

отдельно взятого хозяйства с учетом площади его сельхозугодий, специализации и материально-технической базы.

### **Заключение**

1. Анализ существующего состояния РОБ и развития системы ТОиР сельскохозяйственной техники на ближайшую перспективу показывает, что основные виды ремонтно-обслуживающих воздействий будут производиться на базе сельскохозяйственных предприятий.

2. При дальнейшем укрупнении хозяйств и медленном развитии дилерской сети ситуация в республике будет развиваться в следующем направлении: РОБ сельхозпредприятий будет совершать переход из типа «В» в тип «Б», а организация работ по ТОиР – выполняться по вариантам 2 и 3.

*15.10.10.*

### **Литература**

1. Техническое обслуживание и ремонт тракторов: учеб. пособие для нач. проф. образования / Е.А. Пучин [и др.]; под редакцией Е.А. Пучина. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.

2. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Нац. акад. наук Беларуси; Институт экономики Центра аграрной экономики; под ред. В.Г. Гусакова; сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. – Минск: Бел. наука, 2006. – 709 с.

3. Эффективность разных вариантов технического сервиса машинно-тракторного парка // Техника и оборудование для села. – 2006. – № 8. – С. 26-29.

4. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – Минск: РУП «Издательство «Беларусь», 2005. – 96 с.

УДК 634.739.3

**В.В. Азаренко**

*(НАН Беларуси,*

*г. Минск, Республика Беларусь)*

**А.Л. Мисун, Л.В. Мисун**

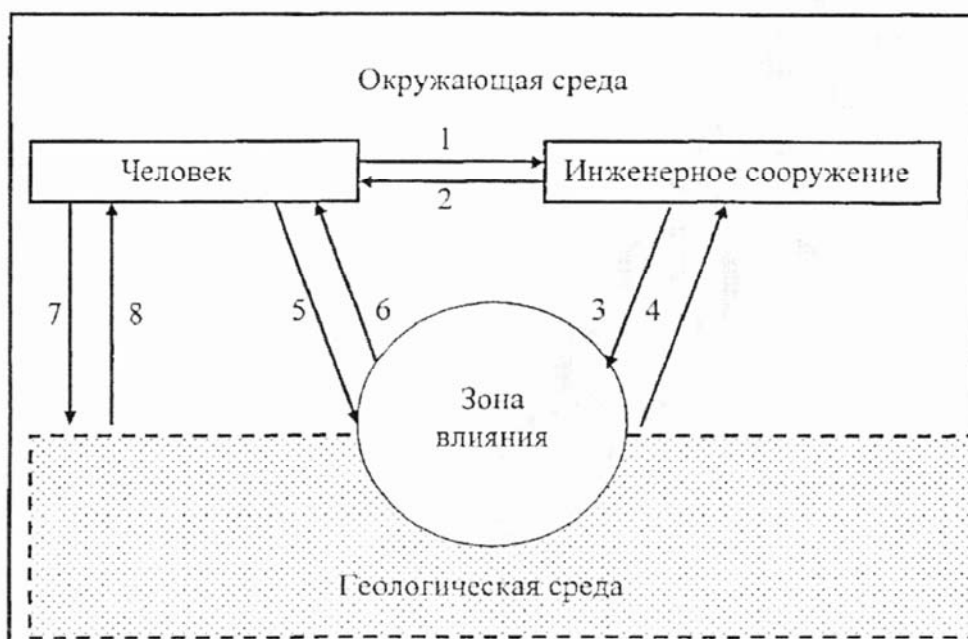
*(УО «БГАТУ»,*

*г. Минск, Республика Беларусь)*

## **ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ КРУПНОПЛОДНОЙ КЛЮКВЫ**

### **Введение**

Безопасная эксплуатация инженерно-мелиоративного сооружения – промышленной плантации крупноплодной клюквы, например 85 чеков республиканского сельскохозяйственного унитарного предприятия «Беларускія журавіны» (Пинский район), определяется надежностью функционирования системы «человек – инженерно-мелиоративное сооружение – окружающая среда» («Ч – ИС – ОС»). Следует отметить, что все составляющие этой системы оказывают прямое и обратное воздействие друг на друга (рисунок 61). Так, прямая связь (1) выражается в управленческой функции человека над инженерно-мелиоративным сооружением при его строительстве и эксплуатации, а обратная связь (2) отражает воздействие рассматриваемого антропогенного объекта на человека и имеет определенный аспект в сфере охраны труда и производственной безопасности.



**Рисунок 61 – Схема взаимодействия человека, инженерно-мелиоративного сооружения (промышленной плантации крупноплодной клюквы) и окружающей среды**

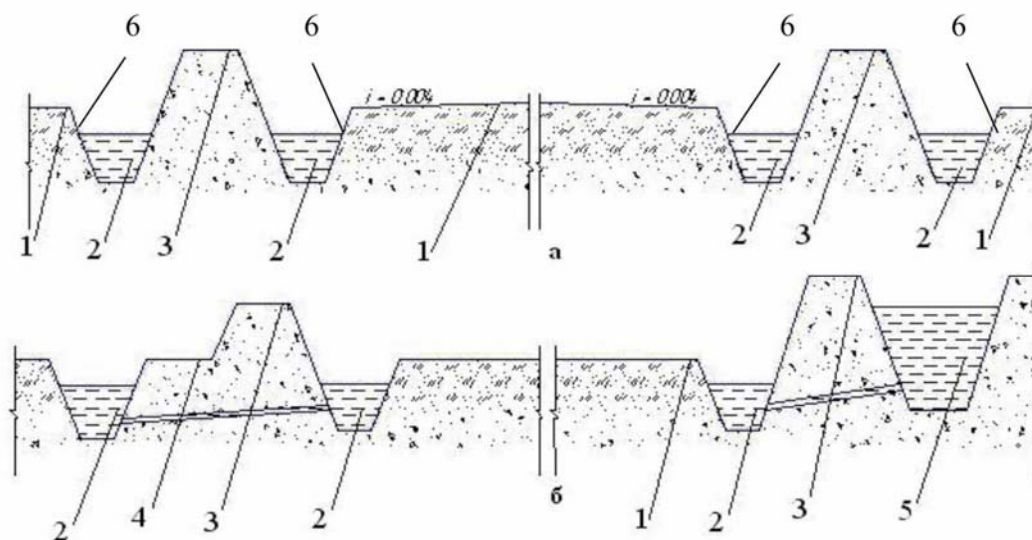
Прямая связь (3) посредством техногенного воздействия человека на инженерно-мелиоративное сооружение образует «зону влияния», а обратная связь (4) отражает реакцию окружающей среды на это воздействие (например, деформируемость откосов дамб и внутричечковых каналов плантации, изменение режима подземных и грунтовых вод и т.д.). Реакция окружающей среды может быть существенной и проявляться в виде изменения параметров состояния сооружения, особенно при отсутствии достаточной информации о свойствах геологической среды, физико-механических свойствах почвы чека, а также в тех случаях, когда допускаются ошибки в определении зоны влияния объекта на окружающую среду при его проектировании. Что же касается связей (3) и (4), то они отражают деформационные процессы элементов инженерно-мелиоративного сооружения и геологической среды, а связи (5) и (6), соответственно, показывают управляющее прямое на нее воздействие человека, выражающееся в оценке устойчивости, и реакцию «зоны влияния» по отношению к человеку.

Следует отметить, что непосредственное влияние человека на окружающую среду (прямая связь (7)) либо пренебрежимо мало, либо «в чистом виде» отсутствует, в то же время обратная связь (8) в виде реакции природной среды на человека может быть существенной и зависит от совершенства проектно-конструкторского решения при сооружении объектов ИС (системы каналов, дамб, откосов и т.д.), а также от эксплуатационной надежности и безопасности используемых на чеках технических средств.

### **Основная часть**

Важнейшим условием для безопасной эксплуатации технических средств на чеках промышленной клюквенной плантации (ИС) является соответствие фактических параметров откоса обводных внутричечковых каналов (рисунок 62)

расчетным, с учетом коэффициента запаса устойчивости и срока эксплуатации канала. В свою очередь, расчет предельно допустимых параметров откоса базируется на выборе геомеханической модели массива грунтов и основывается на изучении их физико-механических свойств как составной части геолого-структурной модели. Массив грунта клюквенного чека соответствует моделям сплошной среды. Стремление к такой схематизации массива грунта чека обусловлено желанием эффективно использовать хорошо разработанный математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления.



а) поперечный разрез; б) продольный разрез  
 1 – клюквенник; 2 – внутричековый обводной канал;  
 3 – чековая дамба; 4 – дамба-дорога; 5 – водоотводящий канал;  
 6 – откос обводного внутричекового канала

**Рисунок 62 – Схема клюквенного чека [1]**

С физической точки зрения использование модели сплошной среды оправдано, если наименьший из рассматриваемых объемов материала сохраняет совокупность его механических свойств как интегрального эффекта многих микрочастиц, то есть должно выполняться неравенство [2]:

$$\sqrt[3]{\Delta V} > d_m, \quad (1)$$

где  $\Delta V$  – объем материала;

$d_m$  – характерный размер элементов микроструктуры.

Исследование механического поведения массива грунта чека промышленной плантации с помощью модели сплошной среды предусматривает операцию интегрирования по объему рассматриваемого массива. С этой точки зрения объем материала  $\Delta V$  геометрически рассматривается как бесконечно малый объект. На практике это должно сводиться к выполнению неравенства:

$$\sqrt[3]{\Delta V} < L_m, \quad (2)$$

где  $L_m$  – характерный размер изучаемого массива.

Неравенство (1) можно трактовать как условие физической, а неравенство (2) – математической корректности применения модели сплошной среды при выборе безопасных параметров откоса.

Возможность схематизации массива грунта клюквенного чека промышленной плантации моделью сплошной среды имеет физическую основу, потому что почва для чека в большинстве случаев представлена торфяными породами, содержащими огромное число микрочастиц. К тому же размеры частиц несоизмеримы с размерами изучаемых участков чека – откосов внутричековых обводных каналов, длина которых достигает 500 метров.

Коэффициент запаса устойчивости «однородного» откоса с учетом разложения сил (рисунок 63), обусловленных действием собственного веса грунта, на удерживающие и сдвигающие, определяется с помощью следующего аналитического выражения:

$$n = \frac{\operatorname{tg} \varphi \left[ \sum P_i \cos \delta_i + P_1 \sin \left( \mu + \frac{\theta}{2} \right) + P_1 \sin \mu \right] + c(l_1 + l_2 + l_3)}{\sum P_i \sin \theta_i + P_1 \left( \mu + \frac{\theta}{2} \right) + P_2 \cos \mu}, \quad (3)$$

где  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта;

$P_i$  – вес элементарного столбика грунта в  $i$ -й точке криволинейного участка линии скольжения;

$\delta_i$  – угол наклона касательной в  $i$ -й точке криволинейного участка линии скольжения;

$P_1, P_2$  – вес призмы опорного давления  $ABEN$  и активного давления  $BCDE$  соответственно;

$$\mu = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}; \quad (4)$$

$\theta$  – угол, стягиваемый хордой  $NE$  (изменяется от  $\theta$  до  $90^\circ - \alpha$ );

$c$  – сцепление грунта, слагающего откос;

$l_1$  – длина участка круглоцилиндрической поверхности скольжения  $GN$ ;

$l_2$  и  $l_3$  – длины двух прямолинейных участков  $NE$  и  $ED$  соответственно.

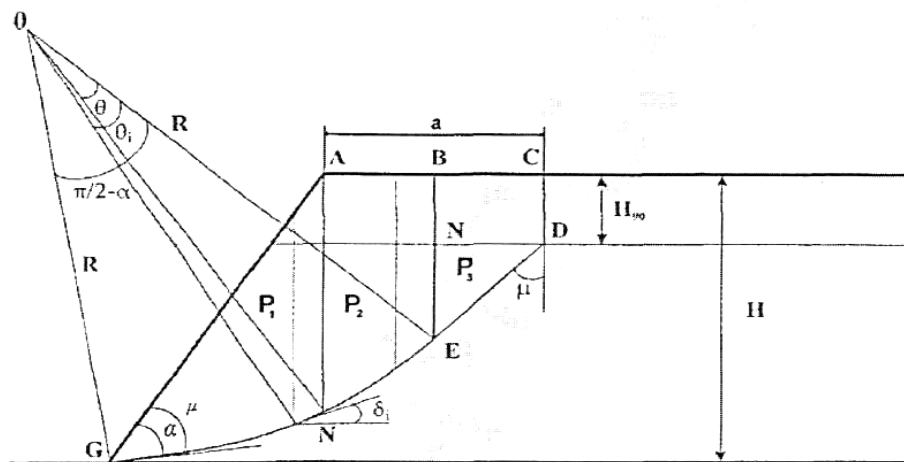


Рисунок 63 – Схема к расчету коэффициента запаса устойчивости откоса внутричековых обводных каналов

Исходя из схемы, представленной на рисунке 2, радиус поверхности скольжения призмы возможного разрушения откоса равен [3]:

$$R = \frac{(H - H_{90}) \cdot \operatorname{tg} \mu + H \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{\cos \mu - \sin(\alpha - \mu) + \operatorname{tg} \mu \cdot \{\cos(\alpha - \mu) - \sin \mu\}}; \quad (5)$$

$$H_{90} = \frac{2c \cdot \operatorname{ctg} \mu}{\gamma}, \quad (6)$$

где  $H$  – высота откоса;

$\alpha$  – угол откоса;

$H_{90}$  – высота упругого слоя грунта;

$\gamma$  – плотность грунта.

Ширина призмы возможного разрушения откоса  $AC$  определяется из следующего выражения:

$$a = 2\{R[\cos \mu - \sin(\alpha - \mu)] - H \operatorname{ctg} \alpha\}. \quad (7)$$

Длину участка поверхности скольжения  $GN$  рассчитываем по формуле:

$$l_1 = GN = \frac{\pi R(90^\circ - \alpha - \theta)}{180^\circ}. \quad (8)$$

Длины двух прямолинейных участков  $NE$  и  $E\dot{A}$  равны:

$$l_2 = NE = 2R \sin \frac{\theta}{2}; \quad (9)$$

$$l_3 = E\dot{A} = \frac{1}{2} \cdot \frac{a}{\sin \mu}. \quad (10)$$

Угол  $\theta$ , стягиваемый хордой  $NE$ :

$$\theta = \arccos(\cos \mu - 0,5 \frac{a}{R}) - \mu. \quad (11)$$

Вес призмы опорного давления  $ABEN$  ( $P_1$ ) и активного давления  $BCDE$  ( $P_2$ ) рассчитывается по формулам:

$$P_1 = 0,25\gamma a \left\{ 2H_{90} + a \operatorname{ctg} \mu + (4R^2 \sin^2 \frac{\theta}{2} - \frac{a^2}{4})^{0,5} \right\}; \quad (12)$$

$$P_2 = 0,5\gamma a (H_{90} + 0,25a \operatorname{ctg} \mu). \quad (13)$$

Учитывая, что  $P_i = S_i \cdot \gamma = \gamma \cdot h_i \Delta x = \gamma \cdot h_i \Delta L \cdot \cos \delta_i$ , выражения для  $\sum P_i \cos \delta_i$  и  $\sum P_i \sin \delta_i$  можно записать следующим образом:

$$\sum P_i \cos \delta_i = R\gamma \int_{\theta}^{90^\circ - \alpha} h_i \cos^2 \delta_i d\theta; \quad (14)$$

$$\sum P_i \sin \delta_i = 0,5R\gamma \int_{\theta}^{90^\circ - \alpha} h_i \sin 2\delta_i d\theta, \quad (15)$$

где  $h_i$  – высота элементарного столбика:

$$h_i = 2R \sin \left( \frac{90^\circ - \alpha - \theta}{2} \right) \left[ \cos \left( \frac{\alpha + \varphi - \theta}{2} \right) \operatorname{tg} \alpha - \sin \left( \frac{\alpha + \varphi - \theta}{2} \right) \right]. \quad (16)$$

Угол наклона касательной  $\delta_i$  в любой точке кривой скольжения (рисунок 63) равен:

$$\delta_i = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} - \theta_i. \quad (17)$$

Таким образом, используя фактические параметры инженерно-мелиоративного сооружения, можно аналитическим путем (формулы (2–17)) рассчитать коэффициент запаса устойчивости откоса внутричекового обводного канала промышленной плантации крупноплодной клюквы. При этом следует учитывать в расчетах и технологические особенности закладки откоса инженерно-мелиоративного сооружения. Нормативный коэффициент запаса устойчивости откоса определяется как произведение частных коэффициентов по следующей формуле:

$$K_n = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (18)$$

где  $K_n$  – нормативный коэффициент запаса устойчивости откоса обводного внутричекового канала клюквенной плантации;

$K_1$  – коэффициент запаса, зависящий от погрешности определения прочностных характеристик грунта [4];

$K_2$  – коэффициент запаса, зависящий от наибольшего снижения сопротивления сдвигу торфяных пород с течением времени;

$K_3$  – коэффициент запаса, зависящий от погрешности методов расчета.

Ранее проведенными исследованиями установлено [4]: прочностные характеристики грунтов рассчитываются с погрешностью до 7%, погрешность расчетов коэффициента запаса в зависимости от снижения сопротивления сдвигу достигает 20%, а значение коэффициента запаса за счет погрешности определения объемного веса и погрешности методов расчета составляет не более 15%.

Оценить степень риска разрушения откоса ( $R$ ) можно, используя следующее выражение:

$$R = \frac{1 - P}{2}, \quad (19)$$

где  $R$  – риск разрушения откоса;

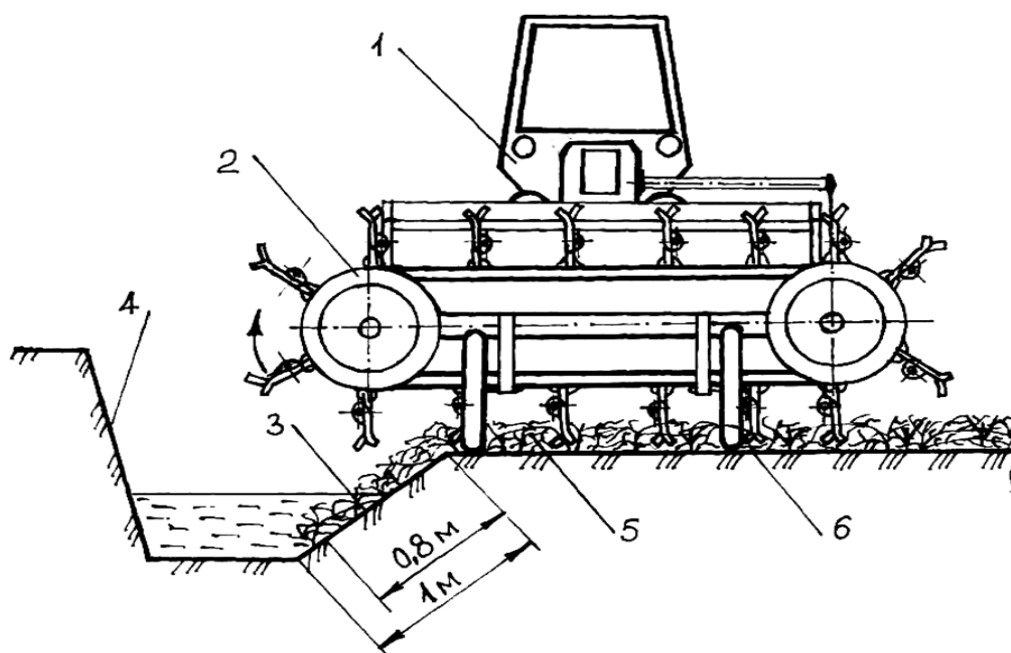
$P$  – вероятность устойчивого состояния откоса (таблица 29).

Таблица 29 – Вероятность устойчивого состояния откоса с учетом коэффициента запаса устойчивости [3]

Вероятность устойчивого состояния откоса	Коэффициент запаса откоса
0,68	1,00
0,75	1,15
0,77	1,20
0,81	1,30
0,87	1,50

Особого внимания заслуживает изучение вопроса обеспечения показателей безопасной эксплуатации, и в первую очередь устойчивости движения технического средства для поднятия, расчесывания и обрезки клюквенника на чеке. Известно, что на устойчивость движения, например, трактора оказывают влияние скорость движения, траектория поворота, продольная и поперечная базы энер-

госредства, положение его центра тяжести; характер рельефа почвы и т.д. К этому следует добавить, что безопасная эксплуатация техники во многом определяется профессиональными навыками тракториста, его физическим и психическим состоянием, возрастом, стажем работы, реакцией. Вышеприведенные факторы приобретают особую значимость для обеспечения безопасных условий выполнения технологического процесса поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника на откосах внутричековых обводных каналов, тем более что используемое на данный момент техническое средство для ухода за клюквенным покровом чеков промышленной плантации [5] не позволяет выполнять технологический уход за растением на площадях откосов (склонов) (рисунок 64), а это примерно  $400 \text{ м}^2$  клюквенника на одном чеке (гектаре) плантации. Возможно сползание техники в канал или даже ее опрокидывание. Устранение указанного недостатка конструкции технического средства позволило бы, помимо обеспечения условий безопасной его эксплуатации, дополнительно убирать с одного чека плантации до  $400 \text{ кг}$  ягод и получать от реализованной продукции  $2,4 \text{ млн. руб.}$  (при плановой урожайности крупноплодной клюквы  $10 \text{ т/га}$  [6] и цене ее реализации, в зависимости от качества уборки,  $6.000 \text{ руб.}$  за  $\text{кг}$ ). Однако при этом необходимо выбрать такой вариант, который радикально решал бы вопросы обеспечения безопасности.



1 – энергосредство; 2 – техническое средство для расчесывания и обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы; 3 – откос обводного внутричекового канала; 4 – откос дамбы чека; 5 – побеги крупноплодной клюквы (стелющиеся и прямостоячие); 6 – поверхность чека

**Рисунок 64 – Схема движения по чеку технического средства для расчесывания и обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы**

### Заключение

1. В результате проведенных исследований предложена зависимость для определения коэффициента запаса устойчивости откоса внутричекового обводного канала промышленной плантации крупноплодной клюквы.

2. Обоснована необходимость совершенствования конструкции технического средства для выполнения работ по безопасному механизированному уходу за клюквенным покровом на откосах чека.

15.10.10.

### Литература

1. Комплект технологических карт на строительство плантаций по выращиванию и воспроизводству клюквы крупноплодной. – Пинск: Главполесьеводстрой, 1986. – 106 с.
2. Теоретические основы инженерной геологии. Механико-математические основы / Под ред. акад. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1986. – 385 с.
3. Климова, Е.В. Выбор безопасных параметров откосов с целью охраны труда на карьерах / Е.В. Климова // Освоение месторождений минеральных ресурсов в сложных геологических условиях: материалы восьмого Междунар. симпозиума. – Белгород, 2005. – Ч. 2. – С. 104-108.
4. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ, 1972. – 164 с.
5. Обоснование режимов работы технического средства для ухода за клюквенным покровом промышленной плантации / Л.В. Мисун [и др.] // Агропанорама. – 2010. – № 2. – С. 6-13.
6. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Е.А. Сидорович [и др.]. – Минск: Беларус. науч.-исслед. ин-т науч.-технич. информации и технико-эконом. исслед., 1992. – 120 с.

УДК 632.95.331.45

**И.И. Пиуновский, В.И. Володкевич,  
А.В. Молош**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

### **ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ХРАНЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ПРИ- МЕНЕНИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХО- ЗЯЙСТВЕ**

#### **Введение**

На территории республики в сельскохозяйственном производстве используется более 300 различных пестицидов и агрохимикатов. По сравнению с другими веществами они имеют ряд особенностей, определяющих их потенциальную опасность для человека и живой природы. Это – преднамеренное внесение их в окружающую среду, непредотвратимость циркуляции в ней, возможность контакта с ними больших масс населения, загрязнение ими пищевых продуктов, высокая биологическая активность. Эти особенности представляют эколого-гигиеническую проблему в связи с возможным риском увеличения химической нагрузки на население, что влечет за собой рост заболеваемости [1].

Основным документом, устанавливающим гигиенические требования при работе с пестицидами и агрохимикатами, являются Санитарные правила и нормы № 2.2.3.12–17–2003 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 10 декабря 2003 года.

В соответствии с Республиканской целевой программой по улучшению условий и охраны труда на 2006–2010 годы, утвержденной постановлением Совета