
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ГИГИЕНИЧЕСКОГО
НОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ
С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

**IMPROVING THE METHODOLOGY FOR HYGIENIC STANDARDIZATION OF
CONTENT OF CHEMICALS IN SOIL IN COMPLIANCE WITH INTERNATIONAL
STANDARDS**

***М.А. Водянова, И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсеева,
И.С. Матвеева, Д.И. Ушаков***

*Vodianova M.A., Kryatov I.A., Tonkopy N.I., Doneryan L.G., Evseeva I.S.,
Matveeva I.S., Ushakov D.I.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В настоящее время существует настоятельная необходимость гармонизации ряда методических подходов к системе гигиенического нормирования поллютантов в почве. В результате анализа литературных данных и изучения мирового опыта, а также проведенной работы по корректировке методологии нормирования с учетом отечественных разработок и международного опыта, предложена схема, которая включает уже утвержденные ПДК химических веществ, с учетом наиболее значимых путей их воздействия на здоровье человека применительно к почвам различного типа использования.

Ключевые слова: гармонизация, почва, гигиеническое нормирование, ранжирование территории, корректировка, тип использования, предельно-допустимая концентрация, ориентировочно допустимая концентрация.

Currently, there is an urgent need to harmonize a number of methodological approaches for the system of hygienic regulation of soil pollutants. The authors have performed an analysis of literature and the appropriate international experience, and carried out their own investigations aiming at adjustment of normalization methodology in line with domestic standards and international experience. As a result, a scheme was proposed that includes the already approved MPC values of chemical agents, taking into account the most important pathways of their influence on human health in relation to different types of soil exploitation.

Keywords: harmonization, soil, hygienic regulation, ranking territory, adjustment, type of exploitation, maximum permissible concentration, approximate permissible concentration.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что в настоящее время, как в России, так и в странах Европы, нормирование содержания микроэлементов в почве ориентировано на сохранение здоровья человека, среды его обитания и возможности осуществления определенных видов деятельности. Однако в настоящее время единые нормативы содержания загрязняющих веществ в почве, а также согласованные методологии их обоснования на международном уровне отсутствуют. Нормирование химических веществ в почве проводится, как правило, в соответствии с национальными стандартами и действующими требованиями

к оценке качества почв, которые значительно отличаются в разных странах [1-4].

В России гигиеническое нормирование химических веществ в почве проводится в соответствии с Методическими рекомендациями 1982 г., на основании которых экспериментально обосновываются предельно допустимые концентрации (ПДК) и расчетным способом определяются ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) веществ [5-10]. Обоснование ПДК химических веществ в почве базируется на четырех показателях вредности, отражающих все возможные пути опосредованного воздействия почвенных токсикантов на

организм человека: транслокационном (характеризует переход вещества из почвы в сельскохозяйственные растения), миграционном водном (способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники), миграционном воздушном (позволяет оценить степень десорбции вещества из почвы в атмосферный воздух), общесанитарном (влияние загрязняющего вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическую активность). Критерием действия/недействия является ПДК для контактирующих средств.

В свою очередь, в зарубежных странах используются не экспериментальные, а расчетные пороговые значения концентраций химических веществ в почве, ориентированные на выбор приоритетов действия в отношении загрязненных территорий [11]. В большинстве стран Европы используют системы показателей качества почв – Soil Screening Value (SVs, скрининговые уровни), но в каждой стране они имеют свою специфику, как научную, так и методическую [3, 12].

Кроме того, в большинстве развитых стран мира решение проблемы состояния и охраны окружающей среды с целью снижения негативного воздействия на условия проживания и здоровье человека связывают с разработкой и внедрением в природоохранное законодательство концепции экологического риска и риска здоровью населения, которая позволяет получить обоснованную оценку реальной ситуации, дать качественную и количественную характеристики загрязнения почв, выделить территории, наиболее подверженные негативному воздействию, и ранжировать их по степени опасности для здоровья проживающего населения [13 – 17]. Большой интерес представляют подходы к оценке состояния почв, используемые в Швеции, где законодательно закреплена и соблюдается комплекс мер по выявлению загрязненных почв и оценке экологического риска. В основу системы заложена типовая нормативная модель, разработанная шведским Агентством по охране окружающей среды, в основу которой заложены фоновые концентрации. Устанавливается уровень содержания химических веществ в почве, ниже которого риск является приемлемым при отсутствии отрицательного воздействия на человека и окружающую среду. Модель универсальная и может использоваться как типовая, так и для конкретных

участков. Для ранжирования загрязненных почв по приоритетности действия рассчитывается экологический риск с учетом степени опасности, объема загрязняющих веществ, потенциальной опасности для населения и экосистем и функционального использования территории.

Таким образом, существующая международная практика нормирования предлагает дифференциацию нормативов и стандартов химических загрязнителей для почв различного функционального использования.

Процедура гармонизации нормативов для различных загрязнителей почвы в России осложняется отсутствием Федерального закона и подзаконных актов о защите почв, устанавливающих ответственность за загрязнение почв и их рекультивацию до безопасных уровней, а также наличием в России более 300 типов почв, характеризующихся различными свойствами. Поэтому ставить вопрос о гармонизации ПДК химических веществ в почве нецелесообразно.

Актуальным для условий России является адаптация дифференцирования нормативов и стандартов химических загрязнителей для почв различного функционального использования, учитывая природно-климатические особенности и специфику организации контроля гигиенических регламентов в РФ. Однако для решения этого вопроса необходимо предварительное проведение всестороннего анализа фоновых концентраций химических веществ в различных типах почв с учетом их физико-химических особенностей, содержания гумуса, pH и результатов фоновых и локального мониторинга почв, существующих уровней загрязнения, особенностей миграции химических веществ в контактирующие среды и растения в почвенно-климатических условиях России, а также наличия утвержденных санитарно-гигиенических и экологических нормативов (стандартов).

Основополагающими принципами обоснования нормативов для почв различного функционального использования должны являться:

Санитарно-токсикологическая оценка поллютанта (класс опасности, физико-химические свойства, характер действия, особенности миграции в окружающие среды, взаимодействие с почвенными системами);

Фоновое значение поллютанта в почве для конкретного региона России, утвержденное ПДК (ОДК);

Лимитирующий способ воздействия поллютанта на здоровье человека и окружающую среду, с учетом особенностей функционального использования почв.

Российский санитарно-эпидемиологический надзор за санитарным состоянием почв направлен на предупреждение опасности загрязнения почв, которая, в свою очередь, определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и прямо или опосредовано на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы самоочищения. Результаты обследования почв учитываются при определении и прогнозе степени их опасности для здоровья и условий проживания населения в населенных пунктах, при разработке мероприятий по их рекультивации, профилактике инфекционной и неинфекционной заболеваемости, схем районной планировки, технических решений по реабилитации и охране водосборных территорий, при решении очередности санационных мероприятий в рамках комплексных природоохранных программ и оценке эффективности реабилитационных и санитарно-экологических мероприятий и текущего санитарного контроля за объектами, прямо или косвенно воздействующими на окружающую среду населенного пункта [7]. При выборе объектов, в первую очередь, обследуют почвы территорий повышенного риска воздействия на здоровье населения (детские дошкольные, школьные и лечебные учреждения, селитебные территории, зоны санитарной охраны водоемов, питьевого водоснабжения, земли, занятые под сельхозкультуры, рекреационные зоны и т. д.). При этом действующие Методические указания по гигиенической оценке качества почвы населенных мест предусматривают 7 объектов исследований или функциональных зон и 24 показателя оценки, выбранных с учетом действующих стандартов РФ [9].

Основываясь на гигиенических принципах, отечественных разработках и международном разделении почв по функциональному типу использования территорий, схема обоснования допустимых уровней химических веществ для зон различного

назначения приобретает более емкий характер (табл. 1). Таким образом, может быть рекомендовано 6 групп функциональных зон использования почв, включающих дополнительные классификации.

В России нормирование проводилось как для валовых (30 веществ), так и для подвижных (9 веществ) форм содержания веществ; для 5 веществ обоснованы ПДК как для валовой, так и для подвижной формы. Только в России утверждены нормативы валового содержания в почве для 6 смесей химических веществ, а также 18 ОДК валового содержания 6 приоритетных загрязнителей, обоснованных для двух типов почв. Величины ОДК, разработанные для химических веществ природного происхождения, повсеместно присутствующих в почвах, продуктах питания и воде, обоснованы для трех литогеохимических групп почв. В основу группировки положены основные свойства почв, определяющие их буферность, в том числе устойчивость к химическому загрязнению. Это гранулометрический состав, кислотнo-щелочные свойства, преобладающие в тех или иных почвах. Кроме того, принято во внимание распределение основных геохимических ассоциаций почв на территории России. Наибольшую площадь распространения имеют почвы с кислой реакцией среды ($\text{pH KCl} < 5,5$) и почвы близкие к нейтральной и с нейтральной средой ($\text{pH KCl} > 5,5$). В типовом отношении в эти две ассоциации, занимающие 60-70% площади России, войдут практически все подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные почвы и черноземы, включая их окультуренные варианты. Отдельно выделена группа песчаных и супесчаных почв, обладающих наименьшей устойчивостью к загрязнению химическими веществами. ОДК разработаны расчетным методом, их величины для химических веществ природного происхождения, повсеместно присутствующих в почвах, продуктах питания и воде, обоснованы для трех ассоциаций основных почв России по их устойчивости к химическому загрязнению. Таким образом, принятые ОДК позволяют дифференцированно подходить к оценке эколого-гигиенического состояния почв, расположенных в различных регионах России [18].

Таблица 1. Оценочные показатели для обоснования ПДК химических веществ почв населенных мест

| № | Функциональная зона | Наименование показателя вредности | | | |
|---|--|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | | транс-локационный | миграционный | | общесанитарный |
| | | | водный | воздушный | |
| 1 | Селитебная: | Факультативный | Обязательный | Обязательный | Обязательный |
| | Жилая зона | | | | |
| | Детские дошкольные и школьные учреждения, игровые площадки, территории дворов | | | | |
| 2 | Агроселитебная | Обязательный | Обязательный | Обязательный | Обязательный |
| 3 | Промышленная | Факультативный | Обязательный | Обязательный | Обязательный |
| 4 | Транспортные магистрали | Факультативный | Обязательный | Обязательный | Факультативный |
| 5 | Рекреационная: | Обязательный | Обязательный | Обязательный | Обязательный |
| | Скверы, парки, бульвары, пляжи, лесопарки | | | | |
| | Зоны санитарной охраны водоемов | | | | |
| | Зоны отдыха, курортов, лечебно-оздоровительных учреждений | | | | |
| | Лесохозяйственные предприятия (лесопокрытые и не покрытые лесом), природоохранные (заповедники, национальные парки, болотный фонд) | | | | |
| 6 | Сельскохозяйственная: | Обязательный | Обязательный | Обязательный | Обязательный |
| | Опытные поля, сады и огороды, приусадебные участки, тепличные хозяйства | | | | |

Таким образом, в данной работе было уточнено и приведено в соответствие с международными требованиями ранжирование допустимых уровней содержания химических веществ в почве с использованием действующих ПДК. Для каждой функциональной зоны допустимый уровень выбирается из обязательных показателей (таблица 1) с учетом лимитирующего пути воздействия загрязнения на человека (таблица 2).

Однако представленный алгоритм должен определять порядок установления предельно допустимой концентрации неизученных химических веществ для различных функциональных зон почвы населенных мест. Таблица 2 может быть рекомендована для утверждения в качестве дополнения к действующим санитарно-гигиеническим нормативным документам до переработки последних в соответствии с современными требованиями.

Таблица 2. Ранжирование допустимых уровней содержания химических веществ в почве в зависимости от отдельных групп функциональных зон использования почв, мг/кг

| Вещество | ПДК, мг/кг Лимитирующий показатель* | Промышленная | | Сельскохозяй- ственная | | Селитебная | | Агроселитебная | | Транспортные магистрали | | Рекреационная | |
|---|---|-----------------|----------|---------------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|----------------------------|----------|-----------------|----------|
| | | показа- тель | значение | пока- затель | значение | пока- затель | значение | пока- затель | значение | пока- затель | значение | пока- затель | значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Валовое содержание | | | | | | | | | | | | | |
| Бенз(а)пирен | 0,02 – К4 | К4 | 0,02 | К4 | 0,02 | К4 | 0,02 | К4 | 0,02 | К2 | 0,5 | К4 | 0,02 |
| Ванадий | 150 – К4 | К4 | 150 | К4 | 150 | К4 | 150 | К4 | 150 | К2 | 350 | К4 | 150 |
| Калий хлористый (по К ₂ O) | 360 – К2 | К2 | 360 | К2 | 360 | К2 | 360 | К2 | 360 | К2 | 360 | К2 | 360 |
| Комплексные грану- лированные удобре- ния (КГУ) НРК (64:0:15) ¹ | 120 – К2 | К2 | 120 | К2 | 120 | К2 | 120 | К2 | 120 | К2 | 120 | К2 | 120 |
| Комплексные жидкие удобрения (КЖУ) НРК (10:4:0) ¹ | 80 – К2 | К2 | 80 | К2 | 80 | К2 | 80 | К2 | 80 | К2 | 80 | К2 | 80 |
| Марганец | 1500 – К4 | К4 | 1500 | К4 | 1500 | К4 | 1500 | К4 | 1500 | К2 | 15000 | К4 | 1500 |
| Марганец + Ванадий | 1000+100 – К4 | К4 | 1000+100 | К4 | 1000+100 | К4 | 1000+100 | К4 | 1000+100 | К2 | 2000+200 | К4 | 1000+100 |
| Мышьяк | 2 – К1 | К4 | 10 | К1 | 2 | К4 | 10 | К1 | 2 | К2 | 15 | К1 | 2 |
| Нитраты по NO ₃ | 130 – К2 | К2 | 130 | К2 | 130 | К2 | 130 | К2 | 130 | К2 | 130 | К2 | 130 |
| Отходы флотации угля (ОФУ) | 3000 – К2, К4 | К2, К4 | 3000 | К2, К4 | 3000 | К2, К4 | 3000 | К2, К4 | 3000 | К2 | 3000 | К2, К4 | 3000 |
| Ртуть | 2,1 – К1 | К3 | 2,5 | К1 | 2,1 | К3 | 2,5 | К1 | 2,1 | К3 | 2,5 | К1 | 2,1 |
| Свинец | 32 – К4 | К4 | 32 | К4 | 32 | К4 | 32 | К4 | 32 | К2 | 260 | К4 | 32 |
| Свинец + ртуть | 20+1 – К1 | К2, К4 | 30+2 | К1 | 20+1 | К2, К4 | 30+2 | К1 | 20+1 | К2 | 30+2 | К1 | 20+1 |
| Сурьма | 4,5 – К1, К2 | К1, К2 | 4,5 | К1, К2 | 4,5 | К1, К2 | 4,5 | К1, К2 | 4,5 | К2 | 4,5 | К1, К2 | 4,5 |
| Элементарная сера | 160 – К4 | К4 | 160 | К4 | 160 | К4 | 160 | К4 | 160 | К2 | 380 | К4 | 160 |
| Серная кислота (по S) | 160 – К4 | К4 | 160 | К4 | 160 | К4 | 160 | К4 | 160 | К2 | 380 | К4 | 160 |
| Сероводород (по S) | 0,4 – К3 | К3 | 0,4 | К3 | 0,4 | К3 | 0,4 | К3 | 0,4 | К3 | 0,4 | К3 | 0,4 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|-------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------------|------|-----|
| Подвижная форма | | | | | | | | | | | | | |
| Кобальт ² | 5 – К4 | К4 | 5 | К4 | 5 | К4 | 5 | К4 | 5 | К2 | Более 1000 | К4 | 5 |
| Марганец, извлекаемый из почвы 0,1 н H ₂ SO ₄ : | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Чернозем | 700 – К4 | К4 | 700 | К4 | 700 | К4 | 700 | К4 | 700 | К2 | 9300 | К4 | 700 |
| 2. Дерново-подзолистая почва: | | | | | | | | | | | | | |
| - рН 4,0 | 300 – К4 | К4 | 300 | К4 | 300 | К4 | 300 | К4 | 300 | К2 | 5000 | К4 | 300 |
| - рН 5,1-6,0 | 400 – К4 | К4 | 400 | К4 | 400 | К4 | 400 | К4 | 400 | К2 | 5000 | К4 | 400 |
| - рН ≥ 6,0 | 500 – К4 | К4 | 500 | К4 | 500 | К4 | 500 | К4 | 500 | К2 | 8000 | К4 | 500 |
| Марганец, извлекаемый из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8: | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Чернозем | 140- К4 | К4 | 140 | К4 | 140 | К4 | 140 | К4 | 140 | К2 | 1860 | К4 | 140 |
| 2. Дерново-подзолистая почва: | | | | | | | | | | | | | |
| - рН 4,0 | 60 – К4 | К4 | 60 | К4 | 60 | К4 | 60 | К4 | 60 | К2 | 1000 | К4 | 60 |
| - рН 5,1-6,0 | 80 – К4 | К4 | 80 | К4 | 80 | К4 | 80 | К4 | 80 | К2 | 1000 | К4 | 80 |
| - рН ≥ 6,0 | 100 – К4 | К4 | 100 | К4 | 100 | К4 | 100 | К4 | 100 | К2 | 1600 | К4 | 100 |
| Медь ³ | 3 – К4 | К4 | 3 | К4 | 3 | К4 | 3 | К4 | 3 | К2 | 72 | К4 | 3 |
| Никель ³ | 4 – К4 | К4 | 4 | К4 | 4 | К4 | 4 | К4 | 4 | К2 | 14 | К4 | 4 |
| Хром (III) ³ | 6 – К1-4 | К2-4 | 6 | К1-4 | 6 | К2-4 | 6 | К1-4 | 6 | К2-3 | 6 | К1-4 | 6 |
| Цинк | 23 – К1 | К4 | 37 | К1 | 23 | К4 | 37 | К1 | 23 | К2 | 200 | К1 | 23 |
| Водорастворимая форма | | | | | | | | | | | | | |
| Фтор | 10 – К1, К2 | К2 | 10 | К1-2 | 10 | К2 | 10 | К1-2 | 10 | К2 | 10 | К1-2 | 10 |

* Примечание: транслокационный – К1, миграционный водный – К2, миграционный воздушный – К3, общесанитарный – К4.

¹КГУ – комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K = 64:0:15. ПДК КГУ контролируется по содержанию нитратов в почве, которое не должно превышать 76,8 мг/кг абсолютно сухой почвы; КЖУ – комплексные жидкие удобрения состава N:P:K = 10:34:0 по ТУ 6-08-290-74 с добавками марганца не более 0,6% от общей массы. ПДК КЖУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абсолютно сухой почвы.

²Подвижная форма кобальта извлекается из почвы ацетатно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 и рН 4,7 для сероземов и ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 для остальных типов почв.

³Подвижная форма элемента извлекается из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8.

Список литературы

1. Директива №92/43/ЕЭС Совета Европейских сообществ «Об охране естественных мест обитания и дикой фауны и флоры» [рус., англ.] (Принята в г. Брюсселе 21.05.1992) (с изм. и доп. от 20.11.2006).
2. Директива Совета 86/278/ЕЭС от 12 июня 1986 г. о защите окружающей среды, а в частности почв, при использовании сточных нечистот в сельском хозяйстве (OJ L 181, 4.7.1986, P. 6).
3. Капелькина, Л.П. Гармонизация экологических стандартов II (ГЭС II). Промежуточный технический отчет. – Блок деятельности 10. Нормативы качества окружающей среды. – 10.4b – особенности нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах в России и за рубежом. Под ред. Д. Хана. Copyright: European Communities – Санкт-Петербург, 2008. – С. 18.
4. Commission Staff Working Document – Accompanying document to the Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Thematic Strategy for Soil Protection. Summary of the impact assessment. – Brussels, 2006. – 130 p.
5. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 19 января 2006 г., дата введения с 01 апреля 2006 г. – С. 13.
6. ГН 6229-91. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. Утв. Зам. Главного государственного санитарного врача СССР П.И. Наркевич 19 ноября 1991 г. № 6229-91. – С. 13.
7. МУ 2.1.7.730-99. Методические указания по гигиенической оценке качества почвы населенных мест. Минздрав России. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 07 февраля 1999 г., дата введения 05 апреля 1999 г. – С. 19.
8. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. Утв. Минздравом СССР 05.08.1982 № 2609-82) (вместе с «Временными методическими указаниями по применению расчетного метода обоснования ориентировочных допустимых концентраций (ОДК) пестицидов в почве». Утв. Минздравом СССР 14.01.1981 № 2283-81). – С. 26.
9. Государственный стандарт 17.4.2.01-81 (Стандарт СЭВ 4470-84) «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния». Утв. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 марта 1981 г. № 1476, дата введения 01.08.1982. С изменениями № 1 от 1985 г. – С. 4.
10. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 16 апреля 2003 г., с 15 июня 2003 г. с изменениями по Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 25 апреля 2007 г. № 20 Об утверждении СанПиН 2.1.7.2197-07. – С. 16.
11. Derivation Methods of Soil Screening Values in Europe / C. Carlon, M. D'Alessandro, F. Swartjes / A review and evaluation of national procedures towards harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, EUR 22805-EN, 2007. – P. 306.
12. Крятов, И.А., Тонкопий, Н.И., Ушакова, О.В., Водянова, М.А. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве // Гигиена и сан. – 2012. – № 5. - С. 69-72.
13. Директива Совета ЕС 96/82/ЕС от 9 декабря 1996 г. о контроле за представляющими собой серьезную опасность авариями на объектах, имеющих дело с опасными веществами. Официальный Вестник L 010, 14/10/1997. - С. 0013 - 0033.
14. Предложение по Директиве Европейского Парламента и Совета по промышленным выбросам, Брюссель, 21.12.2007 г. (Proposal for a Directive of The European Parliament and of The Council on industrial emissions, Brussels, 21.12.2007, COM(2007). – С. 844.
15. Аналитич. записка «Анализ международного опыта выявления и учета (инвентаризация) загрязненных территорий (земель, почв) и возможности его использования в Белоруссии». Минск, 2011г.
16. Гигиенический норматив 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве» – Утв. постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 февраля 2004г., № 28.
17. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации подвижных форм цинка, хрома, кадмия в почвах (землях) различных функциональных зон населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения». – Утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь от 06.11.2008 № 187.
18. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2009 г. № 32 Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.