

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

С. Б. Спиридонов

ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие для студентов
биотехнологического факультета по специальности
1 – 74 03 05 «Ветеринарная фармация»

Витебск
ВГАВМ
2016

УДК 574:615.9(07)
ББК 48.571
С72

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины»
от 13.01.2016 г. (протокол № 1)

Автор:
кандидат ветеринарных наук, доцент *С. Б. Спиридонов*

Рецензенты:
доктор ветеринарных наук, профессор *И. А. Ятусевич*; кандидат
ветеринарных наук, доцент *Т. В. Медведская*

Спиридонов, С. Б.

Экотоксикология : учеб.-метод. пособие для студентов биотехноло-
С72 гического факультета по специальности 1 – 74 03 05 «Ветеринарная
фармация» / С. Б. Спиридонов. – Витебск : ВГАВМ, 2016. – 32 с.
ISBN 978-985-512-895-4.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учеб-
ной программой по экотоксикологии для высших с.-х. учебных заведений
по специальности «Ветеринарная фармация», содержит материалы, необ-
ходимые для изучения и нормирования экотоксикантов, расчета выбросов
экотоксикантов в атмосферу, воду и почву от животноводческих ком-
плексов и птицефабрик, а также для разработки мер по предотвращению,
снижению и устранению воздействия экотоксикантов.

УДК 574:615.9(07)
ББК 48.571

ISBN 978-985-512-895-4

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2015

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1. Основные экотоксиканты, механизм их действия в природных средах и живых организмах. Принципы нормирования экотоксикантов | 5 |
| 2. Экотоксикологическая оценка воздуха и воды | 10 |
| 3. Экотоксикологическая оценка почвы и кормовых культур | 14 |
| 4. Расчет выбросов аммиака в атмосферу, воду и почву от животноводческих комплексов и птицефабрик | 18 |
| 5. Нормирование экотоксикантов в воздухе, воде, почве, кормах и продуктах животноводства. Меры по предотвращению, снижению и устранению вредного воздействия экотоксикантов | 27 |
| 6. Список литературы | 30 |

Введение

В самостоятельную науку экотоксикологию (ecotoxicology) выделил Рене Траут в 1969 году, связав воедино экологию, токсикологию и элементы других наук: химия, биохимия, физиология, популяционная генетика и др.

Термин «экотоксикология» появился в советской и зарубежной литературе в 1973 году как направление профилактической токсикологии, занимающееся изучением приспособления (адаптации) живого к изменениям химического состава среды его обитания.

В настоящее время экотоксикологией – междисциплинарное научное направление, связанное с токсическим воздействием на живые организмы, преимущественно на популяции организмов, и биоценозы, входящие в состав экосистем. Она изучает источники поступления вредных веществ в окружающую среду, их распространение в окружающей среде, действие на живые организмы.

В общей форме можно определить токсичность как свойство (способность) химических веществ, которое действуя на биологические системы немеханическим путем, может вызывать их повреждение, заболевание или гибель. Теоретически не существует веществ, лишенных токсичности. При тех или иных условиях обнаружится биологический объект, реагирующий повреждением, нарушением функций, гибелью на действие вещества в определенных дозах. Токсичность веществ, полностью инертных в отношении биологических объектов, может быть количественно обозначена как стремящаяся, но не равная, к нулю.

Для экотоксикологии важны соединения, способные взаимодействовать с живыми организмами. Эти соединения часто находятся в газообразном или жидком состоянии, адсорбированы на частицах почвы и различных поверхностях, представлены мелкодисперсной пылью размером менее 50 мкм, а также это вещества, поступающие в организм с воздухом, водой и кормом.

Исследования в экотоксикологии направлены на изучение: миграции в экологических системах опасных для живых организмов соединений и механизмов включения их в природные циклы; нарушения экологического равновесия, трансформации элементов биосферы и биологического разнообразия.

Тема 1. Основные экотоксиканты, механизм их действия в природных средах и живых организмах. Принципы нормирования экотоксикантов

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: приобретение навыков по определению степени загрязнения природных сред различными веществами.

Результат обучения: дает возможность изучить источники появления загрязняющих веществ, распределение и устойчивость их в природных средах.

Задание: изучить принципы нормирования загрязняющих веществ, источники загрязнения и оценить их воздействие на природные среды.

Материальное обеспечение: фильтры, жидкие и твердые сорбенты, таблицы.

Совокупность различных веществ, содержащихся в воде, почве, воздухе и живых организмах в различном состоянии, вступающих в химические и физико-химические взаимодействия с биологическими объектами экосистемы, представляет собой ксенобиотический профиль биогеоценоза.

Следовательно, экополлютанты – вещества, накапливающиеся в среде в несвойственных ей количествах и изменяющие ксенобиотический профиль.

В воздухе присутствует ряд экополлютантов: оксиды серы, азота и углерода, озон, хлор, углеводороды, фреоны, асбест, угольная пыль, кремний, металлы и др.

В воде и почве присутствуют следующие экополлютанты: металлы, ДДТ, алдрин, диэлдрин, хлордан, нитраты, фосфаты, нефть и нефтепродукты, органические растворители (толуол, бензол, тетрахлорэтилен), низкомолекулярные галогенированные углеводороды (хлороформ, бромдихлорметан, бромформ, тетрахлорметан, дихлорэтан), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы, диоксины, дибензофураны, кислоты и др.

Если уровень экополлютанта достигает концентрации, достаточной для начала развития токсического процесса, то экополлютант становится экотоксикантом.

Загрязнение – это изменение химических свойств окружающей среды, не связанное с естественными природными процессами.

По своей природе все загрязнения делятся на 4 группы:

✓ Физические – тепловое, световое, шумовое, электромагнитное и

радиоактивное.

✓ Химические – проникновение в окружающую среду веществ, отсутствовавших ранее или в концентрации, превышающей норму, а также загрязнение тяжелыми металлами, пестицидами и др.

✓ Физико-химические – аэрозольное.

✓ Биологические – связаны с внесением в окружающую среду и размножением в ней нежелательных для человека и животных организмов, а также с проникновением, или внесением в природные экосистемы организмов, несвойственных данным экосистемам.

Биологическое загрязнение может быть как сознательным – продукты жизни растений и животных или применение биологического оружия, так и случайным – занос сорных растений и вредных насекомых с ввозимой из других регионов продукцией (колорадский жук, амброзия многолетняя и др.).

Загрязнение окружающей среды микроорганизмами является микробиологической формой биологического загрязнения, а загрязнение биогенными веществами, выделениями или биологическими отходами – биотической формой.

У каждого загрязнителя имеется срок устойчивости во внешней среде: ДДТ – 10 лет, атразин – 25 месяцев, фенантрен – 138 дней, карбофуфан – 45 дней, фосфорилтиохолины – 21 день, иприт – 7 дней, зарин – 4 часа.

Постоянный выброс в окружающую среду загрязняющих веществ превращает их в экотоксиканты, длительно сохраняющиеся в среде: свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, ртуть, мышьяк, хром, полициклические полигалогенированные углеводороды (полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны, полихлорированные бифенилы и т. д.), хлорорганические пестициды (ДДТ, гексахлоран, алдрин, линдан и т. д.) и др.

Поэтому источники загрязнения разделяются по характеру поступления загрязняющих веществ в окружающую среду – локальные, точечные, площадные и линейные, т. е. связанные с сельским хозяйством, химизацией, поверхностным стоком с загрязненных территорий и т. д. (таблица 1).

Выявление в воздухе токсичных веществ затруднено из-за его неустойчивости и возможности нахождения в нем токсичных и нетоксичных веществ.

Поэтому исследование воздуха включает отбор проб и их анализ. Малая концентрация веществ в воздухе и их различное агрегатное состояние важны для получения пробы, соответствующей реальному составу воздуха, а также для накопления в пробе достаточного для обнаружения количества искомого вещества.

Способы отбора проб воздуха зависят от: 1) агрегатного состояния искомого вещества в воздушной среде (аэрозоли конденсации и дезин-

теграции, пары, газы); 2) возможных химических взаимодействий искомого вещества с воздушной средой; 3) числа исследуемых вредных веществ в воздухе; 4) метода исследования и др.

Выбор поглотительной среды зависит от агрегатного состояния искомого вещества и его химических свойств. В качестве поглотительной среды могут служить растворы, твердые сорбенты, фильтры.

Таблица 1 – Поступления загрязняющих веществ в окружающую среду

| Вид деятельности | Общий тип загрязнения | Объекты загрязнения | Тип источника | Режим загрязнения |
|---|---|---------------------|---------------|-------------------------|
| Добыча полезных ископаемых | Минеральные стоки шахтных и рудничных вод, стоки обогатительных процессов, твердые шламы и породные отвалы | Почва, вода | Точечный | Постоянный |
| Добыча жидких горючих полезных ископаемых | Нефтяные стоки и выбросы газообразных углеводородов. Стоки минерализованных нефтяных вод | Почва, вода, воздух | Точечный | Постоянный и спонтанный |
| Коммунальное хозяйство | Минеральные или органические стоки бытовой канализации, промышленных и ливневых вод, бытового и строительного мусора. Выбросы при открытом и промышленном сжигании мусора | Воздух, вода, почва | Точечный | Постоянный |
| Производство энергии | Минеральные выбросы газообразных продуктов сгорания и золы. Твердые отходы золошлаковых хранилищ и стоков охлаждающих вод | Воздух, вода, почва | Точечный | Постоянный |
| Транспорт | Минеральные выбросы газообразных продуктов сгорания с примесью аэрозольных частиц. Органические стоки промывочных вод с углеводородами | Воздух, почва | Линейный | Циклический |
| Земледелие | Минеральные удобрения и ядохимикаты | Почва, растения | Площадной | Циклический |
| Животноводство | Органические стоки | Вода, почва | Точечный | Постоянный |

Для поглощения газообразных веществ из воздуха используются жидкие поглотительные среды. Твердые сорбенты, силикагель и уголь активированный могут быть использованы при низких температурах в виде «кипящего слоя».

Аэрозоли в виде пыли, тумана, дыма задерживаются различными фильтрующими материалами: бумажными, стеклянными, перхлорвиниловыми и др.

При проведении отбора проб воздуха, он прокачивается аспиратором через поглотительный раствор. Время работы прибора при определении максимальной концентрации токсичного вещества, поступившей в воздух за короткий промежуток времени, или предельно допустимой концентрации (ПДК), не должно превышать 15–30 мин. Во избежание усреднения концентрации отбирают максимальную разовую пробу (МРП). Взятая количества воздуха должно быть достаточно для определения в нем искомого вещества в концентрациях, равных 0,5 ПДК для воздуха рабочей зоны и 0,8 ПДК для атмосферного воздуха.

Для оценки качества воздуха, воды, почвы и сельскохозяйственной продукции следует пользоваться данными по ПДК экотоксикантов (таблицы 2–5).

Таблица 2 – Качество воздуха

| Наименование токсичного вещества | Концентрация, мг/м ³ по вариантам | | | | | ПДК, мг/м ³ | Класс опасности |
|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1. Аммиак | 0,01 | 0,094 | 0,005 | - | 0,001 | 0,02 | 1 |
| 2. Ангидрид серный | 0,08 | 0,15 | 0,05 | 0,03 | 0,2 | 0,5 | 2 |
| 3. Двоокись азота | 0,1 | 0,05 | 0,03 | 0,15 | 0,2 | 0,085 | 2 |
| 4. Ангидрид уксусный | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,12 | 0,08 | - | 1 |
| 5. Сероводород | 0,005 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,005 | 0,008 | 1 |
| 6. Сероуглерод | 0,3 | 0,015 | 0,02 | 0,005 | 0,09 | 0,008 | 1 |
| 7. Окись углерода | 0,04 | 0,06 | 0,01 | 0,16 | 0,85 | 5,0 | 4 |
| 8. Окись меди | 0,001 | 0,006 | 0,074 | 0,086 | 0,092 | - | 1 |
| 9. Свинец | 0,057 | 0,062 | 0,024 | 0,053 | 0,081 | 0,001 | 1 |
| 10. Спирт этиловый | 9,2 | 6,5 | 3,6 | 8,2 | 7,3 | 5,0 | 4 |
| 11. Спирт изобутиловый | 0,08 | 0,11 | 0,17 | 0,61 | 0,40 | 0,1 | 2 |
| 12. Ртуть | 0,002 | 0,005 | 0,003 | 0,089 | 0,065 | 0,0005 | 1 |
| 13. Мышьяк | 0,02 | 0,11 | 0,24 | 0,38 | 0,16 | 0,05 | 2 |
| 14. Ацетон | 0,34 | 0,65 | 0,29 | 0,84 | 0,71 | 0,35 | 2 |

Таблица 3 – Качество воды

| Наименование токсичного вещества | Концентрация, мг/л по вариантам | | | | | ПДК, мг/л | Класс опасности |
|----------------------------------|---------------------------------|--------|--------|-------|--------|-----------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Растворимые твердые вещества | 384,0 | 1851,0 | 705,0 | 293,0 | 429,0 | 500,0 | 4 |
| 2. Водородный показатель | 6,3 | 2,8 | 7,1 | 6,9 | 7,2 | 6,5–8,5 | 4 |
| 3. Общая жесткость (моль/л) | 8,9 | 19,0 | 6,2 | 1,7 | 3,1 | 7,0 | 3 |
| 4. Аммиак | 0,01 | 0,094 | 0,005 | - | 0,001 | 0,02 | 1 |
| 5. Нитриты | 8,27 | 53,6 | 0,71 | 0,003 | 1,9 | 1,0 | 2 |
| 6. Нитраты | 164,7 | 452,9 | 7,67 | 1,14 | 8,67 | 10,0 | 3 |
| 7. Ртуть | 0,0263 | 0,0541 | 0,0007 | - | 0,0001 | 0,0005 | 1 |
| 8. Свинец | 0,94 | 1,88 | 0,43 | 0,22 | 0,76 | 0,3 | 2 |
| 9. Медь | 2,73 | 6,54 | 1,18 | 0,34 | 0,79 | 1,0 | 2 |

| | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 10. Хром | 0,09 | 0,62 | 0,04 | 0,021 | 0,03 | 0,05 | 1 |
| 11. Кадмий | 0,078 | 0,096 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|--------|-------|-------|--------|--------|---|
| 2. Мышьяк | 0,21 | 0,38 | 0,09 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 1 |
| 13. Цинк | 4,31 | 9,96 | 7,4 | 3,62 | 5,09 | 5,0 | 3 |
| 14. Алюминий остаточный | 0,64 | 2,41 | 0,98 | 0,84 | 1,35 | 0,5 | 2 |
| 15. Селен | 0,208 | 0,647 | 0,212 | - | 0,095 | 0,1 | 2 |
| 16. Стронций | 2,88 | 12,74 | 6,49 | 0,83 | 4,17 | 7,0 | 3 |
| 17. Железо | 1,53 | 16,58 | 4,57 | 0,29 | 2,86 | 0,3 | 2 |
| 18. Хлор | 1,01 | 13,46 | 1,85 | - | 4,79 | - | 1 |
| 19. ДДТ | 0,08 | 0,15 | 0,006 | 0,001 | 0,053 | 0,002 | 1 |
| 20. Цианиды | 1,08 | 4,38 | 0,08 | 0,005 | 0,07 | 0,035 | 1 |
| 21. Альфа-радиоактивность (Бк) | 0,0002 | 0,0001 | 0,001 | - | 0,0002 | 0,0001 | 1 |
| 22. Бета-радиоактивность (Бк) | 0,002 | 0,023 | 0,003 | - | 0,002 | 0,001 | 1 |
| 23. Термотолерантные колиформные бактерии, в 100 мл | 14 | 1190 | 7 | - | - | - | 1 |
| 24. Колиформные бактерии, в 100 мл | 3 | 525 | 1 | - | - | - | 4 |
| 25. Микробное число, в 1 мл | 94 | 3457 | 68 | 11 | 152 | 50 | 4 |
| 26. Колифаги, в 100 мл | 38 | 4134 | 24 | - | - | - | 4 |
| 27. Споры сульфитредуцирующих клостридий, в 20 мл | - | 7 | 1 | - | - | - | 1 |
| 28. Цисты лямблий, в 50 л | 45 | 235 | 35 | - | - | - | 1 |

Таблица 4 – Качество почвы

| Наименование токсичного вещества | Концентрация, мг/кг по вариантам | | | | | ПДК, мг/кг | Класс опасности |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-------|-------|------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1. Взвешенные вещества | 0,15 | 0,32 | 0,45 | 0,18 | 0,27 | <1 | 4 |
| 2. Нитраты | 112,0 | 97,5 | 85,4 | 174,3 | 163,8 | 130 | 3 |
| 3. Мышьяк | 1,1 | 0,97 | 1,42 | 3,15 | 1,67 | 2,0 | 1 |
| 4. Ртуть | 0,42 | 3,6 | 39,7 | 89,4 | 1,79 | 2,1 | 1 |
| 5. Свинец | 9,43 | 5,84 | 12,7 | 4,93 | 3,16 | 6,0 | 2 |
| 6. Медь | 2,77 | 2,54 | 6,92 | 4,15 | 2,06 | 3,0 | 3 |
| 7. Хром | 36,94 | 2,59 | 5,98 | 87,64 | 11,97 | 6,0 | 1 |
| 8. Кадмий | 0,38 | 1,02 | 0,49 | 0,05 | 1,84 | 0,5 | 2 |
| 9. Гептахлор | 0,08 | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,05 | 1 |
| 10. Хлорофос | 0,49 | 0,35 | 0,44 | 1,03 | 0,89 | 0,5 | 1 |
| 11. ДДТ | 0,07 | 0,05 | 0,8 | 0,15 | 0,2 | 0,1 | 1 |
| 12. Метафос | 0,16 | 0,08 | 0,18 | 0,15 | 0,2 | 0,1 | 1 |

| | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|---|
| 13. Аммиак | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,39 | 2 |
| 14. Карбофос | 0,83 | 4,75 | 1,96 | 6,19 | 8,72 | 2,0 | 1 |

РЕПОЗИТОРІЙ УО ВГАВМ

Таблица 5 – Качество сельскохозяйственной продукции

| Наименование токсичного вещества | Концентрация, мг/кг по вариантам | | | | | Продукция животноводства, мг/кг | Продукция растениеводства, мг/кг |
|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1. Цинк | 30,0 | 45,0 | 79,0 | 55,0 | 40,0 | - | 25,0 |
| 2. Медь | 4,2 | 7,3 | 3,3 | 11,5 | 2,4 | 5,0 (4,0) | 5,0 (10,0) |
| 3. Свинец | 0,7 | 0,3 | 0,25 | 0,8 | 0,9 | 0,5 (0,4) | 0,2 (0,5) |
| 4. Кадмий | 0,9 | 0,03 | 0,15 | 0,04 | 0,2 | 0,05 (0,1) | 0,02 (0,1) |
| 5. Афлатоксины | 0,003 | 0,008 | 0,005 | 0,004 | 0,01 | 0,005 | 0,005 |
| 6. Хлорофос | 0,09 | 0,007 | 0,15 | 0,03 | 0,02 | - | - |
| 7. Карбофос | 0,01 | 0,99 | 3,3 | 4,2 | 0,2 | - | 3,0 |
| 8. Гентахлор | 0,003 | - | 0,05 | - | - | не допускается | |
| 9. Линдан | 0,5 | 0,9 | 1,9 | 0,07 | 2,3 | - | - |
| 10. Хлорамин | 3,4 | 2,9 | 1,8 | 1,7 | 2,3 | - | - |
| 11. Прометрин | 0,3 | 0,08 | 0,7 | 0,9 | 0,05 | - | - |
| 12. Метафос | 0,1 | 0,05 | 0,003 | 0,002 | 0,15 | 50 | 50 |
| 13. Гексохлоран | 0,6 | 0,3 | 0,08 | 0,15 | 0,7 | 0,1 | 2,0 (0,5) |
| 14. Децис | - | 0,02 | 0,008 | 0,03 | 0,005 | не допускается | |
| 15. ДДТ | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,015 | не допускается | |
| 16. 2,4Д-аминная соль | 0,01 | - | 0,002 | - | 0,003 | не допускается | |

Контрольные вопросы:

1. Что означают термины «экополлютант» и «экотоксикант»?
2. Каковы источники поступления поллютантов в окружающую среду?
3. Как классифицируются экотоксиканты и как они воздействуют на организм?
4. Какие требования предъявляются к методам отбора проб?
5. Как проводится оценка воздействия токсических факторов?

Тема 2. Экотоксикологическая оценка воздуха и воды

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум, водоем.

Цель занятия: приобретение навыков по санитарному обследованию воздушной и водной среды, отбору проб воздуха и воды, оценке уровня их загрязнения.

Результат обучения: дает возможность самостоятельно оценить состояние воздушной и водной среды, спрогнозировать его возможное влияние на здоровье животных и качество сельскохозяйственной продукции.

Задание: произвести отбор проб воздуха и воды и оценить их качество.

Материальное обеспечение: приборы для взятия проб воздуха и во-

ды, КФК-3, 8% раствор калия йодида, реактив Грисса-Илосвая, 0,01 Н раствор натрия сульфита.

подавляющее большинство веществ подвергается в окружающей среде различным превращениям, в зависимости от характера и скорости превращений.

Если загрязнитель окружающей среды не может попасть внутрь организма, то он не представляет опасности. Однако, попав во внутренние среды, многие ксенобиотики способны накапливаться в тканях, т. е. происходит кумуляция. Результатом кумуляции являются пагубные последствия как для самого организма, так и для организмов, использующих их в качестве пищи.

В то же время определенную опасность представляют тяжелые металлы. При этом наиболее уязвимыми для поражения тяжелыми металлами являются: 1) гемсодержащие белки и ферменты; 2) системы перекисного и свободнорадикального окисления липидов и белков, а также системы антиоксидантной и антипероксидной защиты; 3) ферменты транспорта электронов и синтеза АТФ; 4) белки клеточных мембран и ионные каналы мембран.

Отбор проб воздуха и воды

Непосредственный отбор проб воздуха проводится при помощи различных аспирационных устройств. В качестве сорбентов используют активированный уголь, силикагель, различные фильтры, поглотительные растворы бензола, толуола, ксилола, сероуглерода, а также графит, графитная сажа, каолин и полимерные сорбенты: порапак, полисорб, хромосорб и тенакс.

Отбор проб воды проводят батометром или бутылку с грузом общим объемом 3 л. Из открытых источников воды пробы отбирают на расстоянии 1–2 м от берега, на глубине – 0,5–1 м. Из колодцев – в 05 и 23 ч. Из водопровода воду перед взятием пробы сливают в течение 10–15 минут. В проточном источнике воды отбор ведут напротив источника загрязнения, выше и ниже по течению.

Взятые пробы воды помещают в химически чистую посуду.

Отбор пробы воздуха из рабочей зоны для химического анализа производится на высоте 0,3–0,5; 0,7–1 и 1–1,2 м от пола. При отборе проб учитывают особенности технологического процесса: наличие ручных операций, температурный режим, возможность выделения вредных веществ на разных участках, планировку и схему воздухообмена помещений, класс опасности и биологическую активность вредных веществ, физико-химические свойства: агрегатное состояние, плотность, давление пара, летучесть и др.

Оценку токсичности различных проб проводят по результатам лабораторных исследований или с помощью ряда вариантов, изложенных в таблице 6.

Таблица 6 – Варианты заданий для оценки качества воздуха и воды

| Показатели | Варианты | | | | | | | | | |
|------------|----------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Воздух | | | | | Вода | | | | |
| Pb | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,2 | 0,01 | 0,03 | 0,8 | 0,03 | 0,07 | 0,2 |
| Cd | 0,01 | 0,005 | 0,01 | 0,05 | 0,002 | 0,001 | 0,3 | 0,004 | 0,01 | 0,1 |
| As | 0,4 | 0,01 | 0,06 | 0,06 | 0,008 | 0,01 | 0,05 | 0,008 | 0,005 | 0,05 |
| Hg | 0,1 | 0,001 | 0,002 | 0,04 | 0,005 | 0,001 | 0,05 | 0,002 | 0,003 | 0,115 |
| Cu | 0,7 | 0,8 | 0,05 | 6 | 0,07 | 0,4 | 25 | 0,3 | 1 | 5 |
| Zn | 3 | 5 | 0,2 | 10 | 5 | 0,8 | 15 | 5 | 10 | 15 |

Определение оксида азота (IV) в воздухе

Для этого воздух со скоростью 0,2 л/мин, прокачивают в течение 5 минут через 100 мл поглотительного раствора (8% раствор калия йодида).

Далее в пробирку наливают 5 мл поглотительного раствора и 1 мл реактива Грисса-Илосвая и взбалтывают. Аналогично готовят контрольный раствор, где вместо поглотительного раствора используется 8% раствор калия йодида. Через 20 минут в пробирки добавляют по 0,5 мл 0,01 Н раствора натрия сульфита, взбалтывают и фотометрируют в кювете с толщиной слоя 10 мм, при длине волны 520 нм, по сравнению с контрольным раствором. Найденные значения оптической плотности сверяют с калибровочным графиком (рисунок 1).



Рисунок 1 – Калибровочный график на оксид азота (IV)

(построен на основании собственных исследований автора)

Расчет проводят по формуле 1:

$$X = \frac{A \times V_1}{V \times V_0}, \quad (1)$$

где X – содержание оксида азота (IV), мг/м³; A – содержание оксида азота (IV) по калибровочному графику, мкг; V_1 – объем поглотительного раствора, мл; V – объем анализируемой пробы, мл; V_0 – объем аспирированного воздуха, мл.

Определение оксидов азота (IV) в исследуемой воде

К 5 мл исследуемой воды приливают 1 мл реактива Грисса-Илосвая и взбалтывают. В контрольном растворе вместо исследуемой воды – дистиллированная вода. Через 20 минут в обе пробирки добавляют по 0,5 мл 0,01 N раствора натрия сульфита, взбалтывают и фотометрируют в кювете с толщиной слоя 10 мм, при длине волны 520 нм по сравнению с контрольным раствором. Найденные значения оптической плотности сверяют с калибровочным графиком (рисунок 1).

Расчет проводят по формуле 2:

$$X = \frac{A \times V_1}{V \times 1000}, \quad (2)$$

где X – содержание оксида азота (IV), мг/м³; A – содержание оксида азота (IV), найденное по калибровочному графику, мкг; V_1 – общий объем пробы, мл; V – объем анализируемой пробы, мл; 1000 – коэффициент для пересчета на 1 л.

ПДК оксида азота (IV) составляет: в воздухе – 0,085 мг/м³, в воде – 0,5 мг/л.

Если в процессе исследования воздуха или воды величина оптической плотности оксида азота превышает значения, указанные в калибровочном графике, то пробу разбавляют контрольным раствором, а полученное значение увеличивают согласно кратности разведения исследуемой воды.

Разработка мероприятий по ликвидации загрязнений экотоксикантами воздуха и воды начинается с расчета необходимой степени очистки воздуха и воды путем сравнения полученных результатов с нормами допустимых величин содержания экотоксикантов в воздухе или воде. Далее определяется нейтрализатор экотоксиканта и его расход на единицу объема воздуха или воды.

В зависимости от характеристик конкретного экотоксиканта проводятся специфические мероприятия в загрязненной местности или в водоеме, а после устранения очага загрязнения или снижения уровня концентрации экотоксиканта проводятся мероприятия профилактического характера.

Контрольные вопросы:

1. Когда, как и чем проводится отбор проб воздуха и воды?
2. Как определяется концентрация оксида азота (IV) в воздухе?
3. Как определяется концентрация оксида азота (IV) в воде?
4. Каков порядок разработки мероприятий по профилактике загрязнений экотоксикантами воздуха и воды?

Тема 3. Экотоксикологическая оценка почвы и кормовых культур

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум, земельный участок.

Цель занятия: приобретение навыков по определению уровня загрязнения почвы и кормов аммиаком, нитратами, нитритами, свинцом, ртутью, кадмием, хромом, медью и мышьяком в почве и кормовых культурах.

Результат обучения: дает возможность самостоятельно оценить степень загрязнения почвы и кормов и определить основные направления мероприятий по профилактике загрязнений экотоксикантами почвы и кормов.

Задание: произвести отбор почвы и кормов и оценить их качество.

Материальное обеспечение: принадлежности для отбора проб почвы и кормов, КФК-3, калий-натрий виннокислый 4-водный, реактив Несслера, реактив Грисса-Илосвая, уксусная кислота концентрированная, смесь цинковой пыли и марганца сульфата, натрия нитрит, пробирки, пипетки, мерные и конические колбы вместимостью 100 и 250 мл, химические стаканы.

Отбор проб почвы

Пробы почвы должны отражать средние показатели земельного участка. Берут их специальным буром или чистой лопатой «методом конверта» на квадратных или прямоугольных участках размером 10 x 10 или 10 x 20 м.

Предварительно с поверхности почвы удаляют растительность и посторонние предметы. Образцы почвы отбирают в хорошую сухую погоду на различной глубине, в зависимости от поставленной задачи.

Послойный, через каждые 20 см, отбор проб на глубине до 1 м важен для выяснения давности загрязнения почвы по применению хлоридов и других продуктов минерализации органических веществ.

В каждой из пяти точек «конверта» отбирают 1 кг почвы на глубину до 20 см. Из отобранных образцов готовят среднюю пробу массой 1 кг.

Каждую пробу массой 2–3 кг помещают в стеклянные банки с притер-

той пробкой или в чистый полиэтиленовый пакет, указав дату, место и глубину взятия образца. В лаборатории отобранные пробы почвы рассыпают тонким слоем на листы бумаги, раздавливают слежавшиеся комки и высушивают на воздухе. Для анализа отбирают 0,5–1 кг почвы, убрав корни и нехарактерные примеси.

К отобранной пробе лицо, проводившее отбор, заполняет сопроводительный бланк, указав месторасположение земельного участка, тип почвы, рельеф, уровень грунтовых вод, цель и объём анализа, результаты исследований, выполненных на месте, время отбора, погодные условия 4–5 предыдущих дней.

Ситуационная задача 1. Определение уровня загрязнения почв

Данные лабораторного исследования почвы. Физические свойства: частиц размером более 0,01 мм – 85%, посторонних примесей – до 9%.

Показатели загрязнения химическими веществами: ДДТ (сумма изомеров) – 0,05 мг/кг (ПДК – 0,1 мг/кг), азота аммиака – 4,5 мг/100 г, органического азота – 0,6 мг/100 г, нитритов – 0,5 мг/100 г, нитратов – 3,3 мг/100 г, хлоридов – 75,0 мг/100 г.

Санитарно-микробиологические показатели: санитарное число Хлебникова – 0,78 (норма – 0,98–1), микробное число – 500000, коли-титр – 0,01, титр анаэробов – 0,001, яйца гельминтов – 7 в 1 кг почвы, число личинок и кукол мух – 5 на 0,25 м².

При решении ситуационной задачи 1 следует пользоваться гигиеническими нормативами и рекомендованной литературой.

Ситуационная задача 2. Определение качества почвы

Проводится путем анализа данных лабораторных исследований проб почвы (варианты 1–5) по данным таблицы 7.

Таблица 7 – Показатели загрязнения почвы экотоксикантами

| Показатели | Концентрация, мг/кг по вариантам | | | | | ПДК, мг/кг |
|---------------------------------|----------------------------------|------|-------|-------|------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. Медь (подвижная форма) | 4,52 | 0,97 | 5,94 | 2,54 | 7,78 | 3,0 |
| 2. Никель (подвижная форма) | 8,16 | 1,34 | 10,18 | 2,93 | 9,62 | 4,0 |
| 3. Цинк (подвижная форма) | 56,1 | 16,4 | 42,9 | 18,7 | 40,4 | 23,0 |
| 4. Кобальт (подвижная форма) | 15,4 | 3,62 | 14,11 | 8,92 | 9,75 | 5,0 |
| 5. Фтор (водорастворимая форма) | 12,9 | 8,64 | 19,6 | 14,8 | 22,7 | 10,0 |
| 6. Нитраты | 83,4 | 69,5 | 184,1 | 386,7 | 75,9 | 130,0 |
| 7. Сурьма | 4,13 | 3,92 | 8,16 | 19,7 | 8,95 | 4,5 |
| 8. Марганец | 1137 | 1628 | 2189 | 4651 | 2793 | 1500,0 |

Продолжение таблицы 7

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9. Ванадий | 276 | 134 | 218 | 395 | 282 | 150,0 |
| 10. Марганец + ванадий | 1483+ | 896+ | 1367+ | 2094+ | 766+ | 1000+ |
| | +165 | +59 | 142 | +199 | +63 | +100 |
| 11. Свинец | 44,3 | 29,1 | 64,7 | 91,8 | 19,4 | 30,0 |
| 12. Мышьяк | 3,16 | 1,87 | 3,42 | 6,59 | 9,14 | 2,0 |
| 13. Ртуть | 0,67 | 1,94 | 2,87 | 5,62 | 1,88 | 2,1 |
| 14. Свинец + ртуть | 18,1+ | 29,7+ | 49,5+ | 38,8+ | 15,6+ | 20,0+ |
| | +0,84 | +1,64 | 1,82 | 2,07 | 0,54 | +1,0 |
| 15. Хлористый калий | 514 | 682 | 971 | 816 | 927 | 560,0 |
| 16. Бенз(а)пирен | - | 0,001 | 0,009 | - | 0,06 | 0,02 |
| 17. Бензол | 0,03 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| 18. Толуол | 0,15 | 0,31 | 0,42 | 0,37 | 0,46 | 0,3 |
| 19. Изопропилбензол | - | 0,05 | 0,65 | 0,71 | - | 0,5 |
| 20. Альфаметилстирол | - | - | 0,001 | 0,006 | 0,08 | 0,5 |
| 21. Стирол | 0,0001 | 0,009 | - | - | - | 0,1 |
| 22. Ксилолы | 0,005 | - | 0,52 | 0,94 | 0,61 | 0,3 |
| 23. Сероводород | 0,22 | 0,38 | 0,66 | 0,86 | 0,52 | 0,4 |
| 24. Элементарная сера | 95 | 154 | 227 | 365 | 197 | 160,0 |
| 25. Серная кислота | 86 | 242 | 453 | 618 | 314 | 160,0 |
| 26. Комплексные гранулированные удобрения | 114 | 68 | 218 | 351 | 201 | 120,0 |
| 27. Жидкие комплексные удобрения | 168 | 79 | 122 | 204 | 176 | 80,0 |

Определение нитратов в почве

Непосредственно перед анализом готовят 10 мл 10% вытяжки из почвы. Далее к 6 мл вытяжки приливают 2 мл 10% уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинковой пыли с марганца сульфатом. Пробирку встряхивают 30 с. Затем приливают 1 мл реактива Грисса-Илосвая, перемешивают содержимое пробирки и через 10 мин. Фотометрируют на КФК-3 при длине волны 540 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм против дистиллированной воды. При ярко выраженной мутности раствора его разбавляют в два раза дистиллированной водой, а результаты исследований удваивают. Найденные значения оптической плотности растворов сверяют с калибровочным графиком (рисунок 2).

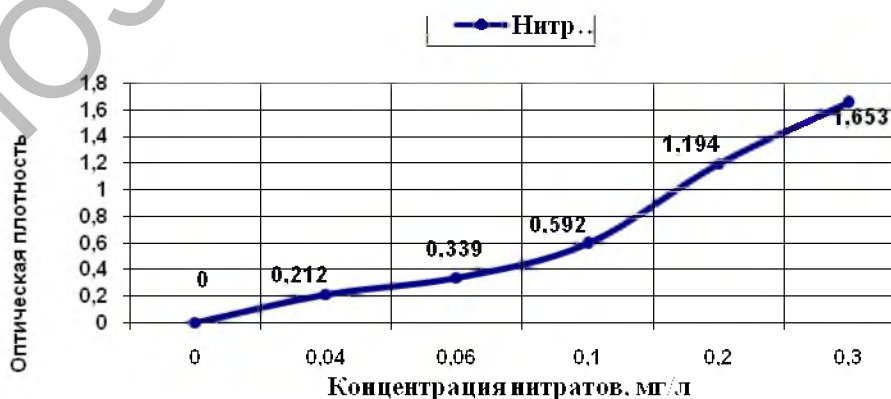


Рисунок 2 – Калибровочный график на нитраты

(построен на основании собственных исследований автора)

Расчет ведут по формуле 3:

$$V_1 \times B \times 1000$$

$$X = \frac{V_1 \times B}{V_2 \times H}, \quad (3)$$

где X – содержание нитратов, мг/кг; V_1 – общий объем вытяжки, мл; B – содержание нитратов, найденное по калибровочному графику, мг; 1000 – коэффициент для пересчета на 1 кг; V_2 – объем анализируемой вытяжки, мл; H – масса навески анализируемого образца, г.

Аналогичным образом проводятся исследования по определению концентрации нитратов в кормах. При этом допустимый уровень нитратов составляет в: сухом жоме – до 450 мг/кг; зеленой массе, силосе, сенаже, зерне, комбикорме, картофеле и зернофураже – до 500 мг/кг; премиксах – до 800 мг/кг; сене, соломе – до 1000 мг/кг; кормовой свекле, моркови, турнепсе – до 1500 мг/кг [3].

Отбор проб кормов

Взятие проб проводят не ранее, чем через 1–2 месяца после закладки корма на хранение. Пробы берут: в траншеях – на расстоянии 3,5 м от торцевой стены траншеи; в башнях – на расстоянии не менее 50 см от поверхности корма; в скирдах – из 20 различных мест по 200–250 г. Далее из взятых проб каждого корма готовится средняя проба массой 2 кг. Объединенную пробу помещают в термическую тару – банку с притертой пробкой или полиэтиленовый пакет.

Посуду заполняют плотно доверху, при необходимости консервируют смесью хлороформа с толуолом (1:1), внося ее послойно, из расчета 5 мл/кг корма. Пробку заливают парафином или обвязывают полиэтиленовой пленкой.

Определение аммиака в кормах

Перед исследованиями готовят вытяжку из исследуемых кормов в соотношении 1 : 10, в количестве 50 мл. Далее к 50 мл вытяжки прибавляют 1 мл раствора калий-натрий виннокислого 4-водного, перемешивают, затем прибавляют 1 мл реактива Несслера и перемешивают.

Аналогично готовят «раствор сравнения»: к 50 мл безаммиачной дистиллированной воды прибавляют 1 мл раствора калий-натрий виннокислого 4-водного, перемешивают, прибавляют 1 мл реактива Несслера и перемешивают.

Через 10 мин. пробы фотометрируют при длине волны 414 нм против «раствора сравнения» в кювете с толщиной слоя 10 мм. Найденные значения оптической плотности растворов по калибровочному графику соответствуют концентрации аммиака в корме (рисунок 3).

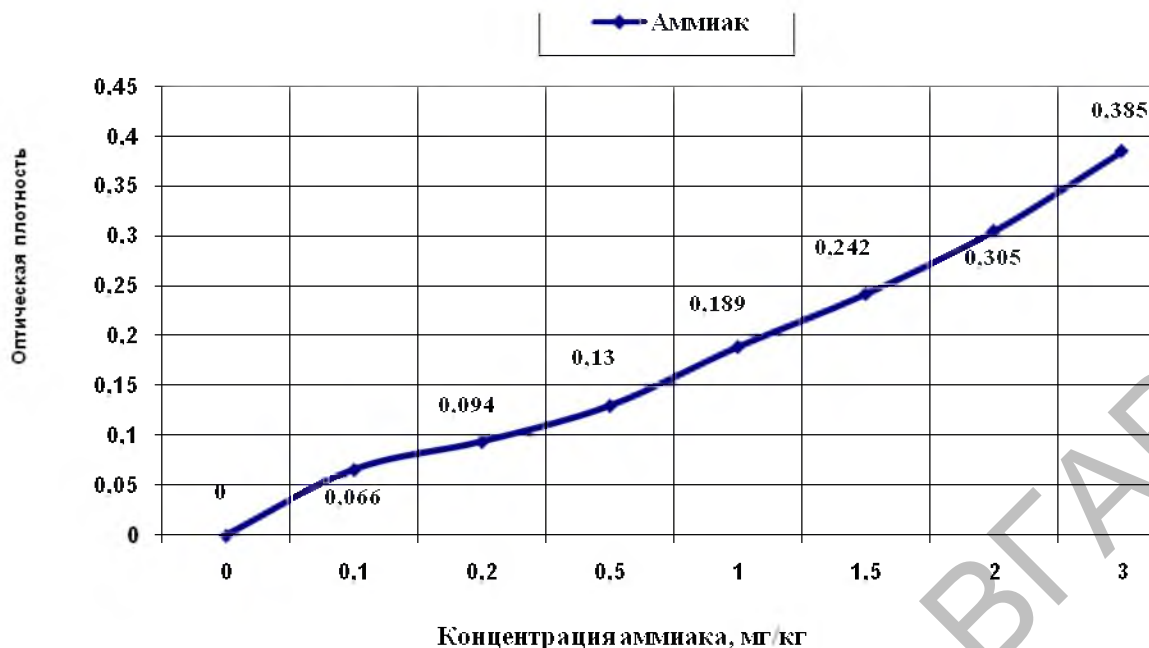


Рисунок 3 – Калибровочный график на аммиак
(построен на основании собственных исследований автора)

После завершения всех исследований разрабатываются мероприятия по профилактике загрязнений экотоксикантами почвы и кормов.

Контрольные вопросы:

1. Когда, как и чем проводится отбор проб почвы и кормов?
2. По каким показателям производится оценка уровня загрязнения почвы?
3. Чем именно загрязнена почва?
4. С какой целью проводится определение аммиака в кормах?
5. Каков порядок разработки мероприятий по профилактике загрязнений экотоксикантами почвы и кормов?

Тема 4. Расчет выбросов аммиака в атмосферу, воду и почву от животноводческих комплексов и птицефабрик

Время – 180 минут.

Место проведения – животноводческий комплекс или птицефабрика.

Цель занятия: приобретение навыков по определению количества выбросов аммиака в атмосферу, воду и почву от животноводческого комплекса или птицефабрики.

Результат обучения: дает возможность самостоятельно определить уровень загрязнения окружающей среды аммиаком и разработать мероприятия по профилактике этого загрязнения на основе нормативов допустимых выбросов в атмосферный воздух, воду и почву.

Задание: произвести расчет выбросов аммиака в атмосферный воздух, воду и почву от животноводческого комплекса или птицефабрики.

Материальное обеспечение: таблицы норм выбросов вредных веществ.

Валовой выброс аммиака – количество аммиака, поступающего в атмосферный воздух, рассчитываемое как сумма массовых выбросов аммиака, поступающего в атмосферный воздух от всех стационарных источников выбросов производства за рассматриваемый период в тоннах.

Максимальный разовый выброс аммиака (максимальный выброс) – масса аммиака, поступающего в атмосферный воздух от животноводческого объекта выбросов аммиака в атмосферный воздух в единицу времени, с усреднением на 20-минутный интервал (г/с.).

Валовой выброс аммиака (G_{NH_3}) при выращивании и откорме сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, т/год, определяется по формуле 4:

$$G_{NH_3} = 10^{-3} \times (N_1 + 0,7 \times N_2 + 0,4 \times N_3) \times \sum (q_{ah} + q_{kmm} \times K_{mn}), \quad (4)$$

где 10^{-3} – коэффициент пересчета в т/год, при расчете выбросов от сельскохозяйственных животных; N_1, N_2, N_3 – количество животных, зверей, птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол.; q_{ah} – удельное выделение аммиака от данного типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы в течение года, кг/год, определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания; q_{kmm} – удельное выделение аммиака при конкретном процессе уборки, хранения и использования навоза в течение года, кг/(год. x гол.); K_{mn} – коэффициенты снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и использования навоза в зависимости от метода внесения навоза в почву.

Максимальный выброс аммиака при выращивании и откорме сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы – M_i , г/с., рассчитывается по формуле 5:

$$M_i = \frac{10^6 \times M_t}{3600 \times t} = \frac{38,05 \times M_{te}}{1200}, \quad (5)$$

где $10^6/3600$ – коэффициент пересчета из т/ч. в г/с., при стойловом содержании; t – продолжительность содержания, ч./год; M_t – валовой выброс аммиака при стойловом содержании сельскохозяйственных животных, т/год; 38,05 – коэффициент пересчета из т/год в г/с., при процессах выпаса и пастбищного содержания, от пушных зверей и домашних птиц; M_{te} – валовой выброс аммиака при различных этапах технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, т/год.

Пример расчета выброса аммиака в свиноводстве

Структура поголовья: 28584 голов свиней: 13777–поросята-отъемыши в возрасте до 6 месяцев содержатся на частично решетчатом полу с ямой для навоза и каналом для смыва водой, 12234–свиньи в возрасте от 6 месяцев до 10 месяцев, 2573–в возрасте свыше 10 месяцев, содержатся в группе на частично решетчатом полу со смывными каналами; без аэрации. Навоз хранится в открытых бетонных навозохранилищах с применением несложных технологий (солома, торф). Внесение в почву – инжекторная заделка в открытые борозды.

Порядок расчета. Градация животных по возрасту приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Градация животных в зависимости от возраста

| Наименование животного, пушного зверя, птицы | Возраст животных, месяцев (птицы – дней) | | |
|--|--|---------------|-----------|
| | N_1 | N_2 | N_3 |
| Молочные коровы | более 30 | от 17 до 30 | менее 17 |
| Крупный рогатый скот | более 17 | от 7,5 до 17 | менее 7,5 |
| Лошади | более 36 | от 16 до 36 | менее 16 |
| Свиньи | более 10 | от 6 до 10 | менее 6 |
| Козы, бараны, овцы | более 14 | от 7 до 14 | менее 7 |
| Соболь, норка, хорек, лисица, песец | более 14 | от 9,5 до 14 | менее 9,5 |
| Кролик, нутрия | более 6 | от 5 до 6 | менее 5 |
| Домашняя птица | более 170 | от 45 до 170 | менее 45 |
| Страусы | более 900 | от 420 до 900 | менее 420 |

Следовательно, N_1 – количество животных, возраст которых определяется по таблице 8 и составляет более 10 месяцев – **2573** голов.

N_2 – количество животных, возраст которых определяется по таблице 8 и составляет от 6 до 10 месяцев – **12234** голов.

N_3 – количество животных, возраст которых определяется по таблице 8 и составляет менее 6 месяцев – **13777** голов.

Далее из таблицы 9 устанавливается удельное выделение аммиака q_{kmn} для животных N_1 , N_2 и N_3 – **0,85** кг/год.

Таблица 9 – Удельное выделение аммиака от животных и птицы при отсутствии данных о системе содержания за год, кг

| Наименование животного, пушного зверя, птицы | Системы содержания животных | | Процессы уборки, хранения и использования навоза | |
|--|--|---|---|--|
| | В помещении, без данных о системе содержания | На пастбище, выпасе, в загоне, в т. ч. в загоне для кормления | Срок хранения до 24 часов, а затем внесение в почву | Срок хранения более 24 часов, а затем внесение в почву |
| Молочные коровы | 8,3 | 3,9 | 12,1 | 3,8 |
| Крупный рогатый скот | 4,4 | 2,0 | 6,0 | 1,9 |
| Лошадь | 2,9 | 2,9 | 2,2 | 0 |
| Свинья | 2,89 | 0 | 2,65 | 0,85 |
| Коза, баран, овца | 0,24 | 0,88 | 0,22 | 0 |
| Пушные звери | 0,60 | 0 | 1,09 | 0 |
| Куры-несушки | 0,19 | 0 | 0,15 | 0,03 |
| Бройлеры | 0,15 | 0 | 0,11 | 0,02 |
| Домашняя птица | 0,48 | 0 | 0,38 | 0,06 |

Удельное выделение аммиака от животных или птицы, находящихся в помещении, в зависимости от системы их содержания, кг/год, приведено в таблице 10.

Таблица 10 – Удельное выделение аммиака от животных и птицы в помещениях за год, кг

| Наименование помещения, способ содержания, особенности удаления навоза | Наименование производственных групп животных (птицы) | Выделение аммиака |
|---|--|-------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Коровник с боксами | Крупный рогатый скот | 11,0 |
| Система без привязи | Крупный рогатый скот, лошади | 5,5 |
| Система с привязью | Крупный рогатый скот, лошади | 4,4 |
| Желобчатый пол | Крупный рогатый скот, лошади | 8,3 |
| Твердый навоз, наклонный пол или система с глубокой соломенной подстилкой (5–6 кг х гол/сут.) | Крупный рогатый скот, лошади | 7,5 |
| Система содержания скота на привязи зимой | Крупный рогатый скот | 5,0 |
| Система смыва навоза по 2–3 раз/день, без кислот, скребковые системы удаления жидкого навоза | Крупный рогатый скот, лошади | 4,0 |
| | Крупный рогатый | 0,6 |

| | | |
|--------------------------------------|--------------|--|
| Сплошной пол с соломенной подстилкой | скот, лошади | |
|--------------------------------------|--------------|--|

Продолжение таблицы 10

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|------|
| Содержание группой, решетчатый пол: с вакуумной системой | Свиньи на откорме | 2,25 |
| со смывными каналами; без аэрации | | 2,1 |
| смывные желоба/трубки; без аэрации | | 1,8 |
| со смывными каналами; аэрация | | 1,35 |
| смывные желоба/трубки; аэрация | | 1,35 |
| Содержание в группе на частично решетчатом полу: | Свиньи на откорме | 1,8 |
| со скребком; бетонные планки | | 1,5 |
| с охлаждающими пол пластинами; бетонные планки | | 1,2 |
| со смывными каналами; без аэрации | | 1,5 |
| со смывными каналами; аэрация | | 1,2 |
| смывные желоба/трубки; без аэрации | | 1,2 |
| смывные желоба/трубки; аэрация | | 1,2 |
| с каналами / наклонные стены / бетонные планки | | 1,2 |
| с каналами / наклонные стены / металлические планки | | 1,05 |
| со скребком, металлические планки | 1,5 | |
| Полностью решетчатый пол с пластическими или железными планками с наклонным полом | Подсосные свиноматки | 6,09 |
| с каналом для отвода воды и навозной жижи | | 4,35 |
| со смывными и навозными желобами | | 3,48 |
| с ямой для навоза | | 3,05 |
| с охлаждающими поверхность пластинами | | 2,61 |
| Частично решетчатый пол, пластические или железные планки, уменьшенный размер навозной ямы | Подсосные свиноматки | 6,0 |
| Полностью решетчатый бетонный пол: | Холостые и супоросные свиноматки | 3,15 |
| с вакуумной системой | | 2,94 |
| со смывными каналами; без аэрации | | 1,89 |
| со смывными каналами; аэрация | | 2,52 |
| смывные желоба/трубки; без аэрации | | 1,89 |

| | | |
|---|----------------------------------|------|
| Частично решетчатый пол, уменьшенная навозная яма с охлаждающими поверхность навоза пластинами с вакуумной системой; бетонные планки с вакуумной системой; металлические планки со смывными каналами; без аэрации | Холостые и супоросные свиноматки | 2,94 |
| со смывными каналами; аэрация | | 2,1 |
| смывные желоба/трубки; без аэрации | | 3,15 |
| смывные желоба/трубки; аэрация | | 2,73 |
| со скребком; бетонные планки | | 2,1 |
| со скребком; металлические планки | | 1,68 |
| | | 2,1 |
| | | 1,26 |

Продолжение таблицы 10

| 1 | 2 | 3 |
|---|-----------------------------------|-------|
| Полностью решетчатый пол с вакуумной системой | Поросята-отъемыши | 0,6 |
| Частично решетчатый пол с уменьшенной навозной ямой и наклонными стенками | | 0,24 |
| Решетчатый пол со скребком для навоза со смывными желобами или трубками; без аэрации с двухклиматной системой | Поросята-отъемыши | 0,38 |
| с наклонным или выпуклым сплошным полом | | 0,38 |
| с ямой для навоза и каналом для смыва водой | | 0,52 |
| с треугольными железными планками, | | 0,48 |
| с каналом для навоза с наклонными стенками | | 0,36 |
| с охлаждающими поверхность пластинами | | 0,24 |
| Аэрируемое открытое хранилище помета под клетками (глубокие ямы; высоко поднятые и канальные системы) | Куры-несушки в клетках | 0,058 |
| Уборка помета ленточным транспортером в хранилище | | 0,027 |
| Вертикальные ярусные клетки с ленточными транспортерами и принудительной сушкой воздухом | Куры-несушки в клетках | 0,037 |
| Вертикальные ярусные клетки с ленточными транспортерами и активной сушкой воздухом | | 0,033 |
| Принудительная сушка воздухом через перфорацию | Цыплята-бройлеры, цыплята | 0,014 |
| Ярусный пол и принудительная сушка воздухом | | 0,005 |
| Ярусный пол, убираемые стенки, активная сушка воздухом | | 0,005 |
| Система с комбинированными ярусами | | 0,045 |
| Вертикальные ярусные клетки, ленточные транспортеры, усиленная принудительная сушка воздухом | Куры-несушки со свободным выгулом | 0,017 |
| Вертикальные ярусы клеток с ленточными транспортерами и внутренним или внешним сушильным тоннелем | | 0,017 |
| Глубокая подстилка и принудительная сушка помета | | 0,126 |
| Глубокая подстилка, перфорированный пол, активная сушка помета | | 0,110 |
| Ярусная система | | 0,091 |

Для животных N_1 и N_2 удельное выделение аммиака q_{ah} зависит от метода их содержания и для содержания в группе на частично решетчатом полу со смывными каналами без аэрации равно **1,5** кг/год (таблица 10).

Для животных N_3 удельное выделение аммиака q_{ah} зависит от метода их содержания и для содержания на частично решетчатом полу с ямой для навоза и каналом для смыва водой из равно **0,36** кг/год (таблица 10).

Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от метода внесения навозной жижи в почву приведены в таблице 11, а коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навозной жижи крупного рогатого скота и свиней приведены в таблице 12.

Коэффициент снижения удельного выделения K_{mn} – произведение коэффициента внесения навоза в почву на коэффициент хранения навоза, т. е. $0,6 \times 0,3 = \mathbf{0,18}$.

С учетом специфики технологического процесса валовой выброс аммиака равен:

$$G_{NH_3} = 10^{-3} \times [(2573 + (0,7 \times 12234)) \times (1,5 + (0,85 \times 0,18)) + (0,4 \times 13777) \times (0,36 + (0,85 \times 0,18))] = 21,24 \text{ т/год.}$$

$$M_{NH_3} = 38,05 \times 21,24 / 1200 = 0,67 \text{ г/с.}$$

Таблица 11 – Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от метода внесения навозной жижи в почву

| Метод | Описание метода | Коэффициент |
|---------------------------------------|--|-------------|
| Ленточное внесение удобрений | Разбрасыватель для ленточного внесения удобрений вносит навозную жижу на уровне почвы с помощью системы свешивающихся или стелющихся по земле трубок | 0,7 |
| Инжекторная заделка, закрытые борозды | Применяется на пахотных землях, т. к. механические повреждения снижают продуктивность пастбищных угодий | 0,2 |
| Инжекторная заделка, открытые борозды | Расстояние между бороздами – 20–40 см, ширина – 6 м. Норма внесения удобрений без перелива на поверхность почвы навозной жижи из открытых борозд | 0,3 |
| Прицепной сошник | Грава пастбища раздвигается сошником над землей, через 20–30 см наносятся полосы навозной жижи по 7–8 м, покрываемые травой, высотой более 8 см | 0,4 |
| Вспашная заделка | Заделка разбросанного по земле навоза эффективно сокращает выброс аммиака. Используется для внесения | 0,2 |
| То же за 4 ч. | твердого навоза в пашню или навозной жижи в почву, | 0,3 |
| То же за 12 ч. | если применять методы инжекторной заделки не пред- | 0,7 |
| Заделка диском | ставляется возможным по тем или иным причинам | 0,35 |
| Мгновенная заделка вспашкой | Заделка возможна только до того, как будут посажены культуры. Впоследствии, если отсутствуют растения, | 0,1 |

| | | |
|-------------------------------------|--|------|
| (крупный рогатый скот, свиньи) | которые смогли бы усвоить уже присутствующий и доступный азот, возрастает риск выщелачивания азота | |
| Мгновенная заделка вспашкой (птица) | Это связано с риском превращения загрязнения воздуха в загрязнение воды, но снижает риск возникновения поверхностного стока при последующих дождях | 0,05 |
| Заделка вспашкой, 12 ч. | То же для крупного рогатого скота и свиней | 0,5 |
| | То же для птицы | 0,3 |
| Заделка вспашкой, 24 ч. | То же для крупного рогатого скота и свиней | 0,65 |
| | То же для птицы | 0,45 |

Таблица 12 – Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навозной жижи крупного рогатого скота и свиней

| Метод снижения | Применимость | Коэффициент |
|---|---|-------------|
| Жесткая крышка или навес | Закрытые бетонные или стальные резервуары или навозохранилища | 0,2 |
| Плавающее покрытие из пластических материалов | Открытые отстойники с земляными стенками, бетонные или стальные резервуары | 0,4 |
| Покрывтия с соломой, торфом, корой и т. д. | Бетонные, стальные резервуары, навозохранилища, редкое внесение навоза | 0,6 |
| Компостирование в емкостях, кучах, компостных рядах | Открытые емкости, кучи, ряды, закрываемые земляными стенками | 0,8 |
| Естественная корка | Только для навозной жижи с высоким содержанием сухого вещества, без перемешивания и частого внесения навоза | 0,65 |
| Закрытые резервуары, открытые резервуары, выше 3 м | Только новое строительство при решении вопроса ограничений планирования, касающихся высоких сооружений | 0,4 |
| Мешки для хранения | Ограничено размером мешка в больших животноводческих фермах | 0,01 |

Ситуационная задача 1

Определить валовый и максимальный выброс аммиака (таблицы 13–17).

Таблица 13 – Задание по варианту № 1

| Вид животных | Возраст | Размер группы | Система содержания животных или птицы | Способ внесения навоза в почву | Способ хранения навоза |
|----------------------|----------------|---------------|---|--------------------------------|------------------------|
| Дойные коровы | 3–5 лет | 362 | Глубокая подстилка зимой, а летом – на пастбище | Мгновенная заделка вспашкой | Стальной резервуар |
| Сухостойные коровы | Более 3 лет | 52 | Глубокая подстилка | То же | То же |
| Телята | 30 дней | 53 | Индивидуальный домик | То же | То же |
| Подсосные свиноматки | 30 месяцев | 120 | Решетчатый пол, канал отвода воды и навозной жижи | То же | То же |
| Поросята | До 4 месяцев | 950 | Решетчатый пол, навозная яма, канал смыва водой | То же | То же |
| Куры-несушки | Более 175 дней | 10500 | Глубокая подстилка, принудительная сушка помета | То же | То же |

Таблица 14 – Задание по варианту № 2

| Вид животных | Возраст | Размер группы | Система содержания животных или птицы | Способ внесения навоза в почву | Способ хранения навоза |
|---------------|-----------------|---------------|--|--------------------------------|------------------------|
| Дойные Коровы | 2–6 лет | 854 | Зимой – сплошной пол, солома, летом – пастбище | Прицепной сошник | Компост в емкостях |
| Нетели | Более 1,5 лет | 375 | То же | То же | То же |
| Телята | Более 8 месяцев | 2463 | То же | То же | То же |
| Свиньи | Более 200 дней | 8597 | Круглый год содержатся на частично решетчатом полу | То же | То же |
| Поросята | 120 дней | 13961 | То же | То же | То же |

| | | | | | |
|---------|------------|-------|---|--------------------------|--------------------|
| Цыплята | До 45 дней | 32458 | Глубокая подстилка, принудительная сушка помета | Ленточный разбрасыватель | Бетонный резервуар |
|---------|------------|-------|---|--------------------------|--------------------|

Таблица 15 – Задание по варианту № 3

| Вид | Возраст | Размер группы | Система содержания животных или птицы | Способ внесения навоза в почву | Способ хранения навоза |
|----------------------|----------------|---------------|---|---------------------------------|-----------------------------|
| Телочки и бычки | До 7 месяцев | 2538 | Зимой – в помещении без привязи, а летом – на выгульных площадках | Разбрасывание, вспашная заделка | Закрытые бетонные хранилища |
| Сухостойные коровы | 4,5 года | 1009 | То же | То же | То же |
| Овцы | 3 года | 892 | Круглый год на откормочных площадках | То же | То же |
| Подсосные свиноматки | 24–36 месяцев | 120 | Решетчатый пол, смывные и навозные желоба | То же | То же |
| Куры-несушки | Более 175 дней | 8654 | Глубокая подстилка, принудительная сушка помета | То же | То же |
| Цыплята-бройлеры | До 45 дней | 87698 | Содержится в комбинированных клеточных батареях | То же | То же |

Таблица 16 – Задание по варианту № 4

| Вид | Возраст | Размер группы | Система содержания животных или птицы | Способ внесения навоза в почву | Способ хранения навоза |
|-------------------|----------------|---------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Дойные коровы | 3–7 лет | 1087 | Беспривязно, в помещениях облегченного типа | Инжекторный, закрытые борозды | Хранилище, покрытие пластиковое |
| Нетели | 1,7 года | 357 | Глубокая подстилка | То же | То же |
| Телята | 260 дней | 576 | Откормочные площадки | То же | То же |
| Свиньи на откорме | 1–5 лет | 1893 | Решетчатый пол, смывные каналы, без аэрации | То же | То же |
| Лошади | 5–7 лет | 45 | В помещении, на соломенной подстилке | То же | То же |
| Куры-несушки | Более 190 дней | 15684 | Клеточная батарея, принудительная сушка помета | То же | То же |

Таблица 17 – Задание по варианту № 5

| Вид | Возраст | Размер группы | Система содержания животных или птицы | Способ внесения навоза в почву | Способ хранения навоза |
|------------------------|----------------|---------------|---|--------------------------------|-----------------------------|
| Свиньи на откорме | 240 дней | 41757 | Частично решетчатый пол, бетонные планки, смывные каналы, без аэрации | Заделка вспашкой за 24 часа | Закрытые бетонные хранилища |
| Молодняк свиней | До 4 месяцев | 17869 | То же | То же | То же |
| Овцы с ягнятами | Более 2,5 лет | 478 | В тепляке на глубокой соломенной подстилке | То же | То же |
| Ремонтный молодняк кур | До 130 дней | 37078 | Клеточная батарея, принудительная сушка помета воздухом | То же | Закрытые стальные хранилища |
| Куры-несушки | Более 175 дней | 21196 | Клеточная батарея, принудительная сушка помета воздухом | То же | То же |

| | | | | | |
|------------------|------------|------------|---|-------|-------|
| Цыплята-бройлеры | До 45 дней | 11831 4 | Содержатся в помещении на ярусных полах | То же | То же |
|------------------|------------|------------|---|-------|-------|

На основании полученных расчетов определяется примерная мощность биореактора и формулируются предложения по оптимизации выбросов аммиака в атмосферу от животноводческих ферм и комплексов.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью проводят расчет выбросов загрязняющих веществ?
2. Каковы источники образования аммиака в помещениях для животных?
3. Как рассчитать валовой выброс аммиака?
4. Как рассчитать максимальный выброс аммиака?
5. Как снизить содержание аммиака в помещении?

Тема 5. Нормирование экотоксикантов в воздухе, воде, почве, кормах и продуктах животноводства. Меры по предотвращению, снижению и устранению вредного воздействия экотоксикантов

Время – 180 минут.

Место проведения – животноводческий комплекс или птицефабрика.

Цель занятия: освоить методику составления экологического паспорта животноводческого объекта, а также научиться оценивать экологическую нагрузку животноводческого комплекса или птицефабрики на окружающую среду.

Результат обучения: дает возможность самостоятельно разработать мероприятия по профилактике загрязнений окружающей среды экотоксикантами.

Задание: составить экологический паспорт исследуемого животноводческого объекта.

Материальное обеспечение: бланк экологического паспорта животноводческого комплекса или птицефабрики.

Животноводческий комплекс – совокупность интенсивного содержания высокопродуктивного скота на ограниченной площади с комплексной застройкой производственными и вспомогательными объектами на основе поточной механизации производства животноводческой продукции, с оптимальными условиями кормления, содержания и ухода за животными, со строгой санитарной защитой фермы и передовыми приемами организации индустриального труда, приводящих к резкому повышению производительности труда и удешевлению животноводческой продукции. Поэтому одним из элементов контроля

качества сельскохозяйственного производства является экологическая паспортизация животноводческих объектов.

Экологический паспорт животноводческого объекта

Название хозяйства _____
(ЗАО, ОАО, КУСХП, ферма, комплекс, птицефабрика и т. д.)

Район _____

Область _____

Обследовался объект _____
(наименование объекта)

Назначение объекта, вид и количество содержащихся животных (птиц) _____

Система и способ содержания животных (птиц) _____

Объем помещения _____ на одно животное (птицу) _____

Выгульные площадки, дворы _____
(наличие, покрытие, и их состояние; организация прогулок)

Организация кормления _____
(способ доставки и раздачи корма, кратность кормления)

Водоснабжение _____
(источник и система водоснабжения, тип поилок)

Система удаления навоза и канализации _____
(способ уборки и транспортировки навоза к месту хранения, частота уборки навоза, навозные лотки, их размещение и размеры, вид (открытые, закрытые)

Подстилка _____
(наличие, вид ее, расход, место хранения, способ доставки)

Организация уборки и утилизации биологических отходов _____

Система вентиляции _____
(тип системы вентиляции, схема распределения воздуха)

Организация притока воздуха в помещение _____
(зона подачи свежего воздуха в помещение, оборудование, расположение, приточные каналы, их количество и размеры, место размещения)

Организация вытяжки _____
(количество и размеры вытяжных устройств, место размещения, площадь сечения на 1

голову; производительность в м³/ч. вентиляторов, их количество и расположение)
Система отопления _____

Интенсивность выбросов вредных газов _____

Интенсивность выбросов микроорганизмов _____

Результаты исследований питьевой воды _____

(дата и данные исследований)

Результаты исследования кормов _____

(дата и данные исследований)

Санитарное состояние территории фермы и ее благоустройство _____

Соблюдение правил личной гигиены работниками фермы _____

Общая оценка объекта _____

(обобщение полученных данных и определение недостатков)

Предложения _____

(основные мероприятия по устранению выявленных нарушений)

Дата

Ф.И.О., должность

Подписи

Оценка экологической нагрузки животноводческих предприятий на окружающую среду проводится с учетом опыта решения ситуационных задач и оценки результатов экотоксикологической паспортизации изучаемых объектов.

Контрольные вопросы:

- 1. С какой целью составляют экологический паспорт?*
- 2. По каким показателям оценивают интенсивность экотоксикологической нагрузки животноводческих предприятий на окружающую среду.*

Список литературы

1. Куценко, С. А. Основы токсикологии : учебное пособие / С. А. Куценко. – Санкт-Петербург : 2002. – 403 с.
2. Лимова, Т. В. Основы токсикологии : учебное пособие / Т. В. Лимова, И. А. Харченко. – Воронеж : ВГТА, 2003. – 152 с.
3. Медведский, В. А. Ветеринарная санитария : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Ветеринарная санитария и экспертиза" / В. А. Медведский, Г. А. Соколов, Д. Г. Готовский; под ред. В. А. Медведского. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 520 с.
4. Медведский, В. А. Расчёт выбросов в атмосферу от животноводческих комплексов, звероферм и птицефабрик : учебно-методическое пособие по гигиене животных для студентов вузов по специальностям : "Ветеринарная санитария и экспертиза", "Ветеринарная фармация", "Зоотехния" / В. А. Медведский, Д. Г. Готовский, С. Б. Спиридонов. – Витебск : УО ВГАВМ, 2011. – 27 с.
5. Общая токсикология / под ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. – Москва : Медицина, 2002. – 608 с.
6. Трахтенберг, И. М. Книга о ядах и отравлениях. Очерки токсикологии / И. М. Трахтенберг. – Киев : Наукова Думка, 2000. – 368 с.
7. Показатели опасности веществ и материалов : справочник : в 4 т. / ред. В. К. Гусева. – Москва : Фонд им. И. Д. Светина, 2002. – Т. 2. – 544 с.
8. Практикум по сельскохозяйственной экологии : учебное пособие для вузов по специальностям : "Ветеринарная медицина", "Зоотехния" / Т. В. Медведская, В. А. Медведский. – Витебск, УО ВГАВМ, 2004. – 174 с.
9. Роудер, Д. Д. Ветеринарная токсикология / Д. Д. Роудер. – Москва : АСТ, 2008. – 416 с.

УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 5 факультетов: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; заочного обучения; довузовской подготовки профорientации и маркетинга. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМиБ).

В настоящее время в академии обучается около 6 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают около 350 преподавателей. Среди них 7 академиков и членов-корреспондентов Национальной академии наук Беларуси и ряда зарубежных академий, 24 доктора наук, профессора, более чем две трети преподавателей имеют ученую степень кандидатов наук.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе НИИ ПВМиБ, 24 кафедральных научно-исследовательских лабораторий, учебно-научно-производственного центра, филиалов кафедр на производстве. В состав НИИ входит 7 отделов: клинической биохимии животных; гематологических и иммунологических исследований; физико-химических исследований кормов; химико-токсикологических исследований; мониторинга качества животноводческой продукции с ПЦР-лабораторией; световой и электронной микроскопии; информационно-маркетинговый. Располагая уникальной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала (крови, молока, мочи, фекалий, кормов и т.д.) и ветеринарных препаратов, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2009).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212)51-68-38,

тел. 53-80-61 (факультет довузовской подготовки, профориентации и маркетинга);
51-69-47 (НИИ ПВМиБ); E-mail: vsavmpriem@mail.ru.
Учебное издание

Спиридонов Сергей Брониславович

ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

| | |
|-------------------------|------------------|
| Ответственный за выпуск | В. А. Медведский |
| Технический редактор | Е. А. Алисейко |
| Компьютерный набор | С. Б. Спиридонов |
| Компьютерная верстка | Е. А. Алисейко |
| Корректор | Е. В. Морозова |

Подписано в печать 18.03.2016. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. п. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,47. Тираж 150 экз. Заказ № 1586.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛИ №: 02330/470 от 01.10.2014 г.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 51-75-71.

E-mail: rio_vsavm@tut.by

<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-512-895-4



9 789855 128954

РЕПОЗИТОРІЙ УО ВГАВМ