S.A. Development of ethanol production as an alternative source of automotive fuel // AEE. 2006. No. 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-proizvodstva-etanola-kak-alternativnogo-istochnika-avtomobilnogo-fuel> (accessed 08/30/2022).
3. Achegu Z. A., Korotkova T. G., Konstantinov E. N. Improving the system for obtaining ethanol for additives in motor fuel. *Izvestiya vuzov. Food technology.* 2007. No. 5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-polucheniya-etanola-dlya-dobavki-v-motornoe-fuel> (accessed 08/30/2022).
4. Miroshnikov Alexander Mikhailovich, Tsygankov Dmitry Vladimirovich, Polozova Alena Vladimirovna Improving the prospects of alcohol fuels through the use of propylene oxide in their composition // *Bulletin of KuzGTU.* 2021. No. 5 (147). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-perspektivnosti-spirtovyh-topliv-za-schet-ispolzovaniya-v-ih-sostave-okside-propilena> (date of access: 08/30/2022).
5. Bezrukikh, P. P. Renewable energy: state, problems, prospects / P. P. Bezrukikh // *Small energy.* - 2008. - No. 1-2. - P. 3-20. -EDN JVMCSH.
6. In Brazil, 5 million cars run simultaneously on gasoline and alcohol Access mode URL: <https://ria.ru/20080311/101057894.html>
7. In Brazil, thousands of motorists prefer to fill their car with ethanol Access mode URL: [https://www.1tv.ru/news/2013-03-02/69956-v\\_brazilii\\_tsyachi\\_avtolyubiteley\\_predpochitayut\\_zapravlyat\\_mashinu\\_etanolom](https://www.1tv.ru/news/2013-03-02/69956-v_brazilii_tsyachi_avtolyubiteley_predpochitayut_zapravlyat_mashinu_etanolom) (Accessed 10.02.22)
8. Bioethanol Access mode URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Bioethanol> (Accessed 10.02.22)
9. Buy Ethanol: Science and Engineering by Basile, Angelo, Iulianelli, Adolfo, Dalena, Francesco, Veziroglu, T. Nejat (ISBN: 9780128114582)
10. Azyasev, A. V. The use of ethanol as an additive to fuel for gasoline engines / A. V. Azyasev, I. A. Sadakov, L. A. Novopashin // *Bulletin of Science of the Kostanay Social and Technical University named after Academician Zulkharnay Aldamzhar.* - 2012. - No. 1. - P. 7-11. – EDN SHWBSD.
11. The possibility of using alcohol-oil emulsions as fuel / A. A. Sadov, L. A. Novopashin, L. V. Denezhko [et al.] // *Proceedings of the International Academy of Agricultural Education.* - 2022. - No. 59. - P. 36-39. – EDN XZIVHC.
12. Physical and chemical evaluation of the use of diesel composite fuel based on ricinic oil and bioethanol as fuel for diesel power plant / A. A. Sadov, L. A. Novopashin, L. V. Denezhko, Y. B. Cherkasov // *E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16.10.2020. – Yekaterinburg, 2020. – P. 1004. – DOI 10.1051/e3sconf/202022201004. – EDN OYXGMV.*
13. Go out into the world. Why does biodiesel go to Europe, but does not take root in Russia? Access mode URL: <https://www.oilworld.ru/news/neighbor/266294> (Accessed 10.02.2022)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ****К.В. Некрасов<sup>1\*</sup>, В.И. Набоков<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ФГБОУ ВО УрГУПС, Россия, Екатеринбург.<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.**\*E-mail: [ekonn@bk.ru](mailto:ekonn@bk.ru)**

*Аннотация.* Предметом исследования выступают отношения, складывающиеся в процессе оплаты труда персонала организации банковского сектора. Цель работы – на основе анализа подходов к оплате труда кадров выработать рекомендации по повышению эффективности системы стимулирования труда персонала в организации. Анализ показал относительно стабильный кадровый состав, коллектив отделения ПАО «Сбербанк» в 2021 году включал 51 работника, из которых 10,5% – руководители, 75,4% – специалисты. Текучесть персонала в ПАО «Сбербанк» в 2020 году составляла 12,3%, а в 2018 – 15,7%, то есть уменьшилась на 3,4%. Система оплаты труда включает как материальное, так и нематериальное вознаграждение. Материальное по-прежнему является основным для работников, по этому показателю сотрудники набрали максимальное число баллов, за ним по значимости находятся уважение от руководства и желание спокойно трудиться. Основной мерой по совершенствованию системы оплаты труда являются надбавки за стаж и единовременные выплаты.

*Ключевые слова:* оплата труда персонала, мотивация труда персонала, банковский сектор экономики.

**IMPROVEMENT OF THE PERSONNEL PAYMENT SYSTEM IN THE ORGANIZATION****K.V. Nekrasov<sup>1\*</sup>, V.I. Nabokov<sup>2</sup>**<sup>1</sup> FSBEI HE Ural State University of Railway Transport (USURT), Russia, Yekaterinburg.<sup>2</sup> FSBEI HE Ural SAU, Russia, Yekaterinburg.**\*E-mail: [ekonn@bk.ru](mailto:ekonn@bk.ru)**

**Abstract.** The subject of the research is the relationship that develops in the process of remuneration of the personnel of the organization of the banking sector. The purpose of the work is to develop proposals aimed at improving the efficiency of the personnel remuneration system in the organization on the basis of an analysis of approaches to remuneration of the organization's personnel. The analysis shows a relatively stable staff structure, the low lecture of the Sberbank branch for 2020 consists of 51 employees, of which 10.5% are managers, 75.4% are specialists' events. Staff turnover at Sberbank in 2020 was 12.3%, and in 2018 - 15.7%, thereby decreasing by 3.4%. The remuneration system includes high material (monetary and non-existent monetary), as well as non-material (social or moral length of service) remuneration coefficient. Material

consideration, remuneration is still available xlmaz is the most important thing for employees, because At the same time, according to this material indicator of Russia, respondents scored these more material points, this further, according to the rank of importance, there is a coefficient of desire to work more calmly and to show respect from the waste of management. The main measure to improve the remuneration system is seniority bonuses and lump-sum payments.

**Keywords:** remuneration of personnel, wages, banking sector

### **Введение (Introduction)**

Актуальность исследования определяется тем, что оплата труда - один из наиболее важных факторов конкурентоспособности организаций. Существует много теорий мотивации, которые начали появляться еще в работах древних философов. Тем не менее вопросы стимулирования кадров организации весьма актуальны. Несмотря на то, что этот вопрос исследуется в течение весьма длительного периода, до настоящего времени нет четкого взгляда на содержащиеся в ней понятия [1]. Кроме того, со временем происходит трансформация такого явления, как стимулирование или мотивация, так как меняется как персонал, так и его ценности, и потребности, требования к работодателю и условиям, которые он предлагает. Сложность также состоит подчас в слабой применимости существующих теорий мотивации к реалиям современной сложной жизни.

### **Цель и методика исследований (Methods)**

Объектом исследования является персонал одного из отделений АО «Россельхозбанк» Свердловской области. Предмет исследования - отношения, складывающиеся в процессе мотивации труда персонала организации.

Цель исследования – на основе анализа подходов к оплате труда персонала организации разработать рекомендации по повышению эффективности системы мотивации труда работников организации.

Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- 1) изучить понятия оплаты и стимулирования труда персонала, их сущность;
- 2) рассмотреть материальное и нематериальное стимулирование труда персонала;
- 3) рассмотреть особенности материального и нематериального стимулирования трудовой деятельности персонала;
- 4) представить характеристику организации;
- 5) провести анализ кадрового состава;
- 6) провести анализ оплаты труда персонала;
- 7) сформулировать рекомендации, направленные на совершенствование системы оплаты труда в ПАО «Сбербанк».

## Результаты (Results)

Используя штатное расписание ПАО «Сбербанк», можно определить количество кадров за соответствующий период [2]. При этом из штатного расписания следует, что персонал организации составляет 51 чел. за 2019 год, 53 чел. – за 2020 год и 57 чел. – за 2021 год. Сейчас в отделении трудится 58 работников. Причем, выделяют такие категории работников: руководители, специалисты и технические исполнители, они представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структура персонала отделения ПАО «Сбербанк»

Категория работников	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	чел	%	чел	%	чел	%
Руководители	6	11,8	6	11,3	6	10,5
Специалисты	38	74,5	42	79,2	43	75,4
Технические исполнители	7	13,7	5	9,4	8	14,0
Итого	51	100	53	100	57	100

Таким образом, коллектив отделения ПАО «Сбербанк» за 2021 год составил 57 работников, из них 10,5% — это руководители, 75,4% – это специалисты. В структуре персонала отделения доля технических исполнителей - 14,0%.

Исходя из рисунка, текучесть персонала в отделении в 2020 году составила 12,3%, по сравнению с 2018 годом она снизилась на 3,4%. Коэффициент оборота кадров по выбытию – также снизился на 3,4%.

Коэффициент оборота по выбытию работников снизился в 2020 году до 12,3%, а коэффициент оборота по поступлению кадров - вырос до 28,1%. Тем не менее еще сохраняется значительной текучесть кадров (12,3%). При этом работники, которые уволены за 3 последних года, уволились по-своему желанию, эти работники относятся к техническим исполнителям или специалистам [3].

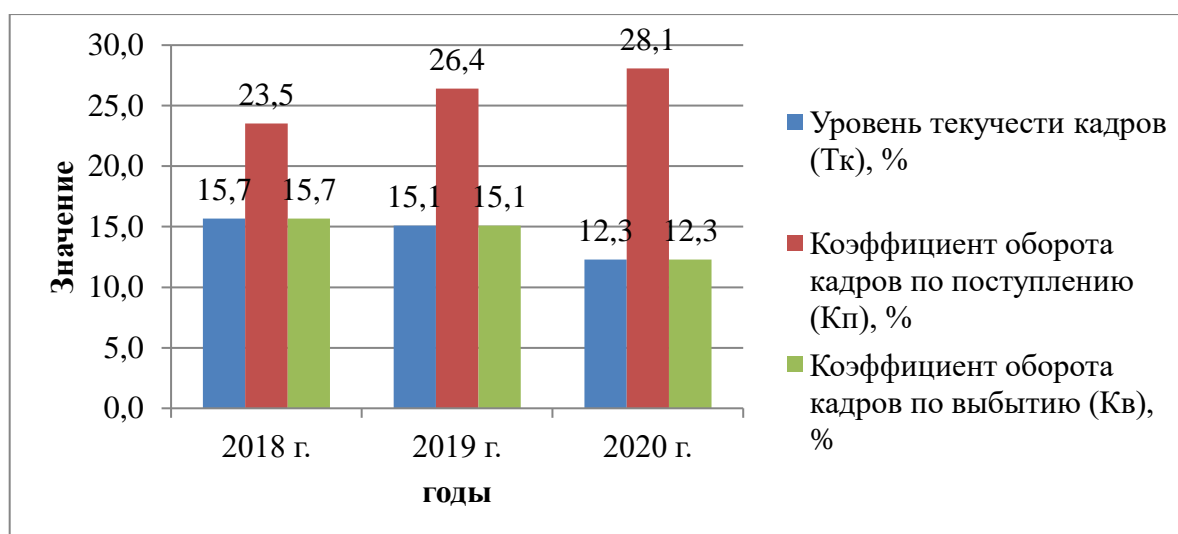


Рисунок 1– Показатели движения персонала в отделении ПАО «Сбербанк» за 2018-2020 гг.

В ПАО «Сбербанк» на сегодня действует система, которая построена на двух типах стимулирования: материальное, нематериальное [4].

Чтобы определить результативность функционирования данных типов стимулирования, было проведено исследование, в нем участвовало 30 работников отделения ПАО «Сбербанк» (технических исполнителей, руководителей, а также специалистов) [5].

Сначала было предложено этим работникам организации выбрать и оценить из всех подготовленных мотивов наиболее значимые. Оценка осуществлялась по 5 – бальной системе, где 0 – «не имеет никакого значения», 5 – это «очень важно». Данные, которые были нами получены, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты социологического исследования мотивов к труду работников отделения ПАО «Сбербанк» [6]

№	Мотивы	Средняя оценка		
		всего	мужчины	женщины
1	2	3	4	5
1	Желание получения большого материального вознаграждения (премий и доплат к заработной плате)	4,97	5,00	4,95
2	Стремление к карьерному росту	4,7	4,8	4,6
3	Удовлетворенность от выполненной работы	4,9	4,93	4,87
4	Уважение от руководителей организации	4,91	4,9	4,92
5	Доброе отношение в коллективе	4,7	4,84	4,16
6	Стремление к инициативе	3,5	3,8	3,3
7	Осознание высокой значимости труда	4,9	4,91	4,89
8	Желание спокойно работать	4,93	4,9	5
9	Избегание ответственности	4,66	4,7	4,6
10	Стремление добиваться самостоятельности	4,7	4,8	4,75
11	Стремление заниматься творчеством	3,87	4,76	4,14

### Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Таким образом, по итогам проведенного исследования можно заключить, что материальное вознаграждение остается самым важным для работников, т.к. именно по этому показателю респонденты набрали наибольшее количество баллов, далее по значимости следуют желание спокойно работать и уважение со стороны руководства [7]. Следует заметить, что наименее значимыми для персонала являются стремление к творчеству и к инициативе, средние оценки по данным показателям составили 3,87 и 3,5 баллов соответственно.

В целом руководство ПАО «Сбербанк» отводит немало времени для оптимизации системы управления персоналом и реально воплощает в своей работе принцип, согласно ему экономические, социальные и психологические методы управления кадрами организации должны преобладать над авторитарными [8].



Вместе с тем, исследование также показало, что необходимо и дальше максимально использовать, совершенствуя, методы материального и морального стимулирования труда работников организации, использовать при этом самые современные методы стимулирования. При этом необходимо особенно активно стимулировать стремление сотрудников к творчеству и инициативе в их профессиональной деятельности на благо всей организации.

#### **Библиографический список**

1. Вишневская Н.А. Формирование заработной платы в России: роль отраслевых тарифных соглашений [Текст] // Вопросы экономики. – 2019. – № 9 (21). – С. 91-103.
2. Дуракова, И. Б. Управление персоналом [Текст]: учеб. / И. Б. Дураковой, – М.: Форум: ИНФРА-М, 2018. – 568 с.
3. Зарубина Е. В., Петрова Л. Н. Технологии и методы адаптации человеческих ресурсов // Аграрное образование и наука. 2016. № 4. С. 33.
4. Александрова Н. А., Васильцова Л. И., Фатеева Н. Б. Основы кадровой политики и кадрового планирования: Учебное пособие. Екатеринбург, 2014. 228 с.
5. Амелина Н. Введение сотрудника в компанию, коллектив и должность // Управление развитием персонала. 2016. № 1. С. 25-32. 3. Бобков А. Обучение и развитие персонала [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.arsenal-hr.ru](http://www.arsenal-hr.ru)
6. Леонова, И. И. Оплата труда по результатам. Необходимые условия и противопоказания к внедрению [Текст]: учеб. / И. И. Леонова, – М.: Форум: ИНФРА-М, 2019. – 44 с.
7. Мазура, И. И. Корпоративный менеджмент [Текст]: учеб. / И. И. Мазура, – М.: Форум: ИНФРА-М, 2019. – 412 с.
8. Горбунова О.С., Набоков В.И., Калицкая В.В., Перминова И.М. Современные тенденции формирования человеческого капитала сельскохозяйственных организаций Свердловской области. Аграрное образование и наука. 2017. №2. С. 15.

#### **References**

1. Vishnevskaya N.A. Formation of wages in Russia: the role of industry tariff agreements [Text] // Economic issues. – 2019. – No. 9 (21). – pp. 91-103.
2. Durakova, I. B. Personnel management [Text]: textbook / I. B. Durakova, – M.: Forum: INFRA-M, 2018. – 568 p.
3. Zarubina E. V., Petrova L. N. Technologies and methods of adaptation of human resources // Agrarian education and science. 2016. No. 4. p. 33.
4. Alexandrova N. A., Vasil'tsova L. I., Fateeva N. B. Fundamentals of personnel policy and personnel planning: Textbook. Yekaterinburg, 2014. 228 p.
5. Amelina N. Introduction of an employee to the company, team and position // Personnel development management. 2016. No. 1. pp. 25-32. 3. Bobkov A. Personnel training and development [Electronic resource]. Access mode: [www.arsenal-hr.ru](http://www.arsenal-hr.ru)

6. Leonova, I. I. Remuneration based on results. Necessary conditions and contraindications for implementation [Text]: textbook / I. I. Leonova, – M.: Forum: INFRA-M, 2019. – 44 p.
7. Mazura, I. I. Corporate management [Text]: textbook / I. I. Mazura, – M.: Forum: INFRA-M, 2019. – 412 p.
8. Gorbunova O.S., Nabokov V.I., Kalitskaya V.V., Perminova I.M. Modern trends in the formation of human capital of agricultural organizations of the Sverdlovsk region. Agricultural education and science. 2017. No. 2. p. 15.

**ВЫРАЩИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ: ПРАВОВОЙ И  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ****М. А. Хомякова<sup>1,2\*</sup>, А. А. Биркин<sup>2\*\*</sup>, А.А. Садов<sup>2</sup>****<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия****<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия****\*E-mail:** homyakovama@mail.ru**\*\*E-mail:** birkin\_aa@mail.ru

**Аннотация:** в статье разъясняется актуальность выращивания технической конопли на современном этапе развития российского сельского хозяйства. Проанализированы мнения экспертов, аргументирующие перспективу развития данной культуры в среднеуральском регионе.

Авторы рассматривают возможность выращивания конопли с точки зрения различных отраслей права, делая акцент на нормах уголовного права. Анализ нормативных актов показал необходимость реформы в законодательстве. На страницах данной работы предложены соответствующие изменения в законодательстве.

Экономический анализ данных показал перспективу выращивания технической конопли на Среднем Урале: благодаря методу аналогии и сравнения выявлено, что культивирование конопли в Свердловской области, учитывая уже внесенные инвестиции, должно принести доход региону.

**Ключевые слова:** конопля; техническая конопля; незаконное культивирование; Средний Урал, Свердловская область.

**CULTIVATION OF TECHNICAL CANNABIS IN THE MIDDLE URALS: LEGAL AND  
ECONOMIC ASPECTS****M. A. Khomyakova<sup>1,2\*</sup>, A. A. Birkin<sup>2\*\*</sup>, A.A. Sadov<sup>2</sup>****<sup>1</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia****<sup>2</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia****\*E-mail:** homyakovama@mail.ru**\*\*E-mail:** birkin\_aa@mail.ru

**Abstract:** in this article explains the relevance of growing technical cannabis at the present stage of development of Russian agriculture. The opinions of experts are analyzed, arguing for the prospect of the development of this culture in the Middle Ural region.

The authors consider the possibility of growing cannabis from the point of view of various branches of law, focusing on the norms of criminal law. The analysis of normative acts showed the need for reform in legislation. On the pages of this work, appropriate changes in legislation are proposed.

The economic analysis of the data showed the prospect of growing technical cannabis in the Middle Urals: thanks to the method of analogy and comparison, it was revealed that the cultivation of cannabis in the Sverdlovsk region, taking into account the investments already made, should bring income to the region.

**Keywords:** cannabis; technical cannabis; illegal cultivation; Middle Urals, Sverdlovsk region.

### **Постановка проблемы (Introduction)**

В настоящее время актуализируется выращивание технической конопли: данная культура является выгодной для различных подотраслей сельского хозяйства, требует минимальных затрат и обладает высокой окупаемостью, что показывает практика культивирования конопли в различных регионах Российской Федерации. В 2021 году главой Свердловской области была обозначена цель выращивания данной культуры на Среднем Урале для повышения экономического статуса региона, в 2022 году при поддержке государства началось выращивание технической конопли в регионе. Однако законодательное регулирование данных отношений требует некоторых изменений и совершенствования.

### **Методология и методы исследования (Methods)**

В данной статье использованы методы сравнения: в частности, советского и российского уголовного законодательства в вопросах установления ответственности за незаконное культивирование растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества и их прекурсоры. Предмет такого преступления выявлен благодаря методам индукции и дедукции.

Исторический метод помог провести ретроспективный анализ экономического и правового аспектов выращивания конопли.

Благодаря методу аналогии выявлены положительные экономические перспективы выращивания технической конопли в Свердловской области.

Одной из культур, традиционно выращиваемых в Российской империи, а позже и на территории Союза Советских Социалистических Республик являлась посевная конопля [1]. Урожай данного вида растений полезен для многих отраслей экономики и промышленности: из волокон конопли возможно изготовить пеньку и ткань, её стебли пригодны в пищу для сельскохозяйственных животных, из семян можно изготовить масло и иную продукцию.

Однако в конце XX века учеными было выявлено, что растения сорта *Cannabis sativa* L. потенциально могут быть использованы для изготовления наркотических соединений [2], в связи с чем в превентивных целях было приостановлено массовое производство конопли. Впервые уголовная ответственность за незаконное культивирование растений, содержащих наркотические средства, была введена в 1987 году.

В современном Уголовном кодексе Российской Федерации (далее в тексте – УК РФ) статьей 231 установлена уголовная ответственность за незаконное культивирование растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества и их прекурсоры. Квалифицирующими признаками данного состава являются предмет и объективная сторона [3].

Предмет – растения, содержащие наркотические средства или психотропные вещества и их прекурсоры. Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2010 г. № 934 установлен Перечень растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества либо их прекурсоры и подлежащих контролю в Российской Федерации. Согласно данному нормативному акту, конопля (растение рода *Cannabis*) относится к таким растениям.

Данное решение вызывает некоторое недоумение: как видно из предыдущей части исследования, не все сорта конопли являются наркотикосодержащими растениями, однако к предмету преступления, описанного в ст. 231 УК РФ, законодатель отнес вообще все растения рода *Cannabis*. На взгляд авторов настоящей работы, следует принять изменения в законодательство и обозначить в упомянутом Перечне, какие именно сорта конопли являются растениями, содержащими наркотические средства.

Ранее подобный акт существовал: до 2020 года действовало Постановление Правительства РФ от 20.07.2007 № 460 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования в промышленных целях, требований к таким сортам и к условиям их культивирования», где содержался перечень разрешенных для культивирования сортов конопли. Сегодня такого нормативного правового акта нет, что затрудняет квалификацию деяний в виде культивирования растений. Опытный путь показал: «запрещается использовать для посева в промышленных целях семена сортов конопли четвертой и последующих репродукций» [4].

Следующим квалифицирующим признаком изучаемого состава является объективная сторона – деяние, выраженное в форме действия, а именно незаконного культивирования.

Согласно п. 29 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2006 № 14 (ред. от 16.05.2017) «О судебной практике по делам о преступлениях, связанных с наркотическими средствами, психотропными, сильнодействующими и ядовитыми веществами», под культивированием следует понимать «деятельность, связанную с созданием специальных условий для посева и выращивания наркосодержащих растений, а также их посев и выращивание, совершенствование технологии выращивания, выведение новых сортов, повышение урожайности и устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям. Незаконное культивирование наркосодержащих растений – культивирование наркосодержащих растений, осуществляемое с нарушением законодательства Российской Федерации».

Соответственно, всё иное выращивание конопли является законным.

При этом с экономической точки зрения представители промышленного сектора вновь пришли к выводу о выгоде выращивания конопли, что способствовало экономическому стимулированию возобновления выращивания данной культуры в России: так в последней декаде первого десятилетия двадцать первого века, согласно тексту Национального доклада о ходе и результатах реализации в 2012 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков

сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы, на поддержку производства льна и конопли было потрачено без малого 300 млн рублей.

Эту идею поддерживают и региональные власти субъектов России: «Ищу новые способы пополнить бюджет области. Думаю, пришла пора выращивать коноплю... – заявил губернатор Свердловской области Евгений Куйвашев в 2021 году, – а если серьезно, это техническая конопля, которую мне показали на Всероссийском дне поля. Из нее можно делать одежду и много других полезных вещей. И мы, действительно, попробуем ее выращивать» [5].

Уже летом 2022 года губернатор Свердловской области поделился успехами региона в сфере коноплеводства: ««В прошлом году я говорил, что мы попробуем выращивать на Урале техническую коноплю. И вот, у компании «Рустехкон» уже пошли первые всходы» [6].

В 2022 году в Белоярском районе Свердловской области было засажено 15 гектаров конопли. За пять лет организаторы планируют инвестировать в данное культивирование 2,5 млрд рублей. По мнению экспертов, данное вложение должно окупиться следующим образом: «с 15 га полей за раз получится собрать около 13-14 тонн семечек, благодаря чему в производство поступит 6-8 наименований продукции. Тресты, в зависимости от погодных условий, удастся собрать около 5-7 тонн, однако уже в течении 5 лет, количество урожая превысит 10 тыс. тонн семечек и 5 тыс. тонн тресты» [7]. Учитывая, что государство поддерживает данный вид хозяйствования и берет на себя часть финансового обеспечения по ставке на 1 гектар посевной площади, занятой льном-долгунцом и технической коноплей (в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26.11.2020 № 1932 «О внесении изменений в приложения № 7 и 8 к Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»), данное экономическое вложение становится еще более выгодным [8].

Что касается Свердловской области, то перспективы массового культивирования конопли есть: проведенные в соседней Курганской области (климат и природные условия которой весьма схожи со Свердловским) опыты по выращиванию технической конопли, показали, что урожайность данного растения повышается от 2, 5 до 5 раз в год. При интенсивном уходе урожайность семян может достигать до 10-13 ц/га, а волокна до 20-25 ц/га [9].

Согласно тексту Постановления Правительства РФ от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 – 2030 годы», по прогнозу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации к 2025 году посевные площади конопли составят 20 тыс. га, валовой сбор пеньковолокна – 10 тыс. тонн, семян – 15 тыс. тонн. Для удовлетворения потребностей Российской Федерации в пеньковолокне и семенах и обеспечения сырьевой независимости необходимо обеспечить выращивание конопли на 50 тыс. га посевных площадей, что позволит получать до 50 тыс. тонн волокна и 70 тыс. тонн семян.

Анализ данных показал, что несмотря на несовершенство законодательства о запрете на культивацию конопли, выращивание данного растения в промышленных целях является экономически-выгодным. Для устранения законодательных пробелов, предлагается вновь принять нормативный акт, регламентирующий, какие именно сорта конопли являются нелегальными.

Используя метод аналогии и опыт коллег из соседних уральских регионов, можно прогнозировать высокий экономический рост в сельскохозяйственном секторе Свердловской области благодаря коноплеводству. Опыт 2022 года показал перспективы культивации данного вида растений и готовность инвестировать частные фирмы в настоящую отрасль при поддержке региональных властей и государственном финансировании.

### **Библиографический список**

1. Серков В. А. Селекция и семеноводство однодомной безнаркотической конопли в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. 230 с.
2. Гущина В.А., Сологуб И.И. Правовые аспекты выращивания и переработки конопли посевной. В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета / под ред. А. А. Гаулиной, В. В. Кршеляева, О. А. Тимошкина. Пенза, 2021. С. 35-39.
3. Хомякова М. А. Объект экологических преступлений // Аграрное образование и наука. 2022. № 2. С. 6.
4. Жевлаков Э. Проблемы квалификации преступления, предусмотренного ст. 231 УК РФ, в свете изменений в законодательстве // Уголовное право. 2011. № 2. С. 16 - 20.
5. Свердловский губернатор предложил выращивать коноплю для пополнения бюджета [Электронный ресурс]: <https://ria.ru/20210812/konoplya-1745520411.html> (Дата посещения ресурса: 23.09.2022).
6. Свердловский губернатор похвастался уральской коноплей [Электронный ресурс]: <https://uralpolit.ru/news/sverdl/20-06-2022/258119> (Дата посещения ресурса: 23.09.2022).
7. Борисенко П. На выращивание конопли на Среднем Урале потратят 2,5 млрд коноплей [Электронный ресурс]: <https://www.nakanune.ru/news/2022/06/20/22662213/> (Дата посещения ресурса: 23.09.2022).
8. Воронин Б. А., Чупина И. П., Воронина Я. В. Инновационная деятельность в современном агропромышленном комплексе: теория и практика // Аграрное образование и наука. 2022. № 2.
9. Субботин И.А., Ильяшенко Ю.А., Порсев И.Н. Экономическая эффективность возделывания технической конопли в условиях Курганской области. Сборник: Основные направления развития агробизнеса в современных условиях. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции / под ред С. Ф Сухановой, Л. В. Субботиной. Курган, 2017. С. 167-171.

## References

1. Serkov V. A. Breeding and seed production of monoecious drug-free cannabis in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph. Penza: RIO PGSHA, 2012. 230 p.
2. Gushchina V.A., Sologub I.I. Legal aspects of cultivation and processing of cannabis. In the collection: Innovative technologies in agriculture: theory and practice. Collection of articles of the IX International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the Penza State Agrarian University / edited by A. A. Gaulina, V. V. Krshelyaev, O. A. Timoshkin. Penza, 2021. pp. 35-39.
3. Khomyakova M. A. The object of environmental crimes // Agrarian education and science. 2022. No. 2. p. 6.
4. Zhevlakov E. Problems of qualification of a crime under Article 231 of the Criminal Code of the Russian Federation in the light of changes in legislation // Criminal law. 2011. No. 2. pp. 16-20.
5. The Sverdlovsk governor proposed to grow cannabis to replenish the budget [Electronic resource]: <https://ria.ru/20210812/konoplya-1745520411.html> (Date of resource visit: 09/23/2022).
6. The Sverdlovsk governor boasted of the Ural hemp [Electronic resource]: <https://uralpolit.ru/news/sverdl/20-06-2022/258119> (Date of resource visit: 09/23/2022).
7. Borisenko P. 2.5 billion cannabis will be spent on cannabis cultivation in the Middle Urals [Electronic resource]: <https://www.nakanune.ru/news/2022/06/20/22662213/> (Date of resource visit: 09/23/2022).
8. Voronin B. A., Chupina I. P., Voronina Ya. V. Innovative activity in the modern agro-industrial complex: theory and practice // Agrarian education and science. 2022. № 2.
9. Subbotin I.A., Ilyashenko Yu.A., Porsev I.N. Economic efficiency of cultivation of technical hemp in the conditions of the Kurgan region. Collection: The main directions of agribusiness development in modern conditions. Materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference / edited by S. F. Sukhanova, L. V. Subbotina. Kurgan, 2017. pp. 167-171.