

**Чернышев Н. И., Сысоев Е. О.**

МОСТОВАЯ СИСТЕМА КАК ОСНОВА РЕАЛИЗАЦИИ ТОЧЕЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Чернышев Н. И., Сысоев Е. О.**

**N.I.Chernyshev, E.O.Sysoev**

**МОСТОВАЯ СИСТЕМА КАК ОСНОВА РЕАЛИЗАЦИИ ТОЧЕЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**BRIDGE-CRANE AUTOMATED SYSTEMS AS A BASIS FOR THE IMPLEMENTATION OF PRECISE GPS-BASED AGRICULTURE**



**Чернышев Николай Ильич** – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Управление недвижимости и кадастра» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 680015, г. Комсомольск-на-Амуре, ул. Комсомольская, д.23, кв.10; 89098987742.

**Mr. Nikolai I. Chernyshev** - PhD in Agriculture, Department of Cadastre and Civil Engineering, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur), 680022 Komsomolsk-on-Amur, 23 Komsomolskaiy st., ap.10, + 7 (9098) 987742



**Сысоев Евгений Олегович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Строительство и архитектура» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 680022, г. Комсомольск-на-Амуре, ул. Калинина д.3, кв.6; 89141627770. E-mail: fks@knastu.ru.

**Mr. Eugene O. Sysoev** – PhD in Economics, Associate Professor, Department of Civil Engineering and Architecture, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur), 680022 Komsomolsk-on-Amur, 3 Kalinina st., ap. 6, +7 (9141) 627770. E-mail: fks@knastu.ru.

**Аннотация.** В статье рассматриваются технические решения сохранения плодородия почв, предлагаются новые решения мостовых систем земледелия, обеспечивающих заданные параметры технологий.

**Summary.** The paper discusses technical solutions of the fertility soil conservation problem; new bridge-crane automated farming systems are suggested to ensure the maintenance of defined process parameters.

**Ключевые слова:** мостовая система земледелия, производство сельскохозяйственной продукции, урожайность.

**Key words:** bridge-crane farming systems, agricultural products, production.

УДК 631.31

Земледельческой наукой достаточно глубоко изучены требования растений к условиям жизни – они изложены в различных нормативах, большинство из которых реализуются с помощью сельскохозяйственных машин – это водно-воздушный режим почвы, площадь питания, глубина заделки семян, нормы удобрений, полива, ядохимикатов и ряд других, оптимизирующих рост и развитие культур, сроки их проведения.

Современные сорта и гибриды обладают достаточно высоким потенциалом в части иммунитета и продуктивности. Однако этот потенциал реализуется только частично. В земледелии действует закон равнозначности всех факторов жизни, при этом уровень продуктивности определяется не как средняя величина условий, а по наименьшей обеспеченности того или иного фактора. Поэтому для получения высокого урожая необходимо своевременное и качественное выполнение всего комплекса агротехнических мероприятий.

Однако современные сельскохозяйственные машины не обеспечивают требуемых параметров и одной из причин этого являются условия, при которых им приходится работать.



Опорой машин и механизмов, применяемых в земледелии, как известно, служит сам объект обработки – почва, которая по физическим показателям является средой неоднородной, даже в пределах одного небольшого участка. Каждый тип почвы характеризуется различной плотностью, вязкостью, удельным сопротивлением и рядом других физических свойств, кроме того, в пределах типа величина многих физических показателей изменяется в зависимости от состояния влажности, интенсивности и качества предшествующих обработок.

Академик В. П. Горячкин, разработавший теоретические основы расчета сельскохозяйственных машин, справедливо считал, что рассчитать плуг сложнее, чем крыло самолета, и главная причина в том, что почва – чрезвычайно неоднородная среда. Колебания величины нагрузок и их направление абсолютно непредсказуемы и не поддаются расчетам.

Работая в таких условиях, сельскохозяйственные машины не в состоянии выдержать заданные параметры обработки глубины вспашки, рыхления при уходе и др. Постоянно меняющаяся нагрузка на рабочие органы и движители машины вызывают пробуксовку машин и боковые смещения сельскохозяйственных орудий, что приводит к неравномерности размещения семян, повреждению растений при обработках, к потерям при уборке урожая.

Так по данным Н. А. Алексейчика, на торфяно-болотных почвах отклонение глубины заделки семян в 2 – 2,5 раза превышает норму (3 – 5 см).

По нашим данным, расстояние между клубнями картофеля при механизированных посадках колеблется от 0 до 35 – 40 см. В целом только 30 – 40 % высаженных семян оказываются на заданной глубине и расстоянии друг от друга. Отклонение от агротехнических требований глубины заделки семян и площади питания приводит к резкому снижению урожая. Урожай картофеля в зависимости от типа почвы при заглублении семян ниже допустимых норм, по данным В. В. Бурлака, снижается в несколько раз, а на тяжелых почвах заглубление до 15 – 20 см приводит к массовой гибели семян и изреженности посевов (табл. 1). Урожайность при этом снижается с 160 до 38 ц/га [3].

Таблица 1

Влияние глубины и сроков посадки на урожай картофеля, ц/га  
(по данным В. В. Бурлака, 1967)

Глубина, см	Сроки посадки				
	24 мая	29 мая	3 июня	13 июня	17 июня
5	125	112	73	34	0
10	95	101	57	11	0
15	81	69	26	0	0
20	38	50	13	0	0

Неравномерность посадок вызывает полегание растений на загущенных участках и мощное развитие сорняков на изреженных посадках, которые способствуют зараженности вирусными заболеваниями, снижению качества урожая.

При обработке посевов из-за поперечных колебаний агрегата значительная часть растений подрезается.

При условии переувлажнения резко меняется плотность почвы и, естественно, с этим ее несущая способность. В данном случае предел переувлажнения почвы, как правило, связывается со способностью прохождения машин. Для большинства растений безопасный предел показателя увлажнения почвы гораздо выше, чем для проходимости машин. Растения картофеля начинают угнетаться только при достижении показателя ППВ в пределах 85 – 90 %, в то же время большинство сельскохозяйственных машин теряют проходимость уже при увлажненности 65 – 75 % от ППВ.

В связи с «условным переувлажнением» нередко упускаются сроки проведения сельскохозяйственных работ: посадки, ухода, уборочных работ.

Одним из факторов повышения производительности труда в земледелии является увеличение мощностей машин. Повышение мощности, как правило, связано с увеличением их веса. Тяжелая машина уплотняет почву, особенно при возделывании интенсивных культур, где кратность прохождения машин по полю уже после основной подготовки почвы достигает 5 – 7-кратных, а с учетом вывозки урожая 10 – 12-кратных проходов. Практически вся площадь подвергается уплотнению, что резко ухудшает физические и биологические свойства почвы, приводит к развитию эрозионных процессов, потере гумуса, снижению биологической активности почвенных организмов, резко снижается плодородие почвы.

Уплотнение почвы приводит к разрушению структуры. На рис. 1 показана поверхность почвы, где после воздушной дефляции четко прослеживаются следы от колес машин, образованные уплотненной почвой.



Рис. 1. Следы сельскохозяйственной техники на полях [5]

Особенно усложняются условия работы сельскохозяйственных машин на мелиорированных землях. Оптимальная влажность почвы для овощных и технических культур находится в пределах 55 – 70 % и 65 – 76 % для зерновых.

Нормы осушения определяются глубиной залегания уровней грунтовых вод. Предпосевные нормы осушения определяются условиями проведения механизированных сельскохозяйственных работ. Существует так называемая «машинная норма осушения», которая соответствует 0,5 м залегания уровня грунтовых вод. Установлен срок доведения уровня грунтовых вод до оптимального для устойчивой работы машин.

Современные осушительные системы обеспечивают этот уровень за 8 – 11 суток [2].

Поверхностный слой почвы в 10 – 15 см в условиях Дальнего Востока, где весна, как правило, изобилует большим количеством солнечных дней и низкой влажностью воздуха, просыхает за 2 – 3 ч. Таким образом, 8 – 11 дней, которые отводятся на создание оптимальной влажности для прохождения машин, практически отдаются сорнякам (семена которых с осени заложены в почву и с успехом прорастают), на борьбу с которыми приходится еще терять несколько дней. Исходя из этого, срок от оптимального для прорастания культивируемых растений до фактически возможного высева их машинами удлиняется до 15 дней.

Сброшенную воду из почвы в посевной период до 0,5 м УГВ (уровня грунтовых вод) в последующие периоды вегетации приходится восстанавливать за счет поливов. Объем сброшенной воды в зависимости от водоудерживающей способности почвы составляет порядка 800 – 1250 т/га. Если рассматривать современную мелиорацию с позиции растения, то она не выдерживает критики. Обилие влаги весной не мешает нормальному развитию семян растений, в период же максимального потребления воды ее в почве не оказывается, так как к этому времени она из почвы выведена. Пополнение влаги требует дорогостоящих сооружений и сложных оросительных систем.



Значительную часть энергии современные сельскохозяйственные машины при подготовке почвы, уходе за растениями и уборке урожая затрачивают на собственное перемещение. Величина эта в значительной мере зависит от типа почв, рельефа, увлажнения, физических и химических свойств почв.

Так, на торфяно-болотных почвах, обладающих высокой деформируемостью и недостаточной несущей способностью, в общем тяговом сопротивлении сельскохозяйственных машин значительную долю составляет сопротивление качению (передвижению), которое на почвообрабатывающих процессах составляет 21 – 43 %, на посеве и посадке 42 – 51 %, на уборке трав и зерновых 15 – 49 %, уборке силосных и картофеля 62 – 74 % от суммарного сопротивления машин (табл. 2) [1].

Коэффициенты сопротивления качению, в зависимости от условий работы, операции и типа ходовых систем, колеблются от 0,14 – 0,15 (уборка трав) до 0,26 – 0,31 (внесение минеральных удобрений).

Таблица 2

Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин на торфяно-болотных почвах при  $W_{отн} = 70-75 \%$ ,  $V = 1,94$  м/с (по данным Н. А. Алексейчик, 1978)

Виды работ, сельскохозяйственная машина	Все виды сопротивления, связанные с передвижением машин, $R_{\mu}$	Суммарное сопротивление технологического процесса $R_t$	$R_t/R_{\mu}$
Дискование, БДТ-3,0	3,70	6,50	0,64
Внесение удобрений, РТТ-4,2	3,43	3,27	0,64
Посадка картофеля, СКМ-6	5,70	7,80	0,58
Обработка междурядий, КРН-4,2	7,55	4,45	0,34
Уборка картофеля	8,14	5,51	0,72

Таким образом, современные системы сельскохозяйственных машин не обеспечивают выполнения параметров, предусмотренных технологиями, очень энергозатратные и с малым КПД. Интенсивность обработок, использование в целях экономии мощных и тяжелых машин приводит к уплотнению и распылению почв, к развитию эрозионных процессов, потере значительных площадей сельскохозяйственных угодий.

В то же время в решениях Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 г., Рио-де-Жанейро) отмечено, что охрана и рациональное использование почв должны стать центральным звеном государственной политики, поскольку состояние почв определяет судьбу человечества и оказывает решающее воздействие на окружающую среду [4].

В целях снижения уплотнения почвы предлагается ряд различных технологических и технических решений: использование постоянной колеи тракторов с увеличенной длиной колесных осей, мостовых тракторов типа трактора Дэвида Доулера из Голландии с пролетом 12 м и шведского мостового трактора Biotrac с четырьмя ведущими колесами [2] и др. Постоянная технологическая колея, а также машины с увеличенным пролетом в определенной мере решают проблему снижения уплотнения почвы. Проблемы точности выполнения технологических параметров, снижение зависимости сроков выполнения сельскохозяйственных работ от погодных условий и энергоёмкости работ, внедрения автоматизации и ряда других проблем устойчивого обеспечения растений всем комплексом факторов жизни и высокой продуктивности растений, а также сохранения плодородия почв и экологии окружающей среды эти машины и технологии не решают.

Массовое гарантированное производство продуктов земледелия, по словам А. Скуратович, способен обеспечить автоматизированный мостовой агротехнический комплекс АМАК-система (рис. 2) [5].

Жесткая основа системы АМАК в виде рельсов создает условия для внедрения автоматизации, что обеспечивает своевременное и точное выполнение заданных технологических параметров, а вместе с этим получение стабильно высоких урожаев культур, сохранение и повы-

шение плодородия почвы, решение в значительной мере проблем экологии землепользования.

У агромостового комплекса типа АМАК имеется ряд существенных недостатков: земледелие привязано к рельсовым путям, почва уплотняется в местах укладки рельсов, очень высокая металлоемкость. При ширине мостового пролета от 20 до 30 м требуется порядка 250 – 350 м рельсов, то есть 17,5 т металла на каждый 1 га площади.

Значительные затраты материалов и средств на строительство рельсовых путей, отторжение из сельскохозяйственного использования свыше 2 % площадей – все это, на наш взгляд, делает малоперспективным внедрение этого комплекса.

В то же время при соответствующей доработке эта система может стать основой экологического земледелия на первом этапе в производстве пропашных культур (картофеля, овощей и др.), посевов риса с последующим выходом на выращивание полевых культур.

Как отмечено выше, основным проблемным моментом в создании почвообрабатывающего комплекса, обеспечивающего всепогодность, точность исполнения заданных технологических параметров, отвечающего условиям внедрения автоматики, является наличие жесткофиксированной основы в момент осуществления рабочего цикла: обработка почвы, точное размещение семян по глубине и на площади с последующей фиксацией семян для выполнения последующих операций по уходу в процессе вегетации.

Оптимальным вариантом земледельческого комплекса может стать мостовая система на свайных опорах.

Основные составляющие предлагаемой системы состоят из трех блоков: 1) опорные железобетонные сваи; 2) несущая платформа, передвигающаяся по сваям; 3) технологический модуль в виде каретки, который передвигается по направляющей станине. На каретке монтируются: почвообрабатывающие рабочие органы, механизмы точного высева семян, удобрений, химических препаратов, агрегаты по уборке урожая. Емкости (для семян, растворов, урожая), а также энергетические и управляющие комплексы монтируются на втором ярусе системы (рис. 3).

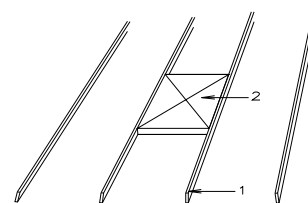


Рис. 2. АМАК-система:  
1 – несущие рельсы;  
2 – технологическая блок система

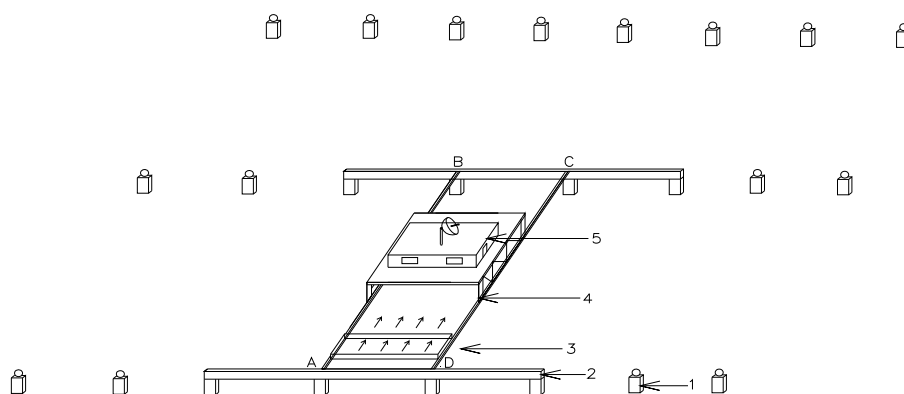


Рис. 3. Мостовая система на свайных опорах:  
1 – железобетонные сваи; 2 – направляющие несущей платформы (ABCD);  
3 – рабочий модуль (каретка); 4 – станина (направляющая рабочего модуля); 5 – энерготехнологический блок

Основные параметры свайно-мостовой системы: ширина платформы (AD,BC) 10 м; ширина мостового пролета (AB,CD) 30 м; длина направляющих несущей платформы 30 м; захват рабочего модуля 10 м.



Расчетная производительность СМС 5 га/ч, что при 20-часовой суточной работе составит 100 га.

С учетом агротехнических сроков в Приамурье один СМС-агрегат обеспечит подготовку почвы, посадку и последующие обработки на площади 5000 га. Основные расчетные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

### Расчет нагрузки СМС при подготовке почвы и посеве культур

Культуры	Агротехнические сроки	Количество рабочих суток	Площадь, га
Зерновые	15 IV – 30 IV	15	1500
Ранние кормовые	1 V – 10 V	10	1000
Соя	10 V – 20 V	10	1000
Картофель	20 V – 25 V	5	500
Кукуруза	26 V – 30 V	5	500
Поздние культуры	1 V – 5 VI	5	500
ИТОГО:		50	5000

После 5 июня (окончание посева поздних культур) агрегат работает по уходу за пашными культурами (культивация, борьба с болезнями и вредителями, подкормка, полив и др.). Период от окончания посева первой по срокам культуры до начала обработок в 15 дней в агротехническом плане вполне допустимый срок.

Таким образом, свайно-мостовая система обеспечит следующий комплекс мероприятий:

1) своевременное выполнение агротехнических мероприятий независимо от погодных условий и времени суток;

2) исключит загрязнение природной среды ядохимикатами, нефтепродуктами и их отходами;

3) сократит расход воды, семян, удобрений, энергии на единицу продукции;

4) исключит потребности в жидком топливе за счет применения централизованного электроснабжения и других видов энергии;

5) высвободит людей с полевых работ за счет автоматизации и роботизации технологических процессов;

6) повысит престиж крестьянского труда;

7) обеспечит реализацию продуктов земледелия с выходом на каждое в отдельности растение за счет координатного посева (посадки) и ухода за растениями, повысит возможность приближения продуктивности растений к их биологическому потенциалу, максимальному использованию ФАР (фотосинтетической радиации) зоны.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчик, Н. А. Использование машинотракторного парка на торфяно-болотных почвах / Н. А. Алексейчик. – Л.: Колос, 1978. – 103 с.

2. Анисимов, В. А. Справочник мелиоратора / В. А. Анисимов, К. В. Губер. – М.: Россельхознадзор, 1980. – 212с.

3. Бурлака, В. В. Биологические основы растениеводства на переувлажняемых почвах Дальнего Востока / В. В. Бурлака. – Хабаровск, 1967. – 210 с.

4. Лачуга, Ю. Ф. О стратегии машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2012 г. / Ю. Ф. Лачуга, А. А. Ежевский // Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период 2008–2012 гг.: материалы науч.-практ. конф. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008 – С. 8–18.

5. Скуратович, А. Лит. обзор: как выращивать растения и не утаптывать почву. Размещено на сайте 07.02.2008. <http://www.metodolog.ru/01.305/01305.html>.