

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
Самарская государственная сельскохозяйственная академия

**Н.П. Крючин**

# **Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития**

Допущено Учебно-методическим объединением  
вузов по агроинженерному образованию в качестве  
учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности  
311300 - "Механизация сельского хозяйства"

Самара 2003

УДК 631.331.022  
К-85

Рецензенты:

*Ивженко С.А., д.т.н., профессор, Саратовский ГАУ.*

*Кухмазов К.З., д.т.н., профессор, Пензенская ГСХА.*

*Лозовский В.Г., к.т.н., Поволжская зональная МИС.*

Редактор *Петрова С.С.*

***Крючин Н.П.***

К-85      Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития:  
Учебное пособие. - Самара, 2003 - 116 с.  
ISBN 5-88575-088-2

В учебном пособии рассмотрены конструкции посевных машин, используемых для высева семян различных сельскохозяйственных культур. Отражена механика взаимодействия отдельных элементов высевающих систем сеялок в зависимости от способа дозирования семян. Представлены описания конструктивных и технологических особенностей отечественных и зарубежных сеялок и комбинированных агрегатов. Определены основные направления совершенствования посевных машин.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 311300 - "Механизация сельского хозяйства", слушателей ФПК, аспирантов и научных работников сельскохозяйственных вузов, специалистов агропромышленного комплекса.

ISBN 5-88575-088-2

© Крючин Н.П., СГСХА, 2003

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сельскохозяйственные машины - это дисциплина, представляющая определенный интерес для широкого круга специалистов, работающих в сельскохозяйственном машиностроении и в сельском хозяйстве. Одной из главных операций в технологиях производства продукции растениеводства является посев. От своевременного и качественно проведенного посева в значительной степени зависит величина урожая сельскохозяйственных культур.

В течение последнего десятилетия в России и за рубежом имеет место определенный прогресс в разработке и в производстве новых посевных и посадочных машин. Создание новых способов посева и новых конструкций сеялок позволяет более рационально расходовать посевной материал, сократить сроки посева и обеспечить повышение урожая сельскохозяйственных культур.

В настоящее время интенсивно развивается региональное сельскохозяйственное машиностроение. Достаточно сказать, что только в Ассоциации "Большая Волга" выпускается ряд посевных машин отечественного производства. В Самарской области, а также в других областях Среднего Поволжья, сегодня находят применение зарубежные посевные и посадочные машины. Рост количества посевных машин различных марок предполагает увеличение времени для их изучения в учебных заведениях. Однако практика показывает, что в большинстве случаев отведенное для изучения время является недостаточным для детального знакомства с элементами машин. Поэтому сегодня ставится задача по совершенствованию самостоятельной работы студентов при изучении сельскохозяйственной техники. Кроме того, в последние годы в учебных планах предусматривается чтение специальных курсов по отдельным группам сельскохозяйственных машин.

Следует отметить, что в отечественной литературе недостаточно книг, связанных с изучением посевных машин различного типа. Поэтому предлагаемое учебное пособие будет полезным при изучении конструкций сельскохозяйственных машин, при чтении специальных курсов, а также при повышении квалификации специалистов по механизации сельскохозяйственного производства.

*Зав. кафедрой "Сельскохозяйственные машины" Самарской ГСХА,  
профессор А.И. Канаев*

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы интерес к проблемам посева сельскохозяйственных культур значительно возрос, что объясняется важностью этой операции для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, необходимостью обеспечения перерабатывающие производства сырьём, а также внедрением в производство интенсивных и ресурсо-влагосберегающих технологий.

Необходимость совершенствования посевных машин определяется разнообразием физико-механических свойств семян сельскохозяйственных культур, схем, способов, трудоемкости их посева и возделывания, а также различием почвенно-климатических условий и агротехнических требований.

Высокий уровень механизации рядового посева зерновых культур на больших площадях и достаточная отработанность конструкций зерновых сеялок были достигнуты еще в 50-60 годы. Дальнейшее развитие отечественных и зарубежных посевных машин для посева зерновых культур идет в направлении создания специальных сеялок, универсальных посевных машин и комбинированных агрегатов. Все шире находят распространение пневматические сеялки с централизованным дозированием семян, имеющие один бункер и один высевающий аппарат на все сошники. Большое место в технологии посева начинает завоевывать сложная электроника и компьютерные технологии.

Совершенствование пропашных сеялок направлено на повышение точности посева, снижение повреждения и повышение равномерности глубины заделки семян, автоматизацию контроля качества работы высевающих аппаратов и управления механизмами, унификацию и создание новых технологий посева.

Ближайшими задачами в развитии посевных машин являются:

- повышение производительности посевных агрегатов;
- снижение металлоемкости сеялок и их рабочих органов;
- повышение качества посева и надежности технологического процесса;
- изыскание рабочих органов для посева несypучих семян трав, а также для разбросного подпочвенного посева зерновых культур;
- изучение технологии посева на новой энергетической базе;
- разработка надежной системы автоматического контроля и регулирования качества посева.

Для успешного решения поставленных задач нужны высококвалифицированные инженеры конструкторы и технологи, подготовке которых должно способствовать данное учебное пособие.

Автор выражает глубокую благодарность профессорам С.А. Ивженко, К.З. Кухмазову кандидату технических наук В.Г. Лозовскому за ценные замечания, которые были сделаны при подготовке настоящего учебного пособия к изданию.

## 1. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН

По своим физико-механическим свойствам семена растений различны даже у одной и той же культуры. Свойства семян зависят от их вида, сорта, влажности и т.д.

Основными показателями физико-механических свойств семян, необходимыми для расчета рабочих органов посевных машин, являются:

1. размеры семян;
2. вес 1000 зерен в граммах;
3. удельный и объемный вес;
4. угол естественного откоса, или характеристика внутреннего трения вороха семян;
5. форма семян и т.п.

В таблице 1.1. приведена характеристика семян основных сельскохозяйственных культур.

**Форма и размеры** семян влияют на процессы высывания семян из отверстия бункера, от них зависит выбор типа высывающего аппарата и параметры ячеек высывающего дисков или барабанов сеялок точного высыва.

Установлено, что все семена можно привести к 5-6 основным формам: шаровидные, эллипсоидные, пирамидальные, усеченно-пирамидальные, удвоенно-сегментные (чечевицеобразные), бобовидные (табл. 1.2).

На основе приближения каждого типа семян к определенному геометрически правильному телу рассчитывают объем и боковую поверхность семян (табл. 1.3).

**Коэффициент трения** характеризует фрикционные свойства семян, возникающие в процессе механического воздействия при посеве, уборке, транспортировании, хранении и переработке и изменяющиеся с течением времени в зависимости от состояния поверхности, давления, времени контакта, влажности и скорости относительного перемещения.

В таблице 1.4. приведены значения коэффициента трения семян о различные материалы.

При относительном перемещении частиц семенного материала возникает трение между отдельными семенами. Сопротивление семян трению в слое принято оценивать углом естественного откоса.

**Углом естественного откоса** - считают угол между плоскостью естественного откоса насыпного материала и горизонтальной плоскостью.

Различают угол естественного откоса для материала в покое и в движении. Приблизительно допускается для технических и технологических расчетов элементов высывающих устройств сеялок принимать:

$$\varphi_d = 0,7\varphi_n$$

где:  $\varphi_d$  и  $\varphi_n$  – соответственно углы естественного откоса в движении и покое.

Угол естественного откоса зависит от влажности семян и свойств поверхности. При повышении влажности угол естественного откоса увеличивается, причем в разной степени для семян различных культур.

Таблица 1.1

**Показатели физико-механических свойств семян культурных растений**

Культура	Размеры, мм			Критическая скорость в м/с	Вес		
	Длина	Ширина	Толщина		Абсолютный 1000 шт. в г.	Объемный в кг/л	Удельный в кг/л
Пшеница озимая	4,8-8,0	1,8-4,0	1,6-3,6	8,9-11,5	20-40	0,76	1,35
Пшеница яровая	4,0-8,6	1,6-3,6	1,4-3,8	9,0	22-42	0,73	1,35
Рожь	5,0-9,8	1,4-3,4	1,0-3,4	8,3-9,9	32	0,73	1,23
Кукуруза	5,5-13,5	5,0-11,5	2,5-8,0	10-17,0	286	0,73	1,35
Ячмень	7,0-14,6	2,0-5,0	1,2-4,5	8,4-10,8	31-51	0,65	1,33
Овес	8,0-18,6	1,4-4,0	1,0-4,0	8,1-9,1	20-42	0,45	1,0
Гречиха	4,2-6,2	2,8-3,7	2,4-3,4	2,5-9,5	21	0,72	1,25
Просо	1,8-3,2	1,5-2,0	1,5-1,7	9,8-11,8	7-19	0,85	1,15
Рис	5,0-7,0	2,5-2,8	2,0-2,5	9,5	19	0,52	1,15
Горох	4,0-9,5	4,0-9,0	3,0-9,0	15-17,5	135	0,85	1,40
Чечевица	5,2-8,5	5,0-8,0	2,0-4,0	8,3-9,7	30	0,80	1,35
Вика	3,5-6,5	2,6-6,0	2,0-5,0	13,2-17	40	0,80	1,30
Фасоль	7,2-18,5	4,7-11,0	2,7-10,0	6,0-6,5	265	0,85	1,0-1,4
Соя	6,0-8,0	4,5-8,0	4,0-7,0	9-15,5	186	0,85	1,18
Подсолнечник	4,8-6,0	3,5-4,2	1,7-2,8	4,0-14,0	53-69	0,70	0,90
Свекла сахарная	2,5-7,0	2,5-7,0	1,8-4,0	7,5-9,5	40-46,3	0,45	1,0

Существенное влияние на угол естественного откоса зерна также оказывает вибрация. Свободно насыпанная куча зерна (пшеницы, ячменя) с углом естественного откоса 30-50° после начала вибрации через 4 секунды растекается в свободную россыпь небольшой толщины с углом откоса около 10°. Последующая вибрация, не меняя угла откоса, перемещает все зерно в россыпи в сторону уклона. Угол естественного откоса различных материалов приводится в таблице 1.5.

**Коэффициент восстановления при ударе** характеризует упругие свойства семян. Удар в рабочих органах наблюдается при различных процессах: в зерновых сеялках - при движении семян по семяпроводам и падении на дно борозды, в пропашных сеялках – при работе отсекаателей и выталкивателей. Коэффициент восстановления варьирует в широких пределах и определяется в конкретных условиях опытным путем (например, для гороха он равен 0,30...0,42).

Таблица 1.2

**Классификация форм семян**

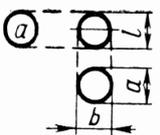
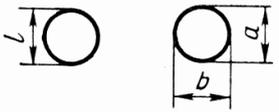
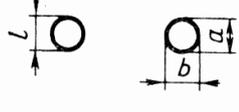
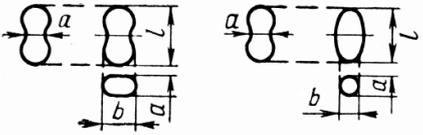
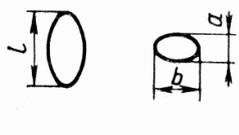
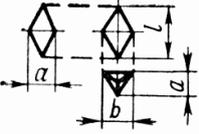
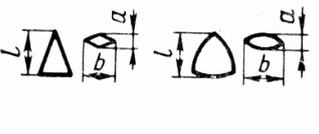
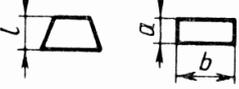
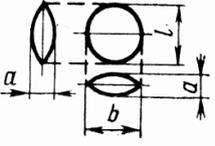
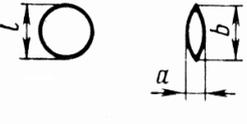
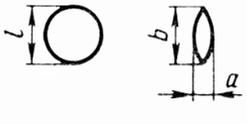
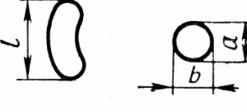
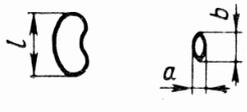
по Н.Н. Ульриху	по В.Н. Доброхотову	по А.Н. Семенову
<i>Шаровидные (<math>a = b = l</math>)</i>		
		
<i>Эллипсоидные (<math>a &lt; b &lt; l, a = b &lt; l</math>)</i>		
		
<i>Пирамидальные (<math>a &lt; b &lt; l</math>)</i>		
	—	
<i>Усеченно-пирамидальные (<math>a &lt; b &lt; l</math>)</i>		
—	—	
<i>Чечевицеобразные (удвоенно-сегментные) (<math>a &lt; b = l</math>)</i>		
		
<i>Бобовидные (<math>a &lt; b &lt; l, a = b &lt; l</math>)</i>		
—		

Таблица 1.3

**Расчетные формулы для вычисления объема и боковой поверхности семян**

Форма семян	Объем V	Боковая поверхность
Эллипсоидная	$0,523 abl$	$1,5 l^2 + kba$ (для пшеницы $k=4,5$ ; для ржи и ячменя $k=4,8$ ; для овса $k=5,4$ )
Шаровидная	$0,52 a^3$	$3,14 a^3$
Пирамидальная:		
Четырехгранная	$0,2 abl$	$0,78 l^2 + 3,18 ba$
Трехгранная	$0,118 l^2$	$1,73 l^2$
Усеченно-пирамидальная	$lb^1 a^1$	$2[l(b^1 + a^1) + b^1 a^1]$
Удвоенно-сегментная	$0,78 l^2 + 0,26 a^2$	$1,57 (l^2 + a^2)$
Бобовидная	$0,065 (b + a)^3 + 0,786 abl$	$\frac{la^2}{2b} + 0,78(b + a)^2$

**Примечание:**  $l$  - длина,  $b$  - ширина,  $a$  - толщина зерна;  $b^1, a^1$  - ширина и толщина по середине длины зерна.

Таблица 1.4

**Коэффициент трения семян о различные материалы**

Наименование семян	Коэффициент трения по поверхности		
	сталь	дерево	Резина
Рожь	0,36-0,58	0,37-0,58	0,47-0,60
Пшеница	0,36-0,58	0,36-0,58	0,47-0,60
Ячмень	0,37-0,60	0,33-0,62	0,47-0,66
Овес	0,40-0,60	0,37-0,78	0,55
Горох	0,26-0,32	0,26-0,35	0,36-0,47
Вика	0,36	0,42	0,45-0,60
Кукуруза	0,36-0,58	0,30-0,62	0,54-0,66
Просо	0,40	0,43	0,47-0,60
Гречиха	0,53	0,57	0,60
Подсолнечник	0,51	0,51	0,58
Рис	0,53	0,56	0,60

**Прочность** семян определяют, исходя из нагрузок, вызывающих травмирование их со снижением всхожести и урожайности. Учитывая особенности посевного материала травмирование внешними воздействиями можно разделить на механические, температурные, химические, физические, биологические повреждения. Эти повреждения имеют место при нарушении режима или несовершенстве рабочих органов и технологических процессов сельскохозяйственных машин.

Таблица 1.5

**Значения углов естественного откоса семян**

Наименование семян	Угол естественного откоса в градусах		Наименование семян	Угол естественного откоса в градусах	
	$\varphi_{п}$	$\varphi_{д}$		$\varphi_{п}$	$\varphi_{д}$
Пшеница	35	25	Просо	29	16
Ячмень	35	27	Гречиха	45	30
Овес	35	28	Вика	35	25
Рожь	35	25	Горох	25	17
Рис	45	28	Кукуруза	35	28
Свекла	35-45	20	Подсолнечник	45	31

С появлением сеялок, в которых используется пневматическое транспортирование семян еще одним важным показателем физико-механических свойств стал **коэффициент парусности или критическая скорость семян** (табл.1.1).

## **2. ВИДЫ ПОСЕВА. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОСЕВНЫХ МАШИН**

Способ посева во многом зависит от посевных качеств семян сельскохозяйственных культур и почвенно-климатических условий. Основная задача посева состоит в обеспечении наилучших условий прорастания семян и в дальнейшем – развития растений, а также в получении их оптимальной густоты при равномерном размещении в рядах.

Каждая культура требует для нормального развития определенной площади питания. Исходя из этого, обосновывается оптимальная густота насаждения растений, при которой учитывается не только максимальная продуктивность одного растения, но и суммарная урожайность. Способы посева сельскохозяйственных культур определяются требуемой густотой насаждения и порядком размещения растений на единице площади. В зависимости от этого принимается величина междурядья и расстояние между растениями.

Строго научных обоснований ширины междурядий сельскохозяйственных культур нет. Исторически сложившиеся междурядья многих культур претерпевают некоторые изменения по мере повышения посевных качеств семян, применения химии в сельском хозяйстве, повышения общего уровня культуры земледелия, создания новой сельскохозяйственной техники. В сельскохозяйственном производстве применяются следующие способы посева (рис.2.1).

**Рядовой посев** является наиболее распространенным способом посева зерновых, технических, овощных и других культур. Ширина междурядий составляет 12,5-15, 18, 21 см. В зависимости от культуры и нормы высева изменяется расстояние между растениями. При этом форма площади питания растений представляет собой прямоугольник, соотношение сторон которого изменяется от 1:6 до 1:10. Такая форма площади питания приводит к снижению продуктивности, появлению подгона и выпадам растений вследствие сильного загущения в рядах.

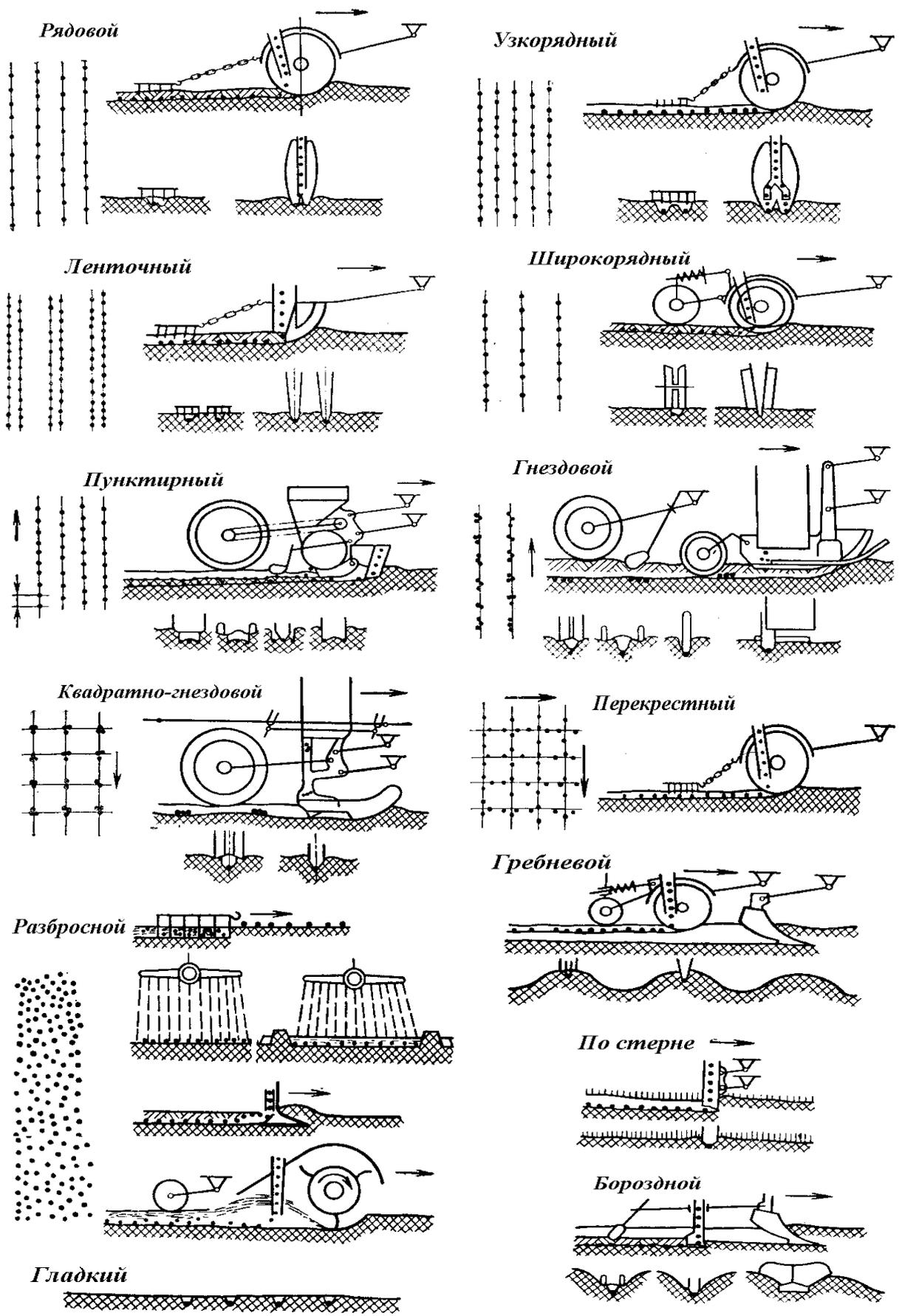


Рис. 2.1. Способы посева сельскохозяйственных культур