

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ДАВЛЕНИЮ ХОДОВОГО АППАРАТА МАШИН НА ПОЧВУ

V.N. Khabardin

ECOLOGICAL EVALUATION OF CROP CULTIVATION TECHNOLOGIES ON THE PRESSURE OF RUNNING MACHINE PART ON SOIL

Хабардин В.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального образования Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: naukaigsha07@rambler.ru

Khabardin V.N. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Machine and Tractor Park Operation, Health and Safety and Professional Education, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk district, V. Molodyozhny. E-mail: naukaigsha07@rambler.ru

Механизация растениеводства традиционно осуществляется (и в перспективе будет осуществляться) с использованием мобильных машин. При этом увеличивается число машин, работающих на полях, масса каждой из них и кратность прохода по полю. Поэтому проблема переуплотнения почв в настоящее время выдвинулась на одно из первых мест в ряду антропогенных воздействий на природную среду. Одним из путей решения этой проблемы является создание или выбор из имеющихся таких машин и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые бы обладали наименьшим механическим воздействием на почву. В настоящее время воздействие на почву определяют по удельному давлению ходового аппарата конкретной машины на почву. Однако этот показатель не позволяет сделать экологическую оценку комплекса машин или технологии возделывания сельскохозяйственных культур, что сдерживает решение поставленной проблемы. В связи с этим в статье предложены оценочные экологические показатели технологии: абсолютный – суммарное давление мобильных машин на почву и относительные – коэффициенты экологической опасности и безопасности технологии по параметру «давление машин на почву». Эти показатели позволяют учесть число полевых механизированных операций и их повторяемость при осуществлении технологии возделывания сельскохозяйственных культур, ширину следа трактора и давле-

ние его ходового аппарата на почву, а также конструктивную ширину захвата рабочих машин. Предложенные показатели могут быть применены при выборе и обосновании технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих минимальное давление машин на почву.

Ключевые слова: экологическая оценка, показатели, технология возделывания, машина.

Mechanization of plant growing is traditionally carried out (and it will be carried out in future) by use of mobile cars. Thus, the number of the cars working in fields, the mass of each of them and the frequency rate of pass across the field increase. Therefore the problem of reconsolidation of soils moved forward on one of the first places among anthropogenous impacts on environment now. One of solutions of this problem is the creation or choice from available such cars and technologies of cultivation of crops which would possess the smallest mechanical impact on the soil. Now impact on the soil is determined by the specific pressure of the running device of the concrete car upon the soil. However, this indicator does not allow making ecological assessment of the complex of cars or technology of cultivation of crops that constrains the solution of the given problem. In this regard in the study estimated ecological indicators of technology are offered: the absolute – the total pressure of mobile cars upon the soil and relative – coefficients of ecological danger and safety of technology in the "pressure of cars upon the soil" parameter. These

indicators allow considering the number of the field mechanized operations and their repeatability at implementation of technology of cultivation of crops, width of the trace of a tractor and pressure of its running device upon the soil, and also constructive width of working cars. Offered indicators can be applied at a choice and justification of technologies of cultivation of the crops providing the minimum pressure of cars upon the soil.

Keywords: ecological evaluation, indicators, cultivation technology, machine.

Введение. Механизация растениеводства традиционно осуществляется (и в перспективе будет осуществляться) с использованием мобильных машин. При этом увеличиваются число машин, работающих на полях, масса каждой из них и кратность прохода по полю. Поэтому проблема переуплотнения почв в настоящее время выдвинулась на одно из первых мест в ряду антропогенных воздействий на природную среду [3, 4].

Одним из путей решения этой проблемы является создание или выбор из имеющихся таких машин и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые бы обладали наименьшим механическим воздействием на почву. В настоящее время воздействие на почву определяют по удельному давлению ходового аппарата конкретной машины на почву [2]. Однако этот показатель не позволяет сделать экологическую оценку комплекса машин или технологии возделывания сельскохозяйственных культур (далее – технологии), что сдерживает решение поставленной проблемы.

Цель исследования: определить оценочные показатели технологий возделывания сельскохозяйственных культур по давлению ходового аппарата машин на почву.

Задачи исследования:

1. Сделать математическое описание оценочного экологического показателя какой-либо одной технологии, выраженного в абсолютной форме – в виде суммарного давления мобильных машин на почву.

2. Определить оценочные экологические показатели в относительном выражении – коэффициенты экологической опасности $K_{ЭО_p}$ и безопасности $K_{ЭБ_p}$ технологии по параметру «давление машин на почву».

Методы и результаты исследования.

В связи с этим нами предложены оценочные экологические показатели технологии: абсолютный – суммарное давление мобильных машин на почву и относительные – коэффициенты экологической опасности и безопасности технологии по параметру «давление машин на почву». Представим их.

Суммарное (накопленное) давление мобильных машин (тракторов, комбайнов) на почву при реализации технологии C_{P_i} – это сумма произведений площади следа S_C каждой задействованной в технологии машины для выполнения отдельной операции и величины ее удельного давления (воздействия ходового аппарата) на почву $P_{П_i}$, отнесенная к единице площади (к 1 м^2), на которой возделывается данная сельскохозяйственная культура:

$$C_{P_i} = \frac{\sum_{l=1}^n S_{C_l} P_{П_l}}{S_Y}, \quad (1)$$

где S_{C_l} и $P_{П_l}$ – площадь следа машины и величина давления ее ходового аппарата на почву при выполнении l -операции по возделыванию отдельной культуры на участке, имеющем площадь S_Y .

В соответствии с рисунком площадь следа тяговой машины (трактора) при выполнении l -операции

$$S_{C_l} = 2a L, \quad (2)$$

где L – длина следа машины при выполнении l -операции на участке площадью S_Y .

При этом

$$L = \frac{S_Y}{B_P}, \quad (3)$$

или при $B_P = B_K$ выражение (3) будет иметь вид

$$L = \frac{S_Y}{B_K}, \quad (4)$$

где B_P, B_K – рабочая и конструктивная ширина захвата рабочей машины.

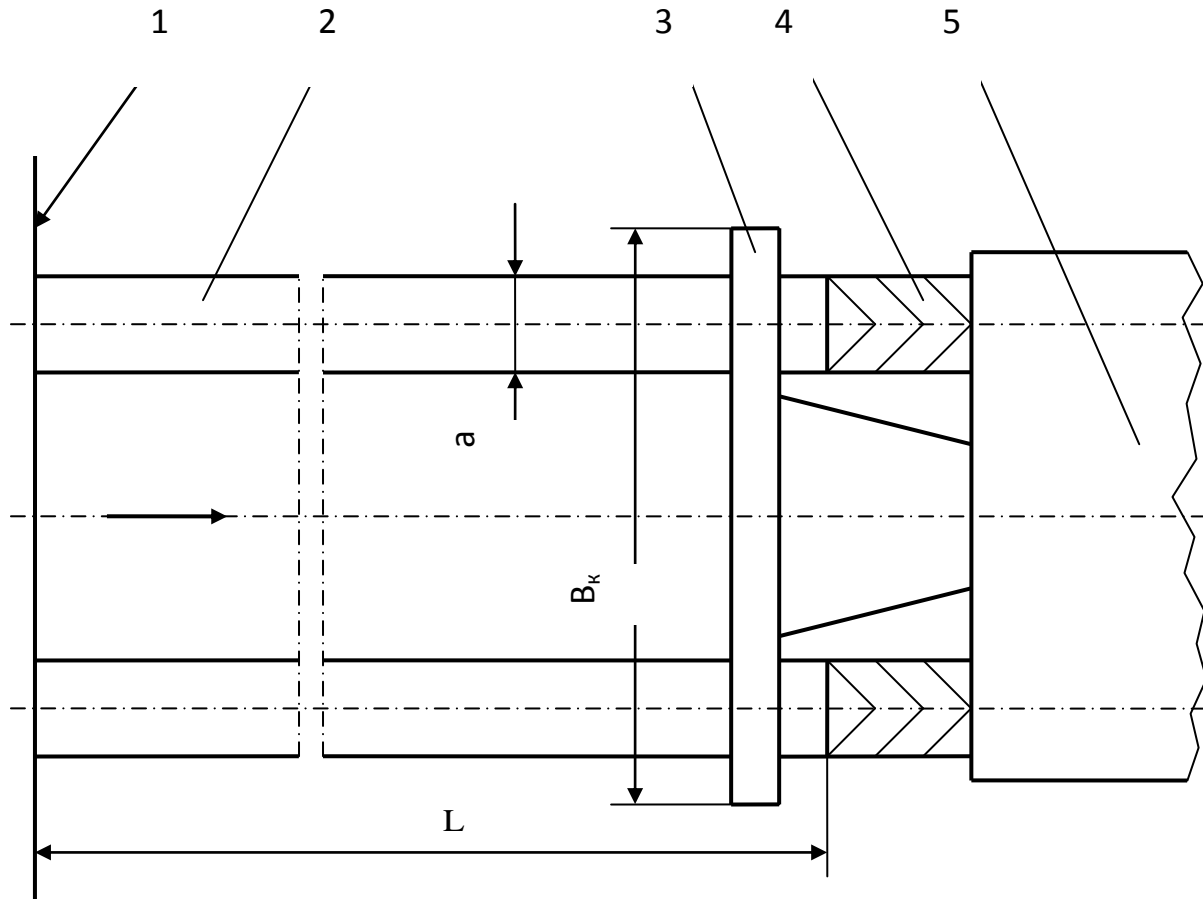


Схема определения площади следа машины по полю:

1 – линия, соответствующая началу движения машины по полю; 2 – след машины; 3 – сельскохозяйственная рабочая машина (орудие); 4, 5 – колеса (ходовой аппарат) и кабина тяговой машины (трактора); a , L – ширина и длина следа; B_K – конструктивная ширина захвата рабочей машины (агрегата) (стрелкой показано направление движения машины по полю)

Теперь подставим в искомое уравнение (1) выражение (2) с учетом (4) и после несложных преобразований получим

$$C_{P_i} = \sum_{l=1}^n \frac{2a_l}{B_{Kl}} P_{III}, \quad (5)$$

где C_{P_i} – суммарное (накопленное за время t – в течение сезонного периода возделывания сельскохозяйственной культуры) давление ходового аппарата трактора на почву, Н/м² (Па); a_l , B_{Kl} – ширина следа трактора и конструктивная ширина захвата рабочей машины при выполнении l -операции, м.

Далее в полученной формуле (5) учтем также повторяемость операции или полноту ее вы-

полнения путем введения соответствующего коэффициента. В результате уравнение (5) примет следующий вид:

$$C_{P_i} = \sum_{l=1}^n K_{III} \frac{2a_l}{B_{Kl}} P_{III}, \quad (6)$$

где K_{III} – коэффициент полноты выполнения и повторяемости операции ($K_{III} = 2$ – операция выполнена 2 раза (например, при бороновании в 2 следа или при перекрестном посеве); $K_{III} = 1$ – операция произведена 1 раз; $K_{III} < 1$, если операция осуществлена частично, например, только на половине площади, на которой возделывается данная культура.

Таким образом, найденное уравнение (6) представляет собой математическое описание оценочного экологического показателя какой-либо одной технологии, выраженного в абсолютной форме – в виде суммарного давления мобильных машин на почву.

Для определения этого показателя на практике составляют таблицу по форме, которая представлена в таблице ниже, в графах 1–4 которой дают описание исследуемой технологии; в графах 5–7 приводят технические характеристики машинно-тракторного агрегата (МТА). По сформированным исходным данным (a_l , $P_{П_i}$, $B_{Кл}$) вычисляют показатель C_{P_i} по каждой операции (строке) по формуле

$$C_{P_i} = K_{П_i} \frac{2a_l}{B_{Кл}} P_{П_i}. \quad (7)$$

В завершение вычислений в соответствии с уравнением (6) определяют C_{P_i} как сумму значений C_{P_i} , зафиксированных в графе 8 таблицы.

Теперь выразим оценочные экологические показатели в относительном выражении – коэффициенты экологической опасности $K_{ЭО_p}$ и безопасности $K_{ЭБ_p}$ технологии по параметру «давление машин на почву».

Таблица для определения суммарного давления тяговых машин (тракторов, комбайнов) на почву при возделывании подсолнечника (данные по графам 1 и 2 взяты из [1, с. 82])

Операция	Состав агрегата (МТА)	Число машин в МТА	Параметр				
			$K_{П_i}$	$2a_l$, м	$P_{П_i}$, кН/м ²	$B_{Кл}$, м	C_{P_i} , кН/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
Лущение	К-701+ЛДГ-15	1	1	2 × 0,60	80	15	6,4
Боронование (2 раза)	ДТ-75М+СП-11+ +22БЗСС-1,0	22	2	2 × 0,35	40	22	2,5
Внесение удобрений	МТЗ-80+1РМГ-4	1	1	2 × 0,40	45	4	9,0
.....
Уборка	Дон-1500	1	1	2 × 0,60	60	6	12,0
Всего по графе 8 (без учета пропущенных операций, которые обозначены точками)							29,9

Показатель $K_{ЭО_p}$ находят как отношение фактического значения C_{P_i} к минимальному или допустимому значению этого показателя $C_{P_i, доп}$ по аналогичной технологии – по формуле

$$K_{ЭО_p} = \frac{C_{P_i}}{C_{P_i, доп}}, \quad (8)$$

при этом $K_{ЭБ_p}$ есть величина, обратная $K_{ЭО_p}$ [5].

$$K_{ЭБ_p} = \left[\frac{C_{P_i}}{C_{P_i, доп}} \right]^{-1}. \quad (9)$$

Выводы. Таким образом, получено математическое описание оценочных экологических показателей, к которым относятся суммарное давление мобильных машин на почву (абсолютный показатель) и коэффициенты экологической опасности и безопасности технологии по параметру «давление машин на почву» (относительные показатели). Эти показатели позволяют учесть число полевых механизированных операций и их повторяемость при осуществлении технологии возделывания сельскохозяйственных культур, ширину следа трактора и давление его ходового аппарата на почву, а также конструктивную ширину захвата рабочих машин. Предложенные показатели могут быть применены при выборе и обосновании технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

тур, обеспечивающих минимальное давление машин на почву.

Естественные и технические науки. – 2016. – № 12. – С. 318–329.

Литература

1. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники: в 2 ч. – М.: Росинформагротех, 2001. – Ч. 1. – 360 с.
2. Скотников В.А., Маценский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
3. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии / под ред. А.И. Завражнова. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с.
4. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов [и др.]; под ред. В.И. Черноиванова. – М.: Изд-во ГОСНИТИ; Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 2003. – 992 с.
5. Хабардин В.Н., Горбунова Т.Л., Чубарева М.В. Экологическая оценка технического обслуживания машин в полевых условиях //

Literatura

1. Resursosberezhenie pri tehicheskoj jekspluatácii sel'skhozjajstvennoj tehnik: v 2 ch. – М.: Rosinformagroteh, 2001. – Ch. 1. – 360 s.
2. Skotnikov V.A., Mashhenskij A.A., Solonskij A.S. Osnovy teorii i rascheta traktora i avtomobilja. – М.: Agropromizdat, 1986. – 383 s.
3. Sovremennye problemy nauki i proizvodstva v agroinzhenerii / pod red. A.I. Zavrazhnova. – SPb.: Lan', 2013. – 496 s.
4. Tehicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom hozjajstve: ucheb. posobie dlja vuzov / V.I. Chernoiivanov [i dr.]; pod red. V.I. Chernoiivanova. – М.: Izd-vo GOSNITI; Cheljabinsk: Izd-vo ChGAU, 2003. – 992 s.
5. Habardin V.N., Gorbunova T.L., Chubareva M.V. Jekologicheskaja ocenka tehicheskogo obsluzhivanija mashin v polevyh uslovijah // Estestvennye i tehicheskie nauki. – 2016. – № 12. – S. 318–329.

