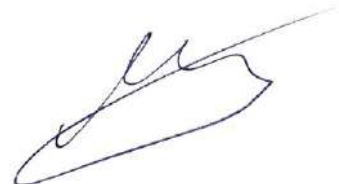


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Шуйский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский государственный университет»

На правах рукописи



Сивухин Алексей Николаевич

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ИВАНОВСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

1.5.15 – экология (биологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель
канд. геогр. наук
доц. Марков Дмитрий Сергеевич

Иваново – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	10
1.1 Основные особенности антропогенного воздействия на окружающую среду.....	10
1.2 Тяжёлые металлы и их влияние на здоровье человека.....	13
1.2.1 Влияние свинца.....	13
1.2.2 Влияние цинка.....	14
1.2.3 Влияние кобальта.....	16
1.2.4 Влияние никеля.....	17
1.2.5 Влияние меди.....	17
1.2.6 Влияние марганца.....	18
1.2.7 Влияние кадмия.....	19
1.2.8 Влияние железа.....	20
1.3 Особенности влияния тяжёлых металлов на отдельные группы населения.....	21
1.4 Общие основы использования природных индикаторов.....	23
Глава 2. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИВАНОВСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ.....	25
2.1. Природные условия Ивановской области.....	26
2.2. Особенности почв Ивановской области.....	30
2.3. Экологическая ситуация в Ивановской области.....	41
2.4 Природные условия Костромской области.....	61
2.5 Особенности почв Костромской области.....	65
2.6 Экологическая ситуация в Костромской области.....	68
Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	70
3.1 Материалы исследования.....	70
3.2 Взятие образца и подготовка к анализу. Приготовление почвенных образцов.....	71
3.3 Взятие средней пробы.....	73
3.4 Приготовление растворов проб.....	73
3.4.1 Подготовка проб.....	73
3.4.2 Приготовление растворов.....	73
3.5 Анализ рисков.....	76
3.6 Культивирование и окраска бактерий.....	78
Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	81
4.1 Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Ивановской области.....	81

4.2 Уровень смертности населения Ивановской области по различным причинам.....	83
4.3 Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Костромской области	87
4.4 Уровень смертности населения Костромской области по различным причинам.....	92
4.5 Анализ данных.....	96
4.6 Оценка уровня химического загрязнения почвенного покрова исследуемых территорий.....	100
4.7 Анализ рисков для здоровья населения.....	100
4.8 Предполагаемые источники поступления тяжёлых металлов в почву в Ивановской и в Костромской областях.....	103
4.9 Оценка влияния тяжёлых металлов на живые системы.....	108
4.10. Практические рекомендации, направленные на снижение рисков для населения.....	112
ВЫВОДЫ.....	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139
Приложение 1. Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Ивановской области.....	139
Приложение 2. Уровень смертности населения Ивановской области по различным причинам.....	147
Приложение 3. Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Костромской области.....	150
Приложение 4. Уровень смертности населения Костромской области по различным причинам.....	156
Приложение 5. Графики изменения содержания взвешенных частиц в воздухе г. Иванова.....	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Одной из основных проблем населения в XXI веке остаётся утилизация отходов производства и жизнедеятельности. В процессе своей жизни каждый человек использует огромное количество материалов, часть из которых остаётся ненужной и выбрасывается на свалку твёрдых коммунальных отходов (ТКО). Многие из этих материалов могут включать в свой состав ядовитые и токсичные вещества, которые при частичном разложении нанесут ощутимый вред окружающей среде, попадая в почву, воздух и воду. Таким образом, при неправильной утилизации опасных веществ возникает угроза жизни и здоровью людей окружающих территорий. Помимо ТКО опасность представляет и аэрозольное загрязнение, которое в основном связано с выбросами отходов предприятий в атмосферу, автомобильными выхлопами и сжиганием твёрдого мусора. Одними из наиболее опасных поллютантов являются тяжёлые металлы, которые, даже при самой малой концентрации в среде, могут комплексно воздействовать на организм человека, вызывая различные системные заболевания. Поскольку почвенный покров является универсальным адсорбентом всех видов загрязнения, принято решение изучать именно его.

В связи с тем, что работы, посвящённые изучению состояния почвенного покрова и его влияния на здоровье жителей Ивановской и Костромской областей очень немногочисленны, актуальность и своевременность данного исследования не подлежит сомнению. В докладах Департамента природных ресурсов и экологии Ивановской области и Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области отражено в основном влияние на водную и атмосферную среду [27], почва изучена лишь опосредованно, работ на эту тему немного [97,106]. В то же время подобные исследования в других регионах России проводятся регулярно [24,38,50,63].

Помимо этой причины, стоит отметить и близость этих регионов по социально-экономическим показателям, что делает сравнение достаточно достоверным, поскольку промышленная и транспортная нагрузки оказываются схожими [27, 28]. И, конечно же, стоит отметить географическое соседство этих регионов (рис. 1). Поскольку ни Ивановская, ни Костромская области не являются промышленными, то проведение геохимического анализа позволит определить степень антропогенного в целом и промышленного в частности видов загрязнения, сравнив данные с другими регионами, испытывающими серьёзную промышленную нагрузку (Нижегородская, Липецкая, Челябинская). Заявленная проблема затрагивает область деятельности как специалистов природоохранных органов, так и клиницистов, а также организаторов здравоохранения, является комплексной и поэтому полученные результаты дадут возможность разработать взаимосогласованные природоохранные и лечебно-профилактические мероприятия по улучшению здоровья жителей Ивановской и Костромской областей в зависимости от качества и состояния почвенного покрова.

Характеристика исследовательской работы

Цель исследования – комплексная эколого-гигиеническая оценка почвенного покрова Ивановской и Костромской областей и установление закономерностей влияния загрязнения почв тяжёлыми металлами на риски для здоровья населения данных регионов.

Реализация поставленной цели потребовала последовательного и комплексного решения взаимосвязанных **задач**:

1. Провести исследования почв Ивановской и Костромской областей и оценить уровень загрязнения тяжёлыми металлами
2. Составить статистико-картографические материалы, отражающие состояние почвенного покрова территорий исследуемых областей.

3. Дать экологическую характеристику источников, уровня и динамики загрязнений почвенного покрова в Ивановской и Костромской областях и провести ранжирование муниципальных образований по индексу загрязнения почвенного покрова.

4. Рассмотреть корреляции в системе «окружающая среда – смертность» между тяжёлыми металлами в почвенном покрове и причинами смерти населения изучаемых территорий на основе корреляционного статистического анализа.

5. Обосновать основные направления мониторинга промышленного химического загрязнения почвенного покрова и разработать гигиенические рекомендации по его оздоровлению.

Научная новизна работы. Исследование проводилось на территории Ивановской и Костромской областей в период с 2013 года по 2022 год, за это время был собран большой массив экспериментальных и аналитических данных, послуживший основой для разработки обоснованных выводов и практических рекомендаций. Основные материалы работы были собраны и обработаны на базе Ивановского государственного университета, также использовались результаты лабораторных исследований, выполненных совместно со сторонними организациями (ФГБОУ ВО «ИГХТУ» и др.). В ходе выполнения работы были собраны и верифицированы данные о концентрациях тяжёлых металлов в почвах Ивановской и Костромской областей. Впервые проведено ранжирование территории по степени загрязнения почвенного покрова, выполнено комплексное изучение причин смертности населения вышеназванных регионов и выявлены корреляции между смертностью населения от различных причин и загрязнением почвы (в качественном и количественном аспектах).

В результате проведённого исследования в диссертационной работе сформулированы и обоснованы следующие положения, являющиеся составными элементами научной новизны диссертационной работы: дана

комплексная экологическая характеристика источников, уровня и динамики загрязнения почв в Ивановской и Костромской областях за многолетний период и проведено ранжирование муниципальных образований региона по загрязнению почвенного покрова. Впервые выполнено комплексное изучение заболеваний и смертности населения Ивановской и Костромской областей, проживающего на территориях с разной степенью загрязнения почвенного покрова и установлены корреляции между смертностью по различным причинам качественным и количественным загрязнением почв тяжёлыми металлами. Составлены картосхемы распределения содержания тяжёлых металлов и смертности населения на территории муниципальных образований Ивановской и Костромской областей с использованием ГИС-технологий (системы ArcViewGIS 3.2 и ArcGIS 10.2). Материалы исследования систематизированы в базе данных, зарегистрированной в Роспатенте (№2017620483 «Геоинформационная система «Загрязнение почвенного покрова Костромской области тяжёлыми металлами и смертность населения»). Обоснованы основные направления оптимизации механизмов экологического мониторинга загрязнения почвы и разработаны эколого-гигиенические рекомендации по оздоровлению почвенного покрова.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. На территории Ивановской и Костромской областей наблюдаются локальные превышения содержания тяжёлых металлов в почве. В основном такими поллютантами являются кадмий, кобальт и свинец. По отдельным показателям их ПДК (ОДК) превышены на 80% территории регионов.

2. Муниципалитеты Ивановской и Костромской области ранжированы по степени общей загрязнённости почвы, выделены наиболее (Фурмановский и Судиславский) и наименее (Вичугский и Сусанинский) благополучные по этому показателю (Z_c) территории.

3. Установлены статистические корреляционные связи между уровнем смертности населения и содержанием некоторых тяжёлых металлов в

почвенном покрове. Высокие концентрации никеля и кобальта имеют средние корреляционные связи со смертностью от заболеваний дыхательной системы (0,52 и 0,5 соответственно). Марганца – средние и сильные связи со смертностью от заболеваний дыхательной (0,63) и нервной (0,79) систем. Кадмия и кобальта – средние связи со смертностью от онкологических заболеваний (0,65).

4. Прикладная составляющая исследования заключается в том, что в ходе лабораторных исследований нами установлено, что бактерии рода *Bacillus* приобретают устойчивость к нитрату свинца при постепенном повышении его концентрации в субстрате. Растения овса посевного и редиса обладают высоким фитоэкстракционным потенциалом для соединений кадмия и свинца (до 0,25 мг/кг почвы). Рекомендовано использовать современные методы подготовки почв перед посевом, чтобы снизить риски для здоровья населения.

Практическая значимость. Основные результаты важны при разработке мероприятий по снижению поступления тяжёлых металлов в почву из промышленных источников, а также их уточнение, при создании комплексной программы экологического мониторинга почвенного покрова Ивановской и Костромской областей. Данные работы использованы при разработке рекомендаций для сельского хозяйства, а также в научно-просветительских мероприятиях для населения, призванных снизить риски, связанные с избыточным поступлением тяжёлых металлов в окружающую среду. Результаты исследований используются в процессе обучения студентов при изучении дисциплин «Экология человека», «Экология и рациональное природопользование», «Экология растений».

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на международных, всероссийских и региональных конференциях и совещаниях, основные среди которых следующие: Science, Technology and

Higher Education» III international research and practice conference (Westwood, Canada, 2013); Международная научная конференция «Шуйская сессия студентов, аспирантов, педагогов, молодых учёных «Университет – новой школе (Шуя, 2014); Научные исследования: от теории к практике: IV Международная научно– практическая конференция (Чебоксары, 24 июля 2015 г.); Всероссийская научная конференции и школа-семинар для молодых ученых, аспирантов и студентов «Ртуть и другие тяжелые металлы в экосистемах. Современные методы исследования содержания тяжелых металлов в окружающей среде» (Череповец, 14–16 мая 2018 г.); Актуальные проблемы экологии и природопользования (Москва, апрель-сентябрь 2020 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликована 21 работа, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 2 в журналах, входящих в SCOPUS и WoS.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 160 страницах, включает 12 таблиц и 75 рисунков; состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка литературы, включающего 159 наименований (из них 28 на английском языке) и приложений.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю, доценту кафедры истории, географии и экологии Шуйского филиала ФГБОУ ВО «ИвГУ» Маркову Дмитрию Сергеевичу за ценные советы и рекомендации на всех этапах исследования; заведующей кафедрой биологии ФГБОУ ВО «ИвГУ» Борисовой Елене Анатольевне за помощь и консультативную поддержку на всех этапах работы, старшему преподавателю лаборатории высокотемпературной масс-спектрометрии ФГБОУ ВО «ИГХТУ» Дунаеву Анатолию Михайловичу за помощь в проведении практической части диссертационного исследования.

ГЛАВА 1. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1.1 Основные особенности антропогенного воздействия на окружающую среду

Многие отходы жизнедеятельности человека представляют собой твёрдые неперерабатываемые естественным образом фракции. Это могут быть различного рода пластики, бетонные структуры, металлические конструкции и прочие изделия. Все они могут нести в своём составе вещества, потенциально опасные для окружающей среды и для самого человека. Таким образом, при неправильной утилизации опасных веществ возникает угроза жизни и здоровью населения окружающих территорий. Например, в почве из элементов питания, которые были утилизированы как обычные ТБО (захоронены на свалке) может выделяться большое количество цинка, который в таком объёме сделает непригодным для жизни значительный участок почвенного покрова [149]. Помимо ТБО опасность представляет и аэрозольное загрязнение, которое по большей части связано с выбросами отходов предприятий и работы двигателей внутреннего сгорания автомобилей в атмосферу и сжиганием твёрдого мусора. В этих случаях в окружающую среду попадает огромное количество загрязняющих веществ, включая оксид углерода, диоксид серы и соединения тяжёлых металлов. Наибольшую опасность, на наш взгляд, представляет именно загрязнение тяжёлыми металлами. К ним относятся все металлы, которые плотнее железа [155]. По другому определению – все металлы, атомы которых тяжелее 50 единиц. Все они обладают схожими свойствами, но их влияние на организм человека весьма разнообразно. Их главная опасность заключается в том, что они существуют в окружающей среде как в виде солей, так и в виде оксидов, а значит, могут транслоцироваться самыми различными путями. К примеру, попавшие на поверхность почвы соли тяжёлых металлов могут проникать в

подземные грунтовые воды, переноситься на значительные расстояния, превращаться в оксиды и в этой форме поступать на поверхность в удалении от источника загрязнения. Также, перенос может осуществляться на частицах пыли. Подвижные же формы тяжёлых металлов опасны ещё и тем, что могут включаться в обменный круговорот растений и накапливаться в них, поступая затем в пищу животным и человеку [131,149]. Таким образом, варианты попадания этих соединений в организм человека крайне разнообразны, что делает тяжёлые металлы одними из самых опасных поллютантов [66].

В почвах г. Перми высокая техногенность характерна для Pb, Ni, Zn, Cu, Cr, Hg, Ga. Содержание подвижных форм Ni, Pb, Hg, Cu, Cr, Mn находится на уровне ПДК или превышает его. Среди причин промышленных отравлений первое место занимает свинец. Это связано с его широким применением в различных отраслях промышленности. Химизм свинца в почве определяется сложным равновесием противоположных процессов, таких как сорбция – десорбция, растворение – переход в твердое состояние. При попадании в почву с различными выбросами свинец включается в цикл физических, химических и физико-химических превращений и, как и ртуть, легко попадает в систему подземных вод.

Исследователи из Перми оценивали биоремедиационные возможности различных растений, совмещая их с культурами микроорганизмов. Результаты определения содержания ионов ТМ в биомассе растений показывают, что присутствие культур микроорганизмов увеличивает общий вынос металлов растениями. Так, аккумуляция свинца в присутствии КІ (грамположительные диплококки) увеличивается на 8 %, ртути на 22,6 %; в присутствии КІІ (грамотрицательные диплококки) на 7,8 и 26,7 %, в присутствии сообщества микроорганизмов КІ и КІІ – на 9,5 и 40 % соответственно по сравнению с накоплением данных ионов при обработке водными растворами солей металлов. Также отмечена тенденция большей аккумуляции ионов при совместном присутствии культур. При внесении КІ аккумуляция металлов увеличивается на 14,4 и 38,3 %, в присутствии КІІ на

13,9 и 45,7 %, а при внесении КI и КII на 16,5 и 83,5 % для свинца и ртути соответственно по сравнению с накоплением при обработке водным раствором, содержащим ионы свинца и ртути совместно. Таким образом, можно сделать вывод, что сообщество культур микроорганизмов оказывает значительное влияние на вынос ионов Pb^{2+} и Hg^{2+} из почвы в растения и может быть использовано для биоремедиации почв, загрязненных ионами ТМ [11].

Исследователями из Улан-Батора были собраны образцы почвы Нарангийн Энгэр, старой свалки Улаанчулуут, юрточных кварталов вблизи Нарангийн Энгэр, также для сравнения в юрточных кварталах в районе Нисэх и Яармаг. В результате исследования обнаружено, что почвы НЭ-1 и УЧ-1,2,3 в большой степени загрязнены тяжелыми металлами. В этих местах содержание мышьяка, который является особо вредным веществом, в 11–34 раза превышает ПДК, в почве захороненной свалки Улаанчулуут содержание черного свинца в два раза больше ПДК [25].

Исследователи из Орловской области отмечают, что концентрация цинка превышает ПДК в серых лесных почвах, в черноземах выщелоченных почвах, в черноземах луговых, в черноземах оподзоленных, а в пойменной зернисто-слоистой почве ПДК превышает незначительно. Медь превышает в таких почвах как серая лесная, темно-серая лесная, чернозем влажно-луговой. Концентрация цинка значительно сильно превышает ПДК на темно-серых лесных, и на черноземах оподзоленных, незначительно превышает на дерново-намытых, светло-серых лесных и на серой лесной почве. Кадмий превышает свою концентрацию в таких почвах как: пойменные иловато-торфяно-болотная, пойменные зернисто-слоистые, почвы оранжево-балочных склонов, иловато-болотно торфяные, дерново-намытые, светло-серая лесная, серая лесная, темно-серая лесная, торфяники, чернозем влажно-луговой, черноземы луговые, чернозем оподзоленный [50].

1.2 Тяжёлые металлы и их влияние на здоровье человека

Влияние тяжёлых металлов на человека, как говорилось выше, весьма разнообразно. Обычно поражается печень и почки, которые являются естественными барьерами на пути движения различных токсинов по системам организма. Но существуют специфические связи некоторых элементов с этапами метаболизма, которые гораздо более губительны. Рассмотрим подробнее негативное влияние основных тяжёлых металлов.

1.2.1 Влияние свинца.

Высокое содержание свинца в воздухе может стать одной из причин летнего листопада. Деревья очищают воздух, накапливая некоторые формы свинца в своих тканях. В течение вегетативного периода одно дерево может связать такое количество свинца, которое содержится в 130 литрах этилированного бензина. Часть кроны деревьев, обращённая к магистралям, до 60% «металличнее». Поскольку хвоя практически не опадает, то ель и сосна являются хорошими накопителями свинца.

Очень интенсивно накапливают свинец мхи и лишайники. Овёс и клевер уже при концентрации свинца 50 частей на миллион снижают интенсивность роста [135,139,140].

Исследователи изучили процесс накопления свинца в почве. Из окружающей среды в почву свинец переходит чаще всего в виде оксидов, там постепенно растворяется, трансформируясь в гидроксиды, карбонаты или катионную форму. Если почва сильно связывает свинец, это защищает от загрязнения грунтовые воды, растительную продукцию.

Но в таком случае почва постепенно становится все более загрязнённой и в какой-то момент может произойти разрушение органического вещества с выбросом свинца в почвенный раствор. В итоге такая почва окажется непригодной для сельскохозяйственного использования. В теории, в

метровом слое почвы на одном гектаре может быть задержано до 600 тонн свинца. Конечно, в реальности, даже при самом сильном загрязнении, такого количества свинца в почве не бывает. Чем более пориста почва, тем она более устойчива к загрязнению. Сквозь песчаные малогумусовые почвы свинец легко проходит в более глубокие слои, не задерживаясь в плодородной зоне.

В слое до 5 см свинец будет накапливаться более интенсивно, чем другие металлы - медь, молибден, железо, никель и хром [47].

Неорганические соли свинца абсорбируются после попадания в желудок или ингаляции. Органические соли свинца могут абсорбироваться через кожу. Абсорбция свинца в желудочно-кишечном тракте увеличивается при дефиците железа, кальция и цинка. Обычно в желудочно-кишечном тракте абсорбируются 10% проглоченной дозы. Абсорбция в легких варьирует в зависимости от дыхательного объема и размера частиц. Частицы размером менее 1 мкм могут абсорбироваться в альвеолах. Взрослый человек может в норме получать до 150 мкг свинца в день с пищей и питьевой водой. Тем не менее и при этих уровнях поступления свинца в организм может возникнуть его положительный баланс, поскольку экскреция свинца почками в норме не превышает 80—100 мкг в день.

Свинец является ядом ферментов, связываясь с дисульфидными группами белка. В высоких концентрациях свинец повреждает третичную структуру внутриклеточных белков, денатурируя их и вызывая гибель клеток и в конечном итоге воспаление тканей [123].

1.2.2 Влияние цинка.

Цинк используется людьми на протяжении тысячелетий. Около пяти тысяч лет назад он применялся в составе целебных заживляющих мазей. Однако, функции цинка в организме человека начали изучать лишь в 20 веке. Этот элемент является компонентом около трёхсот ферментов и гормонов, он

участвует во многих процессах поддержания нормальной жизнедеятельности человека, стимулируя пролиферацию клеток, заживление тканей, участвуя в репродуктивной функции и работе иммунной системы. Но длительное поступление избыточных количеств солей цинка может привести к отравлению [134,137,150,152,153,154].

Взрослый мужчина с пищей должен получать 11 мг цинка ежедневно. Женщина – 8 мг. Эта норма может быть превышена из-за бесконтрольного приёма некоторых лекарственных препаратов, употребления пищи в упаковке из веществ, провоцирующих образование высокотоксичных соединений цинка (сульфаты, хлориды), приём биологически активных добавок с цинком, употребление продуктов, хранившихся в оцинкованных ёмкостях, контакт с соединениями цинка, различные нарушения обмена веществ, связанные с цинком.

Избыток цинка может проявить себя как острая интоксикация, причём в довольно короткие сроки. Симптомы могут начать проявляться в интервале от 2 минут до 3 часов. Особо чувствительны к отравлению цинком дети, симптоматика у них более выражена. Среди характерных признаков: гипериммунизация (можно спутать с аутоиммунными заболеваниями – ревматоидным артритом, системной красной волчанкой и т.п.), тошнота, рвота, сладкий привкус во рту, повышенная чувствительность желудка, нарушение функций печени и поджелудочной железы, снижение концентрации меди, железа и кадмия в организме, озноб, повышение температуры, нарушение функций простаты у мужчин, сухой кашель, покраснение конъюнктивы и зева. В тяжёлых случаях отмечается фиброзное перерождение поджелудочной железы и повышение уровня глюкозы в крови, а также отёк лёгких. В случае попадания цинка через ротовую полость, отмечается её ожог, устойчивая рвота, нарушение функции почек. Возможен коллапс. Хронический избыток цинка может стать причиной развития онкологических заболеваний, замедления роста костной ткани, ослаблению сухожильных рефлексов.

В основе лечения избыточного содержания цинка лежит устранение источника и борьба с возникающими симптомами. Обычно требуется медицинская помощь в условиях стационара [123].

1.2.3 Влияние кобальта.

В организме человека этот элемент в основном сконцентрирован в поджелудочной железе, и лишь в незначительной концентрации находится в печени, селезёнке, почках и кровеносной системе. В организме человека около 2 мг кобальта, но он играет очень важную роль в жизнедеятельности.

В основном он является катализатором в комплексных реакциях при образовании цианокобаламина (витамина В12), а также участвует в обмене жирных кислот, углеводном обмене и в реакциях, связанных с фолиевой кислотой. Участвует в формировании гормонов щитовидной железы и эритроцитов. В комплексе с медью и железом участвует в кроветворении. Без кобальта невозможен синтез нуклеиновых кислот и построение защитной оболочки нервных клеток. Кобальт снижает тяжесть атеросклеротических поражений. Участвует в синтезе инсулина в поджелудочной железе. Кобальт играет важную роль в построении костной ткани, поэтому его дефицит особенно заметен в детском возрасте.

Избыток кобальта в организме человека вреден, хоть и встречаются подобные состояния очень нечасто. К проявлениям избытка кобальта относят застойную сердечную недостаточность, бронхиальную астму, гипертонию, системный эритроцитоз, зоб, поражение слухового нерва. Одной из наиболее частых причин увеличения кобальта в организме является употребление определённых сортов пива, где этот металл используется в качестве стабилизатора.

Вместе с медью кобальт повышает усвоение железа.

Продукты, содержащие много кобальта – баранья и говяжья печень, рыбные продукты, чай, какао. Соли азотной и азотистой кислот образуют

канцерогенные соединения с кобальтом, что может привести к раку желудка.

Суточная потребность в кобальте составляет 0,1 – 0,2 мг [123].

1.2.4 Влияние никеля.

Никель участвует в построении ДНК и РНК, а также играет важную роль в циркуляции белков. Может вносить вклад в выработку липидов клеточных мембран и транспортных белков в них. Также, никель участвует в процессах катаболического обмена, при расщеплении глюкозы в клеточном дыхании.

Избыток никеля может иметь негативные последствия для функционирования организма. Чаще всего наблюдаются аллергические реакции на сам элемент, выражающиеся контактным дерматитом. Попадание никеля внутрь организма может вызвать кишечные расстройства, эритроцитоз, поражение почек, бронхит, а в редких случаях и рак лёгкого [123].

1.2.5 Влияние меди.

В человеческий организм медь, в основном, поступает с пищей. В 100 г. разных продуктов находится от 30 до 230 мг меди. Много её в морепродуктах, бобовых, капусте, картофеле, моркови, яблоках, шпинате, какао-бобах.

Лучше всего усваивается двухвалентная медь. В крови она связывается с альбумином и некоторыми аминокислотами – гистидином, треонином, глутамином, а также с транспортным белком транскуприном и церулоплазмином.

Норма поступления в организм человека – 2 мг/сутки. Дефицит – до 1 мг/сут, порог токсичности – 200 мг/сут.

Главную роль в метаболизме меди играет печень, потому что в ней

синтезируется церулоплазмин – основной регулятор гомеостаза меди.

Медь входит в состав большого количества ферментов, гормонов, элементов дыхательной цепи, пигментов, участвует в процессах обмена веществ. Медь поддерживает нормальную структуру сухожилий, костей, хрящей, эластичность сосудов, альвеол, кожи. Входит в состав миелина. Данный элемент ускоряет процессы расщепления глюкозы, тормозит распад гликогена в печени. Медь входит в состав супероксиддисмутазы, являясь важным фактором антиоксидантной защиты организма. Обладает противовоспалительным действием, облегчает течение некоторых аутоиммунных заболеваний (ревматоидный артрит и другие), способствует усвоению железа.

Токсическая доза – 250 мг.

Избыток меди может выражаться в расстройствах нервной системы (бессонница, депрессия); вдыхание паров – в высокой температуре, ознобе, судорогах в икроножных мышцах («медная лихорадка»); воздействие медной пыли и окислов может привести к респираторным симптомам; может развиваться поражение печени с циррозом и вторичным поражением ЦНС, связанным с генетическим нарушением обмена меди (болезнь Вильсона-Коновалова); гемолиз эритроцитов, анемия.

Приём цинка и молибдена может вызвать дефицит меди. Железо, марганец, кадмий, танины, аскорбиновая кислота могут снижать усвоение меди. Цинк, кобальт, железо (в умеренных дозах) усиливают усвоение меди организмом [123].

1.2.6 Влияние марганца.

В производстве марганец чаще встречается в виде паров, аэрозолей, пыли, включающих соли или окислы марганца. Отравления этим металлом отмечаются при добыче и обработке марганцевой руды в ферросплавном производстве, сталелитейных цехах, при производстве электродов и других

марганецсодержащих элементов, при электросварке и т. д. Данный металл может поступать через дыхательные пути, систему пищеварения, меньше — через кожу. Выводится почками, кишечником, может содержаться в слюне и женском молоке.

Марганец очень активно аккумулируется в организме, почти не вызывая острых отравлений. При длительном воздействии этот элемент может накапливаться в железах внутренней секреции, в органах центральной нервной системы, подкорковых узлах, в паренхиматозных органах. Высокая концентрация марганца в крови не обязательно является признаком отравления.

Не выявлено чётких корреляций между выраженностью интоксикации работников производств и концентрацией марганца в воздухе рабочих помещений. Выделение марганца с мочой у лиц, длительно контактирующих с ним, может продолжаться в течение многих месяцев и даже лет после прекращения контакта. Известны случаи крайне быстрого (до полугода) развития тяжёлых отравлений при воздействии высоких концентраций марганца, например, на рудниках (при сухом методе бурения), в производстве ферросплавов.

В настоящее время выраженные формы отравления марганцем на производстве снижены вследствие улучшений условий труда. Обычно встречаются умеренные и начальные формы отравлений, развивающиеся при длительной работе в течение нескольких лет при контакте с повышенными концентрациями марганца. Выраженные случаи отравления марганцем обладают неблагоприятным прогрессирующим течением. [62, 123].

1.2.7 Влияние кадмия.

Кадмий используется в керамике, в гальваническом производстве, в качестве пигментирующего агента в пластиках и красках.

Отравление кадмием может произойти как через органы дыхательной,

так и пищеварительной систем. Нормальное поступление кадмия в организм перорально – до 200 мкг, при среднем – 20-40 мкг в день. Адсорбируется лишь 5-10%, но эта величина может возрастать при дефиците кальция и железа, как и в случае со свинцом. Из ингалированного кадмия адсорбируется около 5%, в зависимости от размера частиц.

Около половины усвоенного кадмия накапливается в почках и печени. В мягких тканях и эритроцитах кадмий связывается с металлотioneином. Это низкомолекулярный белок с большим числом свободных сульфгидридных групп. При разовом воздействии большого количества кадмия эти белки оказываются связаны и дальнейшее воздействие уже будет нести токсический эффект. Кадмий не проходит гематоплацентарный барьер.

Период полувыведения кадмия оценивается в 20 лет, если не нарушены функции почек и объём экскретируемой мочи не превышает норму. Ежедневное выведение элемента с мочой составляет около 0,5 мкг [145].

Употребление раствора кадмия в концентрации свыше 15 мг/л перорально вызывает рвоту, тяжёлый понос и, в исключительных случаях, шок. Острая ингаляция кадмия вызывает одышку, боль в грудной клетке, слабость, кашель. Химический пневмонит приводит к дыхательной недостаточности и может длиться несколько месяцев, а нарушение функции лёгких может наблюдаться до года [136,142,123].

1.2.8 Влияние железа.

Железо нужно для синтеза миоглобина и гемоглобина, оно входит в состав системы цитохромов. Двухвалентное железо всасывается через слизистую желудочно-кишечного тракта и попадает в организм в виде трёхвалентного железа, связанного с трансферрином. Трёхвалентное железо транспортируется в костный мозг для дальнейшего участия в эритропоэзе или хранится в виде запаса гемосидерина или ферритина. При передозировке появляется свободное железо, обладающее токсическим эффектом, которое

выражается в переокислении, ведущим к изменению окислительных ферментов в цикле Кребса с дальнейшим повреждением клетки.

Обнаруживаются повреждения желудка, клеток миокарда и почечных канальцев, эмфизема. Отложения железа обнаруживаются в кишечнике, селезёнке и почках.

Токсичны дозы железа, попадающие в организм перорально, превышающие 30 мг/кг массы тела. Дозы свыше 250 мг/кг могут быть смертельными. В течение 6 часов могут развиваться следующие симптомы: на первой стадии поражается желудочно-кишечный тракт (понос, рвота). Уменьшение объёма плазмы крови приводит к уменьшению минутного объёма сердца. Гиповолемия ведёт к развитию шока. Снижение кровоснабжения мозга, а также прямое токсическое действие железа может привести к развитию комы. Вторая стадия обычно характеризуется покоем до 24 часов. В третьей стадии развивается шок, поражение печени, почечная недостаточность и поражение лёгких. На четвёртой стадии наблюдается рубцевание привратника и обструкция кишечника. Длится она в течение нескольких месяцев [123].

1.3 Особенности влияния тяжёлых металлов на отдельные группы населения

Наиболее часто исследования влияния тяжёлых металлов на живые системы затрагивают растения, в частности сельскохозяйственные и прочие культурные [16, 23, 29, 35, 40, 41, 44, 53, 54, 55, 57, 68, 69, 76, 77, 84, 86, 87, 88, 89, 101, 104, 113, 116, 121, 159]. Но для данного обзора гораздо важнее рассмотреть исследования частного влияния тяжёлых металлов на системы органов различных категорий людей.

Особенно опасны тяжёлые металлы для плода, поскольку многие из них способны преодолевать гематоплацентарный барьер и вызывать различные мутации и уродства у новорождённых младенцев [37]. В итоге

вырастает поколение ослабленных людей, восприимчивых к инфекции, с высоким риском развития ИБС и онкопатологии [37].

Возросшая нагрузка на организм, обусловленная широким производством вредных для человека химических продуктов, попадающих в окружающую среду, изменила иммунобиологическую реактивность жителей городов, включая детское население. Это приводит к расстройствам основных регуляторных систем организма, способствуя массовому росту заболеваемости, генетическим нарушениям и другим изменениям, объединенных понятием - экологическая патология [1].

В условиях экологического неблагополучия раньше других систем реагируют иммунная, эндокринная и центральная нервная системы, вызывая широкий спектр функциональных расстройств. Затем появляются нарушения обмена веществ и запускаются механизмы формирования экозависимого патологического процесса [3].

Большинство фундаментальных исследований о негативном влиянии ТМ на состояние здоровья населения выполнены на территориях РФ, характеризующихся развитой промышленностью, особенно горнодобывающей, предприятиями черной и цветной металлургии, развитой транспортной транзитной сетью, что определяет присутствие мощных источников загрязнения [5, 8].

Вместе с тем, работ по оценке риска всего комплекса ТМ, реально присутствующих в окружающей среде, для здоровья населения на территориях с невысокими уровнями воздействия на сегодняшний день довольно мало. Проблема длительного воздействия низких концентраций химических веществ, в плане возможно скрытых, отдаленных во времени изменений в организме становится все актуальнее и чаще привлекает внимание исследователей [96].

1.4 Общие основы использования природных индикаторов

У любой естественной системы есть своя индивидуальная реакция на биотические, абиотические или антропогенные воздействия. Время и качество отдельной реакции зависит как от индуцирующей, так и от реагирующей систем. Поэтому все природные системы допустимо называть индикаторами (*indicare* – показывать).

Под индикаторами, согласно Цирду [125], следует понимать природные системы, которые на изменение окружающей их среды реагируют качественными изменениями их собственных свойств, которые возможно зарегистрировать.

Схему индикационных исследований можно представить следующим образом: наблюдается индикатор в фоновых условиях и предполагается, что одна из реакций отражает определённое воздействие окружающей среды. Далее предполагается, что эта ответная реакция будет меняться при изменении информации извне (от окружающей среды).

По виду или способу определения влияющих факторов и ответной реакции индикатора различаются сенситивные (биологические) и аккумулятивные (снег, почвы, природные воды) индикаторы.

Из этого вытекает три задачи:

- наблюдение за факторами, воздействующими на природную среду;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния среды и оценка этого состояния.

Решению всех трёх задач комплексного мониторинга хорошо отвечают природные индикаторы, в частности при мониторинге состояния почвенного покрова, так как природные индикаторы тесно взаимодействуют с ним или являются составной частью (почва, снег, осадки, растения).

Работать с индикаторами можно как пассивно, так и активно. При пассивном наблюдении индикатор фиксируется в естественной среде, не подвергаясь воздействиям со стороны исследователя. При активном

взаимодействии с индикатором последний может извлекаться из среды, помещаться в изменённые условия или даже уничтожаться при необходимости.

При использовании природного индикатора в системе мониторинга требуется соблюдение ряда условий:

1. Природная индикация должна проводиться достаточно быстро — для однородности тестирования всех образцов.

2. Состояние индикатора должно зависеть от небольшого числа факторов внешнего воздействия, чтобы контроль за определённым фактором проводился максимально объективно.

3. Объекты исследования должны находиться в исследуемом районе в достаточном количестве и быть сопоставимы в различных районах (это необходимо для однородности выборки и исключения ошибки от неучтённых факторов).

4. Природная индикация должна давать достаточно точные и повторяемые во времени результаты (для репрезентативности данных и возможности прогноза).

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИВАНОВСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Исследования проводились на территории Ивановской и Костромской областей. Для отбора образцов почвы была выбрана 32 точки в Костромской области и 45 в Ивановской (Рис. 1). Согласно используемой методике [15], точки находились на расстоянии не менее 150 метров от автомагистралей и явных потенциальных источников загрязнения (свалки, автозаправки, промышленные предприятия). При этом каждая из них была привязана к определённому населённому пункту.

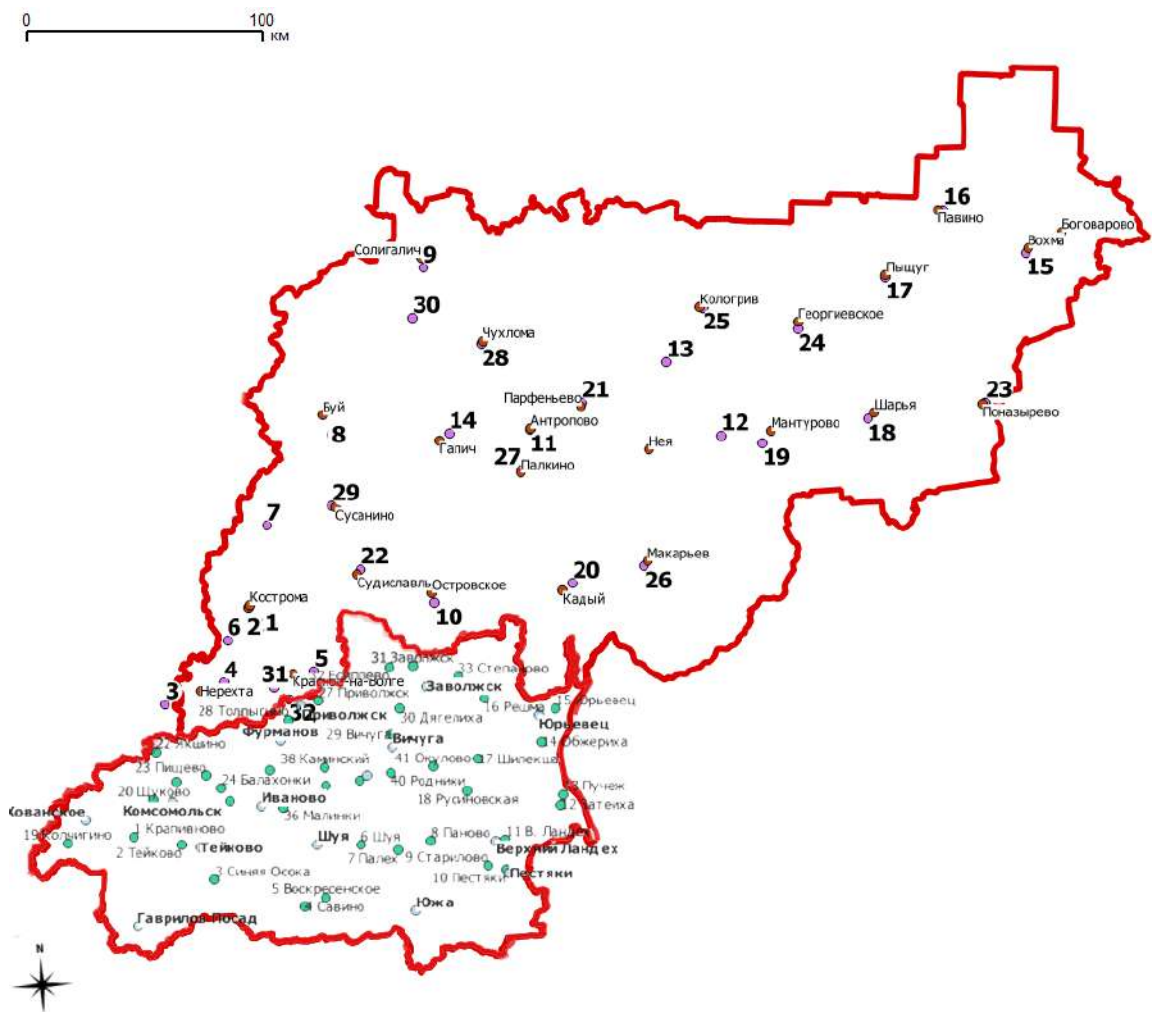


Рис. 1. Точки отбора образцов почвы на обследуемых территориях

2.1 Природные условия Ивановской области

Изученность геоэкологического состояния почвенного покрова Ивановской области является результатом многолетних исследований, проводимых по специальным государственным заказам, прикладным отраслевым и ведомственным исследованиям, а также специальным работам, предпринимаемым в связи с различными проектными целями, а также в порядке частной инициативы.

К основным держателям специализированной информации в регионе относятся:

- Администрация Ивановской области;
- Департамент природных ресурсов и экологии Ивановской области;
- Департамент культуры и туризма Ивановской области;
- Управление Росприроднадзора по Ивановской области;
- Управление Россельхознадзора по Ивановской области;
- Управление Роснедвижимости по Ивановской области;
- Управление Ростехнадзора по Ивановской области;
- Ивановский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- ФГУ «Верхне-Волжскводхоз»;
- Геологический фонд по Ивановской области;

Материалы, так или иначе касающиеся изученности ландшафтов Ивановской и Костромской областей, представлены следующими видами информации:

- периодические отчеты по установленным формам;
- регулярные ведомственные отчеты, представляемые в вышестоящие федеральные органы;
- материалы инвентаризации (кадастры, реестры) объектов природной среды, природных ресурсов;

- схемы развития и комплексного использования тех или иных ресурсов или сфер деятельности на длительный период (обычно 5-20 лет);
- опубликованные результаты научных исследований;
- материалы экспедиционных и полевых исследований.

Реальный вклад этих источников информации в изученность геохимических условий региона различен, что связано с целым рядом причин. Регулярные статистические формы обычно не имеют необходимой пространственной привязки, внутриведомственные отчеты имеют недостатки, связанные с «урезанным» представлением о компонентах природной среды. Наиболее удобной основой для создания баз данных являются материалы инвентаризации и паспортизации (кадастры, реестры). Однако, поскольку в разных отраслях природопользования существуют несовпадающие требования к составлению каталогов и реестров, то отсутствует и единство форматов, а также наборов характеристик компонентов природной среды.

Схемы территориального планирования, генеральные планы городов и крупных хозяйств области в большинстве своем выполнены в 70-80-е годы прошлого века. Они создавались разными проектными институтами, которые использовали индивидуальные подходы к разработке заданий, часто недостаточно качественную топографическую основу. Эти материалы в настоящее время представляют в основном познавательный интерес и могут быть использованы для анализа природных и экологических ситуаций на качественном уровне.

Опубликованные результаты научных исследований, несмотря на высокую детальность и строгость проведения исследований начиная с XIX века, отличаются узколокальным характером. В регионе изучению подвергались только отдельные ландшафтные комплексы. Причем в подавляющем большинстве исследований анализировались отдельные компоненты ландшафта, поэтому интегрировать разрозненные результаты в единую систему достаточно сложно.

Ивановская область расположена в междуречье Волги и Клязьмы, в центре Восточно-Европейской равнины. Рельеф - полого-волнистая равнина. Многочисленные широкие ложбины [126].

Самая высокая точка области находится на юго-востоке (212 м над уровнем моря), самая низкая – на берегу реки Клязьмы (75 м) (Рис. 2).

В ложбинах между холмами образуются озёра, на юге области распространён карстовый рельеф, воронки, озёра.

Глубина кристаллического фундамента – от 1,6 км на юге до 3 км на севере области.

На территории области насчитывается около 1700 рек и ручьёв и более 150 озёр.

Самой крупной рекой является Волга с расположенным на ней Горьковским водохранилищем и притоками Шача, Мера, Елнать, Кинешемка. Основная же часть стока относится к бассейну Клязьмы, среди них: Нерль (с притоком Ухтома), Уводь (с притоками Ухтохма и Вязьма), Теза (с притоками Парша и Люлех) и Лух (с притоком Ландех).

Основная часть озёр находится в центре и на юге области; это Подозёрское, Юрицинское, Бобурянское, Петряевское озёра в Комсомольском районе; Серковское в Ивановском районе; озёра-старицы Ореховое, Долгое и Сорокино в Клязьминском заказнике; озёра Шадрино, Ламское, Святое, Поныхарь, Заборье и самое глубокое в области Клещинское (35 метров) в Южском районе. Значительная часть мелких озёр заболачивается, множество озёр образовалось на выработанных торфяниках. Крупнейшее и наиболее легкодоступное озеро Рубское (площадь зеркала — 2,97 км²) находится в Тейковском районе по дороге Иваново — Владимир.

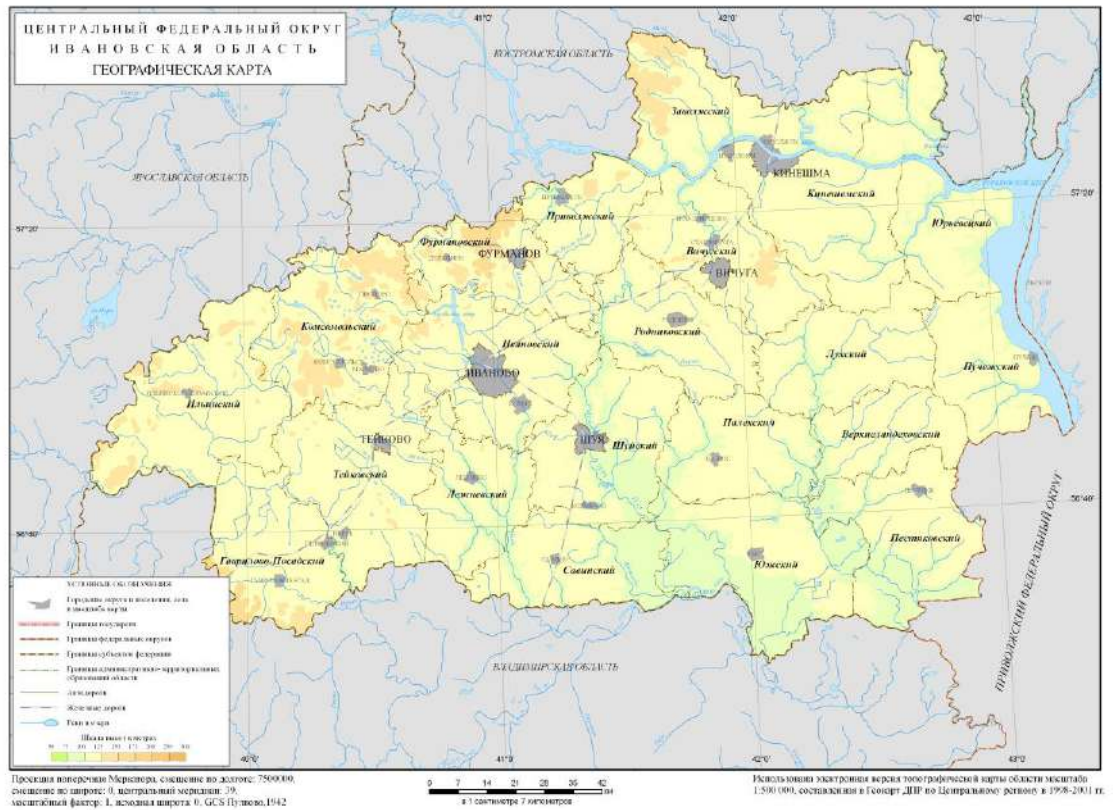


Рис. 2. Географическая карта Ивановской области (Геокарт ДПР по Центральному региону, 2001) [5]

Кроме Горьковского, на территории области несколько водохранилищ, среди них Уводьское (дополняемое каналом Волга — Увody) и Моркушское. Площади земель под поверхностными водными объектами, включая болота, составляют 115,7 тыс. га (5,4 %). Из них под реками, ручьями, озёрами, водохранилищами, прудами — 65,0 тыс. га, под болотами — 50,7 тыс. га [79].

На территории области 5,244 тыс. км автомобильных дорог общего пользования, из них 5,017 тыс. км с твёрдым покрытием.

Основные автомобильные дороги:

Подход от М7 «Волга» к Иваново, протяжённостью 102 км.

А113 Кострома — Иваново протяжённостью 43 км и проходящая через Фурманов и Приволжск.

Автодорога Иваново — Нижний Новгород, проходящая через города Шуя, Палех и посёлок Пестяки.

Региональная дорога протяжённостью 265 км проходящая с запада на восток региона и связывающая между собой города Юрьевец — Кинешма — Вичуга — Родники — Иваново — Тейково и западный посёлок Ильинское-Хованское.

В регионе в 2003 году построен один из четырёх автомобильных мостов через Горьковское водохранилище — Кинешемский мост, связавший с основной территорией левобережье Волги, способный сформировать межобластной поток.

В области зарегистрировано 36,4 тыс. грузовых автомобилей, из них 11,3% находятся в частной собственности. За 2006 год перевезено 1,2 млн. тонн грузов. Грузооборот в 2006 году составил 169 млн. тонно-километров.

Подвижной состав пассажирского транспорта на 2006 год насчитывает: 823 автобусов, в том числе: 172 межмуниципальных, 248 пригородных, 403 внутригородских. Пассажиरोоборот за 2006 год составил 890,3 млн. пассажиро-километров [27].

2.2 Особенности почв Ивановской области

Изученность состояния почвенного покрова. Начало научного изучения почвенного покрова территории Ивановской области относится к рубежу XIX-XX веков. В ходе работы по подготовке к изданию «Материалов для оценки земель Владимирской губернии» (1907 год) были впервые проведены комплексные исследования с составлением серии почвенных карт. Использованная при этом методика типизации почв (применяемая ранее для оценки земель Нижегородской губернии и Владимирского уезда) и качество исполнения листов карт намного опередили существующий уровень развития географии почв и почвоведения того времени. При проведении исследований почвенного покрова впервые были проведены их химические (М.Ф. Колоколов и др.), механические и физические (Н.П. Адамов и др.) анализы, проанализировано влияние подстилающих пород, рельефа и режима

увлажнения на протекание почвообразовательных процессов и плодородие, проведена бонитировка почв, а также реализован первый опыт почвенного районирования территории с указанием неблагоприятных для сельского хозяйства процессов. При проведении районирования территория разделялась на мелкие районы (например, в Шуйском уезде выделялось 100 районов), которые затем группировались в 4 оценочных разряда. Выпущенные в начале XX века почвенные карты Владимирской и Костромской губерний (Н.Н. Клепенин и др.) были, как правило, подготовлены в масштабе в 1 дюйме 10 верст и включали 6 почвенных типов (легкие подзолистые суглинки, подзолистые суглино-супеси, подзолистые супеси, глинистые пески на нижне- и верхне-валунных песках, болотные и аллювиальные почвы).

Второй этап почвенного изучения Ивановской области был связан с проведением в 50-60-х годах XX века изучения почв сельскохозяйственных предприятий. В 70-е годы XX века началось полномасштабное картирование почв колхозов и совхозов с составлением на основе результатов исследований почвенных карт сельских районов в масштабе 1:50 000.

Важной вехой в истории изучения состояния почвенного покрова территории Ивановской области было проведение Центральным государственным проектным институтом по землеустройству исследований по составлению «Почвенной карты Ивановской области» в масштабе 1:200 000. На карте (являющейся на сегодня последним картографическим изданием, посвященным географии почв области) показано пространственное размещение 22 типов почв, указан их гранулометрический состав (13 видов) и определен характер подстилающих пород (12 групп). Также на карте приведена схема природно-сельскохозяйственного районирования территории области (масштаб 1:1 000 000) и карта переувлажненности почв (масштаб 1:1 000 000).

В период с 1993 по 2000 года в области проводились работы по общей эколого-геохимической оценке загрязнения территории. По результатам

работы составлена эколого-геохимическая карта в масштабе 1:20 000.

В последние годы сотрудниками НИИ «Гипрозем» и ФГОУ ВПО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия» совместно с ФГУ «Станция агрохимической службы «Ивановская» ведется работа по составлению почвенных карт отдельных территорий на основе метода пластики рельефа с использованием методов геоинформационных систем в масштабе 1:25 000, а также разрабатываются рекомендации по оптимизации землепользования на базе адаптивно-ландшафтной модели земледелия.

Изученность ландшафтной структуры территории. Изученность ландшафтной структуры Ивановской области сильно отстает от изученности отдельных компонентов геокомплексов. На протяжении XX века специальные работы по ландшафтному районированию региона практически не проводились (за исключением природно-сельскохозяйственного районирования). В то же время рядом исследователей, занимавшихся физико-географическим районированием СССР и Русской равнины, были изучены природные комплексы области. На основе систематизации данных полевых наблюдений и различных отраслевых материалов, ими были составлены карты, по которым можно определить ряд ландшафтных характеристик территории.

Одним из наиболее часто используемых в практических целях является дробное лесорастительное районирование Нечерноземного центра, проведенное Курнаевым С.Ф. (1968), который выделял на территории области две подзоны (южной тайги и смешанных лесов), при этом подзона смешанных лесов разделялась им на две полосы (северную и южную). По физико-географическому районированию Русской равнины Гвоздецкого Н.А. (1964) Ивановская область также расположена в подзонах южной тайги и смешанных лесов, в пределах которых выделены три провинции (Ветлужско-Унжинская, Верхневолжская и Смоленско-Московская), причем Верхневолжская провинция разделена на две подпровинции (южно-таежную

и смешанных лесов). Мильков Ф.Н. при выделении физико-географических зон и провинций Русской равнины разделил территорию Ивановской области на зону тайги (провинция тайги Низменного Заволжья) и зону смешанных лесов (Среднерусская провинция смешанных лесов и провинция смешанных лесов Мещеры).

В 1986 году Центральным государственным проектным институтом по землеустройству была выпущена последняя на сегодняшний день карта природно-сельскохозяйственного районирования Ивановской области (масштаб 1:1 000 000). Авторами определено, что территория располагается в западной подпровинции среднерусской провинции южнотаежно-лесной зоны, ими выделены 2 округа, 7 районов и 7 подрайонов.

Впервые вопросы ландшафтной топологии собственно Ивановской области были рассмотрены лишь в начале XXI века в работе Новичкова Д.В. «Ландшафтно-географический подход к формированию экологического каркаса Ивановской области» (2004). На основе методики Прокаева В.И. (1967) им выделены две подзоны (южной тайги и смешанных лесов), подзона смешанных лесов разделена на две полосы (северную и южную), а в пределах подзон и полос обозначены 8 физико-географических районов.

В 2006 году была выпущена монография Лебедева Г.А. «Анализ природно-ландшафтной дифференциации локальной территории для целей оптимизации землепользования», в которой рассматривались вопросы ландшафтного районирования Шуйского муниципального района и сопредельных территорий (выделено 32 ландшафта), а также предлагались рекомендации по проведению землеустройства на базе ландшафтно-географического подхода.

Почвообразующие факторы Ивановской области. Климат в Ивановской области умеренно-континентальный, процессы почвообразования в основном дерновые, подзолистые и болотные.

Подзолистый процесс наиболее полно протекает под лесной

растительностью на бедных карбонатами материнских породах. Подзолистый горизонт белесой окраски, практически бесплодный. Он лишён элементов питания растений, является кислым, бесструктурным и распыленным. Вымытые вещества задерживаются в нижнем горизонте.

Дерновый процесс связан с произрастанием травянистой растительности. Верхний гумусовый горизонт имеет тёмную окраску, высокое плодородие. Примером может служить небольшой островок почв Владимирского ополья (Гаврилово-Посадский район).

На остальной территории Ивановской области почвы дерново-подзолистые в связи со сменой на одном и том же участке древесной и травянистой растительности.

Болотный процесс почвообразования развивается в условиях избыточного увлажнения поверхностными или грунтовыми водами. Он сопровождается накоплением с поверхности неразложившихся оторфованных органических веществ и проявлением процессов оглеения в нижних минеральных горизонтах.

Если избыточное увлажнение временное, то почва долгое время сохраняет черты дерновой или дерново-подзолистой почвы.

Почвообразующие породы Ивановской области представлены ледниковыми отложениями четвертичного периода. Наиболее распространённой ледниковой породой является валунный суглинок, залегающий на глубине 0,5-15 м и более. В нём наряду с валунами и песком содержится много пылеватых и иловых частиц. Эта несортированность является причиной высокой плотности и плохой водопроницаемости. Валунные суглинки бедны растворимыми солями, такими, как углекислый кальций. Однако, в некоторых местах (в Ивановском, Шуйском, Вичугском, Гаврилово-Посадском, Ильинском, Комсомольском районах) встречаются карбонатные суглинки, содержащиеся в глубоких слоях известковые валунчики.

Часто валунные суглинки перекрыты с поверхностным слоем

верхневалунных песков. Они встречаются в Ильинском, южной части Ивановского, северной части Гаврилово-Посадского, Савинском районах. В Южском районе эти пески перемыты с поверхностными водами и представляют отсортированную песчаную породу.

К ледниковым отложениям относятся и покровные суглинки — результат деятельности ледниковых вод. Состоят они из пылеватых и глинистых частиц. Относительно однородный механический состав и способность распадаться на ореховатые и призматические комочки обуславливает хорошую водопроницаемость и влагоёмкость; в глубоких горизонтах иногда содержится известь. Покровные суглинки встречаются в Заволжском, Кинешемском, Фурмановском, Вичугском районах; тонким слоем покрывают моренные отложения в северной части Ивановского, Шуйского, Родниковского районов. Пятнами в виде маломощных отложений встречаются в Палехском и Лухском районах.

Разновидностью покровных отложений являются лёссовидные суглинки с преобладанием пылеватых частиц. Они пористы, иногда карбонатны. Карбонатные лёссовидные суглинки распространены и в Гаврилово-Посадском районе, лёссовидные мелкопесчанистые — в Юрьевоцком, Пучежском районах [79].

Земельный фонд Ивановской области на 1 января 2021 года составляет 2143,7 тыс. га и распределен по следующим категориям земель:

1. Земли сельскохозяйственного назначения.
2. Земли населенных пунктов.
3. Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения.
4. Земли особо охраняемых территорий и объектов.
5. Земли лесного фонда.
6. Земли водного фонда.

7. Земли запаса.

Наибольшие площади составляют категории «Земли лесного фонда» - 1012,9 тыс.га (47,2%), «Земли сельскохозяйственного назначения» - 867,5 тыс.га (40,4%), «Земли населенных пунктов» - 112,1 тыс.га (5,2 %), «Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения» - 84,4 тыс.га (4,0%), «Земли водного фонда» - 44,4 тыс.га (2,1%), «Земли особо охраняемых территорий и объектов» - 1,3 тыс.га (0,1 %), «Земли запаса» - 21,1 тыс.га (1,0 %).

Ивановская область входит в южную часть почвенной подзолистой зоны; для ее территории характерны дерновый, подзолистый и болотный почвообразовательные процессы. Преобладают дерново-подзолистые почвы. Материнскими породами являются четвертичные отложения. Представлены они валунными глинами и суглинками, безвалунными (сортированными) покровными суглинками, в некоторых местах лёссовидными, валунными и безвалунными супесями и песками и в поймах рек древним и современным аллювием. В зависимости от материнской породы в области по механическому составу различают около десяти основных разновидностей почв — от глинистых до хрящевато-песчаных.

Наблюдается некоторая закономерность в распределении почв. Средне- и сильноподзоленные почвы на тяжелых и средних суглинках преобладают в северо-западных и северных районах области вдоль возвышенной моренной гряды. Южнее моренной гряды с понижением абсолютных отметок почвы становятся более легкими. В центральных районах области преобладают средние и легкие суглинки различной степени оподзоленности. Преобладанием супесчаных и песчаных почв характеризуются южные районы области и низовья бассейнов рек Луха и Тезы, левобережье Клязьмы. Для всех этих почв характерно слабое проявление дернового процесса, малое содержание перегноя и значительная оподзоленность.

Тяжелые суглинки трудны для обработки, бесструктурны, обладают способностью при смачивании быстро заплывать, во влажные сезоны страдают избыточностью увлажнения, а в сухие периоды быстро твердеют и покрываются коркой.

Легкие суглинки, супеси и песчаные почвы быстрее прогреваются, легки для обработки, оподзоленный слой у них меньше, но значительно меньше у них и гумусовый горизонт, особенно у супесчаных и песчаных почв; они сыпучи, содержат большое количество недействительных частиц кварца, плохо удерживают влагу, а потому растения на этих почвах часто страдают от недостатка влаги.

В связи с равнинностью рельефа, слабым дренажем и сравнительно небольшим испарением в области распространены массивы торфяно-болотных почв, а по долинам рек расположены аллювиально-луговые заболоченные почвы. Они имеют мощный перегнойный горизонт и после мелиорации представляют ценные плодородные участки.

Вдоль правобережья Волги, узкой полосой от г. Юрьевца до Пучежа, расположены пылевато-суглинистые подзолистые почвы на лёссовидных суглинках.

Самыми плодородными в области являются почвы крайнего юго-запада в Гаврилово-Посадском районе (северо-восток Владимирского ополья), образовавшиеся на карбонатных лёссовидных суглинках. Нижние части склонов здесь заняты почвами, имеющими темно-серый гумусовый горизонт мощностью до 30 см с хорошо выраженной комковатой структурой. Повышенные части рельефа заняты серыми лесными почвами с ореховатой структурой и вторым гумусовым горизонтом (15 - 18 см).

Состояние почв Ивановской области. В 2020 г. контроль состояния почвы осуществлялся в 54 мониторинговых точках на территории 27 административных образований (в 2019 г. – в 52 точках).

В соответствии с Постановлением Главного государственного

санитарного врача по Ивановской области от 25.12.2019 г. №16 «Об утверждении программы мониторинговых наблюдений за факторами среды обитания на территории Ивановской области в 2020 году», осуществлялся контроль за химическим загрязнением почвы по следующим веществам и химическим соединениям: аммонийный азот, нитратный азот, свинец, медь, цинк, кадмий, никель, мышьяк, ртуть, нефтепродукты.

В целом по Ивановской области 57,4 % проб почвы отобрано на территориях школ и детских дошкольных учреждений; на селитебной территории населенных мест 22,2 %; на территориях лечебных учреждений 9,3 %, в зонах рекреаций 7,4 %, на сельскохозяйственных землях - 3,7%.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проведена по суммарному показателю загрязнения почвы (Z_c) тяжелыми металлами. Результаты анализа свидетельствуют, что в 2020 г. категория загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c на всех административных территориях – допустимая.

В 2021 году начинаются работы по ликвидации 4-х объектов размещения химических отходов, расположенных на территории г. Заволжска Ивановской области, а именно: 1) шламонакопитель с оксидами и гидроксидами железа и емкость со смоляными отходами; 2) навал химических отходов в виде дамбы; 3) котлован с сульфатом натрия и отходами ТБО; 4) 3 емкости-хранилища смоляных отходов оргсинтеза объемом 1000 куб. м. каждая, в рамках регионального проекта «Оздоровление Волги», утвержденного Протоколом заседания совета при Губернаторе Ивановской области по приоритетным проектам и стратегическому развитию Ивановской области от 10.12.2018 г. № 1, которые продлятся до 2024 года.

По данным Департамента природных ресурсов и экологии Ивановской области на территории региона в настоящее время находятся следующие объекты накопленного экологического вреда окружающей среде:

1. Несанкционированная свалка ТБО площадью 4,87 га на земельном

участке с кадастровым номером 37:10:010508:2 возле д. Стеблево Лухского района;

2. Земельный участок с кадастровым кварталом 37:28:010201, использованный под захоронение ТБО, расположенный в границах городского округа Шуя в районе улицы Северный тракт;

3. Рекультивация территории бывшего Горкинского химического завода по производству цинковых белил в д. Юдинка Родниковского района Ивановской области;

4. Закрытая санкционированная свалка ТБО г. Юрьевец Юрьевецкий район;

5. Котлован, заполненный сульфатом натрия и отходами ТБО на пересечении ул. Овражная, ул. Западной и ул. 8 Марта в жилой зоне г. Заволжск Заволжский район;

6. Навалы химических отходов оргсинтеза в овраге в виде дамбы высотой 6 метров на ул. Береговая г. Заволжск Заволжский район;

7. Мазутный котлован, расположенный на землях населенных пунктов с кадастровым номером квартала 37:04:040702, Ивановская область, Заволжский район, г. Заволжск;

8. Три емкости хранилища химических смоляных отходов оргсинтеза в районе ул. Заводская г. Заволжск Заволжский район;

9. Шламонакопитель с оксидами и гидроксидами железа и емкость со смоляными отходами в районе ул. Заводская г. Заволжск Заволжский район;

10. Подземное мазутохранилище, расположенное на землях населенных пунктов с кадастровым номером квартала 37:04:040702, Ивановская область, Заволжский район, г. Заволжск;

11. Городская свалка ТБО, расположенная юго-восточнее с. Закомелье Гаврилово – Посадского муниципального района;

12. Навозонакопители (чеки – отстойники, пруды накопители бывшего ОАО «Совхоз «Петровский») Гаврилово - Посадский район;

13. Бардяные пруды п. Петровский Гаврилово-Посадского района

Ивановской области;

14. Городская свалка ТБО, расположенная в 0,8 км западнее д. Лихуниха Пучежского района;

15. Несанкционированная свалка ТБО, расположенная в 1,2 км на юго-востоке от п. Пестяки Пестяковского района;

16. Свалка ТБО, расположенная в районе с. Октябрьский Комсомольского района;

17. Свалка ТБО г. Наволоки Кинешемского района;

18. Несанкционированная свалка ТБО на территории Батмановского сельского поселения Кинешемского района;

19. Несанкционированная свалка ТБО, расположенная 0,4 км севернее в п. Верхний Ландех Верхнеландеховский район;

20. Несанкционированная свалка отходов, расположенная за домами 122 и 126 по улице Минской города Иваново;

21. Закрытая санкционированная свалка ТБО на территории Ильинского района;

22. Закрытая свалка ТБО в районе г. Южа Южского район;

23. Закрытая свалка ТБО в районе с. Талицы Южского района;

24. Земельный участок с химическим загрязнением от анилинового производства в районе ул. Наволокская в г. Кинешма;

25. Пруд – накопитель жидких химических отходов бывшего ОАО «ДХЗ» г. Кинешма;

26. Земельный участок, на котором расположена несанкционированная свалка, в 550 м юго-западнее д. Стрелка Вичугского муниципального района.

Санитарно-эпидемиологическая безопасность почвы населенных мест. В 2020 г. контроль состояния почвы осуществлялся в 54 мониторинговых точках на территории 27 административных образований (в 2019 г. – в 52 точках) В соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача по Ивановской области от 25.12.2019 г.

№16 «Об утверждении программы мониторинговых наблюдений за факторами среды обитания на территории Ивановской области в 2020 году», осуществлялся контроль за химическим загрязнением почвы по следующим веществам и химическим соединениям: аммонийный азот, нитратный азот, свинец, медь, цинк, кадмий, никель, мышьяк, ртуть, нефтепродукты.

В целом по Ивановской области 57,4 % проб почвы отобрано на территориях школ и детских дошкольных учреждений; на селитебной территории населенных мест 22,2 %; на территориях лечебных учреждений 9,3 %, в зонах рекреаций 7,4 %, на сельскохозяйственных землях - 3,7%. Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проведена по суммарному показателю загрязнения почвы (Z_c) тяжелыми металлами. Результаты анализа свидетельствуют, что в 2020 г. категория загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c на всех административных территориях – допустимая [50].

2.3 Экологическая ситуация в Ивановской области

С момента заселения области людьми несколько тысяч лет назад до настоящего времени постоянно совершенствовались способы добычи человеком пропитания. Произошёл переход от охоты и рыболовства к земледелию и ремеслу, постоянно росла численность населения. Наиболее угрожающие масштабы воздействия человека на природу возникли в XX веке, когда мы стали очень интенсивно потреблять практически все доступные нам природные ресурсы, не задумываясь о последствиях. Опустошение земных недр и неконтролируемый выброс отходов предприятий в окружающую среду стали основой для становления современного экологического кризиса.

Биосферу Верхневолжского региона (ВВР) в значительной степени загрязняет Московская область, где в РФ самый мощный промышленный

потенциал, который создаёт неблагоприятную экологическую обстановку на несколько сотен километров вокруг Москвы. Московский регион ежегодно даёт до 4 млн. тонн бытовых и промышленных отходов [57].

Для ВВР большую часть загрязнения дают такие предприятия: «Северосталь», ГРЭС, «Аммофос» (г. Череповец), заводы - «Нефтеоргсинтез», нефтеперерабатывающий имени Менделеева, «Автодизель», сажевый, лакокрасок, шинный, синтетического каучука (г. Ярославль), моторный (г. Тутаев), кабельный и моторный (г. Рыбинск), оптико-механический (г. Ростов Ярославской области). В Ивановской области: автоагрегатный завод (г. Кинешма), льнокомбинат (г. Приволжск), машиностроительный завод (г. Вичуга), ГРЭС (г. Комсомольск), АО «Навтэк» (г. Наволоки), «Шуйские ситцы» и машиностроительный завод (г. Шуя), Фурмановская фабрика №2, Родники - «Текстиль», текстильные и машиностроительные предприятия Иванова и, конечно, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, которые из трёх труб дают большое количество дыма, тепла и много ядовитых веществ.

Центром госсанэпиднадзора Ивановской области ведётся многолетняя работа эколого-гигиенического мониторинга на территории подземного ядерного взрыва (1971 г.) под деревней Галкино в Кинешемском районе Ивановской области. Взрыв осуществлён «в целях изучения глубинного строения земной коры». Кодовое название взрыва - «Глобус-1» (ГБ-1). Радиоактивный объект ГБ-1 по-прежнему является опасным в эколого-гигиеническом плане. Для рекультивации участка по оценкам специалистов требуется 30-40 млн. рублей [22].

Самыми опасными промышленными отходами (1 класс) являются отходы гальванопроизводства и ртутьсодержащие отходы. Область имеет предприятие ОАО «Лотос» на ТЭЦ-3, где осуществляется утилизация ртутьсодержащих ламп, которые отслужили свой срок. А в ОАО «Ивановооргтехнике» занимаются сбором, накоплением и отправлением таких ламп в г. Чебоксары, где на МПК «Меркурий» утилизируется ртуть.

Однако, большая часть ламп, содержащих ртуть, выбрасывается из квартир, домов, школ и предприятий, так как не везде есть учёт приобретения и сдачи использованных ламп по актам.

В г. Иванове золоотвалы ТЭЦ-2 содержат более 800 тыс. тонн и ТЭЦ-3 — более 620 тыс. тонн золы. В летнее сухое время золоотвалы дают огромное количество пыли, в которой содержится большое количество поллютантов, в том числе тяжёлых металлов.

Большим экологическим бедствием является рост стихийных свалок. Например, в г. Иванове в 2000 году существовало около 100 таких свалок, занявших около 100 гектаров земли, сейчас их явно больше. Особенно опасны медицинские отходы — одноразовые шприцы, перевязочные материалы, упаковки медикаментов, рентгеновские плёнки, выброшенные населением медикаменты и многочисленная тара из стекла и полимерных материалов. Отсутствует централизованный сбор шин, отработанного масла, электролита, отходов карбида кальция, полиэтиленовой плёнки. Лишь несколько лет назад в городе появились фирмы, которые принимают отслужившие элементы питания для дальнейшей утилизации по ГОСТу. К сожалению, устный опрос показал, что знают о них немногие.

Особую опасность может представлять городская свалка на северо-западе от Заволжска, где могут находиться токсичные отходы, свозимые с ближайших регионов страны. По состоянию на 16 июля 2010 года в глубинные горизонты земли на основании договоров были размещены: - 3 990 тонн шлама нефтеотделительных установок ООО «ГеолПромТек» (г. Москва); 250 тонн отработанной серной кислоты НПП «Трикевтр» (г. Пермь); 2,768 тонн жидких химических отходов производства красителей, 9,5 тонн отработанной серной кислоты, 20 тонн галогенсодержащих растворителей (метиленхлорид), 9 тонн отходов комбинированного состава, применяемых как добавки при производстве продуктов питания, 33 тонны отходов с остатками этиленгликоля ООО «Экотекс» (г. Наро-Фоминск); 20 тонн отработанной аккумуляторной кислоты ООО ПП «Мета-5» (г. Щелково);

6,3 тонн отработанной аккумуляторной серной кислоты, 2,6 тонн остатков этиленгликоля, 13,6 тонн отработанной серной кислоты, 3 тонны эмульсии и эмульсионных смесей для шлифовки металла ООО «Евроком» (г. Дзержинск); 9,7 тонн аммиачной воды ООО «УралТрансЭко» (г. Наро-Фоминск). В период с 27 мая по 11 октября 2011 года «Стройхимматериалы» получили отходы производства Новочебоксарского химзавода II класса опасности – 1961 тонну четыреххлористого углерода и около 1075 тонн отработанной серной кислоты – и закачали их в скважину [91]. В настоящее время начаты работы по ликвидации последствий переполнения шламонакопителя.

На многих свалках отходы просто сжигаются, при этом в атмосферу выделяется колоссальное количество вредных соединений.

Наблюдаются экологические правонарушения, связанные с загрязнением природы. Например, в природных лесах в 2017 году автором обнаружены пять случаев свалок люминесцентных ламп от 400 до 1400 штук.

В г. Иваново работают несколько текстильных предприятий, комбинат искусственной подошвы, металлургический завод, а транспортная нагрузка за последнее десятилетие значительно выросла.

Таким образом, вся территория области находится в нестабильном экологическом состоянии. Это требует поиска методов улучшения экологической ситуации и активных действий со стороны, как руководителей всех уровней, так и простых граждан, каждый из которых может в меру своих сил и возможностей способствовать улучшению экологической обстановки.

В 2011 году кафедрой промышленной экологии ИГХТУ было начато изучение почвенного покрова Ивановской области на предмет выявления содержания тяжёлых металлов. Были заложены 45 точек пробоотбора со средним расстоянием между ними 20 км со следующими параметрами: максимальное покрытие исследуемой территории при минимальном количестве точек, удалённость от потенциальных источников загрязнения (предприятия, автостреды и т.д.), приближительная однородность субстрата и

близость к опорным населённым пунктам. Эти условия позволяют максимально объективно и эффективно выполнить исследование.

Образцы почвы отбирались методом «конверта», по одному с каждой точки. После высушивания до воздушно-сухого состояния в почве определялось содержание валовых и подвижных форм металлов методом атомной абсорбции на спектрофотометре «Сатурн-2».

По данным измерений были построены векторные карты пространственного распределения некоторых элементов и произведён факторный анализ [30].

В 2013 году теми же авторами для территории г. Иванова впервые была применена методика бриомониторинга. Оценивалось содержание некоторых тяжёлых металлов во мхах и почвах города. Для городской территории, поделённой на 10 участков равной площади, установлено, что концентрации указанных металлов (Cu, Cd, Cr, Mn, Fe, Pb, Zn, как валовые, так и подвижные формы) составляют в среднем 0,50 — 0,96 ПДКп (предельно допустимой концентрации химических веществ в почве), хотя в отдельных точках наблюдалось превышение соответствующих санитарно-гигиенических нормативов для свинца, меди и цинка. Проведена оценка уровня химического загрязнения почв города по коэффициенту концентрации химического вещества и суммарному показателю загрязнения. Для большинства исследуемых участков экологическая ситуация является удовлетворительной, им соответствует допустимая категория загрязнения [31].

Проводимые в 2007 году исследования почв города показали, что содержание свинца в них не превышает ПДК и характеризует общий уровень содержания тяжёлых металлов как допустимый [135].

В 2009 году количество свинца в почве г. Иваново оценивалось как превышающее ПДК [106].

Нами в 2011-2012 г.г. проводилось исследование с целью выявления содержания поверхностных и фоновых форм свинца в почве. Образцы почвы отбирались методом «конверта», по одному с каждой точки. После

высушивания до воздушно-сухого состояния в почве определялось содержание поверхностных и фоновых форм металлов методом атомной абсорбции на спектрофотометрах «Спектр-5-3» и «Сатурн-2». Было выяснено, что в почве города Иваново содержится большое количество свинца. В некоторых районах этот показатель в несколько раз превышает предельно допустимую концентрацию. Наиболее вероятные источники – отходы и побочные продукты предприятий, находящихся в районе исследования, а также свалки близ города. Прямой зависимости между автомобильным транспортом и количеством свинца в почве не выявлено. Наибольшее количество свинца обнаружено в почве близ завода им. Королёва (60 мг/кг), а также, близ ул. Колотилова (50 и 60 мг/кг) и на побережье реки около ОАО «Ивхимпром» (120 мг/кг – поверхностное содержание, 60 мг/кг – фоновое содержание) [107]. Свинец мог накапливаться в почве и в предыдущие годы, о чём свидетельствуют высокие значения содержания этого металла в фоновых образцах.

Экологическое состояние территории и источники загрязнения.

Первые экологические исследования на территории Ивановской области были проведены в конце 70-начале 80-х годов XX века в связи с изучением и паспортизацией памятников природы и других объектов системы особо охраняемых природных территорий. Полученные результаты были опубликованы в материалах конференций и монографиях.

Впервые эколого-геохимические исследования были проведены в 80-х годах в связи с подготовкой генеральных планов городов Иваново, Кинешма, Шуя, Фурманов и других. Впоследствии результаты исследований уточнялись, а также постоянно расширялась зона их охвата. В конечном итоге была составлена эколого-геохимическая карта муниципальных районов Ивановской области в масштабе 1:20 000.

В 1996 году впервые была опубликована экологическая карта Ивановской области, составленная на основе статистических данных о плотности

населения, доле городского населения, развитию дорожно-транспортной сети, промышленном загрязнении, вырубленности лесов и других показателях.

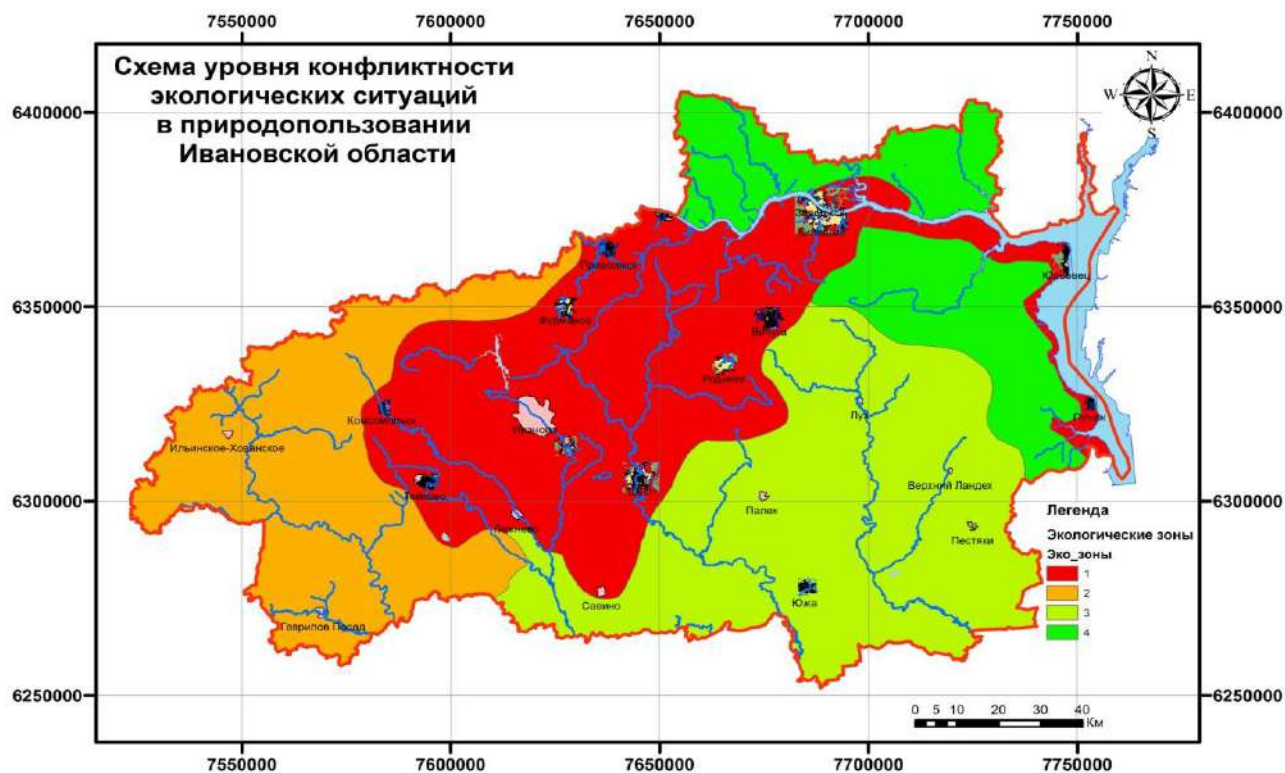


Рис. 3. Схема уровня конфликтности экологических ситуаций в природопользовании Ивановской области (составлена автором)

1. Центральная зона (от п. Писцово до п. Савино) – промышленная с сельским хозяйством пригородного типа, для которой характерны следующие показатели: доля городского населения – 93%; плотность населения – 152 чел. на 1 кв. км; развитая дорожно-транспортная сеть; повышенное загрязнение воздуха, природных вод, почв, городских территорий; сильная вырубленность лесов; множество рекреационных зон.

2. Западная зона (от границы с Ярославской областью до п. Писцово) – сельскохозяйственная, она характеризуется следующими показателями: доля городского населения – 40%; плотность населения – 15,2 чел. на 1 кв. км; редкая дорожно-транспортная сеть; загрязнение и обмеление малых и средних рек; вырубленность лесов; эродированность почвы; выработанные торфяники; повышенное загрязнение воздуха в городах, рабочих поселках и

вдоль транспортных магистралей.

3. Юго-восточная зона (от п. Савино до границы с Владимирской областью) – лесопромышленная и сельскохозяйственная, которая характеризуется следующими показателями: доля городского населения – 49%; плотность населения – 15 чел. на 1 кв. км; редкая дорожно-транспортная сеть; загрязнение и обмеление малых и средних рек; сильная вырубленность лесов; очаги карста; загрязнение воздуха в городах, рабочих поселках и вдоль транспортных магистралей.

4. Северо-восточная (от Заволжского района до границы с Костромской областью и вдоль Волги) – лесопромышленная и сельскохозяйственная, которая характеризуется следующими показателями: доля городского населения – 52%; плотность населения – 12 чел. на 1 кв. км; редкая дорожно-транспортная сеть; загрязнение и обмеление малых и средних рек; сильная вырубленность лесов; загрязнение воздуха в городах, рабочих поселках и вдоль транспортных магистралей.

В результате анализа общего загрязнения почвенного покрова области по данным, полученным в результате изучения загрязнения снегового покрова за 2012-2021 гг., было определено, что на территории выделяется несколько ареалов с различной степенью затемненности снегового покрова на конец зимнего периода. Указанные ареалы являются индикаторами, характеризующими источники, поставляющие загрязняющие вещества в природные среды. Анализ пространственного распределения концентрических ареалов вокруг главных промышленных городов области – Иванова, Кинешмы, Шуи, Родников и вдоль автомобильных дорог, связующих эти города, позволяет определить места наиболее негативного влияния антропогенных выбросов в атмосферу на экологическое состояние территории.

Экологическая оценка территории ландшафтов Ивановской области. Игнорирование экологических факторов при организации

хозяйственной деятельности уже привело ко многим негативным моментам на территории Ивановской области (деградируют пригородные леса, загрязнены акватория реки и озёр, сокращается биоразнообразие и т.д.). Это делает необходимым проведение комплексного анализа экологических условий территории региона и определение предельно допустимых хозяйственных нагрузок на озёрно-болотные ландшафты. Для проведения комплексного анализа экологических условий необходимо проведение аналитических исследований по общепринятым методикам. В этом отношении наибольшие возможности предоставляет методика экодиагностики (экологической оценки) территории, разработанная Б.И. Кочуровым [33]. На основе экологической оценки территории возможно проведение комплексной характеристики экологического состояния ландшафтов и оценка возможностей развития хозяйственной деятельности.

При экологической оценке природно-ландшафтная дифференциация территории рассматривается как пространственная реальность, обладающая определенными пространственными особенностями, проявляющимися в экологически значимых свойствах ландшафтов, а также тех параметрах, которые представляют особую ценность. Методологической основой природно-ландшафтной дифференциации является разработанная Б.И. Кочуровым таблица-матрица, приведенная в таблице 1.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что наиболее ценными для организации хозяйственной деятельности являются ландшафты долины реки Волга и малых рек области и моренные ландшафты московского возраста.

Таким образом, в ходе природно-ландшафтной дифференциации территории Ивановской области выявлены свойства основных ландшафтов, характеризующихся значительным уровнем изменения и свидетельствующих о возникших общерегиональных (прослеживающихся во всех выявленных типах ландшафтов) и индивидуальных (характерных только для данного ландшафта) экологических проблемах.

Природно-ландшафтная дифференциация территории
Ивановской области

Ландшафты	Экологически значимые природные факторы	
	Наиболее ценные характеристики ландшафтов	Неблагоприятные природные факторы
1. Пологоволнистая, участками плоская моренная равнина, слабо расчлененная речной и овражно-балочной сетью с комплексом дерново-подзолистых, дерново-подзолистых глееватых и дерново-глеевых супесчаных, средне и легкосуглинистых почв, подстилаемых тяжелыми суглинками и глинами валунными и галечниковыми под еловыми травяно-кустарничковыми, березовыми лесами и сельскохозяйственными землями на месте еловых травяно-кустарничковых лесов.	<p>Естественная биопродуктивность средняя – 0,4-0,6 т/га в год.</p> <p>Ценные породы леса с невысоким приростом древесины (ель – 2 м³ в год, береза – 1,4 м³ в год).</p> <p>Ценные дикорастущие и лекарственные растения.</p> <p>Хозяйственно-ценные болота.</p> <p>Редкие промысловые виды фауны.</p> <p>Месторождения гравия.</p> <p>Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>До 40 % смытых почв.</p> <p>Содержание гумуса 1,5-1,7 %.</p> <p>Подзолистый горизонт 11см.</p> <p>Оврагообразование.</p> <p>Сильная вырубленность лесов.</p> <p>Повышенная пожароопасность лесов.</p>
2. Пологоволнистая, участками слабохолмистая моренная равнина, расчлененная довольно густой речной сетью с комплексом дерново-подзолистых, дерново-подзолистых слабogleеватых и дерново-подзолистых глеевых	<p>Естественная биопродуктивность средняя – 0,4-0,6 т/га в год.</p> <p>Ценные породы леса с невысоким приростом древесины (ель – 2 м³ в год, береза – 1,4 м³ в год).</p> <p>Ценные дикорастущие и лекарственные растения.</p>	<p>Более 40 % смытых почв.</p> <p>Содержание гумуса 1,5-1,7 %.</p> <p>Подзолистый горизонт 12 см.</p> <p>Оврагообразование.</p> <p>Сильная вырубленность лесов.</p> <p>Повышенная</p>

<p>глинистых, тяжелосуглинистых и средне и легкосуглинистых почв, подстилаемых тяжелыми суглинками и глинами валунными и галечниковыми под березовыми, осиновыми лесами на месте еловых сложных, сосновыми лесами и сельскохозяйственными землями.</p>	<p>Хозяйственно-ценные болота. Редкие промысловые виды фауны. - Месторождения гравия. - Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>пожароопасность лесов. Повышенная активность эрозионных процессов.</p>
<p>3. Плоская, участками пологоволнистая водноледниковая равнина, слабо расчлененная речной сетью с комплексом дерново-подзолистых, дерново-подзолистых глеевых, дерново-подзолисто глеевых и дерново-глеевых супесчаных и песчаных почв, подстилаемых суглинками и глинами валунными и галечниковыми под сосновыми лесами, березовыми, осиновыми лесами на месте еловых сложных и еловых травяно-кустарничковых и сельскохозяйственными землями.</p>	<p>Бонитет почв средний (0,6-0,7 по областной шкале). Леса из ценных пород с низкой продуктивностью (ель – 2 м³ в год, береза – 1,4 м³ в год). Месторождения торфа, гравия, кирпичных и черепичных глин, известняков и доломитов. Зона распространения редких растений. Местообитания ценной дикой фауны. Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>Повышенная пожароопасность лесов. Сильная вырубленность лесов. Оврагообразование. Денудация почв. Обмеление малых и средних рек. Карстовые и эрозионные процессы.</p>
<p>4. Плоская, участками пологоволнистая водноледниковая равнина, расчлененная речной сетью с</p>	<p>Бонитет почв средний (0,6-0,7 по областной шкале). Леса из ценных пород с низкой продуктивностью (ель</p>	<p>Повышенная пожароопасность лесов. Сильная вырубленность лесов.</p>

<p>комплексом дерново-подзолистых, дерново-подзолисто глееватых и дерново-подзолисто глеевых средне и легкосуглинистых почв, подстилаемых тяжелыми суглинками и глинами валунными и галечниковыми под сосновыми лесами, березовыми, осиновыми лесами на месте еловых сложных и сельскохозяйственными землями.</p>	<p>– 2 м³ в год, береза – 1,4 м³ в год). Месторождения торфа, гравия, кирпичных и черепичных глин, известняков и доломитов. Зона распространения редких растений. Местообитания ценной дикой фауны. Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>Оврагообразование. Денудация почв. Обмеление малых и средних рек. Карстовые и эрозионные процессы.</p>
<p>5. Пологоволнистая водноледниковая равнина, расчлененная речной и овражно-балочной сетью с комплексом дерново-подзолистых, дерново-подзолистых смытых, дерново-подзолистых глееватых и дерново-подзолистых глеевых песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв, подстилаемых суглинками и глинами валунными и галечниковыми под сосновыми лесами и березовыми лесами на месте еловых травяно-кустарничковых и сельскохозяйственными</p>	<p>Бонитет почв средний (0,6-0,7 по областной шкале). Леса из ценных пород с низкой продуктивностью (ель – 2 м³ в год, береза – 1,4 м³ в год). Месторождения торфа, гравия, кирпичных и черепичных глин, известняков и доломитов. Зона распространения редких растений. Местообитания ценной дикой фауны. Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>Повышенная пожароопасность лесов. Сильная вырубленность лесов. Оврагообразование. Денудация почв. Обмеление малых и средних рек. Карстовые и эрозионные процессы.</p>

землями.		
6. Верхнечетвертичная аккумулятивная озёрно-ледниковая терраса с комплексом дерново-подзолистых и дерново-подзолисто-глееватых супесчаных и песчаных почв под сосновыми лесами, пойменными лугами, кустарниками и сельскохозяйственными землями.	Бонитет почв средний (0,6-0,7 по областной шкале). Леса из ценных пород с низкой продуктивностью (ель – 2 м ³ в год, береза – 1,4 м ³ в год). Месторождения торфа, гравия, кирпичных и черепичных глин, известняков и доломитов. Зона распространения редких растений. Местообитания ценной дикой фауны. Рекреационные ресурсы регионального уровня.	Повышенная пожароопасность лесов. Сильная вырубленность лесов. Карстовые и эрозионные процессы.
Интразональные ландшафты		
7. Верхнечетвертичная аллювиальная цокольная 2 надпойменная терраса с дерново-подзолистыми песчаными почвами под сосновыми лесами, пойменными лугами, кустарниками и сельскохозяйственными землями.	Высокий бонитет почв (0,8 по областной шкале). Наивысшая по региону естественная биопродуктивность. Места гнездования редких птиц. Охотничьи угодья. Рекреационные ресурсы государственного и регионального уровня.	Эрозионные и оползневые процессы. Заболачивание.
8. Верхнечетвертичная аллювиальная 1 надпойменная терраса с комплексом дерново-подзолистых, дерново-	Высокий бонитет почв (0,8 по областной шкале). Наивысшая по региону естественная биопродуктивность.	Эрозионные и оползневые процессы. Заболачивание.

<p>подзолистых глеевых и аллювиальных дерновых песчаных и легкосуглинистых почв под сосновыми лесами, пойменными лугами, кустарниками и сельскохозяйственными землями.</p>	<p>Места гнездования редких птиц. Охотничьи угодья. Рекреационные ресурсы государственного и регионального уровня.</p>	
<p>9. Современная аллювиальная пойменная терраса с аллювиальными луговыми суглинистыми и супесчаными почвами под пойменными лугами, кустарниками, сосновыми лесами и сельскохозяйственными землями.</p>	<p>Высокий бонитет почв (0,9 по областной шкале). Наивысшая по региону естественная биопродуктивность. Источник питьевой воды. Нерестилища и места нагула различных видов рыб. Места гнездования редких птиц. Охотничьи угодья. Месторождения торфа, кирпичных и черепичных глин, известняков. Рекреационные ресурсы регионального уровня.</p>	<p>Эрозионные и оползневые процессы. Частичное обмеление рек. Заболачивание прирусловых территорий.</p>

Каждому виду использования земель соответствует определенная степень антропогенного воздействия на территорию. В порядке возрастания нагрузок на природные ландшафты в Ивановской области выделяются следующие группы видов использования земель:

1. Неиспользуемые земли (включая леса) или используемые преимущественно в естественном виде (природоохранные, природно-рекреационные и т.д.).

2. Сельскохозяйственные земли со сравнительно малой степенью

преобразования природной среды (сенокосы, пастбища, многолетние насаждения).

3. Сельскохозяйственные земли со значительной степенью преобразования природной среды (пахотные, мелиорированные).

4. Застроенные земли (земли поселений, транспорта, промышленности, нарушенные земли).

Одним из наиболее характерных негативных последствий антропогенных нагрузок является эрозия почв. Процесс эрозии развивается на тех территориях, где величина антропогенной нагрузки превышает потенциал устойчивости ландшафтов. Используя величину эрозии в виде индикатора нагрузки, можно не только получить сравнительную характеристику территориальных единиц, но и определить степень остроты экологической ситуации. В связи с этим проведено ранжирование видов использования земель с учетом объема эродированной почвы и массы твердых частиц, выбрасываемых в воздух на городских и промышленных землях, по системе балльных оценок.

Для исчисления суммарной антропогенной нагрузки использовалась следующая формула:

$$A_n = \sum_{i=1}^n S_i \times B_i ,$$

где S – площадь вида (i -го) использования земель, в %; B – балльная оценка антропогенной нагрузки по i -му виду с учетом корректировки по дополнительным факторам; n – число групп.

Суммарная антропогенная нагрузка по видам используемых земель в Ивановской области имеет следующее распределение:

Для неиспользуемых земель:

$$A_{10} = 8,7 \times 3 = 26,1 (\%);$$

Для сельскохозяйственных земель со сравнительно малой интенсивностью использования:

$$A_{10} = 12 \times 8 = 96 (\%);$$

Для сельскохозяйственных земель с высокой интенсивностью использования:

$$A_{10} = 24 \times 12 = 288 (\%);$$

Для застроенных земель;

$$A_{10} = 9 \times 15 = 135 (\%).$$

Представляет интерес не только суммарная антропогенная нагрузка, но и ее составляющие, то есть оценка антропогенной нагрузки по отдельным видам использования земель. Так как в них проявляются определенные факторы воздействий, то сопоставление антропогенных нагрузок по отдельным видам земель позволяет ранжировать различные факторы нагрузок по величине воздействия на природный ландшафт.

Оценка экологического состояния территории в целом по изменению свойств природной среды (ландшафтов) с учетом последствий для здоровья населения, природно-ресурсного потенциала и генетической целостности ландшафтов проведена Б.И. Кочуровым при работе над составлением комплексного районирования территории России по экологической и социально-экономической ситуации. Для территории Ивановской области она выглядит следующим образом (таблица 2):

- по доле городских земель в общей площади субъекта – уровень остроты катастрофический;
- по уровню урбанизации – катастрофический;
- по объему внутреннего регионального продукта – кризисный;
- по доли сырьевых отраслей – кризисный;
- по доле собственных доходов субъекта – катастрофический;
- по собственным расходам субъекта – кризисный;
- по средним денежным доходам населения – критический;
- по уровню популяционного здоровья – катастрофический.

Оценка степени антропогенного воздействия
на основные ландшафты Ивановской области

Оценка	Ландшафт								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Удовлетворительная									
Напряженная				+	+		+	+	+
Критическая	+		+			+			
Кризисная		+							
Катастрофическая									

Таким образом, по результатам выполненных исследований определено, что в целом по степени напряженности оценка экологического состояния территории Ивановской области очень высокая. Ряд ландшафтов (моренные равнины и слаборасчлененные водноледниковые равнины), обладая высокой степенью антропогенной нагрузки, имеют низкий потенциал устойчивости, что неизбежно приводит к негативным экологическим последствиям и требует принятия неотложных мер по минимизации негативного воздействия и восстановлению естественного состояния природных комплексов.

Определение предельно допустимых антропогенных нагрузок и инженерная оценка ландшафтов выступают в качестве важного блока геоэкологических исследований, так как именно инженерные особенности оказывают определяющее влияние на строительство инфраструктуры, а также на безопасность различных видов хозяйственной деятельности. В технических науках (в первую очередь – в строительстве) применяются разные схемы оценки инженерных условий, однако, как правило, они имеют специальное назначение и слабо применимы к специфике анализа озёрно-болотных ландшафтов. В свою очередь, географами также разработаны методики, позволяющие комплексно оценивать инженерные особенности околосоводных ландшафтов. Наиболее интересной разработкой является

предложенная Е.Ю. Колбовским [48] методика экспресс-оценки различных форм рельефа и связанных с ними ландшафтов. Однако разработана она была для ландшафтов Верхневолжья, что потребовало ее корректировки применительно к условиям Ивановской области. По этой методике инженерные условия оценивались по четырем параметрам, каждый из которых оценивался по трехбалльной системе: несущая способность грунтов; развитие эрозионных процессов; развитие дестабилизирующих процессов; развитие процессов подтопления. Результаты экспресс-оценки инженерных условий ландшафтов Ивановской области приведены в таблице 3.

Таблица 3

Инженерная оценка ландшафтов Ивановской области

Классы ландшафтов	Признаки				
	I	II	III	IV	Σ
Пологоволнистая, участками плоская моренная равнина, слабо расчлененная речной и овражно-балочной сетью	3	3	3	2	11
Пологоволнистая, участками слабохолмистая моренная равнина, расчлененная довольно густой речной сетью, с карстовыми формами рельефа	3	2	2	3	10
Плоская, участками пологоволнистая водноледниковая равнина, слабо расчлененная речной сетью с карстовыми формами рельефа	2	2	2	2	8
Плоская, участками пологоволнистая водноледниковая равнина, расчлененная речной сетью с карстовыми формами рельефа	2	1	1	2	6
Пологоволнистая водноледниковая равнина, расчлененная речной и овражно-балочной сетью, с карстовыми формами рельефа	2	1	1	2	6
Отложения озёрных ледниковых террас	1	1	1	2	5
Плоская и пологоволнистая озёрно-ледниковые равнина различных уровней стояния московского приледникового озера	1	1	2	1	5

Верхнечетвертичная аллювиальная цокольная надпойменная терраса	2	1	1	1	2	5
Верхнечетвертичная аллювиальная 1 надпойменная терраса		1	1	1	2	5
Современная аллювиальная пойменная терраса		1	1	1	0	3
Малые эрозионные формы, как правило, карстовые воронки и переувлажненные ложбины стока поверхностных вод с постоянным или временным водотоком		0	1	1	0	2

По результатам экспресс-оценки инженерных условий можно сделать вывод о том, что наиболее благоприятные условия для развития инфраструктуры предоставляют моренные равнины, на территории которых слабо развиты дестабилизирующие процессы, за ними следуют водноледниковые равнины, отличающиеся заметным заболачиванием территории и активизацией карстовых процессов. Озёрно-ледниковые равнины и речные долины имеют примерно одинаковые значения показателей, из неблагоприятных факторов здесь можно назвать низкую несущую способность грунтов и высокий процент заболоченных земель. Наиболее низкие значения получили малые эрозионные формы (карстовые воронки и т.д.). Инженерные характеристики ландшафтов обусловили их использование в разных видах хозяйственной деятельности.

Инженерная оценка ландшафтов показала, что на территории не развиты опасные природные явления и процессы, которые могли бы быть ограничителем для организации хозяйственной деятельности. Распространенным негативным фактором можно считать только развитое заболачивание обширных территорий и обезлесение.

Важным блоком геоэкологического исследования почв и ландшафтов является расчет эколого-хозяйственного баланса, который, по нашему мнению, является очень важным элементом исследования территории. Именно на основе расчета эколого-хозяйственного баланса возможна оценка степени противоречий природопользования в границах ландшафтов, совершенствование структуры землепользования, создание новых структур

природопользования в соответствии со структурными элементами ландшафта, ориентация на постоянное расширение жизнеобеспечивающих функций.

Эколого-хозяйственный баланс ландшафтов рассчитывается по следующей формуле:

$$ЭХБ_{рекр.} = \frac{Sk_{k=5}}{Sk_{k=1,2,3}},$$

где S – площадь, K – комфортность территории ($K = 1$ есть показатель наивысшей комфортности ландшафтов, $K = 5$ – показатель наихудшей комфортности).

Соответственно, значения $ЭХБ_{рекр.}$, равные 1 и менее, говорят о высоком потенциале ландшафта и перспективности природопользования на его территории.

В имеющейся литературе нам не удалось найти разработанных критериев определения территорий с наименьшей комфортностью. Поэтому мы самостоятельно разработали следующие критерии, применимые для территории Ивановской и Костромской областей:

- развитие процессов обезлесения;
- площадь заболоченных и избыточно увлажненных земель;
- площадь полигонов ТБО;
- площадь сельскохозяйственных угодий;
- площадь промышленной застройки и бедлендов;
- площадь военных объектов;
- площадь объектов специального или стратегического назначения;
- площадь транспортных магистралей;
- площадь кризисных ландшафтов.

Результаты расчета эколого-хозяйственного баланса ландшафтов Ивановской области показывают, что наиболее благоприятна для хозяйственной деятельности поверхность второй надпойменной террасы, сложенной легкими грунтами, покрытой сосновыми или березовыми лесами

и отличающейся низким процентом заболоченности. Остальные участки речных долин либо обезлесены, либо заболочены. Озёрно-ледниковые равнины имеют низкий показатель ЭХБ из-за высокой заболоченности и слабо расчлененного рельефа. Расчлененные речными долинами водноледниковые равнины являются намного более привлекательными для застройки, чем нерасчлененные, занимающие самое последнее место по показателю ЭХБ (0,41). То же относится и к моренным равнинам: если расчлененные речной и овражно-балочной сетью моренные равнины имеют показатель 0,22, то нерасчлененные и, соответственно, повышено увлажненные – 0,34. Таким образом, в условиях Ивановской области именно заболачивание и обезлесение территории оказывают решающее воздействие на привлекательность территории для хозяйственного освоения, именно они могут быть названы главными неблагоприятными природными факторами деградации ландшафтов региона.

2.4 Природные условия Костромской области

Костромская область - субъект Российской Федерации, входящий в Центральный федеральный округ (далее - ЦФО). Площадь территории области составляет 60,2 тыс. кв. км, при этом 37,1 тыс. кв. км (61,7%) совокупной площади приходится на земли лесного фонда, 19,7 тыс. кв. км (32,7%) - на земли сельскохозяйственного назначения.

Численность постоянного населения Костромской области на 1 января 2009 г. составляет 692,3 тыс. чел., из них 474,2 тыс. чел. (68,5%) - городское население, 218,1 тыс. чел. (31,5%) - сельское население. Основная часть населения сосредоточена на юго-западе области, вокруг областного административного центра - г. Кострома (Рис. 3). Остальное население сконцентрировано вдоль Транссибирской магистрали.

В области образовано 6 городских округов, 24 муниципальных района, 12 городских поселений, 261 сельское поселение. Имеется 3 489 сельских

населенных пунктов, из них без населения - 896, с населением до 10 человек - 1 266.

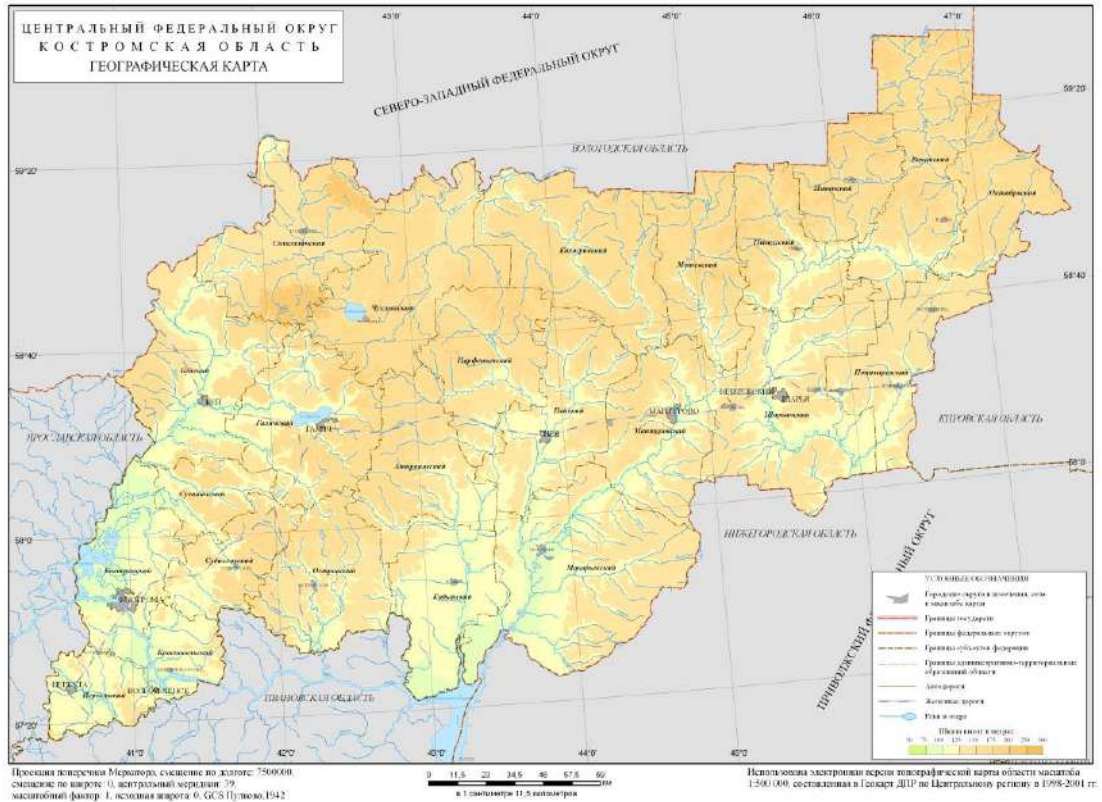


Рис. 4. Географическая карта Костромской области (Геокарт ДПР по Центральному региону, 2001) [17]

Смежные территориальные границы Костромская область имеет с 5 субъектами Российской Федерации. На севере регион граничит с Вологодской областью, на юге - с Ивановской и Нижегородской областями, на западе - с Ярославской областью, на востоке - с Кировской областью.

Территорию Костромской области с запада на восток пересекает линия Северной железной дороги, железная дорога связывает Кострому с центрами соседних Ярославской и Ивановской областей. Обширна и разветвлена сеть автомобильных и водных магистралей. Через область проходят такие автодорожные коридоры как Москва-Екатеринбург, Санкт-Петербург-Екатеринбург, Архангельск-Белгород, Островское-Заволжск.

Территория области покрыта густой сетью рек, болот, озер и водохранилищ. По ней протекает 2 632 реки протяженностью до 10 км, 535 рек - протяженностью более 10 км, 22 реки - протяженностью более 100 км. Важнейшие реки региона - Волга, а также входящие в ее бассейн реки Кострома, Унжа, Ветлуга. Протяженность Волги (участок Горьковского водохранилища) на территории области составляет 89 км. Крупнейшие озера Костромской области - Галичское и Чухломское. Водные ресурсы поверхностных водных объектов составляют 50,7 куб. км.

Костромская область находится в центре Нечерноземной зоны Европейской части России. Преобладающий тип почв - дерново-подзолистые. Климат области - умеренно-континентальный с коротким теплым летом и продолжительной холодной многоснежной зимой, характеризуется сравнительной однородностью на всей территории региона. Средняя многолетняя температура воздуха в январе составляет -12 гр. С, в июле +18 град. С. Среднегодовой объем выпадения осадков - до 560 мм в юго-западных районах области и до 700 мм на северо-западе и севере региона. Вегетационный период составляет, в среднем, 160-170 дней [94].

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха в городах области оказывают выбросы автомобильного транспорта, предприятия электроэнергетики, деревообработки, текстильной и машиностроительной промышленности. Последнее время значительное развитие получил автомобильный транспорт, численность которого за последние 5 лет имеет стойкую тенденцию к увеличению. При этом проблемы надлежащего содержания автомобильных дорог, их низкая пропускная способность, не соответствующая росту численности автотранспорта, остаются на территории области актуальными, что в свою очередь косвенно влияет на увеличение негативного воздействия транспорта на среду обитания человека. Наряду с химическим воздействием на атмосферный воздух, посредством выбросов отработанных газов ДВС, автомобильный транспорт является источником шумового воздействия на окружающую среду. Большинство

автомобильных дорог (магистралей) проходят по территории населенных пунктов области в непосредственной близости от жилых домов, тем самым вносят акустический дискомфорт в условия проживания граждан.

К городам области с наибольшими выбросами ЗВ от стационарных источников относятся Волгореченск, Кострома, Мантурово и Шарья, заметно меньше выбросы ЗВ в городах Буй и Галич. Основной вклад в суммарное количество выбросов ЗВ от стационарных источников на территории области вносили предприятия электро-теплоэнергетики, такие как филиал АО «Интер РАО-Электрогенерация» Костромская ГРЭС, ПАО "ТГК № 2 г. Кострома" (Костромская ТЭЦ-2 и ТЭЦ-1, Костромские тепловые сети), МУП "Шарьинская ТЭЦ" и другие, а также предприятия иной сферы деятельности - НАО "Свеза-Кострома", НАО "Свеза- 11 Мантурово", ООО «Свисс Кроно», ОАО "Солигаличский известковый комбинат", МУП г. Костромы "Костромагорводоканал" и др. В отчетном году на предприятиях области аварийных и залповых выбросов не зарегистрировано, аварий и катастроф с экологическими последствиями не было. Выбросов ЗВ от стационарных источников в последние 10 лет ни разу не превысили уровень 2007 года. В целом анализ ежегодного количества выбрасываемых стационарными источниками ЗВ показывает, что антропогенная нагрузка на окружающую среду в части выбросов ЗВ в атмосферный воздух за последние 10 лет довольно стабильна.

Протяженность автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения составляет 4049,9 км, протяженность автомобильных дорог федерального значения – 57,9 км.

Плотность автомобильных дорог регионального, межмуниципального и федерального значения в Костромской области составляет 68,3 км/1000 км².

Регулярное транспортное сообщение областного центра до ближайших крупных городов осуществляется по маршрутам «Кострома – Ярославль», «Кострома – Иваново», «Кострома – Владимир»; до удаленных крупных городов – по маршрутам «Кострома – Москва», «Кострома – Нижний

Новгород».

Транзитные рейсы осуществляются по маршрутам Уфа – Ярославль, Шарья – Урень (Нижегородская область), Шарья – Никольск (Вологодская область), Ярославль – Казань, Ярославль – Чебоксары.

В настоящее время регулярные перевозки пассажиров автомобильным транспортом общего пользования на территории Костромской области выполняют 36 юридических лиц, имеющих около 450 автобусов, и порядка 70 индивидуальных предпринимателей, имеющих около 600 автобусов. Средний возраст автобусов не более 7 лет [28].

2.5 Особенности почв Костромской области

Структура и характеристика земель сельскохозяйственного назначения в Костромской области.

На 1 января 2009 г. площадь земель сельскохозяйственного назначения в Костромской области составляет 1968,2 тыс. га или 32,7% совокупной площади территории области. К данной категории отнесены земли, предоставленные различным сельскохозяйственным предприятиям и организациям (товариществам и обществам, кооперативам, государственным и муниципальным унитарным предприятиям, научно-исследовательским учреждениям). В нее входят также земельные участки, предоставленные гражданам для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества и животноводства, сенокосения и выпаса скота, расположенные за пределами черты населенных пунктов.

Площадь земель сельскохозяйственного назначения в Костромской области характеризуется относительной стабильностью (так, по сравнению с 2006 г. они увеличились всего на 2 тыс. га или 0,1%), что обусловлено, прежде всего, ограниченными возможностями по переводу земель в соответствующую категорию. Увеличение площади земель

сельскохозяйственного назначения в период с 2006 г. по 2008 г. произошло за счет перевода из категории земель запаса и земель промышленности.

В категории земель сельскохозяйственного назначения преобладают лесные площади (950,4 тыс. га или 48,3%) и сельскохозяйственные угодья (872,7 тыс. га или 44,3%). Прочие виды угодий (лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, земли под водой, земли застройки и проч.) составляют 7,4%. При этом в 2008 г. по сравнению с 2006 г. площадь сельскохозяйственных угодий снизилась на 3,6 тыс. га или на 0,4%.

В составе сельскохозяйственных угодий наибольший удельный вес занимает пашня (608,3 тыс. га или 69,7% совокупной площади сельскохозяйственных угодий), 14,6% приходится на пастбища, 12,0% - на сенокосы. Незначительную долю составляют залежь и многолетние насаждения - 3,3% и 0,4 % соответственно. В 2008 г. по сравнению с 2006 г. сократились площади пашни (на 1,9 тыс. га), сенокосов (на 1,3 тыс. га) и залежных земель (на 0,4 тыс. га). Следует учитывать, что по официальным данным залежные земли составляют 28,4 тыс. га, хотя в настоящее время фактическая площадь залежных земель больше, что объясняется отсутствием своевременной инвентаризации земель.

Сельскохозяйственные угодья в Костромской области характеризуются мелкоконтурностью. Такое расположение участков сложилось еще в советский период, когда сельскохозяйственные угодья выделялись вместе с лесными насаждениями, обработка которых отличалась высокой ресурсоемкостью. Так, на сегодняшний день средний размер контура пашни в регионе составляет 15,0 га, кормовых угодий - 2,3 га, что ограничивает возможности производства продукции в индустриальном масштабе, затрудняет обработку почвы, посев и сбор урожая, увеличивает транспортные расходы, препятствует преодолению фрагментации в отрасли и проч.

В частности, когда приходится обрабатывать каждый мелкий земельный участок в границах его естественного контура, применение не только крупной техники, но даже малогабаритных агрегатов оказывается

затруднительным, что приводит к недоиспользованию имеющейся площади. Как результат, в расчете на единицу площади затраты на производство продукции на мелком земельном участке превышают издержки производства той же продукции на относительно более крупном участке.

В связи с преобладанием на территории Костромской области дерново-подзолистых почв легко и среднесуглинистого механического состава, отличающихся низким естественным плодородием, сельское хозяйство в регионе сталкивается с такими проблемами, как:

- низкое содержание гумуса в почве;
- повышенная кислотность почв;
- недостаток основных элементов питания в почве [94].

В составе пахотных земель области преобладают дерново-подзолистые почвы легко- и среднесуглинистого механического состава. Каждый третий гектар их представлен эродированными почвами. Обследованная пашня области на 71,7% (417,2 тыс. га) представлена кислыми почвами, из них 34,3% (199,8 тыс. га) – избыточно кислыми, 48 нуждающимися в первоочередном известковании. Средневзвешенный показатель кислотности почв составляет 5,3 ед. рН сол. Площадь кислых почв относительно обследованной площади, в 2019 году по сравнению с показателями 1999 года возросла на 14,1 %, в сравнении с результатами 2009 года уменьшилась на 1,9 %. Площадь избыточно-кислых почв в 2019 году по сравнению с данным 1999 года увеличилась на 0,7 %, а в сравнении с результатами 2009 года уменьшилась на 7,2 %. Незначительное увеличение площади кислых почв — результат сокращения использования средств химизации, в частности известковых материалов. Вследствие повышения кислотности почв происходят потери органического вещества, снижается микробиологическая активность почвы, эффективность удобрений и ухудшается качество растениеводческой продукции.

Управлением Роспотребнадзора по Костромской области в 2019 году в рамках социально-гигиенического мониторинга по контролю за состоянием

почвы осуществлялся отбор проб в 23 точках на 9 административных территориях Костромской области, прежде всего в зонах повышенного риска (на территориях детских дошкольных и школьных учреждений, игровых площадках, в зоне жилой застройки, на территориях лечебных учреждений). По данным регионального информационного фонда в 2016-2018 гг. контроль за уровнем химического загрязнения почвы проводился по содержанию следующих веществ: ртуть, свинец, кадмий, никель, цинк, медь, формальдегид. Проб почвы не соответствующих гигиеническим нормативам на территории детских учреждений и детских площадок не выявлено.

В целом по области отсутствует загрязнение пахотных почв тяжелыми металлами (свинцом, кадмием, ртутью) и мышьяком. Остаточное количество пестицидов, нефтепродуктов, радионуклидов в почвах пашни не превышает уровня нормируемых значений. Содержание их в почвах находится в безвредных для растений концентрациях – ниже существующих предельно (ориентировочно) допустимых концентрациях ПДК (ОДК) [28].

2.6 Экологическая ситуация в Костромской области

На основе проведенных в 2011 году исследований в Костромской области отмечается увеличение среднего уровня содержания тяжелых металлов за период 2009–2010 гг. по отношению к среднему многолетнему показателю по области за 1996–2006 гг. Можно предположить, что это связано с рядом преобразований в агропромышленном комплексе. Среди факторов преобразований следует выделить рост производственной деятельности сельхозпредприятий (изменяется степень транспортной нагрузки, и также увеличивается количество использованных удобрений и ядохимикатов). Предполагается тенденция усиления данных факторов, которые оказывают непосредственное влияние на степень содержания тяжелых металлов в почве изучаемых территорий. При этом отмечено, что уровень содержания тяжелых металлов в почвах изучаемых районов

Костромской области в целом ниже стандартного и нормального. Это связано с относительно невысокой антропогенной нагрузкой на территорию [94].

В исследовании 2011 года была установлена корреляционная между валовыми формами тяжёлых металлов и заболеваниями кроветворных органов. По величине суммарного загрязнения почв районы Костромской области характеризуются умеренно опасной категорией загрязнения [58].

Костромская область относится к энергоизбыточным регионам. Потребление электроэнергии для собственных нужд Костромской области составляет 25% от объёма выработанной электроэнергии, включая потери. Электроэнергию производит филиал -3 «Костромская ГРЭС» (91% всей электроэнергии).

Костромская ГРЭС – одна из крупнейших станций Европы с уникальным оборудованием, грамотным персоналом; экономичное предприятие по удельному расходу топлива и ремонтной составляющей – является привлекательным энергетическим активом.

Электроэнергия Костромской ГРЭС поставляется в 40 регионов России и в страны ближнего зарубежья. Костромская ГРЭС является одной из самых крупных и технически совершенных электростанций в европейской части РФ. Она третья в России (и первая в Центральном регионе) тепловая станция по установленной мощности 3600 МВт. Доля КГРЭС в общем объёме производимой в стране электроэнергии составляет 3% [39].

Особенное беспокойство вызывает тот факт, что в девяностых годах 20 века на территории Костромской и Ивановской областей в деактивированных шахтах баллистических ракет было захоронено несколько десятков тонн денежных знаков СССР, вышедших из финансового оборота. Краска для банкнот содержит большое количество тяжёлых металлов. Через повреждённые стенки шахты они могут поступать в почву с дождевой и талой водой, а затем переноситься грунтовыми водами, создавая локальные очаги и повышая общее количество тяжёлых металлов на значительной территории [67].

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Материалы исследования

Отбор образцов почвы на территории Ивановской области проводился летом 2014 г. согласно стандартным методикам, описанным в главе 3.2 по включающей 45 экспериментальных площадок территории пробоотбора, со средним расстоянием между площадками 20 км. Отбор образцов почвы на территории Костромской области проводился летом 2015 г. согласно стандартным методикам, описанным в главе 3.2 по включающей 32 экспериментальные площадки территории пробоотбора, со средним расстоянием между площадками 40 км.

Опираясь на данные, полученные нами в 2014 году [99], было принято решение проверить содержание кадмия, кобальта и свинца в Ивановской области в районах потенциальных источников загрязнения, поскольку именно эти поллютанты характеризовались наибольшими величинами содержания в почвенном покрове. Для уточнения времени задержки элементов в биодоступном слое почвы пробы отбирались в мае-июне 2018 года.

Были проанализированы образцы из 20 точек пробоотбора – район Костромской ГРЭС, юго-восточная граница Приволжска, район рекультивированной ШПУ УР-100 в 5 км севернее Лежнева, районы ТЭЦ-2 (в том числе её золоотвалы) и бывшего меланжевого комбината в г. Иваново, свалка ТБО «Чистое поле» и район ИЗТС в г. Иваново, а также деревни Болобино, Серково и Чихачево, которые находятся вдоль трассы Иваново – Нижний Новгород. Эти точки максимально приближены к потенциальным источникам тяжёлых металлов (промышленные предприятия, электростанция, крупные автомагистрали, такие как Иваново – Нижний Новгород). Также, были математически проанализированы данные, полученные нами ранее для Ивановской и Костромской областей.

Лабораторная подготовка вытяжек велась на базе лабораторий кафедры биологии Ивановского государственного университета и лаборатории кафедры «Промышленная экология» Ивановского государственного химико-технологического университета. Аппаратный анализ проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре «210 VGP» на базе испытательного центра «Качество». Статистическая и математическая обработка данных проводилась в открытом программном пакете «OpenOffice Calc». Построение картографических материалов осуществлялось в ГИС «Quantum GIS Brighton».

Оценка объёмного содержания пылевых частиц в атмосферном воздухе Иванова велась в течение 2021 года на высоте 4 метров над поверхностью земли с помощью лазерного сенсора SDS-011 в тандеме с гигротермобарометром VM-230. Данные поступали на сервер сообщества Airrohr sensors community, где проходили статистическую подготовку и обработку.

3.2 Взятие образца и подготовка к анализу. Приготовление почвенных образцов.

Согласно стандартным методикам почвенного пробоотбора, почвенные пробы необходимо брать на расстоянии 150 - 200 м от крупных автомагистралей и 50 м от проселочных дорог [65].

Объединенная проба составляется не менее чем из 5 точечных проб, взятых с пробной площадки, которая закладывается на расстоянии не менее 100 м от края поля. С краевых участков также могут быть отобраны объединенные пробы, но они будут характеризовать загрязнение почвы только краевых участков.

При отборе проб почвы лопатой точки отбора располагаются по "конверту" (четыре точки в углах площадки и одна в центре). Вокруг каждой из пяти точек делается еще по четыре прикопки. Таким образом,

объединенная проба составляется из 25 точечных проб.

Пробы почвы ссыпаются на крафт-бумагу или полиэтиленовую пленку, тщательно перемешиваются, квартовуются 3 - 4 раза (измельченная вручную почва разравнивается на бумаге в виде квадрата, делится на четыре части, две противоположные части отбрасываются, две оставшиеся части перемешиваются).

Оставшаяся после квартования почва разравнивается на бумаге, условно делится на 6 квадратов, из центра которых берется примерно одинаковое количество почвы в полотняный (полиэтиленовый) мешочек или крафт-бумагу. Масса пробы должна быть около 1 кг. На каждую пробу должна быть помещена этикетка с номером и описанием места отбора. Отобранные пробы в лаборатории необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, тип почвы, целевое назначение территории, вид загрязнения, дату отбора. Пробы хранят в коробках или пакетах, куда помещают ранее заполненную этикетку [65].

Свежие почвенные образцы должны быть доведены до воздушно сухого состояния. Высушивают их в чистом, хорошо проветриваемом помещении или в специально предназначенных для этой цели сушильных шкафах при 30-40 С. Образцы почв рассыпают ровным слоем на пергаменте или кальке, удаляя корешки и включения. Дернину разминают, и корни тщательно отряхивают от комочков почвы. Крупные комки раздавливают между бумагой до 5-10 мм. Для слитых почв используют дробилку или ступку, не содержащие микроэлементы, с помощью которых измельчают образец перед взятием средней пробы.

Отбирают, измельчают и просеивают почвенные образцы в специальном помещении с хорошей вытяжной вентиляцией [15].

3.3 Взятие средней пробы.

Из первоначального почвенного образца отбирают пробу весом около 200г с помощью почвенного усреднителя, а при отсутствии его – квартованием. Доведенный до воздушно сухого состояния и тщательно перемешанный почвенный образец рассыпают ровным слоем на пергаменте или кальке в форме квадрата. Линейкой делят квадрат по диагонали на четыре равные части. Две противоположные части объединяют. Вновь рассыпают почву ровным слоем на кальке, делят на четыре равные части и объединяют противоположенные части. Эта проба, полученная в результате двойного квартования, используется для анализов. Отобранный для работы почвенный образец растирают в агатовой или ямшевой ступке и пропускают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Лучше всего использовать сито с капроновым полотном, вставленным в оправу из органического материала [15].

3.4 Приготовление растворов проб.

3.4.1 Подготовка проб.

Навеску 15 – 20 г отбирают методом квартования из предварительно перемешанной пробы, помещают во взвешенный стаканчик. Для этого вместе со стаканчиком с открытой крышкой, переносят в сушильный шкаф, высушивают, охлаждают в экстракторе с хлоркальциевой трубкой и взвешивают. Цикл повторяют, пока разность между повторными взвешиваниями не станет менее 0,02 г. Время периодического нагревания песчаных проб - 3 часа, остальных – 5 часов.

Если масса проб после нагревания увеличивается, что возможно из-за окисления органических компонентов, для расчетов берут наименьшую массу.

После доведения до постоянной массы определяют влажность почвы по формуле:

$$h=(Md-Mc)/(Mc-Mo);$$

где Md – масса влажной, а Mc – масса высушенной почвы и Mo – масса пустого стаканчика.

Результат определения считают удовлетворительным, если расхождения между параллельными определениями не превышает 10% [15].

3.4.2 Приготовление растворов.

Воздушно – сухую пробу, измельчают и просеивают через сито с отверстиями в 2мм. 10 г пробы помещают в колбу или химический стакан и приливают 40 мл HNO_3 (1:1). Стакан с пробой закрывают часовым стеклом, переносят на электроплитку, нагревают раствор до кипения и кипятят при слабом подогреве 40 мин.

Охлажденный до комнатной температуры раствор отфильтровывают через фильтр с синей лентой в мерную колбу на 100 мл. Осадок на фильтре повторно растворяют в том же стакане в 40 мл 1М HNO_3 при кипячении до 30 мин. Вновь отфильтровывают раствор в ту же мерную колбу до метки.

При содержании в почве свыше 5% гумуса пробу предварительно подвергают сухому озолению при 575 С.

Экстракция подвижных форм тяжелых металлов из почв с помощью кислот.

Подвижные кислорастворимые формы, металлов (Cu, Zn, Ni, Co, Cd, Pd) определяют в вытяжках 1М HNO_3 или 1М HCl.

В последние годы эти экстрагенты успешно используют для анализов почв, подверженных техногенным воздействиям. Из загрязненных почв 1М HNO_3 извлекает 90 – 95% тяжелых металлов от их валового содержания. Отношение почвы к раствору 1:10, для торфяных почв 1:20.

Пробу почвы массой 5 г (для торфяных почв 2,5 г) взвешивают с

точностью +/- 0,1 г и помещают в коническую колбу вместимостью 200-300 мл, к пробе добавляют 50 мл 1М HNO₃ (для извлечения Pd можно использовать 1М HCl). Навеску почвы необходимо увеличить до 10 г при определении тяжелых металлов на фоновом уровне. При этом соотношение почвы и раствора остается неизменным.

Взбалтывают суспензию на ротаторе в течении 1 ч или после 3 – минутного встряхивания настаивают в течении суток. Колбу закрывают пробкой (если резиновая, то необходимо завернуть полиэтиленовой пленкой).

Вытяжку фильтруют через сухой складчатый фильтр “ белая лента “, предварительно промытый 1М HNO₃. Перед фильтрованием вытяжка перемешивается, и переносится на фильтр по возможности полностью. В фильтрате определяют тяжелые металлы на атомно-абсорбционном спектрофотометре в пламени ацетилен-воздух. Если фильтраты мутные, их возвращают на фильтры. Одновременно проводят холостой анализ, включая все стадии его определения, кроме взятия проб.

Извлечение подвижных форм тяжелых металлов ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН – 4,8.

Подвижные формы соединений элементов в почвах извлекают ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН-4,8 (ААБ). Этот экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов и служит для оценки обеспеченности почв этими элементами.

Отношение почвы к раствору 1:10, время воздействия 1 ч при взбалтывании на ротаторе или настаивании в течении суток. Метод пригоден для некарбонатных и карбонатных почв. При анализе торфяных почв отношение почв к раствору должно быть увеличено до 1:20.

Пробу почвы массой 10 г помещают в коническую колбу вместимостью 100-200 мл, приливают 50 мл ацетатно-аммонийного буфера.

Суспензию взбалтывают 1 ч и настаивают в течении суток. Суспензии карбонатных почв, не закрывая емкости, периодически взбалтывая от руки до

прекращения выделения углекислого газа. Вытяжки фильтруют сухой складчатый фильтр “белая лента”, по возможности не перенося почву на фильтр. К оставшейся в колбе почве приливают еще 50 мл ацетатно-аммонийного буфера, и экстрагирование повторяют, повторное фильтрование проводят в ту же колбу, перенося на фильтр максимальное количество почвы.

Одновременно проводят холостой анализ, включая все его стадии. Измерения проводили по методу градуировочного графика [15].

3.5. Анализ рисков

На основании экспериментальных результатов была проведена оценка уровня химического загрязнения почв по следующим нормативным показателям: коэффициенту концентрации химического вещества K_c и суммарному показателю загрязнения Z_c .

Коэффициент концентрации определялся как отношение реального содержания элемента в почве C к фоновому C_f : $K_c = C / C_f$.

В качестве фоновых концентраций были взяты региональные фоновые величины содержания изучаемых элементов, а также некоторые другие литературные данные [112, 124].

Поскольку часто почвы загрязнены сразу несколькими элементами, то для них был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c , отражающий эффект воздействия групп элементов: $Z_c = \sum (K_c) - (n-1)$, где n – число учитываемых элементов.

Расчёт рисков для населения зависит от многих факторов. Необходимо учитывать способ и скорость распространения того или иного поллютанта, опасность каждого из них, особенности жизни людей в различных регионах и множество других параметров. Сочетание аналитических данных мониторинга с результатами моделирования распространения химических веществ играет важнейшую роль в оценке экспозиции. Модели уровней концентраций представляют собой математические выражения,

прогнозирующие концентрации веществ на основании законов физики и химии окружающей среды.

Общая формула для расчета величины поступления химического вещества имеет следующий вид:

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}, \text{ где}$$

I - поступление (количество химического вещества на границе обмена), мг/кг массы тела в день;

C - концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (например, мг/л воды);

CR - величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени или за один случай воздействия (например, л/день);

EF - частота воздействий, число дней/год;

ED - продолжительность воздействия, число лет;

BW - масса тела: средняя масса тела в период экспозиции, кг;

AT - время осреднения; период осреднения экспозиции, число дней [89].

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле:

$$HQ = AD/RfD \text{ или } HQ = AC/RfC, \text{ где}$$

HQ - коэффициент опасности;

AD - средняя доза, мг/кг;

AC - средняя концентрация, мг/м³;

RfD - референтная (безопасная) доза, мг/кг;

RfC - референтная (безопасная) концентрация, мг/м³ [85].

На данном этапе целесообразно при характеристике риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, ориентироваться на систему критериев приемлемости риска [85].

3.6. Культивирование и окраска бактерий

Изучение влияния нитратов тяжёлых металлов производилась по стандартной методике [56] путём посева модельных микроорганизмов на питательный агар с добавлением солей кадмия и свинца.

Состав питательного агара (г/л):

Панкреатический гидролизат рыбной муки (12,0).

Пептон сухой ферментативный (12,0).

Натрия хлорид (6,0).

Агар микробиологический (10,0±2,0).

Для приготовления питательной среды 1-1,5 г порошка готового полусинтетического МПА заливают в химическом стакане 50 мл дистиллированной воды, перемешивая, доводят раствор до кипения и, не охлаждая, осторожно через воронку разливают в чашки Петри.

Для оценки воздействия нитратов тяжёлых металлов в питательную среду добавляли растворы соответствующих солей в различной концентрации. После охлаждения субстрата производился посев чистой культуры исследуемых бактерий методом «газона».

Посев «газоном»

Посевы «газоном» производят шпателем на питательный агар в чашке Петри. Для этого, приоткрыв левой рукой крышку, петлей или пипеткой наносят посевной материал на поверхность питательного агара. Затем проводят шпатель через пламя горелки, остужают его о внутреннюю сторону крышки и растирают материал по всей поверхности среды. После инкубации посева появляется равномерный сплошной рост бактерий.

Выросшие колонии окрашивали по Граму для оценки морфологических свойств.

Окраска по Граму производится следующим образом:

- 1) приготовить на предметном стекле три мазка из бактериальных культур: заведомо известной грамположительной, исследуемой и заведомо известной грамотрицательной;
- 2) все мазки одновременно высушить;
- 3) зафиксировать мазки в пламени спиртовки;
- 4) окрасить 1 %-м раствором генцианового фиолетового в течение 1 минуты;
- 5) краситель слить и, не промывая мазки, залить их раствором Люголя на 1–2 минуты;
- 6) промыть препарат обильно водой;
- 7) промыть предметное стекло с мазками, несколько раз погрузив его с помощью пинцета в стакан с 96 % этиловым спиртом;
- 8) обесцвечивание считается законченным, когда стекающие с мазка капли спирта сравниваются по цвету со спиртом в стакане; обычно для этого требуется 10–30 секунд, в зависимости от толщины мазка;
- 9) промыть препараты водой (при микроскопировании таких препаратов грамотрицательные бактерии бесцветны);
- 10) окрасить препараты фуксином течение 1 минуты;
- 11) препараты высушить и микроскопировать.

Грамположительные бактерии окрашиваются в фиолетовый цвет, грамотрицательные – в розовый.

3.7 Фитоэкстракция тяжёлых металлов

Для оценки фитоэкстракционного потенциала были выбраны растения овса посевного и редиса. Семена были высажены в пластиковые сосуды по 10 штук, в почву, содержащую 6,5 мг/кг свинца и кадмия в виде нитратов. Через месяц выращивания растения удалялись, а почва анализировалась по методике, описанной в главе 3.4. Оценивалось изменение концентрации данных металлов в сосудах.

Параллельно проводилась оценка влияния различных концентраций нитрата свинца на ранние этапы онтогенеза овса посевного и горчицы белой. Для этого 10 пророщенных семян каждого вида помещались в чашки Петри с различными концентрациями нитрата свинца (100, 1000 и 10000 мг/л). Ежедневно проводились замеры побега и корня и сравнение с контрольной группой.

3.8. Оценка запылённости воздуха.

Было принято решение провести дополнительный анализ воздуха в приземном слое атмосферы Иванова, что позволит определить динамику запылённости города. Измерения проводились с помощью комбинированной атмосферной станции в течение 2021 года. Входящий в её состав лазерный датчик SDS-011 анализирует количество твёрдых взвешенных частиц в воздухе каждые 5 минут и передаёт данные на API-сервер, где происходит сбор и накопление сведений. Определяется концентрация частиц диаметром 2,5 и 10 мкм. Барометрический датчик BME-280 показывает изменение давления, влажности и температуры. Оба датчика подключаются к Wi-fi через плату с микроконтроллером ESP8266 (NodeMCU).

Прибор находился в монтажной коробке на стене жилого дома в центре Иванова на высоте 4 метра над поверхностью почвы.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

4.1 Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Ивановской области

Таблица 4

Содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов в почвенном покрове муниципалитетов Ивановской области в 2014 году, мг/кг

Район	Cu_gross	Zn_gross	Ni_gross	Co_gross	Pb_gross	Fe_gross	Mn_gross	Cd_gross
Верхнеландеховский	6,32	35,50	5,37	16,94	3,06	3459,00	89,12	0,49
Вичугский	14,89	15,57	20,90	35,17	14,79	2272,13	102,40	20,64
Заволжский	10,41	49,20	19,70	20,63	6,38	2319,00	248,80	0,01
Ивановский	5,21	55,38	13,70	24,04	5,75	3777,20	218,34	0,68
Ильинский	4,33	54,00	20,53	43,50	8,86	5961,50	270,00	0,01
Кинешемский	7,39	52,05	10,80	60,60	5,78	2570,00	512,10	0,50
Комсомольский	6,63	78,45	19,54	49,80	13,16	4842,50	364,20	0,01
Лухский	0,87	39,50	12,00	37,30	1,27	3380,00	374,00	0,54
Палехский	7,32	14,61	10,90	63,70	4,18	1910,00	485,00	0,53
Приволжский	13,26	106,70	21,12	18,61	15,19	7502,00	149,15	0,01
Пестяковский	5,14	40,90	5,11	4,25	2,84	3709,00	99,20	0,57
Пучежский	6,64	49,67	12,34	31,36	2,87	4573,50	155,90	0,67
Родниковский	3,42	30,87	9,42	34,95	7,33	2487,67	278,90	0,89
Савинский	7,06	47,15	10,36	26,34	3,62	2990,00	290,00	0,46
Тейковский	6,92	44,07	9,74	49,06	2,98	2129,50	381,57	0,33
Район	Cu_mov	Zn_mov	Ni_mov	Co_mov	Pb_mov	Fe_mov	Mn_mov	
Верхнеландеховский	3,87	48,47	6,17	2,70	4,54	447,00	46,27	
Вичугский	13,69	21,93	26,01	19,70	13,99	34,78	30,87	
Заволжский	2,90	13,45	21,26	23,44	3,94	335,70	61,55	
Ивановский	3,53	30,38	11,22	26,91	2,86	69,29	88,90	
Ильинский	2,89	19,60	10,23	34,60	3,99	31,70	181,60	
Кинешемский	1,53	1,96	19,38	31,21	9,48	100,25	170,97	
Комсомольский	2,24	21,80	14,40	25,07	2,16	24,85	94,30	
Лухский	9,76	32,50	0,48	7,10	6,40	54,00	117,80	
Палехский	2,60	5,42	8,21	15,32	9,54	53,60	31,26	
Приволжский	4,21	13,25	18,44	42,70	15,82	29,59	22,35	
Пестяковский	1,20	1,91	4,12	6,92	12,74	134,60	144,90	
Пучежский	1,82	14,71	10,76	41,44	8,24	70,13	57,87	
Родниковский	1,67	10,57	7,89	15,03	0,89	72,97	11,06	
Савинский	0,55	21,76	11,26	15,32	6,08	40,70	30,79	
Тейковский	1,43	9,77	5,35	21,33	5,83	96,37	83,30	

Прим.: mov – подвижные формы, gross – валовые формы

По результатам совместного с учёными ИГХТУ [99] исследования были установлены превышения предельно допустимых концентраций почти всех исследуемых тяжёлых металлов на значительной территории Ивановской области (Таблица 4). Для подвижных форм меди было установлено несколько точек с превышением ПДК (3 мг/кг) в 2-3 раза.

Наибольшая концентрация близ д. Русиновская (9,76 мг/кг). Также, высокие показатели были зафиксированы в центре и на северо-западе области. Для валовых форм никеля не обнаружены превышения ОДК (65 мг/кг), лишь на западе и севере области, в Ильинском и Заволжском районах значения несколько выше, чем в среднем по изучаемой территории. Что же касается подвижных форм никеля, то ПДК (4 мг/кг) превышена на всей территории области за исключением отдельных единичных точек. Самое высокое значение зафиксировано близ д. Шилекша Вичугского района. Для подвижных форм свинца превышение ПДК (6 мг/кг) выявлено примерно в половине точек, но особые опасения вызывает участок близ Фурманова. В пробах почвы отсюда обнаружены подвижные формы свинца в количестве более 30 мг/кг, что пятикратно превышает предельно допустимую концентрацию для этого металла. В той же точке обнаружено трехкратное превышение ОДК (55 мг/кг) для валовых форм цинка – 144 мг/кг. Также, превышения ОДК для этого металла зафиксированы по всей северо-западной границе области и в Заволжском районе, а также близ города Родники. Для подвижных форм цинка характерно превышение ПДК (23 мг/кг) почти по всей области. Максимальное значение около д. Старилово (89 мг/кг). Для валовых форм кадмия зафиксированы двукратные превышения в юго-восточной части области и трёхкратное – около Вичуги. Подвижные формы кобальта обнаружены в значительном количестве по всей области, кроме небольшого участка на юго-востоке. Максимальные значения – 64,4 мг/кг зафиксированы близ д. Щуково, что составляет тринадцатикратное превышение ПДК (5 мг/кг). Серьёзных превышений концентрации железа не обнаружено, лишь в Фурмановском районе повышена концентрация валовых форм в сравнении со средними значениями по области, а в Верхнеландеховском и Заволжском районах повышена концентрация подвижных форм. Превышения ПДК марганца зафиксированы в западной и северо-восточной частях области. На основании полученных данных были составлены картосхемы распределения тяжёлых металлов по территории

Ивановской области (Приложение 1). Также, рассчитан суммарный показатель загрязнения для почв Ивановской области (рис. 5). Наибольшее значение зафиксировано в Вичугском районе (40). Наименьшее – в Фурмановском (3).

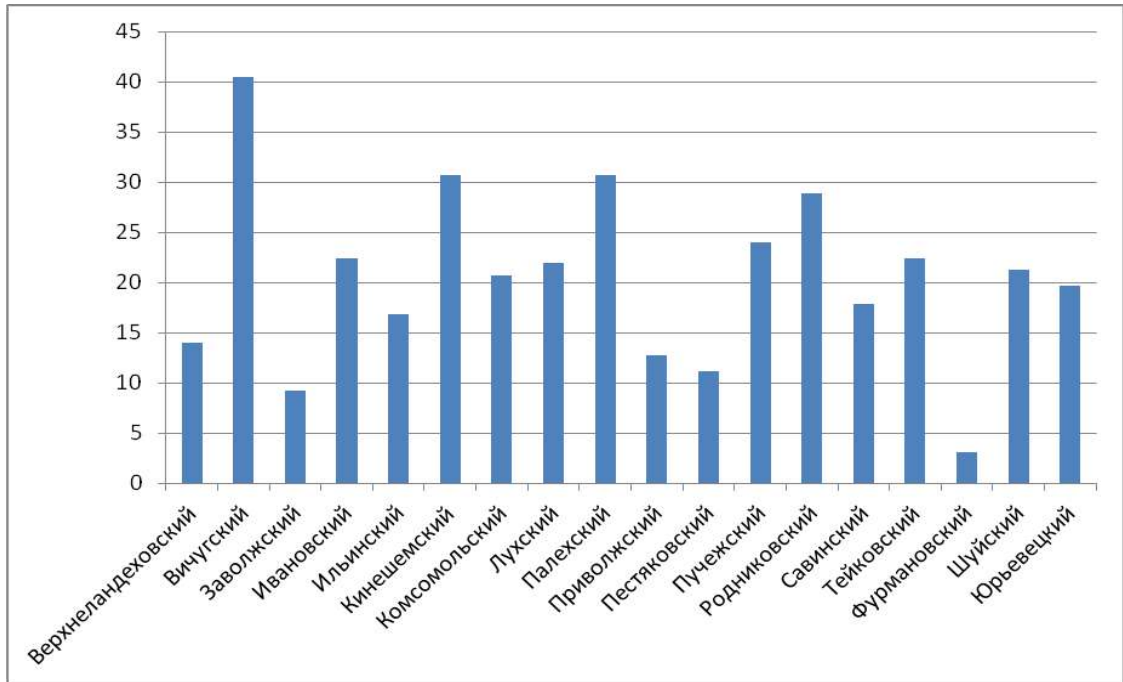


Рис. 5. Суммарный показатель загрязнения Zс для почв Ивановской области

4.2 Уровень смертности населения Ивановской области по различным причинам.

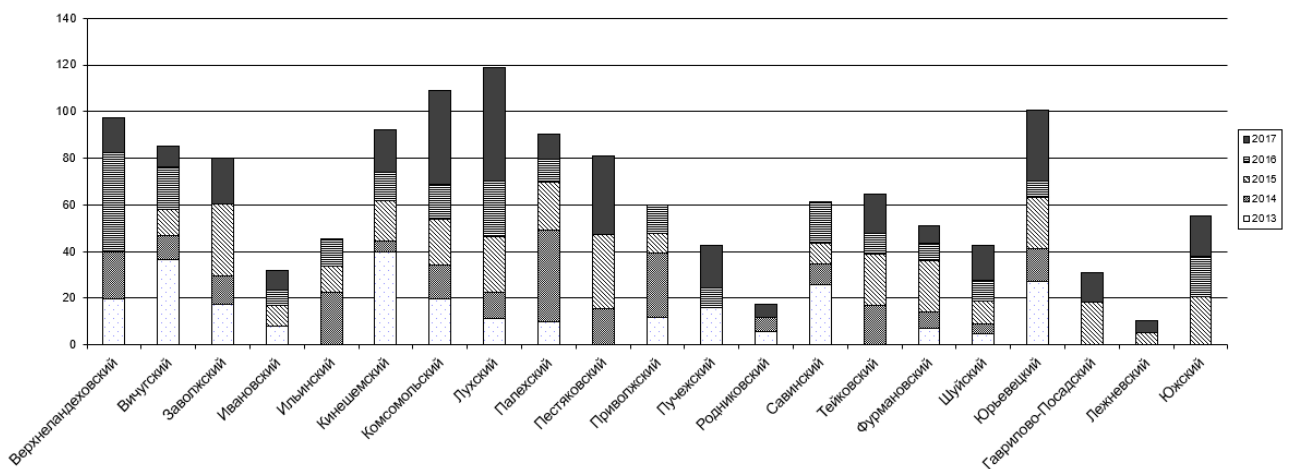


Рис.6. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний выделительной системы (чел/100000 населения)

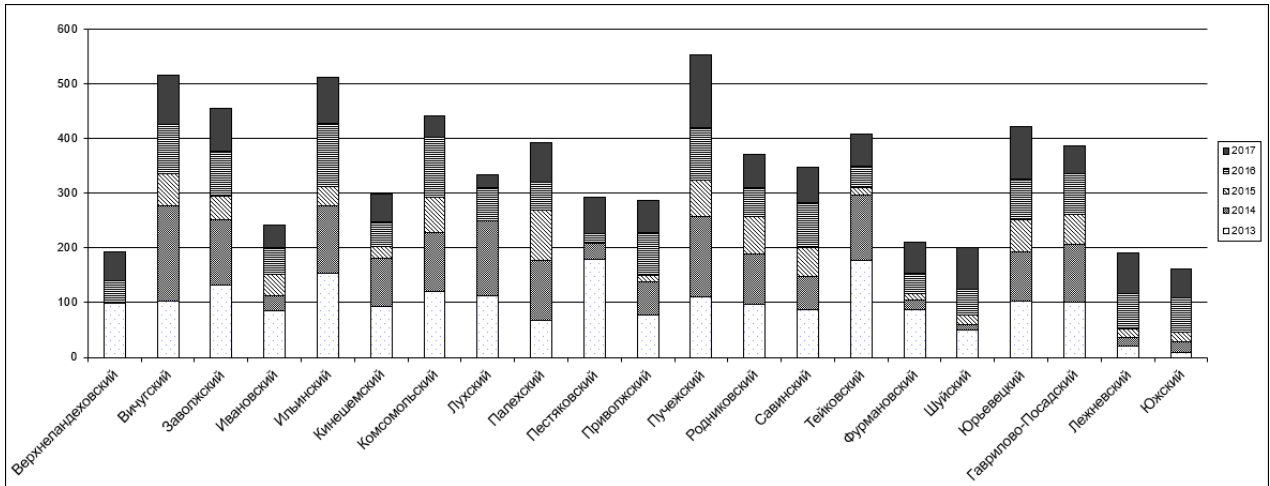


Рис.7. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний дыхательной системы (чел./100000 населения)

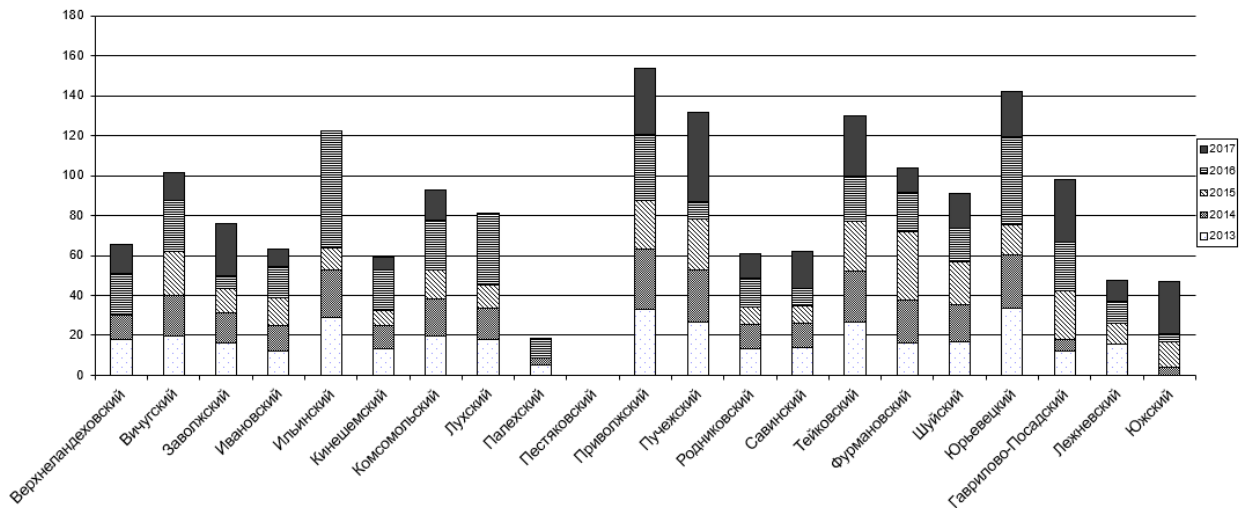


Рис.8. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний ЖКТ (чел./100000 населения)

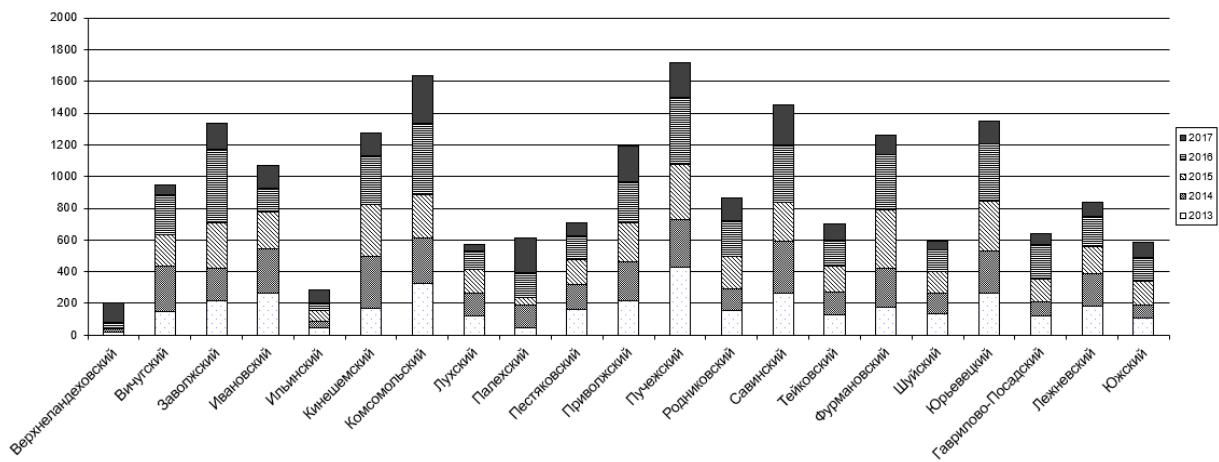


Рис.9. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний нервной системы (чел./100000 населения)

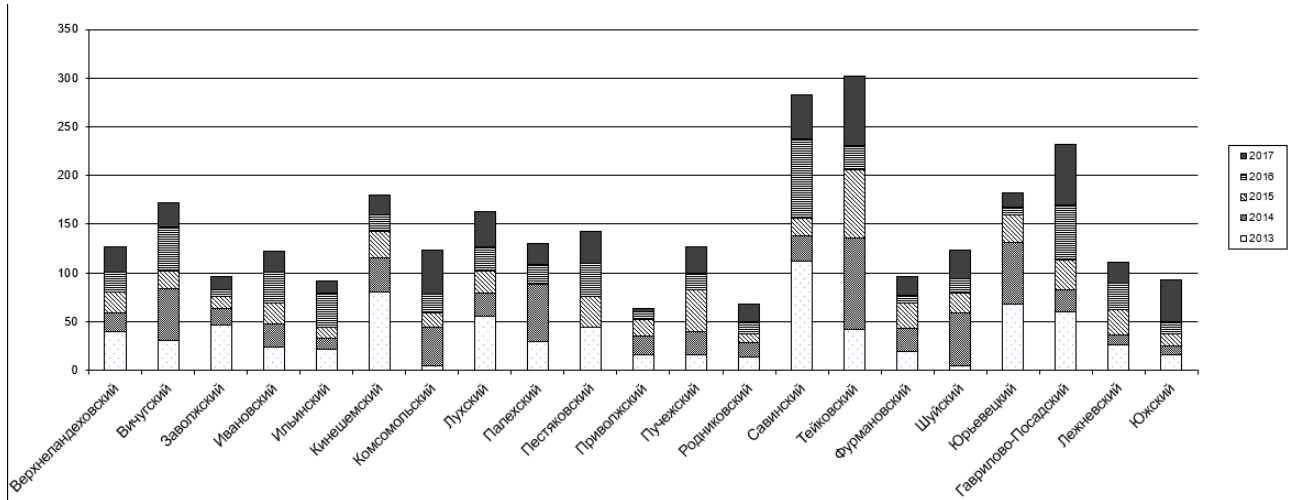


Рис.10. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний печени (чел/100000 населения)

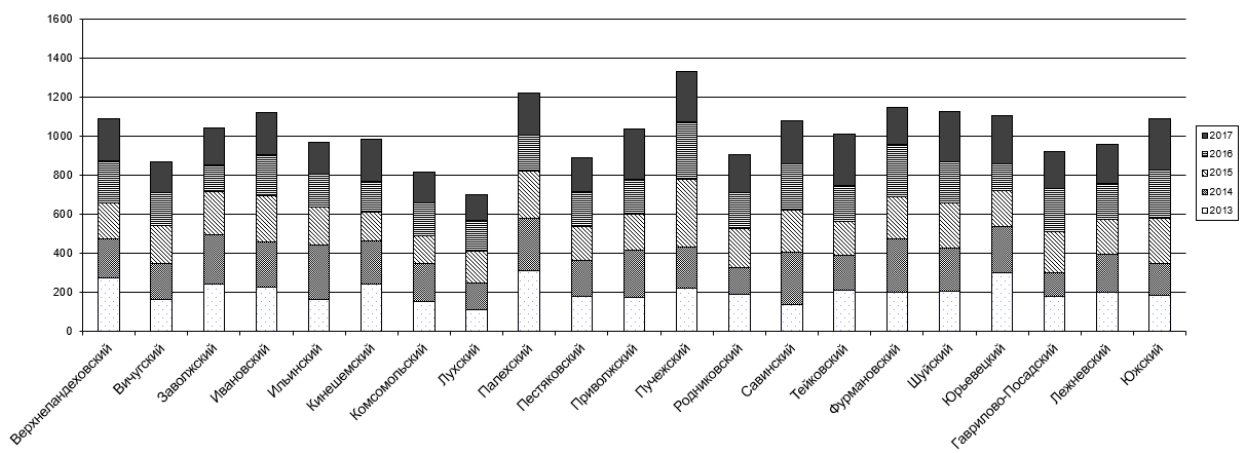


Рис.11. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине возникновения злокачественных новообразований (чел/100000 населения)

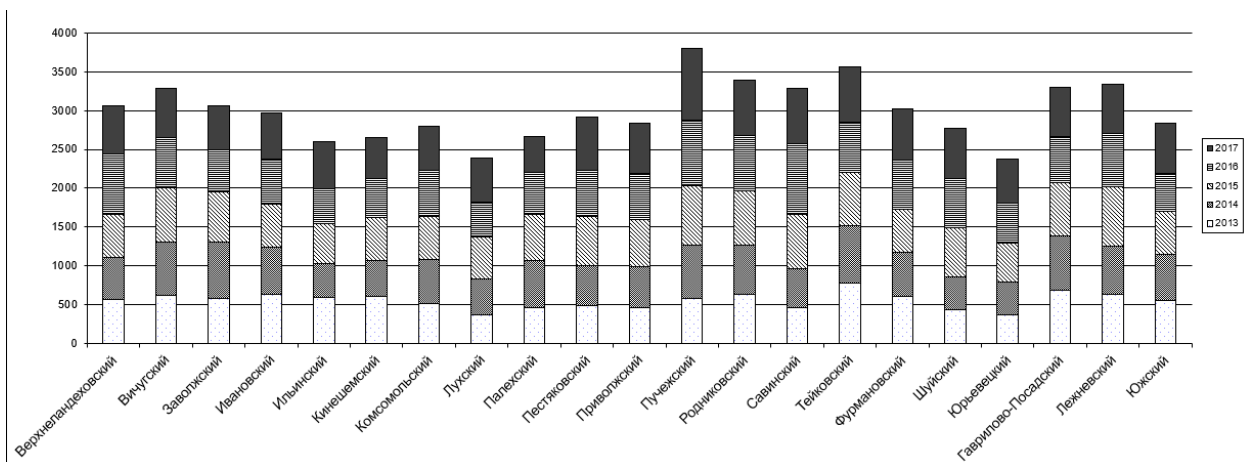


Рис.12. Относительная смертность населения Ивановской области по муниципальным районам по причине заболеваний сердечнососудистой системы (чел/100000 населения)

Были изучены материалы по смертности населения Ивановской области за 2013-2014 годы и составлены соответствующие карты (приложение 2) и гистограммы (рис. 6-12) распределения причин смерти по районам. Учитывались только смерти от заболеваний внутренних органов, к которым потенциально могло привести отравление тяжёлыми металлами. В ходе корреляционного анализа (Таблица 7) было установлено, что имеются статистические связи между валовыми формами меди и возникновением злокачественных новообразований кишечника, матки, предстательной железы, мочевого пузыря, головного и спинного мозга. Валовые формы цинка статистически связаны со злокачественными новообразованиями кожи, мочевых органов и с Неходжкинской лимфомой. Валовые формы никеля статистически связаны с заболеваниями дыхательных путей, в том числе и с раковыми. С заболеваниями дыхательных путей также корреляционно связаны валовые формы кобальта. Валовые формы свинца статистически связаны со смертностью от рака мочевых и женских половых органов. Валовые формы железа и кадмия – с риском возникновения холецистита и злокачественных новообразований женских половых органов. Подвижные формы меди - со злокачественными новообразованиями костей и суставов, а также с язвой желудка. Подвижные формы цинка – со злокачественными новообразованиями мочевого пузыря и хроническими ревматическими болезнями сердца, а также с болезнями червеобразного отростка и неинфекционными энтеритами и колитами. Подвижные формы никеля - с раком органов дыхания, матки, мозговых оболочек, щитовидной железы и с заболеваниями нервной системы. Подвижные формы кобальта – со смертностью от субарахноидального кровоизлияния. Подвижные формы свинца - с раком гортани, мочевых органов, с возникновением острой ишемической болезни сердца и атеросклероза.

4.3 Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Костромской области.

По результатам исследования образцов почвы были установлены значительные превышения предельно допустимой концентрации содержания многих тяжёлых металлов в субстрате. Для валовых форм железа отмечены высокие значения почти по всей области, в северной и восточной части они достигают 26128 мг/кг. Также, практически на всей территории области наблюдается двукратное превышение ПДК для валовых форм кадмия. Лишь на западе области, в районе Судиславля и Мисково, это значение в пределах нормы (0,12-0,14 мг/кг). Содержание подвижных форм меди по Костромской области превышает ПДК в среднем в 2-3 раза, за исключением участка вокруг областного центра и около Поназырево, где этот показатель в норме (0,1-1,2 мг/кг). Значительные превышения предельно допустимой концентрации валовых форм свинца обнаружено в Кологривском (75,6 мг/кг), Пыщугском (75 мг/кг) и Островском (55,6 мг/кг) муниципальных районах. Содержание подвижных же форм свинца превышено по всей области, кроме Кологривского и Красносельского муниципальных районов. Содержание остальных форм исследуемых металлов в почвенном покрове Костромской области находится в пределах нормы (Приложение 3).

Опираясь на данные, полученные ранее, было принято решение проверить содержание наиболее опасных тяжёлых металлов в районе потенциальных источников загрязнения. Для уточнения времени задержки элементов в биодоступном слое почвы пробы отбирались в мае-июне 2018 года. Были проанализированы образцы из 20 точек пробоотбора – район Костромской ГРЭС, юго-восточная граница Приволжска, район рекультивированной ШПУ УР-100 в 5 км севернее Лежнева, районы ТЭЦ-2 (в том числе её золоотвалы) и бывшего меланжевого комбината в г. Иваново, свалка ТБО «Чистое поле» и район ИЗТС в г. Иваново, а также деревни Болобино, Серково и Чихачево, которые находятся вдоль трассы Иваново –

Нижний Новгород (таблица 5, рис. 14-19). Значительных превышений ПДК для свинца, кадмия и кобальта не обнаружено, что может свидетельствовать о внесении значительного количества тяжёлых металлов за летний период в виде взвешенных частиц с атмосферной пылью.

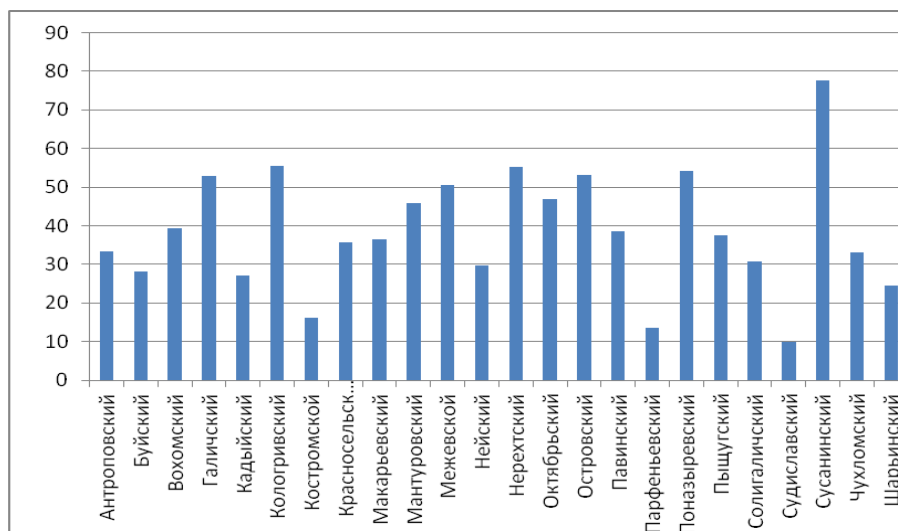


Рис.13. Суммарный показатель загрязнения Z_c для почв Костромской области в различных районах

Таблица 5

Содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов в почвенном покрове муниципалитетов Костромской области в 2014 году, мг/кг

Районы	Cu_mov (3)	Mn_mov (400)	Pb_mov (6)	Cd_mov (-)	Cu_gross (ПДК 55)	Mn_gross (1500)	Co_gross (-)	Pb_gross (32)	Ni_gross (85)	Cd_gross (-)	Fe_gross (4000)
Буйский	2,5	0	10,2	0,14	18,4	150	18,6	35,6	9,8	0,8	2384
Кадыйский	7,1	80,9	14,7	0,02	15,4	182	7,2	31,4	11,8	0,98	2026
Кологривский	7,7	10,5	0	0,49	19,4	1016	5,6	75,6	51,2	1,7	26128
Костромской	1,2	4,2	14,2	-0,04	12	169,6	0	27,4	0	0,7	2142
Красносельский	7,2	4,2	4,3	0,05	12,4	200	35,8	15,6	21,4	1	1628
Мантуровский	3,7	56,4	7,5	0,61	19,4	1078	17,2	37,2	6,6	1,72	1616
Нерехтский	8,7	13,1	19,8	0,32	25,4	327,2	34,2	27,4	33,4	1,72	17948
Островский	5,2	2,1	7,9	0,2	23,4	938	37,2	55,6	17,6	1,48	1942
Парфеньевский	4,2	0	14,9	0,03	7,4	68	4,74	15,6	0	0,62	11000
Поназыревский	0,7	53,2	14,9	0,48	15,4	908	31,4	37,2	39	1,66	20460
Судиславский	6	0	6,3	-0,02	17,4	472	10,4	7,8	28,2	0,12	2500
Сусанинский	0,1	23,4	3,8	0,67	36,4	692	44,2	23,4	51,2	2,5	37180
Шарьинский	7	0	16,7	0,56	3,8	23,4	0	1,6	10,2	1,3	2360

Прим.: в скобках указаны ПДК или ОДК для соответствующего элемента

Содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов в
отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

Валовые	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Co, мг/кг
1 Золоотвал у бывшего Завода чесальных машин	24,3	0,062	0,344
3 Костромская ГРЭС	12,7	0,02	0,804
4 д. Болобино	4,8	0	0,824
5 У забора ТЭЦ-2	16,7	0,177	0,764
6 Берег ТЭЦ-2	17,6	0,227	0,724
7 д. Маслово, 1,5 км юго-восточнее от ШПУ УР-100	38,6	0,097	0,964
9 Завод чесальных машин	3,6	0,009	0,704
10 Свалка «Чистое Поле»	19,4	0,167	0,614
11 ШПУ УР-100 в 5 км севернее Лежнева	19,1	0,082	0,514
12 Граница Ивановской и Нижегородской обл. по трассе Р152	11,5	0,297	0,434
19 Юго-восточная граница Приволжска по трассе Р-600	11,1	1,297	0,554
20 Поле культурных злаков у д. Рогозинихи	4,3	0,124	1,144
21 д. Серково	19,3	0,04	0,604
22 д. Чихачево	15,8	0,127	0,594
Подвижные	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Co, мг/кг
1 Золоотвал у бывшего Завода чесальных машин	0,108	0	0,049
2 Ивановский абразивный завод	0,041	0	0,017
3 Костромская ГРЭС	0,03	0	0,137
4 д. Болобино	0,016	0,004	0,026
5 У забора ТЭЦ-2	0,04	0	0,01
6 Берег реки у ТЭЦ-2	1,348	0	0,016
7 д. Маслово, 1,5 км юго-восточнее от ШПУ УР-100	0,064	0	0,019
8 ул. Станкостроителей с запада от ИЗТС	0,113	0	0,02
9 Завод чесальных машин	0,069	0,003	0,07
10 Свалка «Чистое Поле»	0,278	0,005	0,078
11 ШПУ УР-100 в 5 км севернее Лежнева	0,348	0	0,103

12 Граница Ивановской и Нижегородской обл. по трассе Р152	0,045	0	0,035
13 Меланжевый комбинат	51,748	0,04	0,298
14 Свалка «Чистое Поле» на новых кучах	6,248	0	0,051
15 Торфяной переезд	0,158	0,005	0,049
18 Свалка «Чистое Поле» у дороги	2,178	0,98	0,039
19 Юго-восточная граница Приволжска по трассе Р-600	0,088	0,105	0,157
20 Поле культурных злаков у д. Рогозинихи	0,118	0,116	0,041
21 д. Серково	0,108	0,067	0,129
22 д. Чихачево	0,068	6,056	0,038

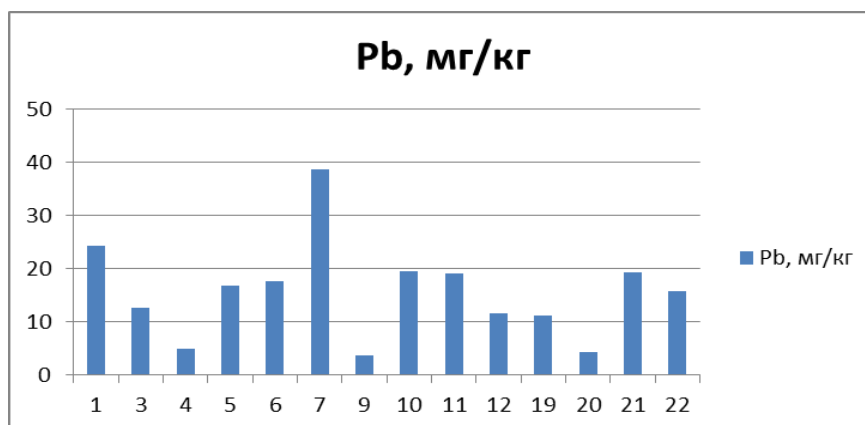


Рис. 14. Содержание валовых форм свинца в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

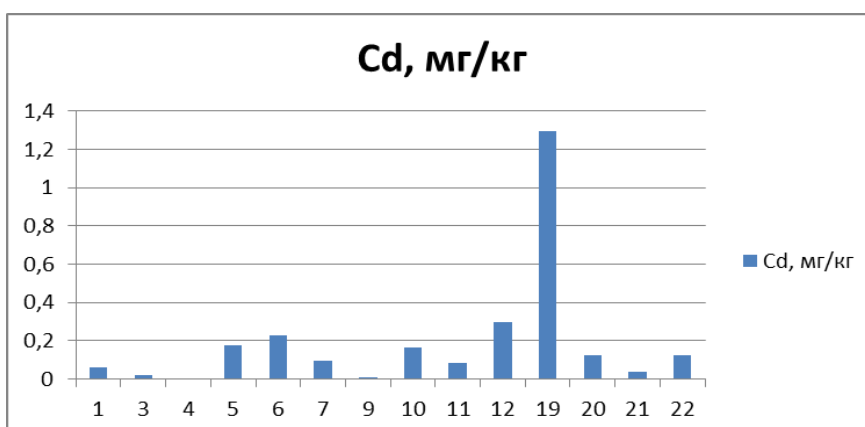


Рис. 15. Содержание валовых форм кадмия в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

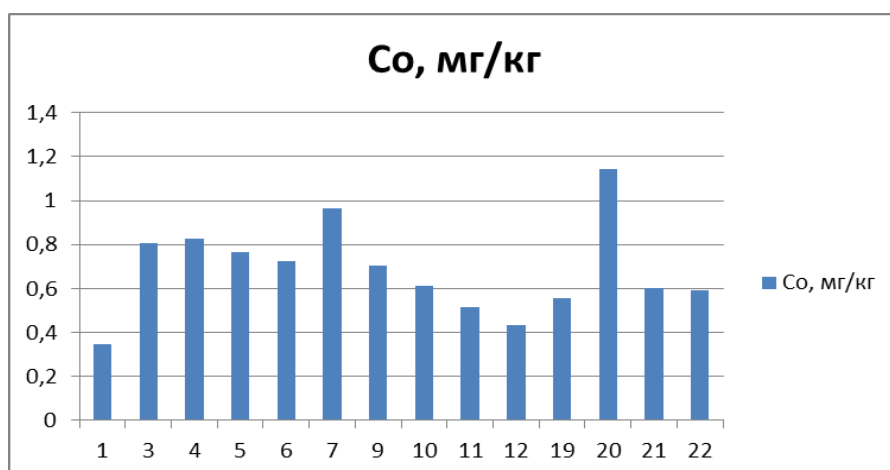


Рис. 16. Содержание валовых форм кобальта в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

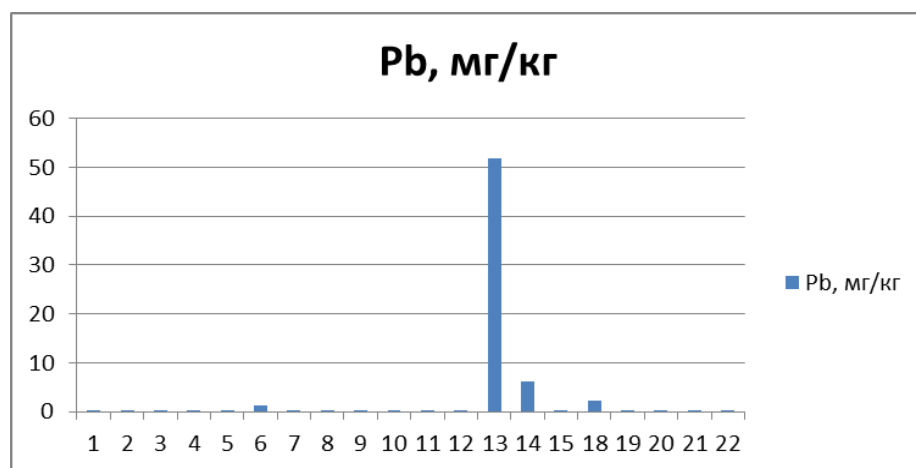


Рис. 17. Содержание подвижных форм свинца в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

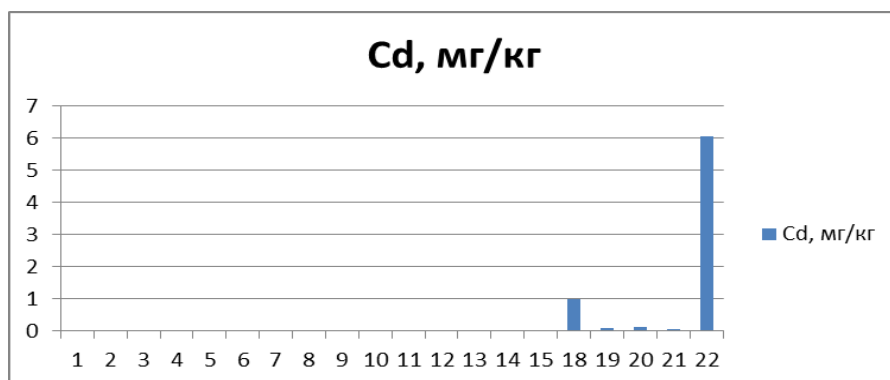


Рис. 18. Содержание подвижных форм кадмия в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

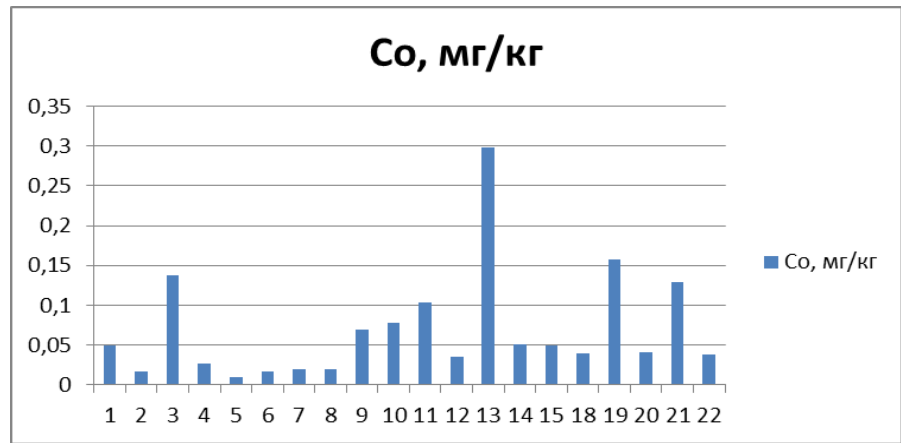


Рис. 19. Содержание подвижных форм кобальта в отдельных точках Ивановской, Костромской и Нижегородской областей

4.4 Уровень смертности населения Костромской области по различным причинам.

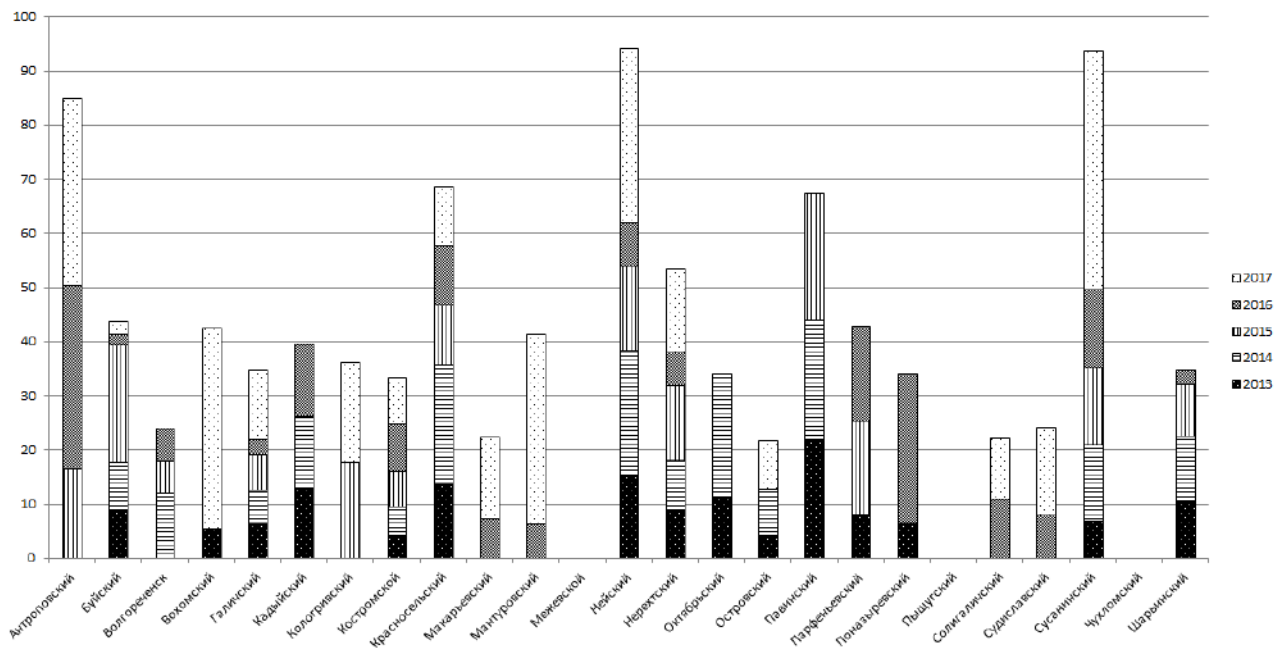


Рис.20. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний выделительной системы (чел/100000 населения)

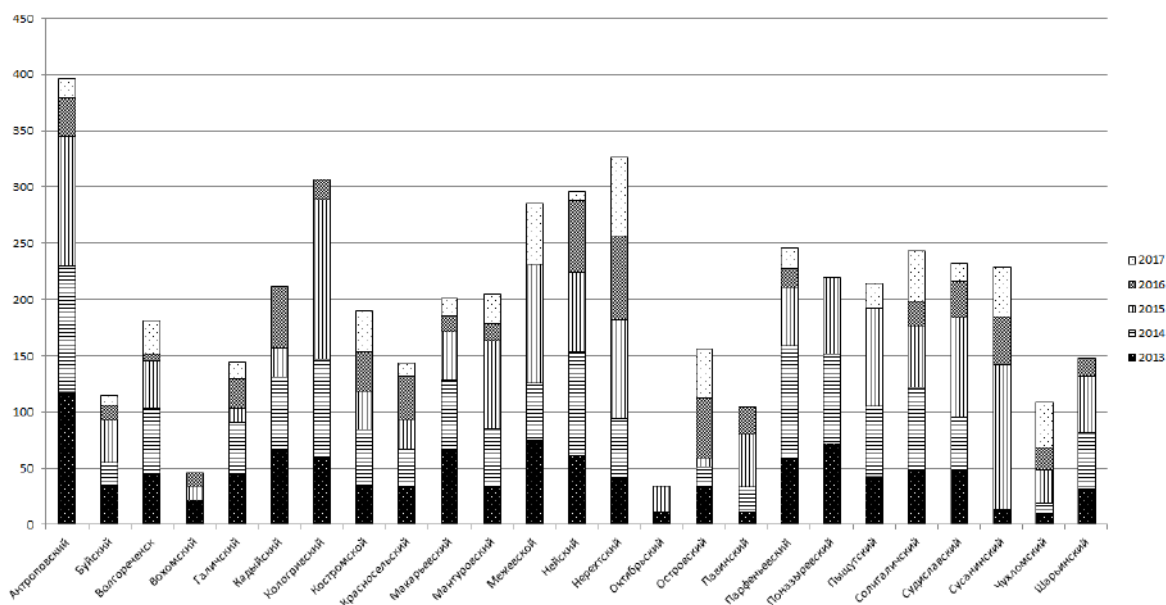


Рис. 21. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний дыхательной системы (чел./100000 населения)

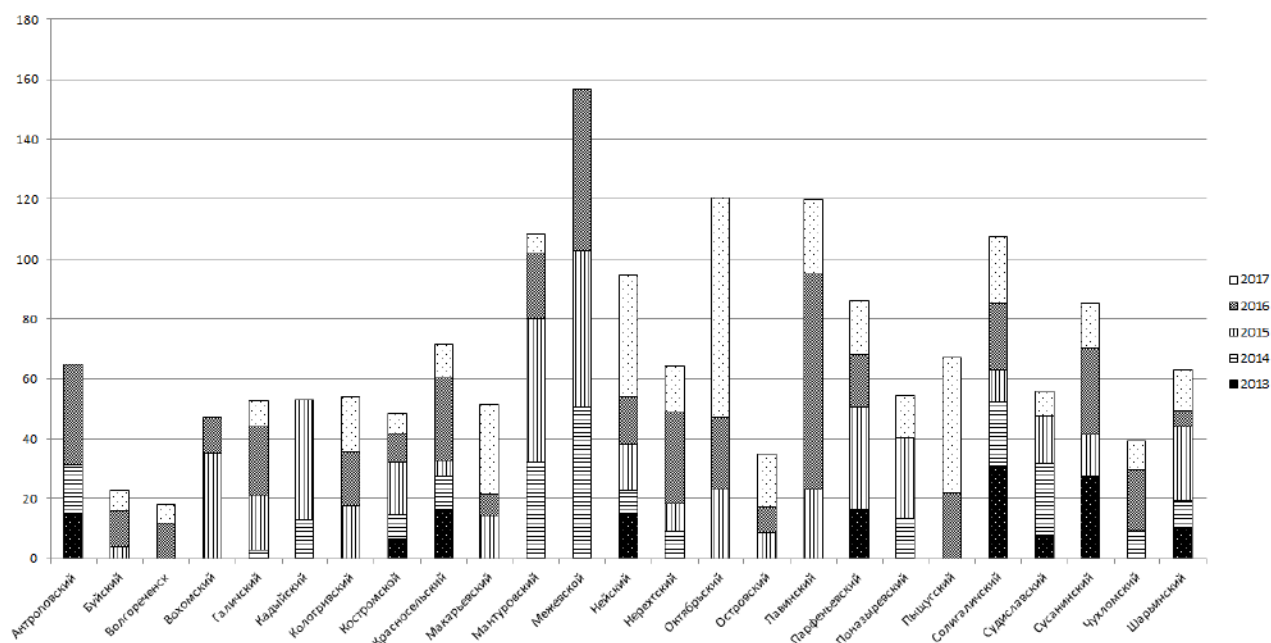


Рис. 22. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний ЖКТ (чел./100000 населения)

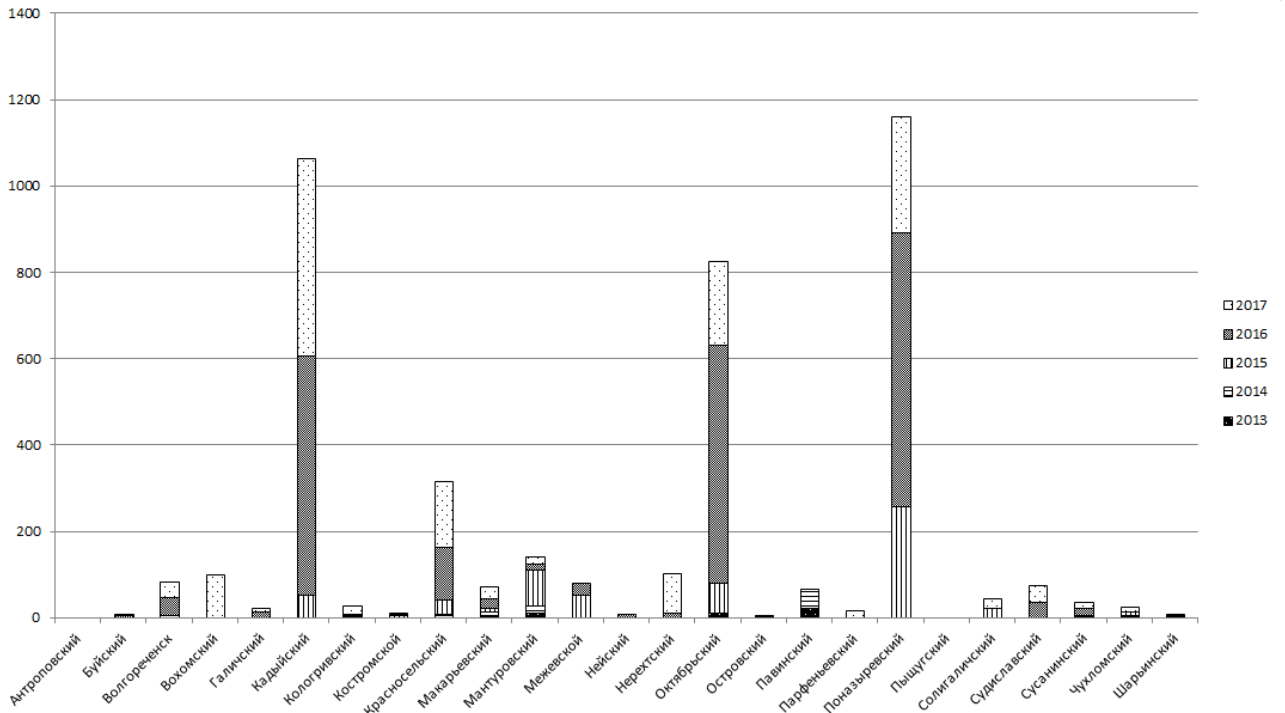


Рис. 23. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний нервной системы (чел./100000 населения)

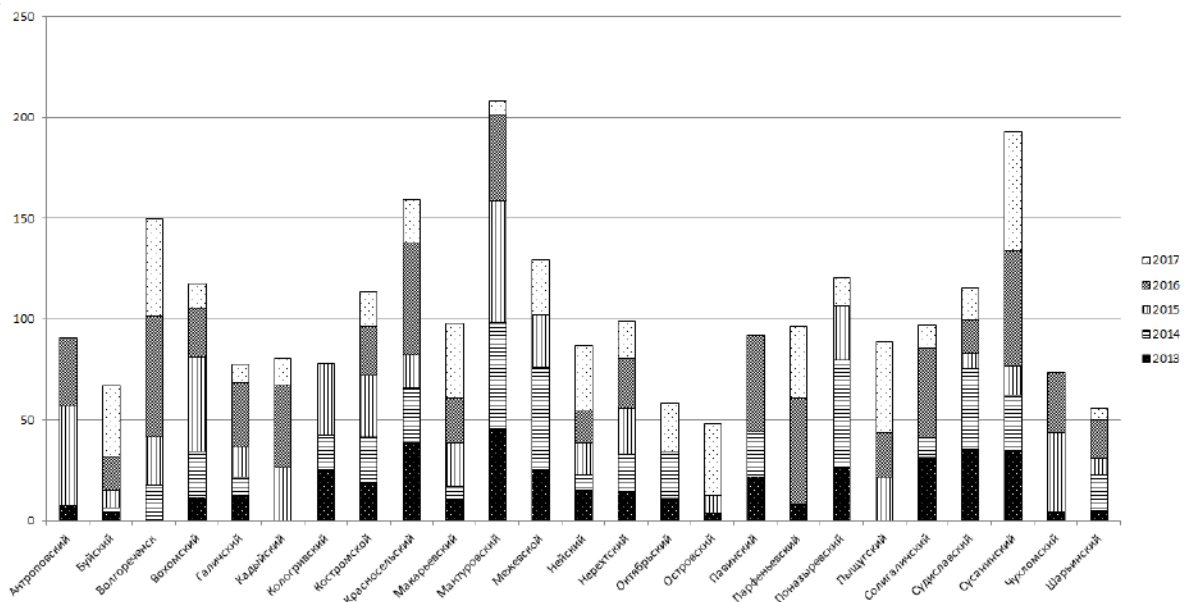


Рис.24. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний печени (чел./100000 населения)

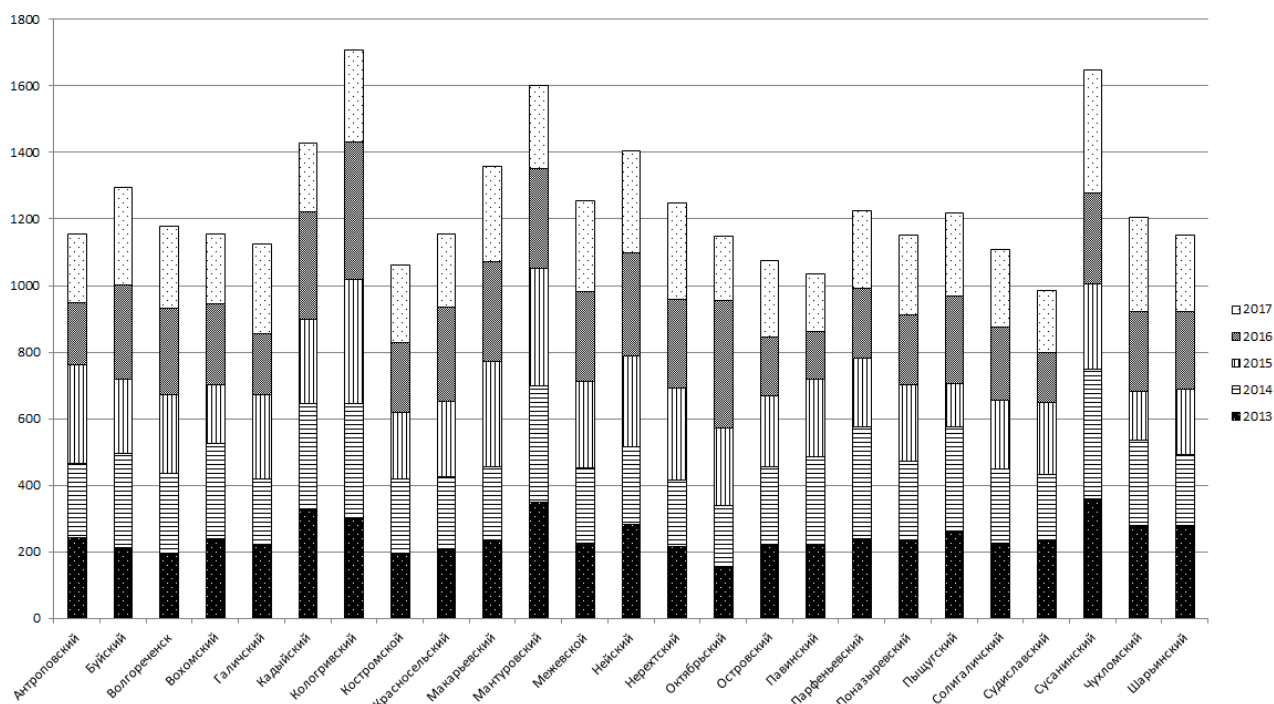


Рис. 25. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине возникновения злокачественных новообразований (чел./100000 населения)

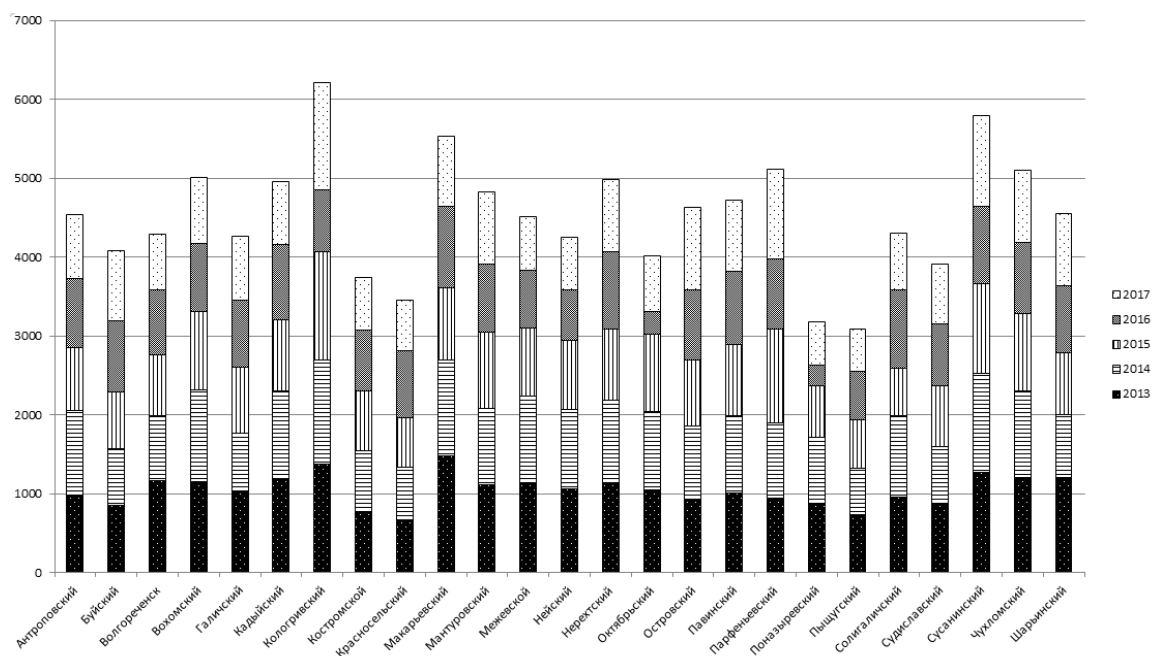


Рис. 26. Относительная смертность населения Костромской области по муниципальным районам по причине заболеваний сердечнососудистой системы (чел./100000 населения)

Проанализировав данные «Костромастата», можно заключить, что наиболее высокие показатели смертности населения по причине развития злокачественных новообразований наблюдаются в Сусанинском, Мантуровском и Кадыйском муниципальных районах (около 300 человек в пересчёте на 100 тыс. чел. населения). Смертность от заболеваний сердца и сосудов выше в Макарьевском муниципальном районе (ок. 1400 чел.). В 2 раза ниже этот показатель в областном центре. По показателям смертности от заболеваний печени лидируют Красносельский и Мантуровский муниципальный районы. Показатели смертности от заболеваний выделительной и нервной систем наиболее высоки в Павинском районе, в остальном по области эти значения гораздо ниже. В Антроповском районе наблюдалось значительное число смертей от заболеваний дыхательной системы. От заболеваний желудочно-кишечного тракта чаще умирали в Нейском, Солигаличском и Красносельском муниципальных районах (рис. 20-26, приложение 4).

4.5 Анализ данных

Анализ данных по смертности населения за 2013-2017 годы показал, что сильных колебаний внутри изучаемых областей в зависимости от времени не наблюдается, что может говорить о привязанности показателей смертности к территории и условиям жизни. Корреляционный анализ данных по Ивановской области за 5 лет показал статистическую связь содержания между некоторыми тяжёлыми металлами и смертностью от заболеваний сердца и сосудов, нервной, дыхательной, выделительной систем, желудочно-кишечного тракта, печени и злокачественных новообразований (таблица 8).

Корреляционный анализ данных по Костромской области за 5 лет (таблица 7) показал статистическую связь между содержанием некоторых тяжёлых металлов в почве и смертностью от заболеваний сердца и сосудов, нервной, дыхательной, выделительной систем, желудочно-кишечного тракта,

печени и злокачественных новообразований, а также сильную статистическую связь между содержанием в почве подвижных форм марганца и смертностью от заболеваний нервной системы. Есть медицинские данные, где говорится, что головной мозг наиболее чувствителен к избытку марганца, поэтому уже на начальных стадиях хронического отравления отмечается замедленная реакция, раздражительность, перемены настроения, компульсии. Более длительное влияние марганца приводит к развитию паркинсонизма, при этом иногда ставится ошибочный диагноз «болезнь Паркинсона» [61].

Сравнивая данные по смертности населения в Ивановской и Костромской областях, можно отметить, что в Костромской области в 2 раза выше смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, а также значительно выше смертность от злокачественных новообразований. В Ивановской области заболевания ЖКТ, печени, выделительной и дыхательной систем становятся причиной смерти в 2 раза чаще, чем в Костромской области. Также, в Ивановской области в десятки раз выше смертность от заболеваний нервной системы.

Таблица 7

Корреляционный анализ содержания тяжёлых металлов в почве Костромской и Ивановской областей и смертности жителей муниципальных районов (2014-2015 г.г.).

	Злокачественные новообразования	Заболевания ЦНС	Сердечно-сосудистые заболевания	Заболевания дыхательной системы	Заболевания печени	Заболевания выделительной системы	Заболевания ЖКТ
Ивановская область							
Cu_gross	0,03	0,32	0,01	0,27	0,16	0,23	-0,01
Zn_gross	0,08	0,26	-0,04	-0,16	-0,27	0,03	-0,07
Ni_gross	0,08	0,25	-0,05	0,52	0,05	0,14	-0,05
Co_gross	-0,02	0,05	0,02	0,50	0,29	0,22	0,02
Fe_gross	0,05	0,29	-0,05	0,28	0,10	0,20	-0,06
Mn_gross	0,02	-0,09	-0,09	0,07	-0,42	0,22	-0,04
Cd_gross	-0,02	0,04	0,04	0,26	0,22	0,15	0,01
Cu_move	0,07	-0,03	-0,09	0,25	-0,21	0,33	-0,07
Zn_move	-0,02	-0,02	-0,02	0,39	0,13	-0,01	0,04
Ni_move	-0,01	-0,20	-0,01	-0,12	-0,14	-0,05	0,05

Co_move	0,10	0,58	0,00	0,15	0,18	-0,15	-0,08
Fe_move	0,08	0,30	-0,02	0,20	-0,03	-0,14	0,01
Mn_move	0,01	0,23	-0,03	0,17	-0,01	0,34	-0,02
Костромская область							
Cu_mov	0,07	0,00	0,23	0,19	0,20	0,18	0,23
Mn_mov	0,59	0,06	0,30	0,41	0,10	0,09	0,01
Pb_mov	0,31	0,64	0,12	0,24	0,57	0,44	0,54
Cd_mov	0,63	0,62	0,66	0,24	0,32	0,23	0,16
Cu_gross	0,35	0,27	0,34	0,39	0,30	0,25	0,52
Mn_gross	0,38	0,63	0,32	0,08	0,49	0,69	0,32
Co_gross	0,01	0,01	0,12	0,36	0,29	0,17	0,71
Pb_gross	0,13	0,28	0,31	0,27	0,04	0,44	0,18
Ni_gross	0,27	0,23	0,45	0,05	0,38	0,22	0,40
Cd_gross	0,56	0,45	0,60	0,28	0,23	0,05	0,25
Fe_gross	0,37	0,16	0,55	0,01	0,25	0,14	0,21

Прим.: полужирным шрифтом выделены сильные связи

Таблица 8

Корреляционный анализ смертности населения Ивановской области в 2013-2017 г.г. и содержания тяжёлых металлов в почве

	ССС	ЗН	НС	ДС	ЖКТ	ВЫД	ПЕЧ
Cu_gross	0,24	0,08	0,22	0,28	0,21	0,09	0,03
Zn_gross	0,01	-0,08	0,38	-0,13	0,36	-0,12	-0,28
Ni_gross	-0,14	-0,20	0,26	0,53	0,51	0,02	-0,29
Co_gross	-0,26	-0,04	-0,03	0,37	0,07	0,24	0,27
Pb_gross	-0,09	-0,28	0,24	0,31	0,40	0,02	-0,33
Fe_gross	0,03	-0,17	-0,04	0,13	0,19	-0,13	-0,33
Mn_gross	-0,44	-0,08	0,01	0,12	-0,07	0,29	0,33
Cd_gross	0,22	-0,25	-0,03	0,34	0,06	0,11	0,12
Cu_mov	-0,09	-0,44	-0,26	0,13	0,11	0,28	-0,08
Zn_mov	0,06	-0,14	-0,21	-0,17	0,06	0,17	-0,06
Ni_mov	0,10	0,11	0,51	0,16	0,28	-0,05	-0,21
Co_mov	0,16	0,31	0,33	0,27	0,50	-0,44	-0,25
Pb_mov	0,00	-0,02	0,02	0,07	0,01	0,23	0,06
Fe_mov	0,12	0,09	-0,30	-0,22	-0,27	0,22	-0,09
Mn_mov	-0,35	-0,34	-0,19	0,00	-0,16	0,16	0,02

Прим.: gross – валовые формы, mov – подвижные формы, СССР – смертность от

сердечнососудистых заболеваний, ЗН – от злокачественных новообразований, НС – от заболеваний нервной системы, ДС – дыхательной системы, ЖКТ – желудочно-кишечного тракта, ВЫД – выделительной системы, ПЕЧ – печени. Выделены корреляции средней силы. Красным цветом выделены положительные корреляции, синим – отрицательные.

Таблица 9

Корреляционный анализ смертности населения Костромской области в 2013-2017 гг. и содержания тяжёлых металлов в почве

	ЗН	НС	ССС	ДС	ЖКТ	ВЫД	ПЕЧ
Cu_mov	-0,04	-0,08	0,24	0,28	-0,39	-0,21	-0,04
Mn_mov	0,42	0,79	0,05	0,14	0,32	0,04	0,27
Pb_mov	-0,44	0,27	-0,29	0,05	-0,35	-0,24	-0,09
Cd_mov	0,61	-0,04	0,43	0,20	0,33	0,32	0,42
Cu_gross	0,47	-0,11	0,42	0,32	0,37	0,51	0,06
Mn_gross	0,44	0,09	0,25	0,29	0,32	-0,09	0,18
Co_gross	0,07	0,10	-0,06	-0,01	0,37	0,55	0,07
Pb_gross	0,48	0,05	0,39	0,27	-0,18	-0,22	-0,28
Ni_gross	0,41	0,12	0,35	0,52	0,19	0,38	0,01
Cd_gross	0,65	0,05	0,49	0,28	0,35	0,53	0,33
Fe_gross	0,56	0,02	0,54	0,61	0,27	0,56	0,23

Прим. gross – валовые формы, mov – подвижные формы, СССР – смертность от сердечнососудистых заболеваний, ЗН – от злокачественных новообразований, НС – от заболеваний нервной системы, ДС – дыхательной системы, ЖКТ – желудочно-кишечного тракта, ВЫД – выделительной системы, ПЕЧ – печени. Красным цветом выделены положительные средние и сильные корреляции, синим – слабые отрицательные.

Сравнив данные анализа почвенного покрова Костромской и Ивановской областей, можно увидеть, что на обеих территориях наблюдается многократное превышение ПДК валовых форм железа. ПДК валовых форм кадмия значительно превышена в Костромской области, в Ивановской же имеется локальное превышение в районе Вичуги. Схожая ситуация и с подвижными формами меди — в Костромской области их значительно больше, чем в Ивановской.

4.6 Оценка уровня химического загрязнения почвенного покрова исследуемых территорий

Рассчитанные значения Z_c для большинства исследуемых участков в Ивановской области относительно величины фонового уровня содержания валовых форм ТМ являются средними, им соответствует средняя категория загрязнения ($16 < Z_c < 32$). Величина Z_c , рассчитанная для Ивановской области (рис. 4, прил. 1.16) относительно регионального фона в 2014 г. составляет 20, что характеризует значительный уровень загрязнения, для которого характерен относительно высокий уровень заболеваемости населения, особенно детей, а также высокая вероятность развития физиологических отклонений.

Рассчитанные значения Z_c для большинства исследуемых участков в Костромской области (рис. 12, прил. 3.11) в основном превышают порог в 32 единицы, что говорит о высокой степени общего загрязнения тяжёлыми металлами на данных территориях ($32 < Z_c < 128$). Среднее значение Z_c по Костромской области составило 38, что говорит об опасной категории загрязнения почв. Это может вызвать высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечнососудистой системы [113].

4.7 Анализ рисков для здоровья населения

Согласно данным о поступлении тяжёлых металлов в атмосферу из отчёта Департамента природных ресурсов и экологии Ивановской области за 2020 год, риски для здоровья населения Ивановской области при ингаляционном поступлении изучаемых тяжёлых металлов не превышают допустимые (таблица 10).

Однако, стоит учитывать, что кроме постоянного среднего содержания

соединений тяжёлых металлов в воздухе в виде аэрозолей окислов, в атмосферный слой близ поверхности почвы металлы могут попадать в составе более или менее крупных пылевых частиц размерами до 10 мкм. Соответственно, данные частицы вместе с вдыхаемым воздухом попадают через бронхи и легкие в организм человека, становясь очень часто причиной различных сердечно-легочных и респираторных заболеваний, а также провоцируя сокращение ожидаемой продолжительности жизни населения [2].

Учитывая это, соотношение фактической и референтной доз будет выше, чем в случае оценки лишь атмосферного содержания данных элементов, для отдельных металлов (марганец, железо, кадмий) в нормальный день (среднесуточное содержание пылевых частиц диаметром до 10 мкм – не более 45 мкг/м³, среднегодовое – не более 15) [2].

Кроме того, расчёт поступления веществ при нормальном ежесуточном заглатывании почвенных частиц показал, что в условиях повышенного содержания тяжёлых металлов в почве этот параметр может превышать поступление тяжёлых металлов из постоянно взвешенных в атмосфере частиц до нескольких раз (Таблицы 10, 11), поскольку, согласно наблюдениям за атмосферным воздухом на предмет определения количества взвешенных частиц в 2021 году с помощью сенсора SDS-011, зачастую на территории Ивановской области, как и в других регионах с обширными равнинами, открытыми ветрам [32] в весенне-осенний период наблюдается значительная запылённость, в том числе и частицами размером около 10 мкм, среди которых значительную часть составляет пыль, поднятая с поверхности почвы.

Анализ данных, полученных с помощью комбинированной атмосферной станции, описанной в главе 3.7, показал, что в течение суток могут наблюдаться значительные колебания концентрации твёрдых взвешенных частиц в атмосфере города. Это может быть связано как с усилением задымлённости вследствие увеличения выхлопа автотранспорта, выбросов предприятий предприятий или сжигания твёрдого топлива

(котельные, бани, костры), так и с запылённостью при подъёме в воздух некоторого количества верхних частиц почвенного покрова за счёт ветра. Среднегодовое значение по обоим типам частиц не превышает ПДК, однако, периодически в течение суток концентрация частиц диаметром 10 мкм (именно к ним чаще всего относится пыль, поднятая с поверхности почвы) может превышать ПДК в разы в течение нескольких часов.

На графиках, отражающих количество в атмосферном воздухе частиц диаметром 2,5 и 10 мкм 30 октября и 1 ноября 2021 года, наблюдаются пики, означающие периодические повышения частиц диаметром 10 мкм до 60 мкг/м³ в течение нескольких часов, а также их разовые подъёмы до 200 и 300 мкг/м³ (Приложение б). Данное наблюдение позволяет сделать вывод о важности мониторинга состояния почвенного покрова наравне с состоянием атмосферы для оценки рисков при поступлении поллютантов в организм человека.

Таблица 10

Показатели рисков для населения в Ивановской области

	Cu_gross	Zn_gross	Ni_gross	Co_gross	Pb_gross	Fe_gross	Mn_gross	Cd_gross
Ca (конц. в воздухе) мг/м ³	0,00001	0,00003	0,00001	0,00001	0,00001	0,00043	0	0
I (мг/кг тела)	1,38084E-06	4,14E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,381E-06	5,94E-05	0	0
RfD (мг/м ³)	0,00002	0,0009	0,00005	0,00002	0,0005	0,6	0,00005	0,00002
HQ (ингаляционный риск)	0,5	0,033333	0,2	0,5	0,02	0,000717	0	0
ADI (при заглатывании почвы, до, мг/кг)	1,06381E-05	7,62E-05	1,51E-05	4,55E-05	1,085E-05	0,005359	0,000366	1,47E-05
RfD при пероральном поступлении мг/кг	0,019	0,3	0,02	0,2	0,0035	0,3	0,14	0,0005
HQ (риск при заглатывании пылевых частиц)	0,0005599	0,000254	0,000754	0,000228	0,0031	0,017862	0,002613	0,029479

Прим.: Ca – данные Департамента природных ресурсов и экологии Ивановской области

Показатели рисков для населения в Костромской области

	Cu_gross	Mn_gross	Co_gross	Pb_gross	Ni_gross	Cd_gross	Fe_gross
ADI (при заглатывании почвы, до, мг/кг)	0,000026	0,00077	3,16E-05	0,000054	3,66E-05	1,79E-06	0,026557
RfD при пероральном поступлении мг/кг	0,019	0,14	0,2	0,0035	0,02	0,0005	0,3
HQ (риск при заглатывании пылевых частиц)	0,001368421	0,0055	0,000158	0,015429	0,001829	0,003571	0,088524

4.8 Предполагаемые источники поступления тяжёлых металлов в почву в Ивановской и в Костромской областях.

Исследования других авторов показывают, что поступление в окружающую среду свинца, кадмия, цинка и хрома может быть связано со сжиганием мусора, в котором содержатся ткани, типографские материалы, металлические изделия [34].

Приоритетными факторами воздействия на агроэкосистему в сельскохозяйственных ландшафтах являются средства химизации. Следует учесть, что доля сельскохозяйственной продукции, получаемой за счет применения средств химизации, в нашей стране в настоящее время составляет 50–60 %. Тяжелые металлы попадают непосредственно в почву с минеральными удобрениями, с пестицидами и фунгицидами, с загрязненными оросительными водами, а также с веществами, используемыми в сельском хозяйстве в качестве удобрений: с осадками сточных вод, с компостами из городского мусора. Источниками загрязнения тяжелыми металлами сельскохозяйственных ландшафтов могут быть также склады ядохимикатов и минеральных удобрений. Об этом свидетельствует изучение территорий, прилегающих к складам, вблизи которых имеются локальные пятна загрязнения.

По мнению некоторых авторов, источником загрязнения почв ТМ является также известкование, и его вклад в их общее поступление довольно значительный [73].

Также, обычными источниками тяжёлых металлов в почвах являются: промышленные, коммунальные сточные воды; атмосферные осадки с аэрозолями; почвенно-грунтовые воды, загрязнённые отвалами золы, шламов, стоками со свалок ТКО. Машиностроительная отрасль и приборостроение дают загрязнение кадмием, медью, свинцом, цинком, кобальтом. [49]. Доля поступления тяжёлых металлов в почву из выбросов автотранспорта составляет до 20% [92].

Некоторыми авторами отмечается повышение концентрации тяжёлых металлов вблизи железных дорог, вследствие влияния выбросов тепловозов, а также утечки перевозимых грузов [42].

Повышенное содержание Pb, Cd, Cu, Zn и Ni в почвенном покрове центральных густонаселенных Ивановского, Родниковского, Вичугского, Фурмановского, а также Палехского районов может быть связано с ростом антропогенной нагрузки, вызванной деятельностью предприятий химической, текстильной промышленности, объектов машиностроения, теплоэнергетики и автотранспорта. Для большинства же приграничных территорий районов существенный вклад в загрязнение почвы помимо локальных источников вносят и трансграничные - эмиссия загрязнённых воздушных масс с территорий прилегающих индустриально более развитых областей. Это, прежде всего, характерно для Приволжского, Фурмановского и Заволжского районов, примыкающих к городу Волгореченск, Костромской области. Именно в Волгореченске расположена одна из крупнейших тепловых станций - Костромская ГРЭС, а также находится трубопрокатный завод. Доминирующее направление ветра при этом способствует переносу загрязняющих веществ в сторону Ивановской области. Аналогичная картина характерна и для Ильинского района. Высокое содержание металлов здесь объясняется влиянием эмиссии с территории Ярославской области, где

неподалеку расположены крупные объекты нефтехимической, лакокрасочной промышленности, металлообработке - такие заводы как «Ярметал», «Альтпром» и др.

Для Костромской области наиболее вероятными источниками загрязнения могут являться вышеупомянутые Костромская ГРЭС и трубопрокатный завод. Также, серьёзный вклад могут вносить АО «Галичский автокрановый завод», АО «Костромской завод автокомпонентов», ЗАО «КосмоЭлектро», ООО «Судиславский завод сварочных материалов».

Помимо этого, значительный вклад могут оказывать выбросы ТЭЦ, а также их золоотвалы, имеющиеся даже на территории г. Иваново. Для Ивановской области источниками поллютантов также являются свалки и шламонакопители, перечисленные в главе 2.2.

В процессе анализа образцов почвы на территории Ивановской области в мае-июне 2018 года значительных превышений ПДК для свинца, кадмия и кобальта не обнаружено, что может свидетельствовать о внесении значительного количества тяжёлых металлов за летний период в виде взвешенных частиц с атмосферной пылью. Следовательно, основными источниками тяжёлых металлов остаются выхлопы автотранспорта и выбросы предприятий. Эти осадки накапливаются в течение лета и осени, а весной уходят в глубинные слои почвы вместе с растаявшим снегом. В качестве постоянного источника загрязнения тяжёлыми металлами выступают свалки ТБО. Достаточно высокие, хоть и не превышающие ПДК значения концентрации тяжёлых металлов были обнаружены в районе рекультивированной ШПУ УР-100. Это можно объяснить тем, что при рекультивации в неё было сброшено несколько тонн деноминированных советских банкнот, краски для которых содержали свинец и некоторые другие тяжёлые элементы [67]. Постоянное омывание содержимого шахты водами атмосферных осадков может поддерживать стабильный уровень тяжёлых металлов в окрестных почвах.

Ещё одной возможной причиной полученного распределения тяжёлых

металлов по изучаемой территории могут являться известные гравитационные и магнитные аномалии. Пылевые частицы соединений тяжёлых металлов, поднимаясь в слои атмосферы в виде солей, оксидов и других соединений, могут распределяться вдоль зон повышенного или пониженного гравитационного (рис. 27, 29) или магнитного поля (рис. 28, 30) [6, 18]. Ферромагнитных элементов среди изучаемых не так много (железо, кобальт), но некоторые из них (например, марганец, никель и алюминий) приобретают таковые свойства в соединениях с другими неферромагнитными элементами [62]. Если предположить, что часть этих поллютантов попадает в почву из атмосферного воздуха, они могут оседать не только в соответствии с воздушными потоками, но и с привязкой к неоднородностям земной коры. Прямой связи между этими зонами и распределением тяжёлых металлов по территории установить не удалось, но есть отдельные совпадающие участки. Распределение валовых форм кобальта в Ивановской области очень близко к распределению зон аномалий магнитного поля (рис. 28).

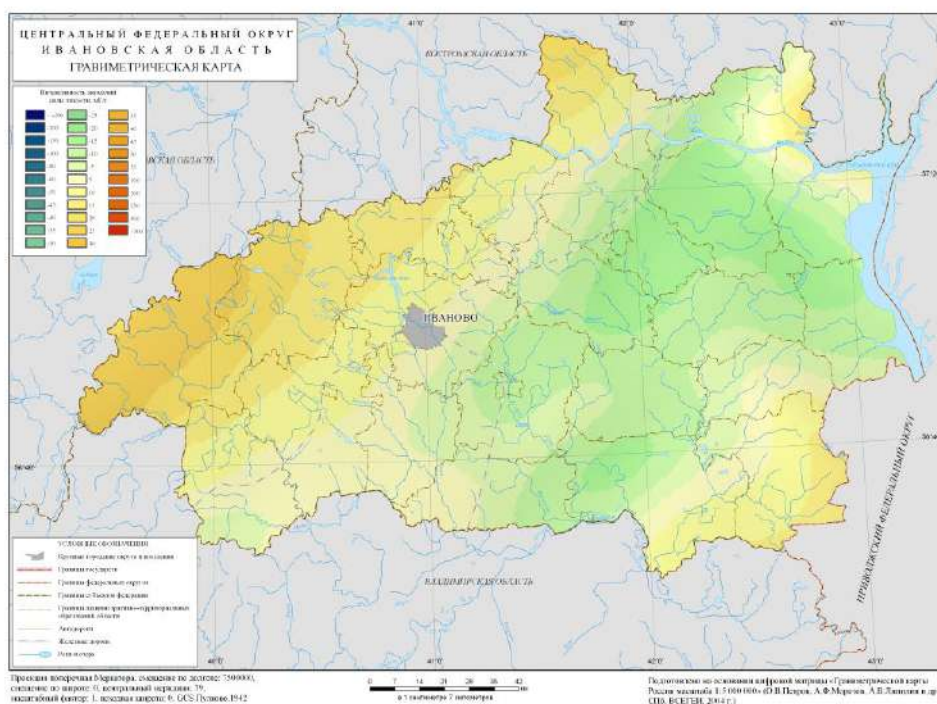


Рис. 27. Гравиметрическая карта Ивановской области (Анисимов В.Ю., 2004)

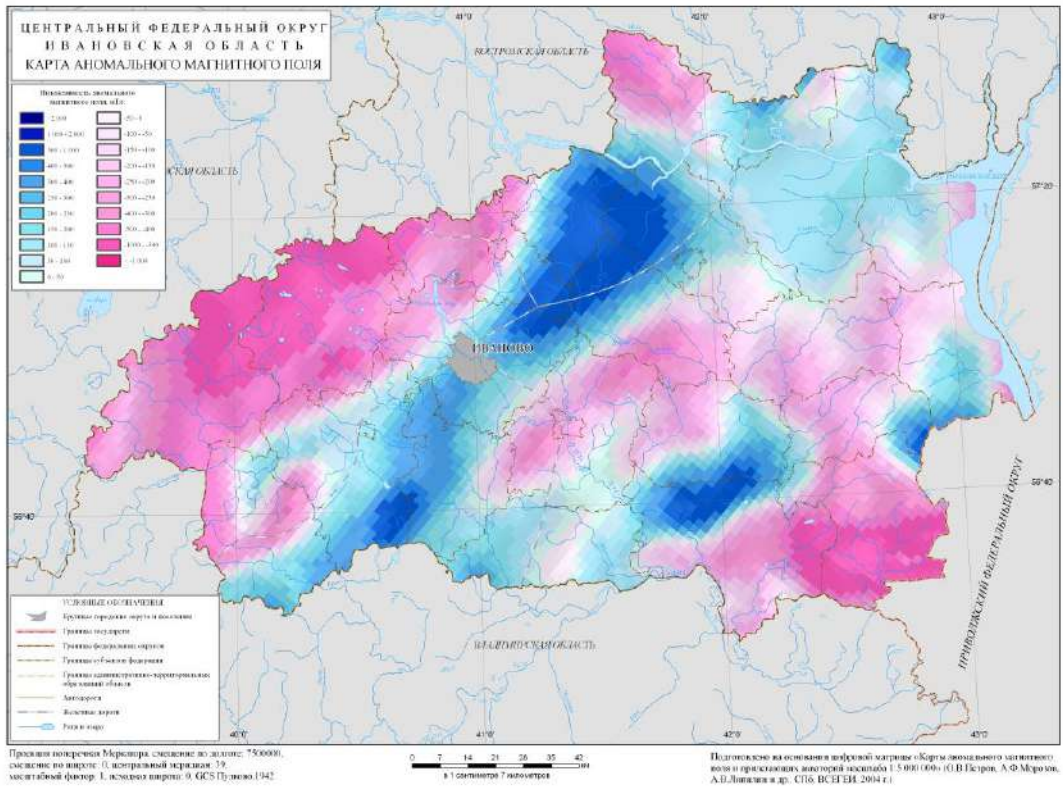


Рис. 28. Карта аномального магнитного поля Ивановской области (Анисимов В.Ю., 2004)

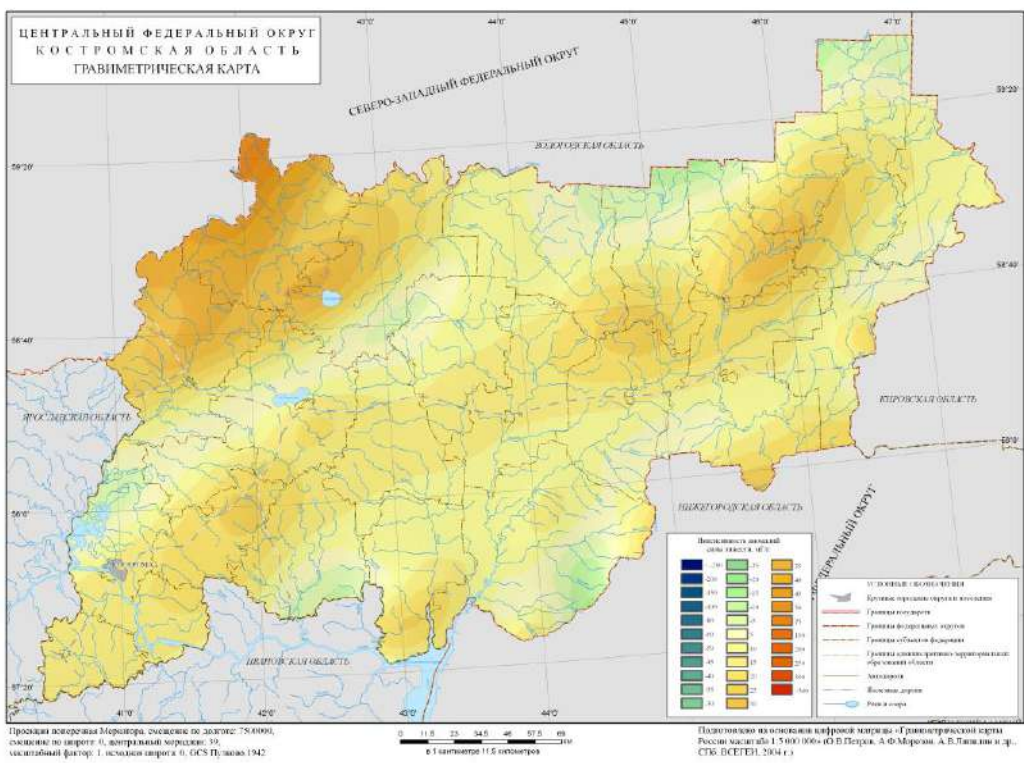


Рис. 29. Гравиметрическая карта Костромской области (Галанин В.В., 2004)

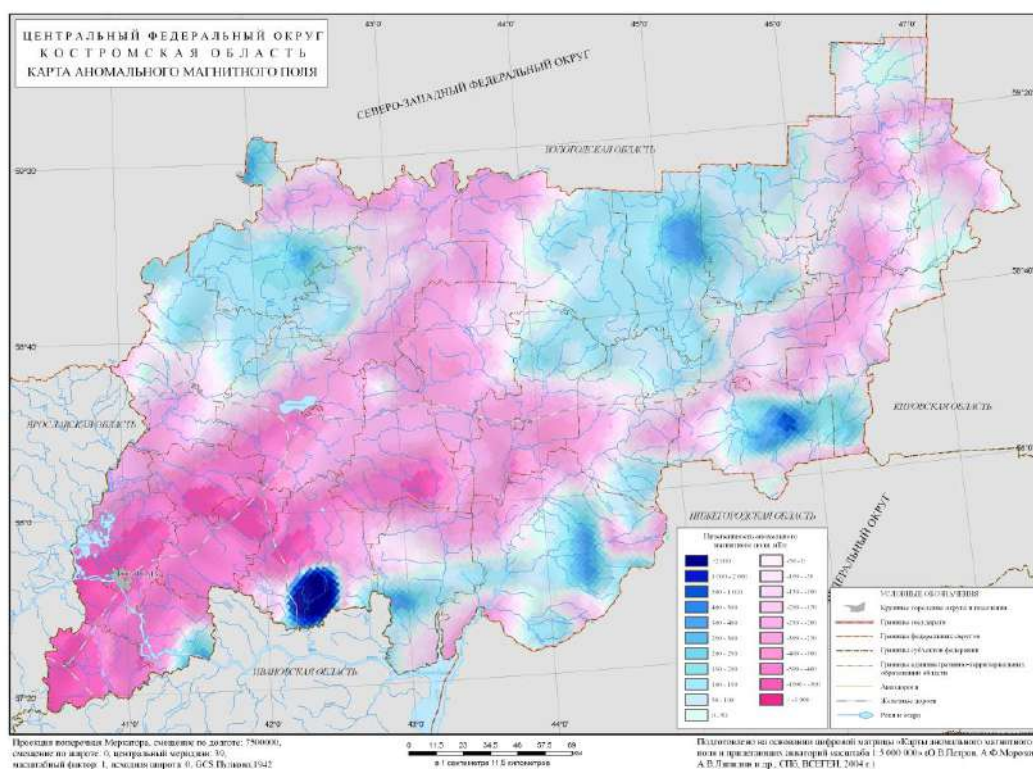


Рис. 30. Карта аномального магнитного поля Костромской области (Галанин В.В., 2004)

4.9. Оценка влияния тяжёлых металлов на живые системы

В связи с тем, что в регионе имеется значительное количество частных и государственных хозяйств, на которых возделываются культурные растения и выращивается скот и птица, было принято решение разработать рекомендации по биоремедиации тяжёлых металлов из почвенного покрова. Для этого в 2019 году произведена оценка извлечения свинца и кадмия при комплексном внесении их в исходный образец почвы в виде нитратов. Концентрация подвижных форм кадмия и свинца составила 6,5 мг/кг. В пластиковый сосуд с 1 кг такой почвы были высажены 10 растений овса, в другой – 10 растений редиса. Через месяц была произведена оценка содержания металлов в почве. В первом сосуде концентрация подвижных форм свинца оказалась 6,248 мг/кг, кадмия – 6,146 мг/кг. Во втором сосуде концентрация подвижных форм свинца составила 6,383 мг/кг, а кадмия – 6,

226 мг/кг. Вынос свинца за месяц для овса составил 0,25 мг, для редиса – 0,12 мг. Кадмия для овса – 0,35 мг, для редиса – 0,27 мг. Таким образом, можно сделать вывод о большей эффективности овса посевного для извлечения подвижных форм тяжёлых металлов при комплексном загрязнении. Учитывая, что средняя масса отдельного растения овса к этому моменту составляла около 1 грамма, а редиса – менее 0,5 грамм, то при пересчёте на чистую биомассу вынос будет приблизительно одинаковым, однако стоит учитывать целесообразность применения того или иного растения для сельскохозяйственного использования. В этом плане овёс выигрывает в силу высокой скорости набора биомассы при прочих равных условиях. Итак, при сплошном засеве овсом загрязнённой почвы, можно за месяц снизить концентрацию свинца в ней на 0,25 мг/кг, а кадмия – на 0,35 мг/кг (Таблица 12).

Таблица 12

Изменение содержания подвижных форм свинца и кадмия в почве в результате фитоэкстракции

	Овес	Редис
Концентрация кадмия до начала эксперимента, мг/кг	6,5	
Концентрация свинца до начала эксперимента, мг/кг	6,5	
Концентрация кадмия после завершения эксперимента, мг/кг	6,146	6,226
Концентрация свинца после завершения эксперимента, мг/кг	6,248	6,383

Параллельно проводилась оценка влияния нитрата свинца на растения овса посевного и горчицы белой. Увеличение концентрации нитрата свинца оказывает ингибирующее действие на всхожесть семян. Концентрация 100 мг/л уменьшает всхожесть на 2%, а концентрация 10 г/л почти полностью ингибирует прорастание семян (на 94% у овса посевного и на 96% у горчицы белой). Также, отмечено, что концентрация нитрата свинца в 10 г/л вызывает аномалии развития зародышевого корня как у овса посевного, так и у горчицы белой.

Также, в 2018 году было оценено влияние различных концентраций нитрата свинца на рост бактерий рода *Bacillus*. Исходные клетки погибали при доведении концентрации соли до 1,8 г/л (рис. 31). Однако показано [108], что данные прокариоты могут постепенно, за 6-8 суток, приобретать устойчивость к концентрациям данного вещества до 5 г/л (рис. 32) за счёт споруляции или накопления избыточного количества белка в оболочке, что делает эти бактерии потенциальными биоремедиаторами.

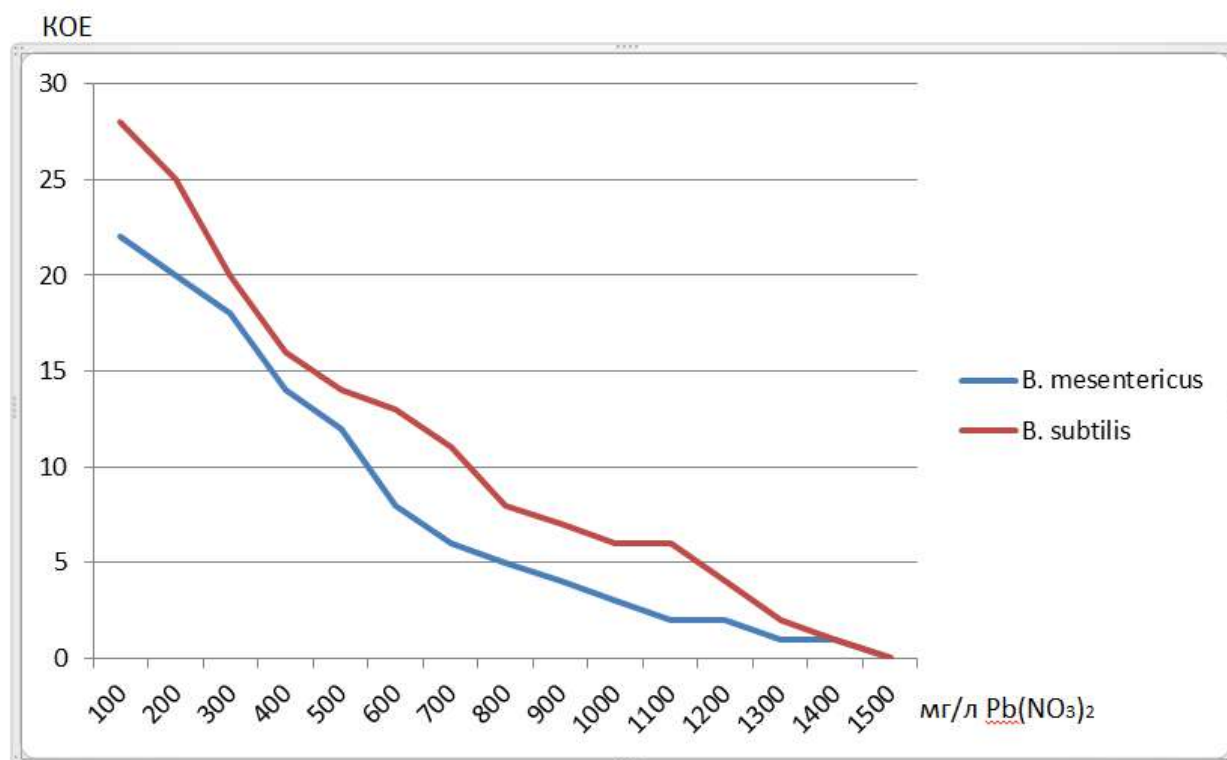


Рис. 31. Зависимость числа «диких» *B. subtilis* и *B. mesentericus* от концентрации нитрата свинца в субстрате (КОЕ/см²)

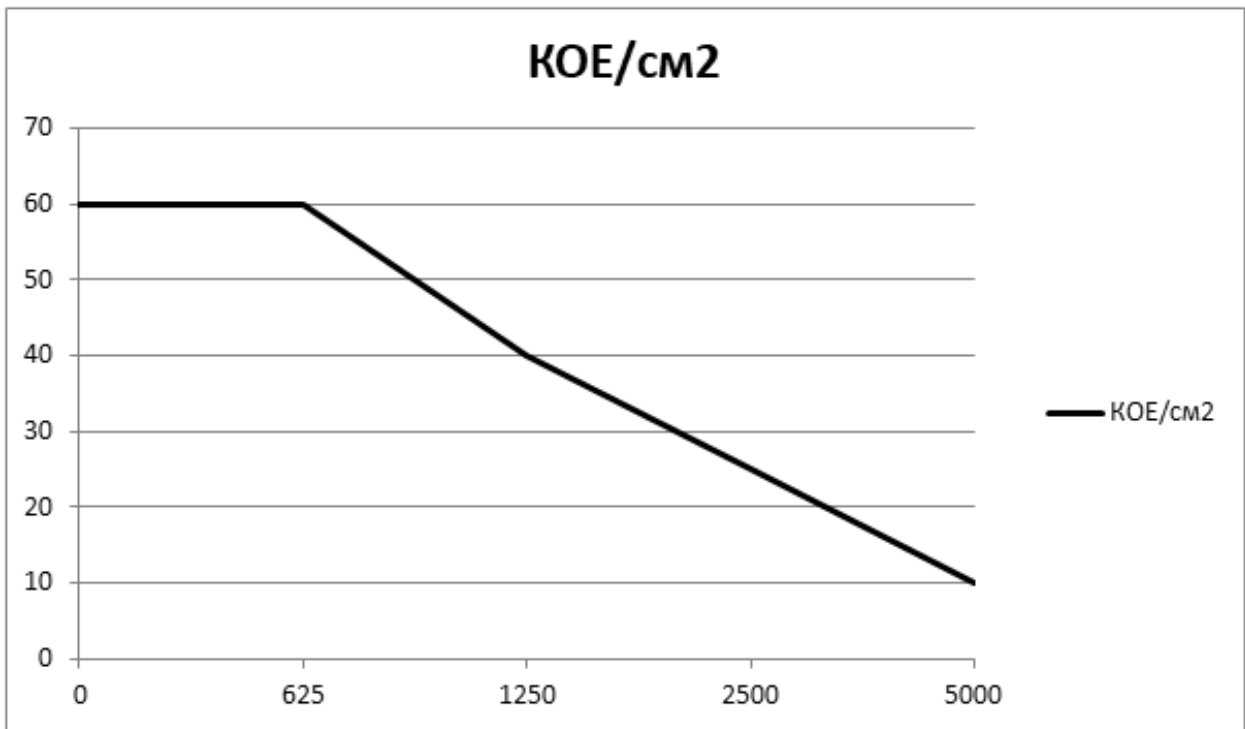


Рис. 32. Зависимость числа устойчивых *B. subtilis* от концентрации нитрата свинца в субстрате (KOE/cm²)

Полученные результаты важны при оценке влияния тяжёлых металлов на живые системы и разработку практических рекомендаций, направленных на снижение рисков для населения.

4.10. Практические рекомендации, направленные на снижение рисков для населения

Предоставлены варианты подходов по усилению контроля над чистотой почвенного покрова Ивановской и Костромской областей, по снижению антропогенной нагрузки на него и по повышению уровня осведомлённости населения о проблеме загрязнения.

Экспоненциальное увеличение влияния человека на окружающую среду за последние десятилетия вынуждает к принятию новых санитарных нормативов и предельно допустимых концентраций для поллютантов.

Поставлены следующие задачи:

- установить периодический контроль за наиболее загрязнёнными территориями, включающий периодический пробоотбор и анализ почвы с целью отслеживания динамики;
- расширить перечень отслеживаемых поллютантов;
- увеличить количество точек пробоотбора для уточнения источников загрязнения;
- провести общественно-просветительские мероприятия по снижению количества автомобильных выхлопов в городах;
- разработать методики восстановления почвенного покрова, используемого в сельскохозяйственных целях, с использованием методов фитоэкстракции;
- провести культурно-просветительские мероприятия, позволяющие жителям загрязнённых территорий узнать об опасности и способах предотвращения экологической катастрофы.

Данные задачи должны выполняться поэтапно и основываться на реализации взаимосвязанных мероприятий при поддержке властей и местного населения:

- первоочередные мероприятия – проведение работы с населением с целью донесения информации о вреде, наносимом их деятельностью

окружающей среде, выпуск соответствующих методических указаний.

- непрерывные мероприятия – мониторинг наиболее загрязнённых участков почвенного покрова исследуемых территорий, в том числе методами дистанционного зондирования, совмещёнными с математическим моделированием [70]; разработка новых технологий очистки почвенного покрова.

Помимо очевидного вреда, который могут приносить валовые формы тяжёлых металлов, с пылью попадая в дыхательные пути человека и животных, серьёзную опасность загрязнение подвижными формами тяжёлых металлов представляет по причине их высокой биодоступности для культурных растений, возделываемых на проблемной территории и выпас скота, либо скашивание травы для прокорма скота и птицы. Поля Ивановской и Костромской областей активно засеваются сельскохозяйственными культурами, как в промышленных масштабах, так и в личных целях (огороды, дачные участки). Потребление этих растений и мяса этих животных в пищу обуславливает накопление поллютанта в организме человека. Участки почвенного покрова, используемые для вышеописанных целей, необходимо очистить от излишнего количества тяжёлых металлов.

Иногда это достигается путём связывания подвижных форм поллютантов с известью [138], но в таком случае элемент имеет шанс рано или поздно вновь перейти в активную форму. Гораздо безопаснее полностью удалить его из почвенного покрова на используемой площади.

Опыты, проводимые в сельском хозяйстве и описанные в литературе для определения интенсивности выноса тяжёлых металлов различными растениями, привели к использованию для этой цели горчицы белой и сафлора. Наиболее продуктивным является такое использование растений, при котором, после периода вегетации следует полное удаление надземных и подземных частей растения. Используя такую стратегию, можно добиться значительного выноса тяжёлых металлов из плодородного слоя почвы с дальнейшим выращиванием на этом месте культурных растений без

опасности их загрязнения [43, 59, 60, 83].

В лесопарках и городских насаждениях крупных городов может накапливаться большое количество токсичных элементов, в том числе, и тяжёлых металлов. Зелёные насаждения задерживают до 70% содержащейся в воздухе пыли. За вегетационный период растение тополя, произрастающее около цементного завода, может задерживать до 44 кг пыли, поллютанты из которой вовлекаются в биологический круговорот, увлекаясь из техногенного загрязнения, но при этом их опасность сохраняется. Наиболее перспективно и эффективно использовать для фиксации поллютантов из атмосферы бальзамический тополь (*Populus balsamifera* L.). Он морозостоек и способен произрастать в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Хорошо поглощает и накапливает свинец, сернистый газ и диоксид серы. На 10 кг сухой листовой массы бальзамический тополь способен поглотить 40 кг углекислого газа. Дерево накапливает токсичные элементы в листьях. В условиях интенсивного загрязнения 1 гектар бальзамического тополя в возрасте около 50 лет за вегетативный сезон способен накапливать 44,71 кг кальция, 4,45 кг марганца, 15,08 кг железа, 3,35 кг меди, 11,08 кг цинка, 4,09 кг свинца и других химических элементов. Как предлагают авторы из Екатеринбурга, данный факт можно использовать для устранения тяжёлых металлов из городской среды. В конце весны и начале осени можно собирать опавшую листву тополей и вывозить на специальные полигоны. При этом складирование опавших листьев лучше всего осуществлять на участки нарушенных земель, проектируемых под лесохозяйственное направление рекультивации, где грунт характеризуется очень низким уровнем плодородия или таковое отсутствует. Проведение указанных работ позволит минимизировать загрязнение городских почв токсичными элементами и обеспечит формирование почвы на участках нарушенных земель. Также, в условиях городской черты следует выкашивать травы, такие как мятлик луговой, лапчатка гусиная и т.д., и также вывозить их на полигоны, поскольку в них тоже могут накапливаться тяжёлые металлы. Параллельно с этим,

нужно обогащать почву минеральными и органическими удобрениями, поскольку вывоз листвы снижает почвенное плодородие [51].

Исследователи из Екатеринбурга в вегетационных опытах моделировали загрязнение светло-серой лесной тяжелосуглинистой почвы медью и хромом. Цель исследований – определить предельно токсичные для растений содержания меди и хрома в почвах и выявить наиболее эффективные добавки в почвы для инактивации токсичного воздействия этих элементов. Установлено, что внесение инактивирующих добавок (сорбентов и хелатирующих веществ, безопасных для растений) снижает токсическое действие тяжелых металлов [10].

Исследователи из Тюмени предлагают использовать горчицу белую (*Sinapis alba*) для фитоэкстракции тяжёлых металлов из почвы. При выращивании этого растения на почве, загрязнённой никелем и свинцом, удалось снизить их содержание с 12 и 160 мг/кг соответственно до 5 и 45 мг/кг почвы [53].

В главе 4.9 нами показано, что при сплошном засеве овсом загрязнённой почвы, можно за месяц снизить концентрацию свинца в ней на 0,25 мг/кг, а кадмия – на 0,35 мг/кг (Табл. 10). Рекомендуется перед засевом основной культуры производить санитарный высев овса на поля с удалением и утилизацией биомассы через месяц. Это позволит снизить концентрацию подвижных форм тяжёлых металлов в почве и снизит их накопление в культурных растениях и в цепочке «растение – скот – человек».

В главе 4.9 показано, что живые системы могут приобретать устойчивость при постоянном воздействии тяжёлых металлов [108]. Таким образом, возможно выведение сорта растений, которые будут накапливать большее количество загрязнителя без существенного нарушения работы физиологических процессов, ведущих к увеличению биомассы. Также, перспективным является выведение особых штаммов бактерий для экстракции тяжёлых металлов из окружающей среды по причине их простого культивирования и быстрого накопления биомассы на фоне экстремально

высокой устойчивости к вредному воздействию поллютантов. Такой способ биоремедиации было бы разумнее использовать в случаях техногенных катастроф, связанных с попаданием большого количества тяжёлых металлов в почву.

Алгоритм по снижению рисков для населения:

- обеспечивать обязательную проверку почвенного покрова пастбищ, сенокосных лугов на содержание тяжёлых металлов;

- организовывать тщательный контроль используемых удобрений;

- при засеве полей сельскохозяйственными культурами проводить предварительный анализ почвы на содержание тяжёлых металлов и, при превышении концентрации каких-то загрязнителей, в случае необходимости засева именно этого участка, действовать по одному из следующих вариантов:

А) использовать инактивирующие токсины добавки, безопасные для растений (сорбенты, хелатирующие вещества);

Б) обеспечить фитоэкстракцию загрязнителей вышепредложенными методами или иными растениями;

В) обеспечить вынос избытков тяжёлых металлов известкованием (убедившись, что в используемой извести нет поллютантов);

Г) использовать сев толерантных к токсическим элементам культур.

Либо любым другим способом минимизировать попадание тяжёлых металлов из почвы и/или удобрений в растения, которые могут попасть в корм скоту или птице, а также на стол к человеку.

- Усилить постоянный мониторинг за состоянием запылённости атмосферы, особенно в муниципалитетах с повышенным содержанием тяжёлых металлов в почвенном покрове.

- Для снижения концентрации тяжёлых металлов в почвах городов, утилизировать опавшую с широколиственных деревьев листву с последующим внесением в почву около растений чистых органических удобрений.

- Увеличить количество мест и точек отбора проб при определении концентраций содержания тяжелых металлов в почвах путем организации мобильных постов наблюдения за загрязнением окружающей среды

Предложенные мероприятия не только снизят риски для здоровья населения, но и позволят сократить экономический ущерб для сельского хозяйства.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения содержания тяжёлых металлов в почвенном покрове Ивановской и Костромской областей, установлено, что 3 из 7 (кадмий, кобальт, свинец) превышают предельно допустимую или ориентировочно допустимую концентрацию на значительной (до 80% исследованных точек) территории регионов. Другие (марганец, железо, медь, никель) металлы показывают очаговые превышения.

2. Составлены статистико-картографические материалы, наглядно отражающие состояние почвенного покрова исследуемых территорий, что особенно важно при составлении санитарно-гигиенических рекомендаций для населения. Они могут использоваться при формировании программ научно-просветительских мероприятий, а также для уточнения источников поступления загрязнителей в почву. Выделены локусы приоритетного контроля с точки зрения дальнейшего изучения и фитосанации.

3. В результате исследования дана экологическая характеристика источников, уровня и динамики загрязнения почвенного покрова Ивановской и Костромской областей. Рассчитан показатель общей загрязнённости тяжёлыми металлами. Установлено, что в Костромской области Z_c наиболее высок в Сусанинском районе (78), а в Ивановской области – в Вичугском районе (40), что говорит о высокой степени общего загрязнения тяжёлыми металлами данных территорий. Наименьшее значение Z_c среди муниципалитетов Ивановской области наблюдалось в Фурмановском районе (3), а среди муниципалитетов Костромской области – в Судиславском (10). При этом среднее значение Z_c для Костромской области (38) выше, чем для Ивановской области (20).

4. Установлены статистические корреляционные связи между уровнем смертности населения и содержанием тяжёлых металлов в почвенном покрове. Проанализированы экологические и гигиенические условия жизни населения Ивановской и Костромской областей. Высокие концентрации

никеля и кобальта имеют средние корреляционные связи со смертностью от заболеваний дыхательной системы (0,52 и 0,5 соответственно). Марганца – средние и сильные связи со смертностью от заболеваний дыхательной (0,63) и нервной (0,79) систем. Кадмия и кобальта – средние связи со смертностью от онкологических заболеваний (0,65).

5. На основании дополнительных исследований атмосферного воздуха и влияния солей тяжёлых металлов на живые системы, разработаны гигиенические рекомендации по оздоровлению почвенного покрова Ивановской и Костромской областей. Предложены методы фитоэкстракции тяжёлых металлов из почвенного покрова. Для этого рекомендуется использовать растения овса посевного или горчицы белой. Для химического выноса тяжёлых металлов в более глубокие слои допустимо использовать известь. Программа должна быть долгосрочной для полноценной ремедиации почв и снижения содержания поллютантов до предельно допустимых значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авцын А.П.* Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова // - М.: Медицина. 1991. - 496 С.
2. Азаров, В. Н. Мелкодисперсная пыль как фактор загрязнения атмосферного воздуха / В. Н. Азаров, Е. В. Горшков // Сборник трудов Всероссийского научно-исследовательского института охраны окружающей среды за 2019 / Гл. ред. С. Г. Фокин; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации; Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды ФГБУ «ВНИИ Экология». – Москва : ВНИИ Экология, 2019. – С. 163-174.
3. *Аксенова, О.И.* Экологически обусловленные заболевания у населения Москвы, связанные с антропогенной нагрузкой/О.И. Аксенова, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко и др. //Гигиена и санитария. 2001. - №5. -С.82-84.
4. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях // Л: Агропромиздат, 1987
5. *Алексеев В.А., Алексеев А.В.* Влияние числа жителей в населенных пунктах на распространенность химических элементов в почвах // В сборнике: Современные проблемы загрязнения почв сборник материалов IV Международной научной конференции. 2013. С. 267-269.
6. *Анисимов В.Ю.* Информационный отчет на проведение комплексной эколого-гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:50 000 с сопутствующими геофизическими работами в пределах листов О-37-106-Б; -107-А,Б и -95-В,Г для целей промышленного и гражданского строительства // ГГП "Ивановогеология", 1994. URL: http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/cfo/ivanovskaya_obl/ Дата обращения 27.02.2019
7. *Антонова Ю.А., Сафонова М.А.,* Тяжёлые металлы в городских почвах, Научный журнал "Фундаментальные исследования", Российская Академия Естествознания, №11, 2007 год
8. *Ахматов Д.А., Троц Н.М., Троц В.Б.* Особенности аккумуляции тяжелых

металлов в фитомассе кукурузы и подсолнечника // *Аграрная Россия*. 2011. № 6-2. С. 56-58.

9. *Баимова С.Р.* Тяжелые металлы в системе "почва-растения-животные" в условиях Башкирского зауралья // диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Институт биологии Уфимского научного центра Российской академии наук. Уфа, 2009.

10. *Байкин Ю.Л., Серебренникова А.А.* Приемы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами // В сборнике: От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства. 2021. С. 14-16.

11. *Бахирева О.И., Маньковская О.Ю., Соколова М.М., Вельможина О.В., Пан Л.С.* Оценка эффективности биоремедиации почвы, загрязненной ионами тяжелых металлов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. №2. 2020. С. 76-78.

12. *Безуглова, О.С.* Почвы территорий полигонов твердых бытовых отходов и их экология : монография / О.С. Безуглова, Д.Г. Невидомская, И.В. Морозов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 232 с.

13. *Большаков В.А.* Загрязнение почв и растительности тяжёлыми металлами / В.А. Большаков, Н.Я. Гальпер, Г.А. Клименко, Т.И. Лыткина, Е.В. Башта // М., 1978, 52 с.

14. *Бычинский В.А., Вашукевич Н.В.* Тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города // Иркутск: Изд. Иркут. Ун-та. 2008 – 130 с.

15. *Вартанов, А.З.* Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг : учебник / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. - Москва : Горная книга, 2009. - 647 с.

16. *Васенёв В.И., Ананьева Н.Д., Иващенко К.В.* Влияние поллютантов (тяжелые металлы, дизельное топливо) на дыхательную активность конструкторов // *Экология*. 2013. № 6. С. 436.
17. *Войцехова Е.В., Томилова П.А., Волянская С.А.* Тяжёлые металлы в выхлопных газах: миф или реальность? // *YOUNG ELPIT 2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов Сборник научных докладов*. Научный редактор А.В. Васильев. 2014. С. 121-122.
18. *Галанин В.В.* Информационный отчет по геоэкологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 (ГЭИК-200) Территории листов О-37-ХVIII (Буй), О-37-ХХIII, ХХIV // *Кострома-Геология*, 2003. URL: http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/cfo/kostromskaya_obl/index.php/ [Дата обращения 27.02.2019]
19. *Гапеева М.В., Микрякова Т.Ф.* Тяжелые металлы: природная изменчивость и антропогенная нагрузка // *Экологические проблемы Верхней Волги Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*. Ярославль, 2001. С. 236-239.
20. *Гашев С.Н., Моисеенко Т.И.* Тяжелые металлы и радионуклиды как фактор риска для биоты в экологическом мониторинге Тюменской области // *Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование*. 2012. № 12. С. 26-37.
21. *Гедгафова Ф.В., Улигова Т.С.* Тяжелые металлы в природных и техногенных экосистемах центрального Кавказа // *Экология*. 2007. № 4. С. 317-320.
22. *Голубов, Б. Н., Сапожников, Ю. А.* Подземный ядерный взрыв «Глобус-1» и дальняя миграция его радионуклидов к подземным источникам питьевого водоснабжения Кинешемского района Ивановской области [Электронный ресурс] / Б.Н. Голубов, Ю.А. Сапожников // *Электронное научное издание Альманах Пространство и Время*. — 2016. — Т. 13. — Вып.

1. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov_r_e-ast13-1.2016.91.
23. *Григорьева И.Я.* Изучение биоиндикационных свойств древесных растений на тяжёлые металлы // *Инновационная наука*. 2015. Т. 3. № 4. С. 26-29.
24. *Дабахов М.В., Чеснокова Е.В.* Тяжелые металлы в почвах парков заречной части Нижнего Новгорода // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2010. № 2-1. С. 109-116.
25. *Дагвадорж М., Чонохуу С., Даваасурэн Д., Доржсурэн Б., Борхуу С.* Содержание тяжелых металлов в почвах полигона по захоронению отходов в Улан-Баторе // *Молодой ученый*. 2016. № 4 (108). С. 169-181.
26. *Денисов П.М., Мануйлова А.А.* Способы снижения содержания тяжелых металлов в почве до предельно допустимых концентраций // В сборнике: *Богатство России. сборник докладов*. 2019. С. 205-207.
27. *Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ивановской области в 2020 году* // Правительство Ивановской области. Департамент природных ресурсов и экологии Ивановской области. Иваново, 2021.
28. *Доклад об экологической ситуации в Костромской области в 2019 году* // Правительство Костромской области. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области. Кострома, 2020.
29. *Дорожкин В.И., Кроль М.Ю.* Токсикологическое и санитарное значение тяжелых металлов // *Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2014. № 2 (12). С. 65-68.
30. *Дунаев А.М., Латухина К.С., Абдалла А.А., Никифоров А.Ю.* Уровни присутствия свинца, кадмия и 3D-элементов в почвенном слое Ивановской области // *Известия высших учебных заведений, химия и химическая технология*, Т. 54 (6), 2011
31. *Дунаев А.М., Латухина К.С., Никифоров А.Ю.* Уровни присутствия тяжёлых металлов во мхах и почвах г. Иваново // *экология урбанизированных территорий*, №2, 2013. С. 109-111.
32. *Дутт, Е. В.* Мониторинг загрязнения воздушного бассейна г. Бийска

Алтайского края аэрозольными компонентами / Е. В. Дутт, В. В. Севастьянов // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 362. – С. 178-183.

33. *Егоренков Л.И., Кочуров Б.И.* Геоэкология // Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005. — 320 с.

34. *Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А.* Тяжелые металлы и мусоросжигание как источник их поступления в окружающую среду // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 21. С. 203-208.

35. *Еськов Е.К., Еськова М.Д., Вачугов Д.Д.* Тяжелые металлы, загрязняющие древесно-кустарниковую растительность // В сборнике: Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2014. С. 155-157.

36. *Ефимов С.В., Скальный А.В., Скальная М.Г.* Тяжелые металлы в волосах жителей Новосибирска // Вестник ОГУ №15 (134)/декабрь 2011, с. 54

37. *Зайцева О.Е.* Особенности накопления микроэлементов в плаценте и пуповине при нормальной и осложненной гестозом беременности – автореферат Дисс....канд .мед. наук / Зайцева О. Е – М.,2006 г.

38. *Игнатова Г.А., Котова Е.О.* Тяжёлые металлы в почвах Орловской области // В сборнике: Антропогенная эволюция современных почв и аграрное производство в изменяющихся почвенно-климатических условиях 2015. С. 33-36.

39. *Инвестиционный паспорт Костромской области.* URL: <http://pandia.ru/text/77/182/5727.php> (дата обращения - 28.02.2019)

40. *Ишкова С.В.* Влияние сельскохозяйственного использования земель на распределение тяжелых металлов в агроландшафтах (на примере Самарской области) // Аграрная Россия. 2014. № 2. С. 34-38.

41. *Кавун В.Я.* Тяжелые металлы в отдельных органах и тканях черного грифа (*aegurius monachus*) в связи с условиями обитания // Экология.

2004. № 1. С. 61-64.

42. *Казанцев И. В.* Железнодорожный транспорт как источник загрязнения почв тяжелыми металлами / И. В. Казанцев // Самарский научный вестник. – 2015. – № 2(11). – С. 94-96.

43. *Калайда М.Л., Абдуллин Р.Р.* Использование вермикультуры в очистке осадков сточных вод: тяжелые металлы в осадках сточных вод городских очистных сооружений // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 44. № 11. С. 122-129.

44. *Капралова О.А., Колесников С.И., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Налета Е.В.* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону // Ростов-на-Дону, 2014.

45. *Ковальчук Л.А., Сатонкина О.А., Тарханова А.Э.* Тяжелые металлы в окружающей среде Среднего Урала и их влияние на организм // Экология. 2002. № 5. С. 358-361.

46. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова // М.: Наука, 1985.-263 с

47. *Козловский Е.В., Баганова О.А., Мастерова С.А.* Результаты мониторинга атмосферных осадков, воды и почвы на содержание свинца в г. Иванове // Региональное устойчивое развитие: комплексные биосферно-ноосферные исследования, проектирование и реализация / Под ред. ред. В. А. Исаева и Г. С. Смирнова. 2007. с. 100-102.

48. *Колбовский Е. Ю.* Ландшафтное планирование. — М.: Академия, 2008.

49. *Кочарян, А. Г.* Техногенные источники тяжелых металлов и формы их поступления в водные объекты / А. Г. Кочарян, И. П. Лебедева // Научное обеспечение реализации "Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года": сборник научных трудов, Петрозаводск, 06–11 июля 2015 года. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. – С. 308-314.

50. *Красников М.В.* Содержание тяжелых металлов в разных типах почв Орловской области // В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В НАУКЕ И ПРАКТИКЕ. Сборник статей по материалам V международной научно-практической конференции : В 4 частях. Ответственный редактор: Халиков

А.Р., 2018. С. 237-241.

51. *Крекова Я.А., Рахимжанов А.Н., Соловьева М.В., Залесов С.В.* Биологический способ очистки городских почв от тяжелых металлов // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 58. С. 91-93.

52. *Кузина, А.А.* Биодиагностика устойчивости почв Черноморского побережья Краснодарского края к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами : монография / А.А. Кузина, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 125 с.

53. *Кузнецова С.А., Климачев Д.А.* Влияние кадмия на ростовые процессы и интенсивность фотосинтеза растений пшеницы // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 5. С. 20-23.

54. *Кузнецова Т.Ю.* Сравнительная оценка накопления тяжелых металлов листьями древесных растений в городских условиях // Аграрная Россия. 2009. № S2. С. 122-123.

55. *Куранова А.П., Иванова Е.Б.* Тяжёлые металлы как экотоксиканты // Прикладная токсикология. 2010. Т. 1. № 2. С. 14-17.

56. *Курючкин В. А., Сивухин А.Н.* Микробиология с основами вирусологии: методические указания к лабораторному практикуму для студентов направления «Биология» (квалификация «Бакалавр») / Иван. гос. ун-т ; сост. В. А. Курючкин, А. Н. Сивухин.— Иваново: ИвГУ, 2015 .— 36 с.

57. *Ларина Г.Е., Обухов А.И.* Тяжелые металлы в растительности с газонов вдоль автомагистралей // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 1995. № 3. С. 41-48.

58. *Лебедева О. Ю.* Геоэкологическая оценка распределения валовых форм тяжёлых металлов в почвах Костромской области // автореферат на соискание учёной степени кандидата географических наук, Санкт-Петербург, 2011.- 159

с

59. *Левкин Н.Д., Богданов С.М., Козьменко Е.В.* Фитоэкстракция тяжелых металлов из почвы // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2014. Вып. 4, с.21-24
60. *Левкин Н.Д., Мухина Н.Е.* Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2012. № 1. С. 9-14
61. *Лопина О.Д., Г. А. Аврунина Г.А., Воронцова Е.И., Прядилова Н.В., Рыжкова М.Н., Хижнякова К.И.* Марганец // Большая медицинская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. Б.В. Петровский. — 3 изд. — Москва : Советская энциклопедия, 1980. — Т. 13. Ленин и здравоохранение - Медицина. — 552 с.
62. *Малыгин Г. А.* Размытые мартенситные переходы и пластичность кристаллов с эффектом памяти формы // Успехи физических наук, 2001, т. 171, № 2, с. 187—212
63. *Медведев И.Ф., Ефимова В.И., Деревягин С.С.* Тяжелые металлы в черноземных почвах // В сборнике: Сборник научных трудов Саратов, 2009. С. 226-233.
64. *Меринова, Ю.Ю.* Комплексная оценка экологического состояния городских округов Ростовской области : монография / Ю.Ю. Меринова, А.Д. Хованский, Ю.Н. Меринов ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, Кафедра социально-экономической географии и природопользования. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 184 с.
65. *Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.* Утверждены заместителем министра сельского хозяйства Российской Федерации А.Г. Ефремовым 10 марта 1992 года
66. *Митрохин О.В.* Оценка транслокального загрязнения как составная часть социально- гигиенического мониторинга / О.В. Митрохин // Здоровье населения и среда обитания. 2001. - № 9. - С. 11- 14

67. *Михайлов А.* Прокуратура начала расследование, связанное с ракетными шахтами // Правда. Газ. 2003. 27 фев. С. 8.
68. *Михайлова Е.И.* Тяжелые металлы - наиболее опасные элементы, способные загрязнять почву // Теория и практика современной науки. 2017. № 1 (19). С. 713-715.
69. *Михеева Е.В., Жигальский О.А., Мамина В.П.* Тяжелые металлы в системе почва-растение-животное в районе естественной геохимической аномалии // Экология. 2003. № 4. С. 318-320.
70. *Мищенко, Н. В.* Оценка состояния почвенно-растительного покрова промышленного центра с применением / Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков, Т. А. Трифонова // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 1. – С. 89-95.
71. *Мудрый И.В.* Влияние химического загрязнения почвы на здоровье населения / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. -2008. №4. - С. 32-37.
72. *Мукашева М. А., Мукашева Г. Ж., Нугуманова Ш. М., Казимова А. Е..* Загрязнение почвенного покрова территории промышленного города тяжёлыми металлами // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 7 (298). Биология. Вып. 2. С. 152–154.
73. *Муравьев Е. И., Попок Л. Б., Попок Е. В., Гукалов В. Н.* Источники поступления и распространения тяжелых металлов в агроландшафтах // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 1. – С. 25-30.
74. *Назаренко Н.Н., Свистова И.Д.* Содержание тяжелых металлов в почвах урбанизированных экосистем г. Воронежа // В сборнике: Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам сборник материалов Всероссийской научной конференции. 2015. С. 283-286.
75. *Налета, Е.В.* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв городов Ростовской области : монография / Е.В. Налета, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный

федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 108 с.

76. *Наливайко Л.П., Наливайко И.В.* Тяжелые металлы в системе "почва-растения" // В сборнике: Исследования в области естественных наук и образования межвузовский сборник научно-исследовательских работ преподавателей и студентов. Самара, 2005. С. 230-233

77. *Новиков А.А.* Тяжелые металлы в почве и растениях // В сборнике: «Кадастр земельных ресурсов: состояние, проблемы и перспективы развития» Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию первого выпуска мелиоратора России. Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВПО "Новочеркасская государственная мелиоративная академия". 2013. С. 108-111.

78. *Новиков С.М.* Алгоритмы расчета доз при оценке риска, обусловленного многосредовым воздействием химических веществ /Консультационный центр по оценке риска. М., 1999

79. *Новичков Д.В.* Физическая география Ивановской области // учебные материалы для общеобразовательной школы, Шуя, 2003

80. *Овчинников В.П., Попков Н.Б.* Тяжелые металлы в почвенном покрове и их влияние на качество окружающей среды // В сборнике: "Меридиан": Методы и средства исследования природы и общества Сборник материалов 9-ой международной молодежной школы-конференции. 2016. С. 119-121.

81. *Околелова А.А., Егорова Г.С., Желтобрюхов В.Ф., Кожевникова В.П.* Тяжелые металлы в почвах пригородной зоны Волгограда и окрестностях Волгоградского государственного аграрного университета // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4 (36). С. 202-206.

82. *Околелова Е.А., Егорова Г.С., Касьянова А.С.* Тяжелые металлы в почвах волгоградской агломерации, Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, №1 (29), 2013

83. *Ольшанская Л.Н., Русских М.Л., Арефьева О.А., Булкина Л.А.* Фиторемедиация тяжелых металлов из загрязненных стоков в присутствии катионов Na^+ и при воздействии электромагнитного излучения // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. № 5 (89). С. 12-15.
84. *Опекунова М.Г., Крылова Ю.В., Курашов Е.А., Чихачева А.Ю.* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на синтез эфирных масел в растениях Южного Урала // В сборнике: Физиология растений - теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий. Годичное собрание Общества физиологов растений России. Материалы международной научной конференции и школы молодых ученых. Под редакцией Е.С. Роньжиной. 2014. С. 349-351.
85. *Оценка рисков для организма человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья.* Гигиенические критерии качества окружающей среды 170. МПХБ /ВОЗ. Женева, 1995
86. *Петухов А.С., Петухова Г.А.* Ответные морфофизиологические реакции растений на загрязнение среды тяжелыми металлами // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 3. С. 23.
87. *Петухов А.С., Хритохин Н.А., Кудрявцев А.А., Петухова Г.А.* Влияние транслокационного действия Cu и Zn на биохимические показатели овса посевного // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 5-1 (36). С. 51-54.
88. *Петухов А.С., Хритохин Н.А., Кудрявцев А.А., Петухова Г.А.* Транслокационное действие тяжелых металлов на систему антиоксидантной защиты у овса посевного // Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии. 2015. № 7 (26). С. 87-91.
89. *Пищик В.Н., Воробьев Н.И., Проворов Н.А., Хомяков Ю.В.* Механизмы адаптации растений к тяжелым металлам // Агрофизика. 2015. № 2. С. 38-49.
90. *Постников Д.А.* Фитомелиорация и фиторемедиация почв

сельскохозяйственного назначения с различной степенью окультуренности и экологической нагрузки // диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск, 2009

91. *Проект расчетной санитарно-защитной зоны для Шламонакопителя* Общества с ограниченной ответственностью «Заволжский химический завод органического синтеза», расположенного по адресу: Ивановская область, Заволжский район, примерно в 1100 м по направлению на северо-восток от с. Бредихино. ООО «Экосфера». Экспертное заключение №4255 от 15.12.2017 г. ООО "Алгоритм". Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.410196 от 14.04.2014. URL: <https://e-ecolog.ru/reestr/doc/1193435> (дата обращения 28.02.2019).

92. *Прохорова, А. В.* Анализ источников поступления тяжелых металлов в агроэкосистемы / А. В. Прохорова // Наука вчера, сегодня, завтра : материалы научно-практической конференции, Воронеж, 05–09 сентября 2016 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. – С. 306-311.

93. *Прохорова Н.В.* Тяжелые металлы в почвах административных районов Самарской области // Вестник Самарского государственного университета. 2002. № 5. С. 183-187.

94. *Радионов А. С.* О тяжёлых металлах в почвах Костромской области, Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». № 2. 2011. С. 148-151.

95. *Ревич Б. А., Саев Ю. Е., Смирнова Р. С.* Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве // М.: ИМГРЭ, 1990

96. *Реймерс Н. Ф.* Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс // – М., 1994. – 367 с.

97. *Родивилова О.В.* Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду урбанизированных территорий (на примере г. Иванова). Автореф. дис. канд. техн. наук, Иваново. 1999. 17 с.

98. *Романова Е.М., Козлова Л.А.* Тяжелые металлы как основные экотоксиканты почв в геопатогенных зонах Ульяновской области // В сборнике: Проблемы охраны природных ландшафтов и биоразнообразия России и сопредельных стран сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Иванова. 2004. С. 103-105.
99. *Румянцев И.В., Дунаев А.М., Сивухин А.Н., Марков Д.С., Гриневич В.И.* Эколого-гигиеническая оценка качества почв Ивановской области // Безопасность в техносфере, 2017. №1, С. 31-37.
100. *Рустамова Е. В., Гилева Е. М., Матвеева А. А.* Оценка устойчивости почв по отношению к тяжелым металлам // Аграрный вестник Урала, № 11-2 (77), 2010 г., с. 5
101. *Савич В. И., Белопухов С. Л., Никиточкин Д. Н., Филиппова А. В.* Новые методы очистки почв от тяжёлых металлов. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, Выпуск № 4 (42) / 2013, с. 216-218
102. *Савич В.И., Раскатов В.А., Седых В.А., Саидов А.К.* Влияние тяжелых металлов на процессы деградации почв // Агро XXI. 2011. № 10-12. С. 46-48.
103. *Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.* и др. Геохимия окружающей среды // М.: Недра. - 1990. – 335 с.,
104. *Сальникова Е.В., Мирошников А.М., Осипова Е.А., Кудакаев И.Р., Жоров Д.С., Кустова А.С.* Тяжелые металлы в цепи "корм-животное-человек" на примере Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 6 (155). С. 10-12.
105. *Сантарова Л.М.* Тяжелые металлы в системе вода-почва-растение в условиях орошения техногенно-загрязненной водой // диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Институт биологии Уфимского научного центра Российской академии наук. Уфа, 2011
106. *Свешников В. Е.* Содержание свинца в почвенных и растительных объектах с побережья р. Уводь в черте г. Иваново // дипломная работа, ИвГУ, 2009 г

107. *Сивухин А. Н.* Комплексная оценка состояния окружающей среды близ реки Уводь в г. Иваново // материалы 93-й научно-практической конференции «Молодая наука в классическом университете», Иваново, 2013 – с. 31
108. *Сивухин А.Н., Курючкин В.А., Марков Д.С.* Изучение устойчивости бактерий рода *Bacillus* к воздействию различных концентраций нитрата свинца. В сборнике: Научный диалог: Вопросы медицины. По материалам XII международной научной конференции. 2018. С. 54-58
109. *Сивухин А.Н., Марков Д.С.* Оценка содержания тяжелых металлов в почвенном покрове средней полосы Российской Федерации // Научная жизнь. 2016. N 12. С. 87- 100.
110. *Алексей Н. Сивухин, Дмитрий С. Марков, Ирина Б. Нода.* Распределение уровней загрязнения почвы тяжёлыми металлами в Ивановской и Костромской областях // Юг России: экология, развитие 2020 Т. 15 N 2, с. 158-164.
111. *Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н.* Проблемы изучения и оценки состояния здоровья населения. / Г.И. Сидоренко, Е.Н. Кутепов // Гиг. и сан. – 1994. – №8. – С. 33–36.
112. *Синявский И.В., Князева Т.Г.* Тяжелые металлы в системе "почва - растение - человек" в промышленных городах горнолесной зоны Южного Урала // Агропродовольственная политика России. 2016. № 4 (52). С. 59-62.
113. *Скальный А.В.* Микроэлементозы человека (диагностика и лечение) // Практик. рук. для врачей и студентов медицинских вузов. М.: Изд-во «Научный мир», 1999. 95 с. (Серия "Школа биотической медицины"). - Библиогр.: с. 92-93
114. *Скугорева С.Г.* Тяжёлые металлы в системе "почва -дикорастущее растение" // В книге: Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий. Алалыкина Н.М., Ашихмина Т.Я., Бородина Н.В., Видякин А.И., Дабах Е.В., Домнина Е.А., Домрачева Л.И., Кантор Г.Я., Кондакова Л.В., Кочурова Т.И., Мерзаева О.В., Огородникова С.Ю., Олькова А.С., Панфилова И.В., Пестов С.В., Сарканич

Н.В., Скугорева С.Г., Тимонюк В.М., Фокина А.И., Ходырев Н.Н. и др. Под общей редакцией доктора технических наук, профессора Т. Я. Ашихминой, кандидата биологических наук, доцента Н. М. Алалыкиной. Киров, 2008. С. 137-149.

115. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства // Принят и введен в действие с 15 августа 1997 г

116. Танюхина О.Н., Ланге Е.К., Колесников Л.Е., Бурова О.И., Радилов А.С. Санитарно-экологическая оценка воздействия тяжелых металлов на здоровье населения в зоне питьевого водоснабжения из Ладожского озера // Амурский медицинский журнал. 2014. № 3 (7). С. 40-42.

117. Тарасова Н.П., Осипов К.Ю., Осипова Н.А., Язиков Е.Г. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения // Безопасность в техносфере. 2015. Т. 4. № 2. С. 16-26.

118. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования № 1 (23) 2013. с. 182-192

119. Турлибекова Д.М. Тяжелые металлы в почвах парков города Орска // Вестник ОГУ №16 (135), 2011, с.224

120. Улигова Т.С., Хежева Ф.В. Тяжелые металлы в компонентах природной среды в условиях техногенного загрязнения среднегорий центрального Кавказа // Экологический вестник Северного Кавказа. 2008. Т. 4. № 3. С. 12-18.

121. Фахрутдинов А.И., Наконечный Н.В. Тяжелые металлы в почвах города Сургута // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 15, №3(3), 2013, с. 1012-1015

122. Фокина А.И. Использование физиолого-биохимического отклика микроорганизмов на действие токсикантов в биотестировании // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 4-15.

123. Харрисон Т.Р. Внутренние болезни Часть 1, 1992. Под редакцией Е. Браунвальда, К. Дж. Иссельбахера, Р. Г. Петерсдорфа, Д. Д. Вилсон, Д. Б.

Мартина, А. С. Фаучи. Перевод с английского доктора мед. наук А. В. Сучкова, канд. мед. наук Н. Н. Заваденко, канд. мед. наук Д. Г. Катковского МОСКВА «МЕДИЦИНА» 1992—1997, 3430 с

124. *Хекилаева З. С., Василяди Г. К., Дедегкаева З. А.* Влияние тяжелых металлов на организм человека. Содержание их в почвах Северной Осетии //Кафедра технологии продуктов общественного питания. Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 2008

125. *Цирд М.* Исследование состояния воздушного бассейна городов с помощью природных индикаторов (на примере городов Эстонии) // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Москва, 1989. – 162 с

126. *Шамигурина Е. Н., Парамонова Т. А., Горбунова И. А., Тишкина Э. В.* Фоновое аэрогенное загрязнение почв Ивановской области тяжёлыми металлами и радионуклидами // Материалы 7-й международной конференции “ Экология человека и природы “. Москва-Плес, 27 июня – 2 июля 2008 г. М.-Плес. 2008. с. 159 – 163

127. *Швер Ц.А., Рязанова С.В.* Климат Иванова // Л.: Гидрометеиздат. – 1981. – 160 с.

128. *Шигабаева Г.Н.* Тяжелые металлы в почвах некоторых районов г. Тюмени // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2015. Т. 1. № 2. С. 92-102.

129. *Янтурин С.И., Кужина Г.Ш., Боброва О.Б., Черчинцев В.Д.* Тяжелые металлы в компонентах эко-систем промышленных регионов с развитой металлургической промышленностью // Магнитогорск, 2015.

130. *Яхияев М.А., Салихов Ш.К., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И., Баширов Р.Р.* Тяжелые металлы в почвах горных ландшафтов Дагестана // В сборнике: Наука и образование - 2008 Материалы Международной научно-технической конференции. 2008. С. 410-413.

131. *Antonovics, J., Bradshaw, A.D. and Turner, R.G.* 1971. Heavy metal tolerance in plants. *Adv. ecol. Res.*, 7: 1–85.

132. *Baker, A.J.M.* 1974. Heavy metal tolerance and population differentiation in *Silene maritima* With., University of London. Ph.D. Thesis
134. *Baker, A.J.M.* 1978. Ecophysiological aspects of zinc tolerance in *Silene maritima* With. *New Phytol.*, 80: 635–642.
135. *Barry, S.A.S. and Clark, S.C.* 1978. Problems of interpreting the relationship between the amounts of lead and zinc in plants and soil on metalliferous wastes. *New Phytol.*, 81: 773–783.
136. *Coughtrey, P.J. and Martin, M.H.* 1978. Cadmium uptake and distribution in tolerant and non- tolerant populations of *Holcus lanatus* grown in solution culture. *Oikos*, 30: 555–560.
137. *Denaeyer- De Smet, S.* 1970. Considerations sur l'accumulation du zinc par les plantes poussant sur sols calaminaires. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 46: 1–13.
138. *Elliott H.A., Liberati M.R., Huang C.P.* Competitive adsorption of heavy metals by soils. *J. of Environ. Qual.* 1986,15. P. 214-219
139. *Ernst, W.* 1976. “Physiological and biochemical aspects of metal tolerance”. In *Effects of Air Pollutants on Plants*, S.E.B. Seminar Series Edited by: Mansfield, T.A. Vol. 1, 115–133. Cambridge University Press.
140. *Ernst, W.H.O.* Physiology of heavy metal resistance in plants. *Proa. Int. Conf. on Heavy Metals in the Environment*. Toronto, Canada. Vol. II, pp.121–136.
141. *Laura Emili* Supervisor Prof. Dr. Sara Marinari Cosupervisor Prof. Dr. Stefano Grego. Tool boxes for soil bioremediation assessment in heavy metal polluted areas // A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy on Sustainable Development and International Cooperation at the CIRPS (Interuniversity Research Centre for Sustainable Development) University of Rome “Sapienza” XXIV Cycle (2008/2011)
142. *Mitane, Y.* Accumulation of newly synthesized serum proteins by cadmium in cultured rat liver parenchymal cells / Y. Mitane, Y. Aoki, K.T. Suzuki // *Biochem. Pharmacol.* – 1987. – Vol. 36. – P. 3657–3663
143. *Namdarghanbari M, Wobig W, Krezoski S, Tabatabai NM, Petering DH.* Mammalian metallothionein in toxicology, cancer, and cancer chemotherapy. *J.*

Biol. Inorg. Chem, 2011, 16 (7): 1087–101

144. *Nicolls, O.W., Provan, D.M.J., Cole, M.M. and Tooms, J.S.* 1965. Geobotany and geochemistry in mineral exploration in the Dugald River Area, Cloncurry District, Australia. *Trans. Instn. Min. Metall.*, 74: 695–799.

145. *Passow, H., Rothstein, A., and Clarkson, T.W.* The general pharmacology of the heavy metals. *Pharmacol Rev.* 1961 Jun;13:185-224

146. *Peterson, P.J.* 1969. The distribution of zinc- 65 in *Agrostis tenuis* Sibth, and *A. stolonifera* L. tissues. *J. exp. Bot.*, 20: 863–875.

147. *Peterson, P.J.* 1971. Unusual accumulations of elements by plants and animals. *Sci. Prog., Oxf.*, 59: 505–526.

148. *Peterson, P.J.* Element accumulation by plants and their tolerance of toxic mineral soils. *Proa. Int. Conf. on Heavy Metals in the Environment. Canada. Vol II*, pp.39–54. Toronto

149. *Reilly, A. and Reilly, C.* 1973. Zinc, lead and copper tolerance in the grass *Stereochlaena cameronii* (Stapf.) Clayton. *New Phytol.*, 72: 1041–1046.

Reilly, C. and Stone, J. 1971. Copper tolerance in *Becium homblei*. *Nature, Lond.*, 230: 403

150. *Rscio, N.* 1977. Metal accumulation by some plants growing on zinc- mine deposits. *Oikos*, 29: 250–253.

151. *Timperley, M.H., Brooks, R.R. and Peterson, P.J.* 1970. The significance of essential and non- essential trace elements in plants in relation to biogeochemical prospecting. *J. appl. Ecol.*, 7: 429–439.

152. *Turner, R.G.* 1970. The subcellular distribution of zinc and copper within the roots of metal- tolerant clones of *Agrostis tenuis* Sibth. *New Phytol.*, 69: 725–731.

153. *Turner, R.G. and Marshall, C.* 1971. The accumulation of Zn by root homogenates of zinc- tolerant and non- tolerant clones of *Agrostis tenuis* Sibth. *New Phytol.*, 70: 539–545.

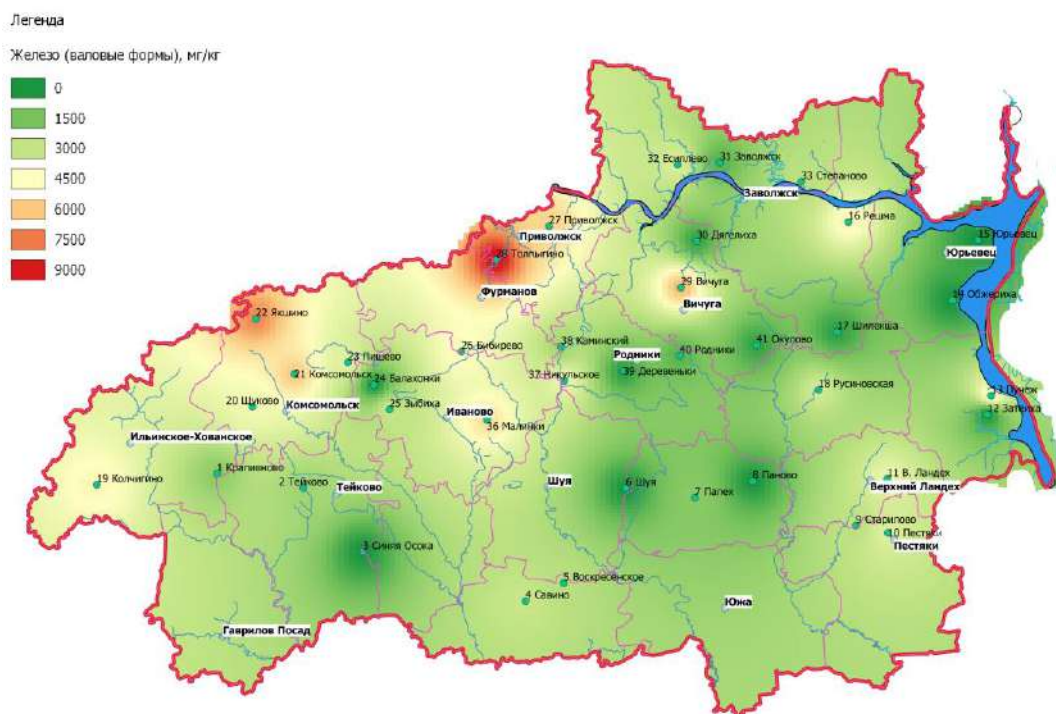
154. *Turner, R.G. and Marshall, C.* 1972. The accumulation of zinc by subcellular fractions of roots of *Agrostis tenuis* Sibth. in relation to zinc tolerance. *New Phytol.*, 71: 671–676.

155. *Turner, R.G.* Heavy metal tolerance in plants. Brit. Ecol. Soc. Symp. Ecological Aspects of the Mineral Nutrition of Plants, Edited by: Rorison, I. H. Vol. 9, pp.399–410. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
156. *Wainwright, S.J. and Woolhouse, H.W.* Physiological mechanisms of heavy metal tolerance in plants. Brit. Ecol. Soc. Symp. The Ecology of Resource Degradation and Renewal, Edited by: Chadwick, M. J. and Goodman, G.T. Vol. 15, pp.231–257. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
157. *Wu, L. and Antonovics, J.* 1975. Zinc and copper uptake by *Agrostis stolonifera* tolerant to both zinc and copper. *New Phytol.*, 75: 231–237.
158. *Wu, L., Thurman, D.A. and Bradshaw, A.D.* 1975. The uptake of copper and its effect upon respiratory processes of roots of copper- tolerant and non- tolerant clones of *Agrostis stolonifera*. *New Phytol.*, 75: 225–229.
159. *Zaitseva M.V., Kravchenko A.L., Stekolnikov Yu.A., Sotnikov B.A.* Heavy metals in soil plant in pollution // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2013. № 3. С. 190-192.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове

Ивановской области



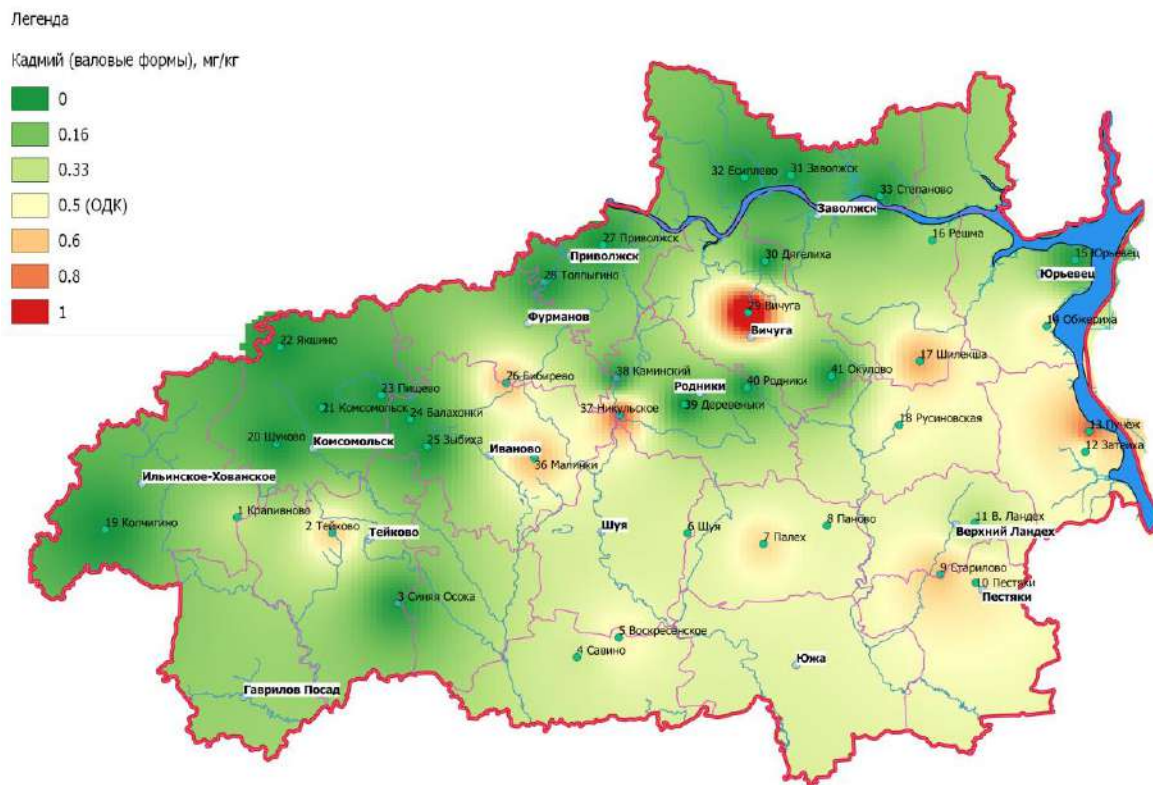


Рис. 35. Содержание валовых форм кадмия в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

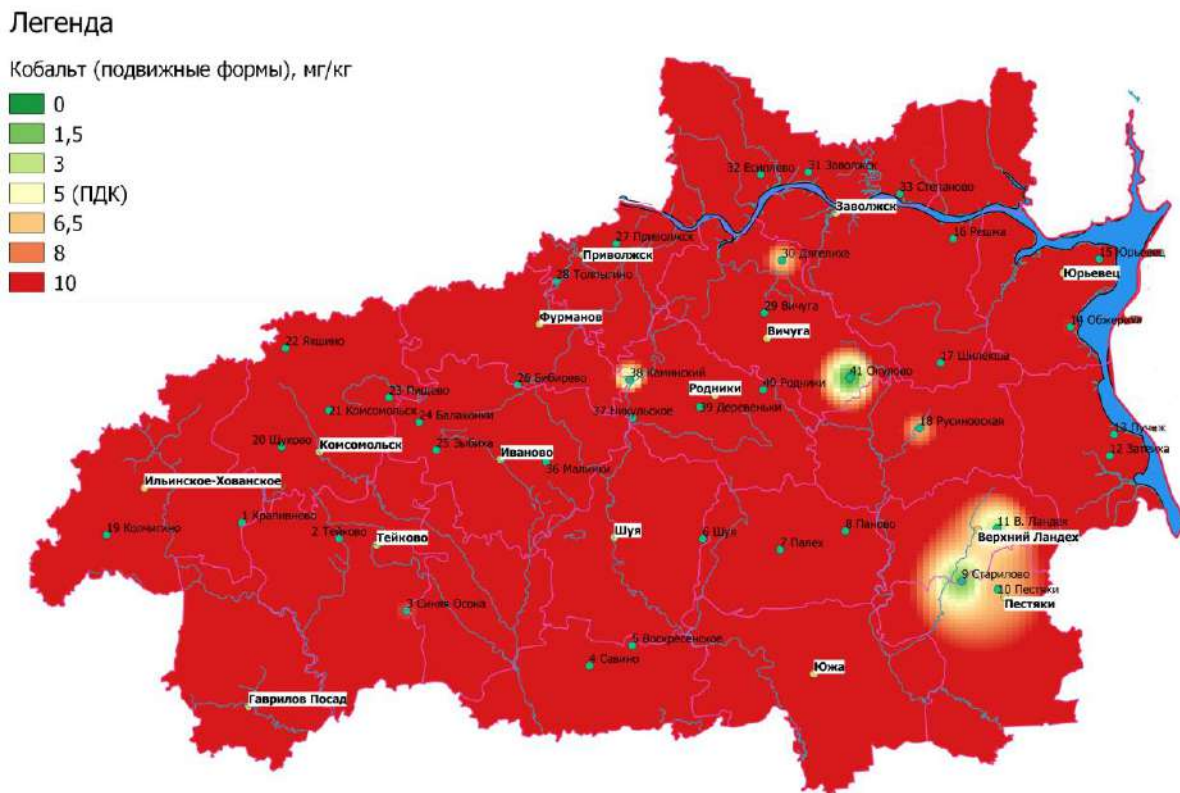


Рис. 36. Содержание подвижных форм кобальта в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

Легенда

Кобальт (валовые формы), мг/кг

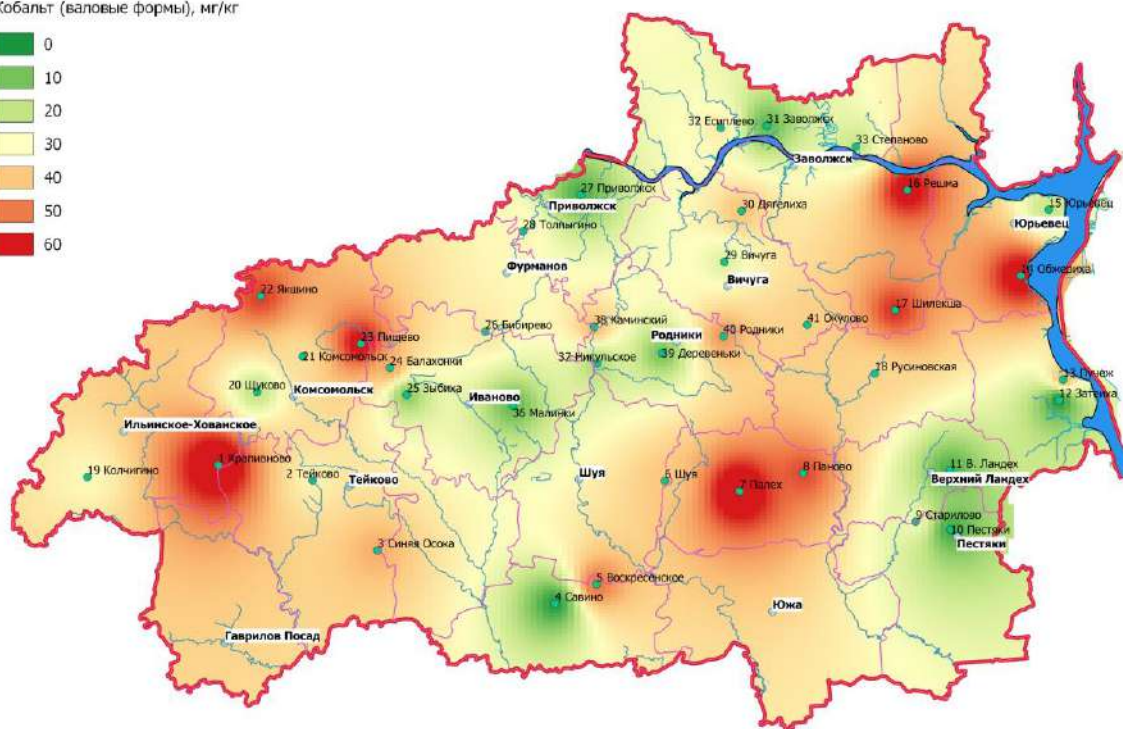


Рис. 37. Содержание валовых форм кобальта в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

Легенда

Марганец (валовые формы), мг/кг

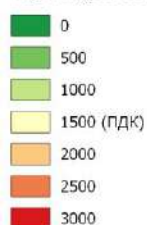


Рис. 38. Содержание валовых форм марганца в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

Легенда

Марганец (подвижные формы), мг/кг

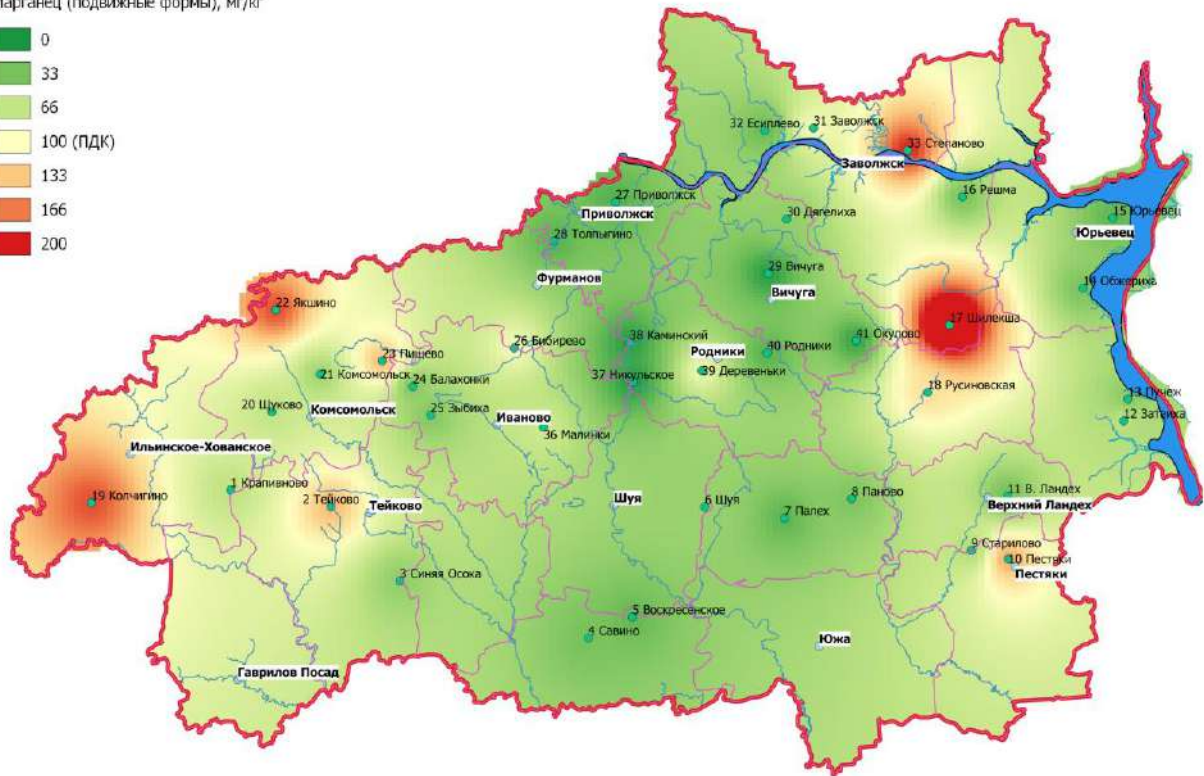
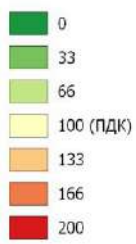


Рис. 39. Содержание подвижных форм марганца в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

Легенда

Медь (подвижные формы), мг/кг

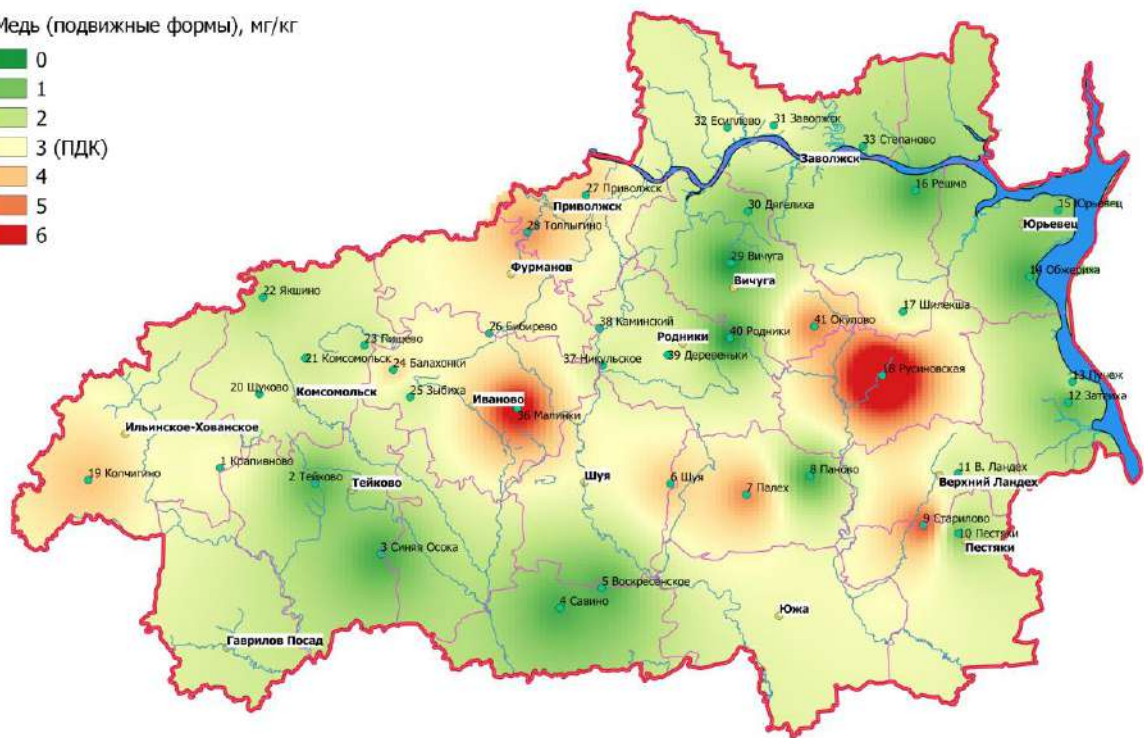


Рис. 40. Содержание подвижных форм меди в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

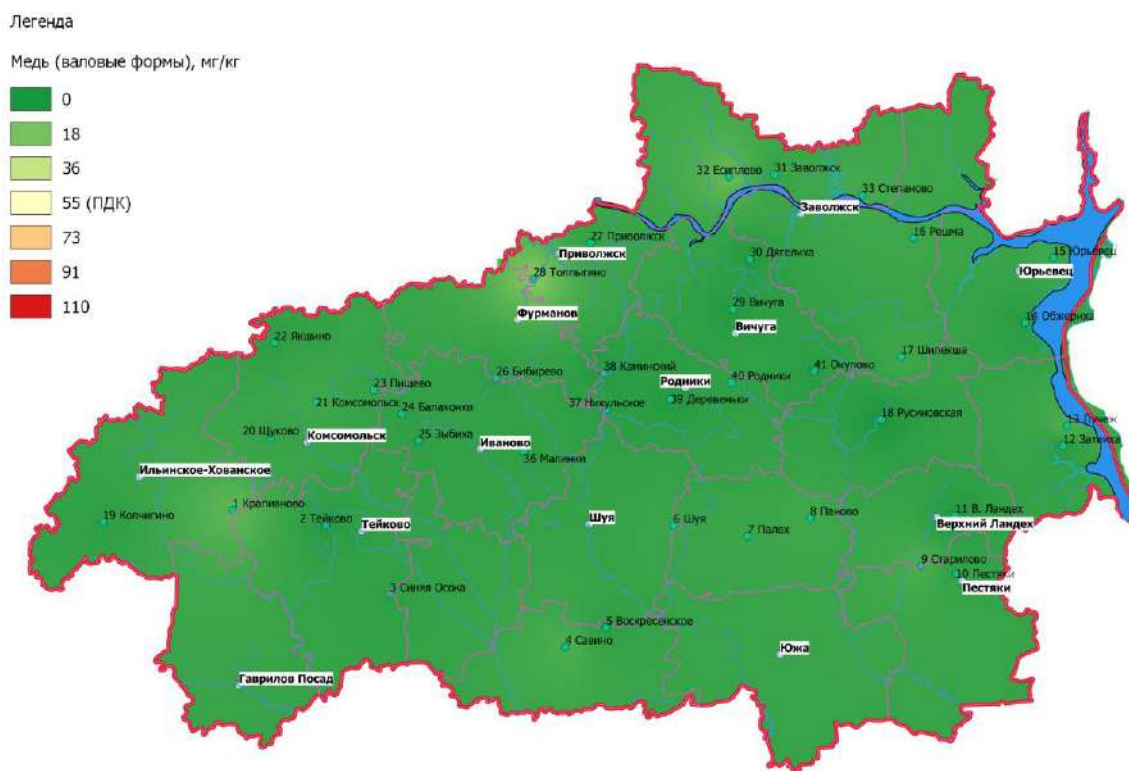


Рис. 41. Содержание валовых форм меди в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

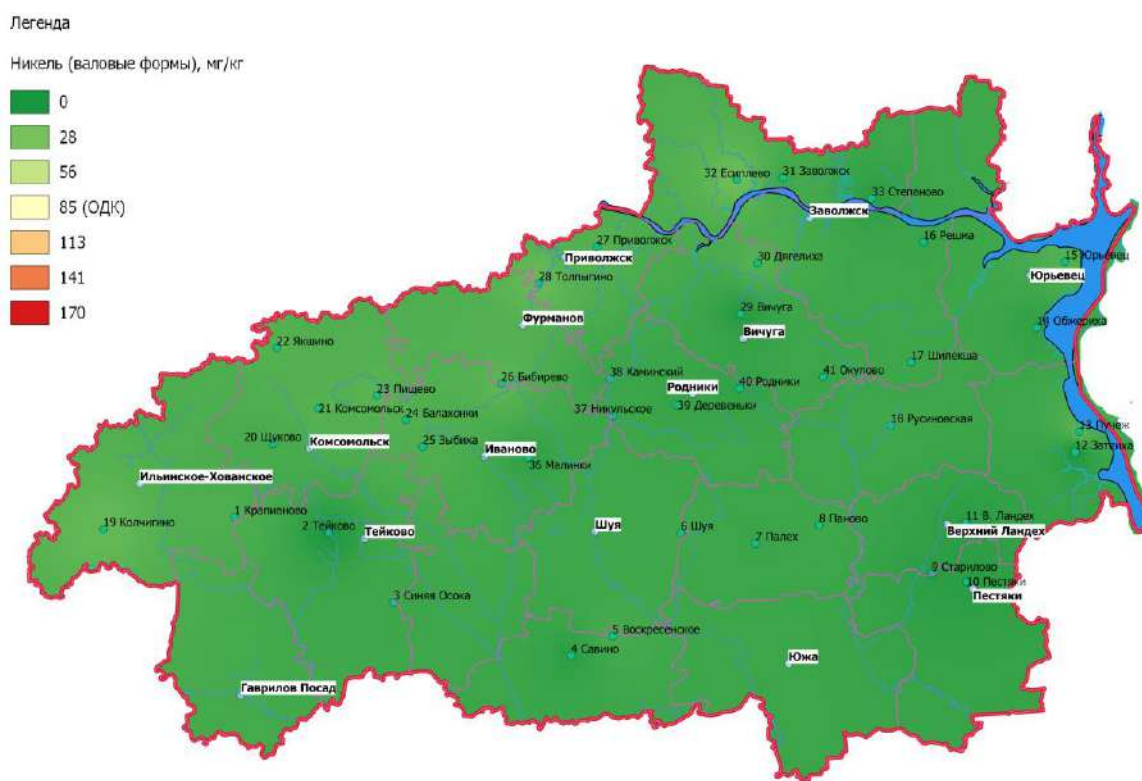


Рис. 42. Содержание валовых форм никеля в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

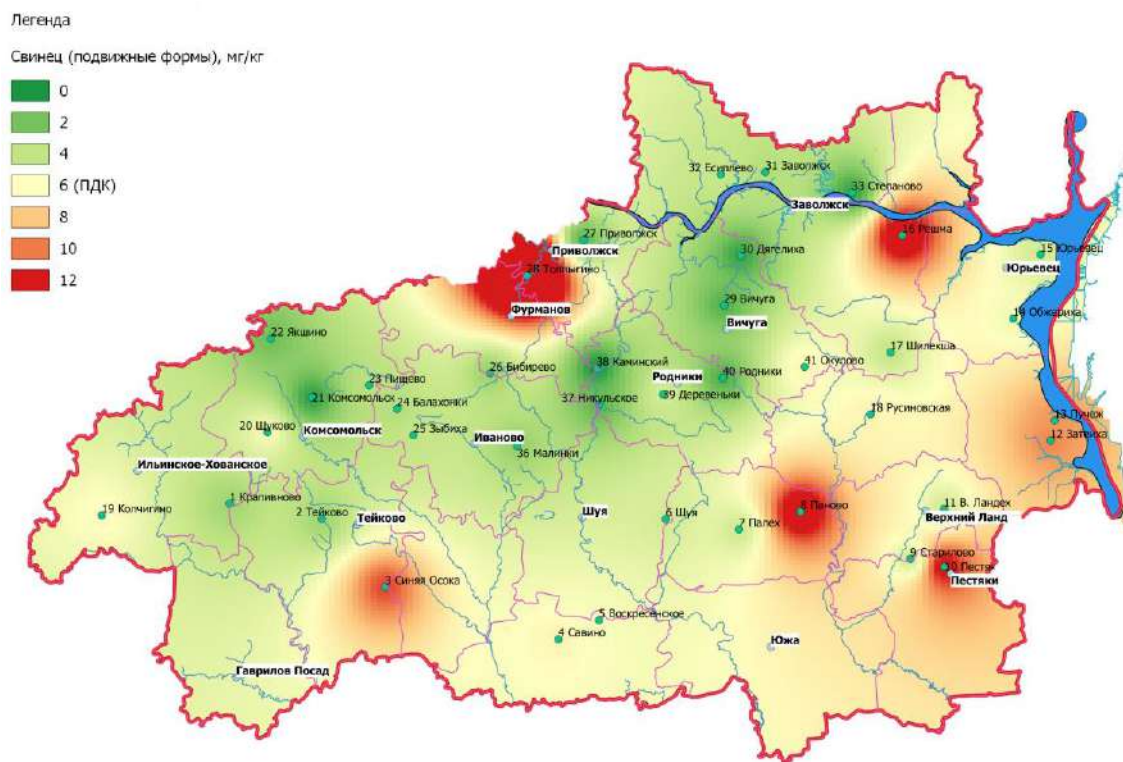


Рис. 45. Содержание подвижных форм свинца в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

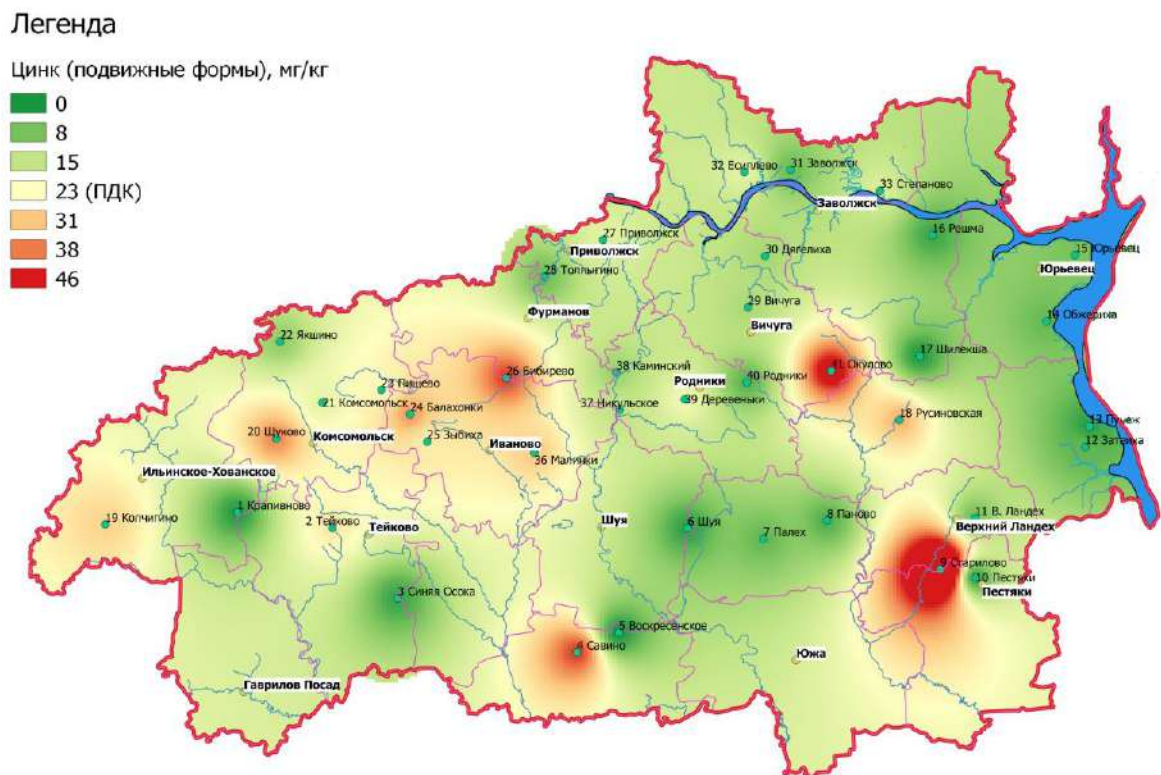


Рис. 46. Содержание подвижных форм цинка в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

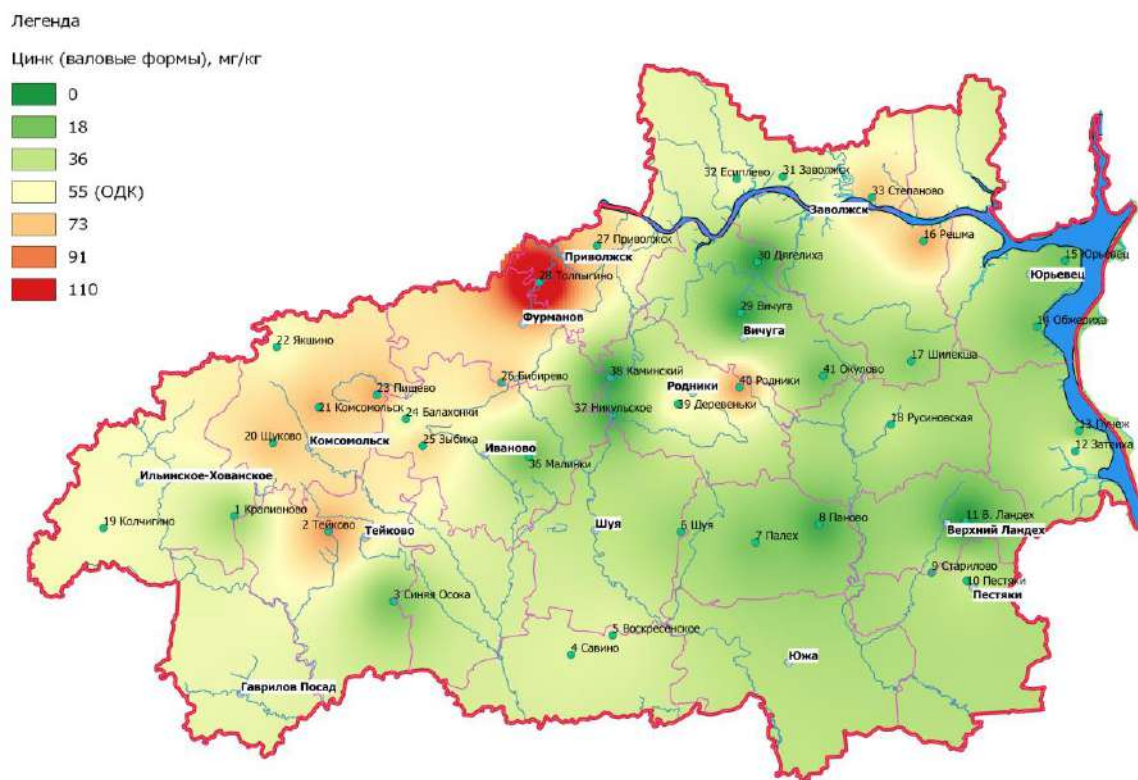


Рис. 47. Содержание валовых форм цинка в почвенном покрове Ивановской области (2014 год)

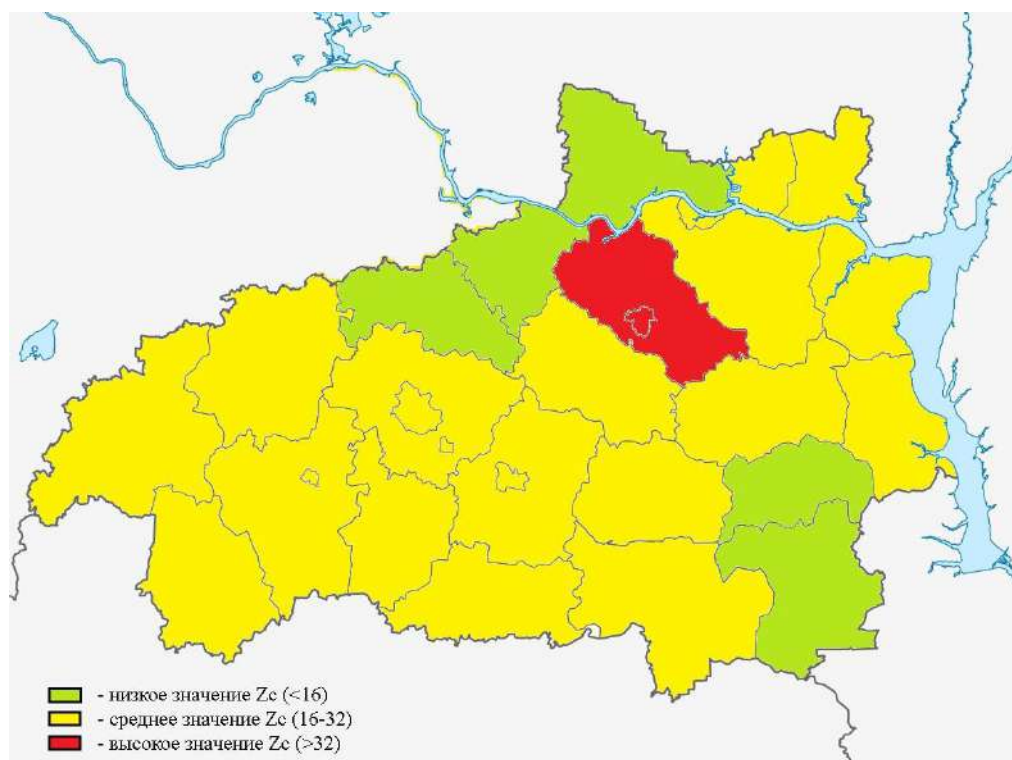


Рис. 48. Коэффициент общей загрязнённости почвенного покрова Z_c для Ивановской области в 2014 году

Приложение 2. Уровень смертности населения Ивановской области по различным причинам

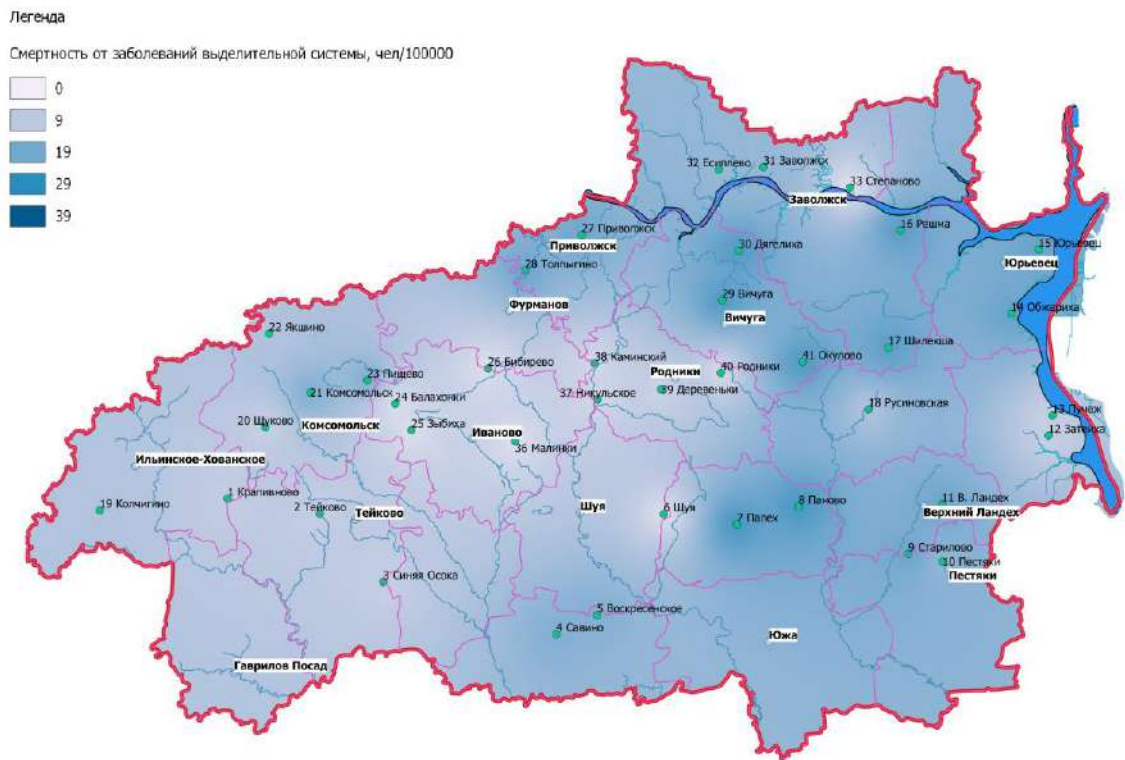


Рис. 49. Смертность от заболеваний выделительной системы в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

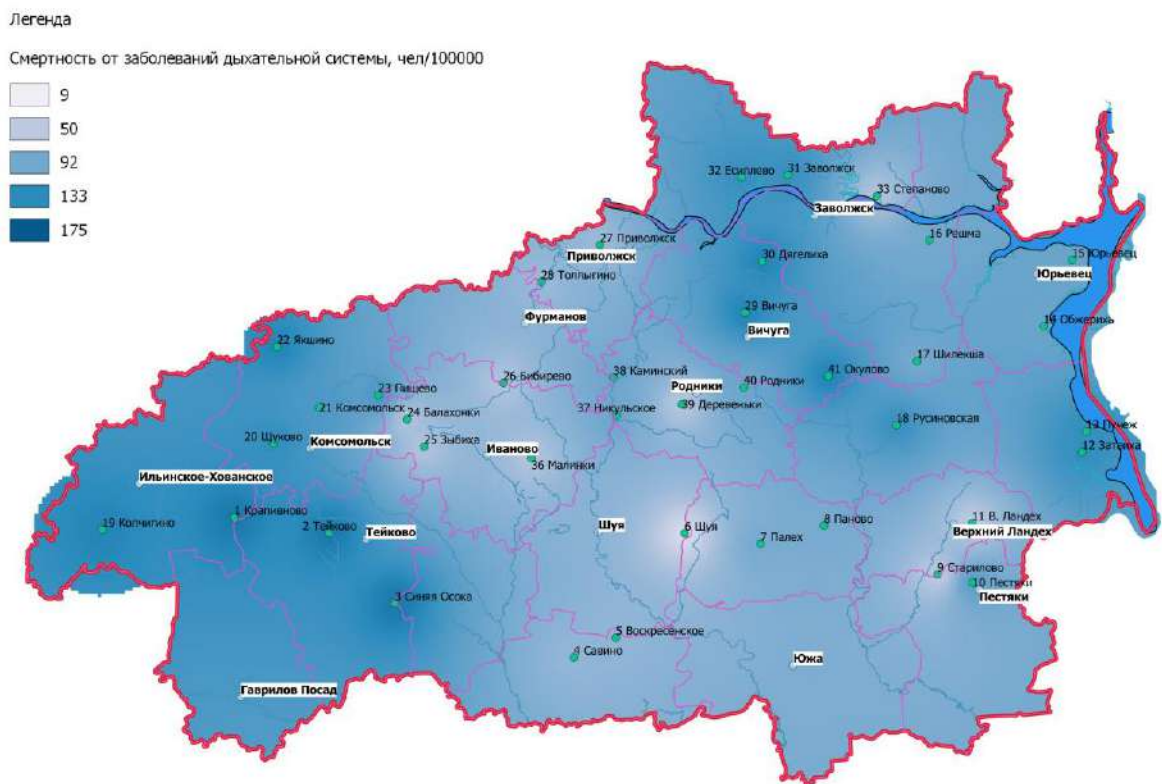


Рис. 50. Смертность от заболеваний дыхательной системы в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

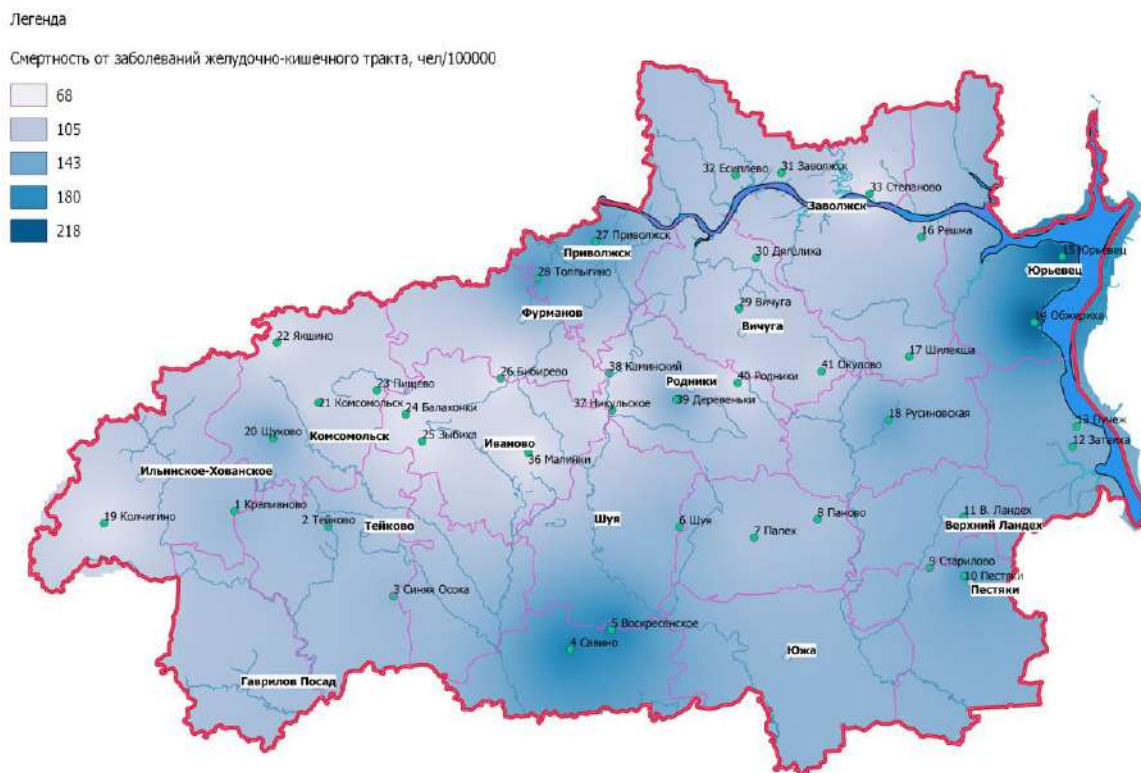


Рис. 51. Смертность от заболеваний желудочно-кишечного тракта в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

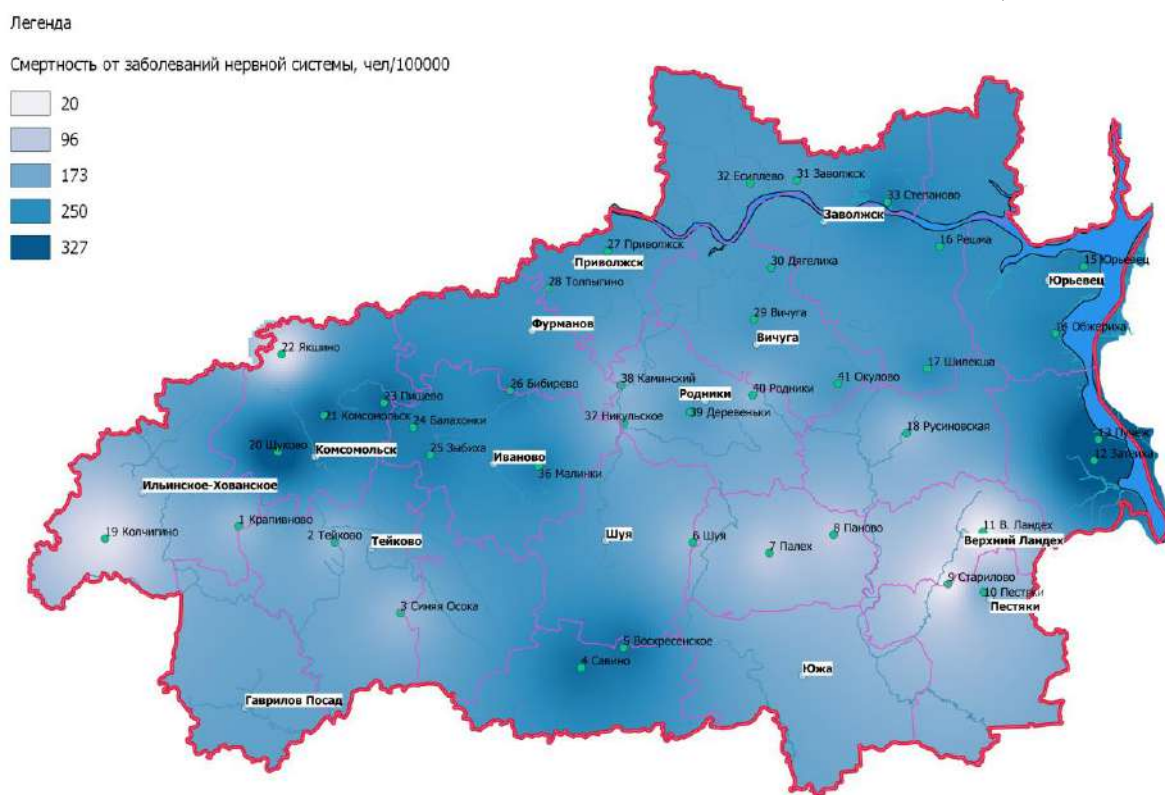


Рис. 52. Смертность от заболеваний нервной системы в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

Легенда

Смертность от заболеваний печени, чел/100000

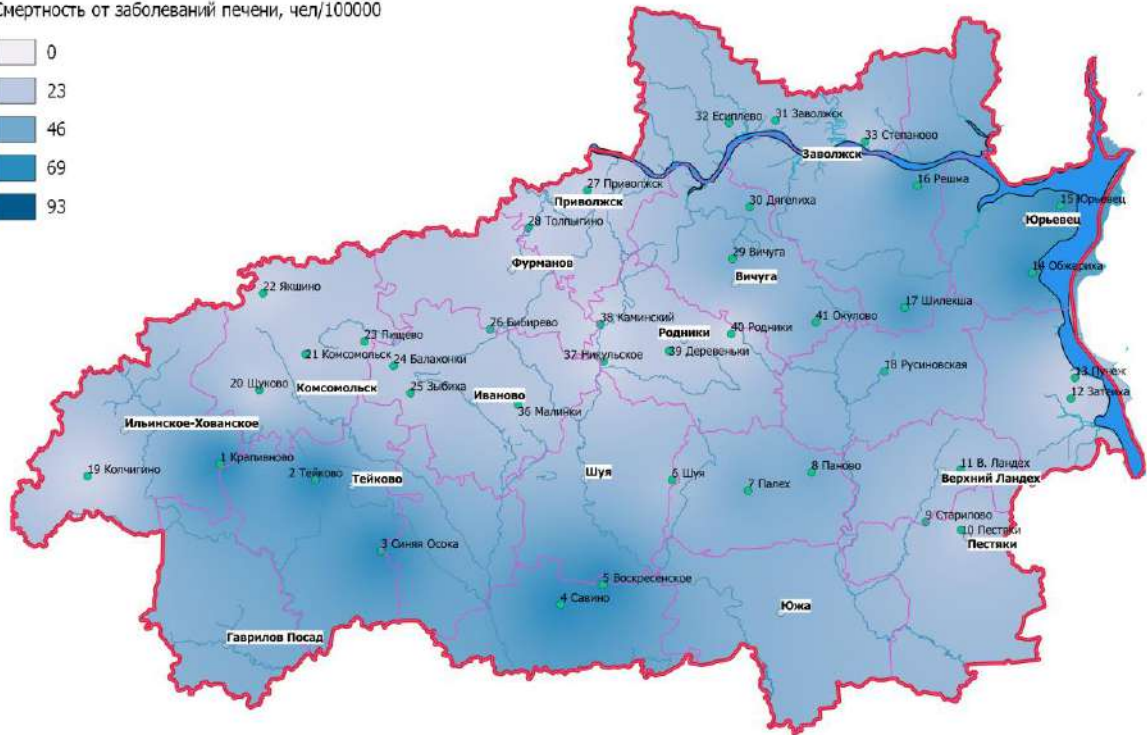
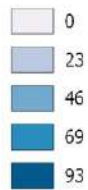


Рис. 53. Смертность от заболеваний печени в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

Легенда

Смертность от злокачественных новообразований, чел/100000

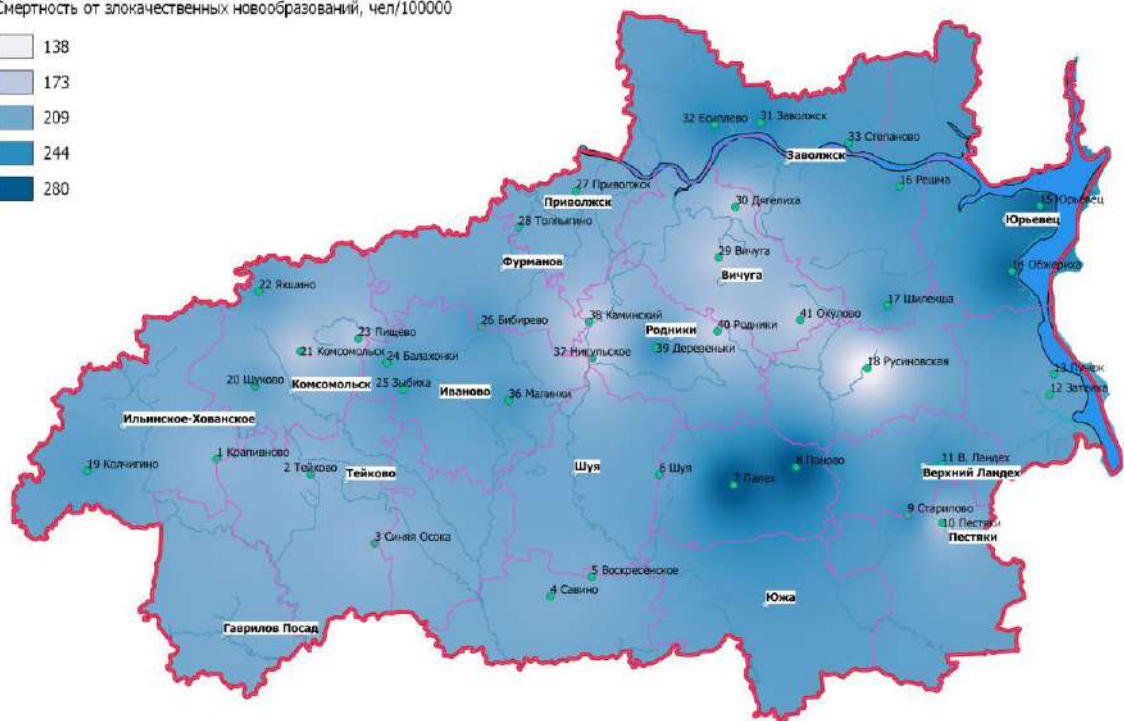
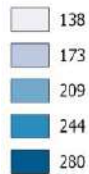


Рис. 54. Смертность от злокачественных новообразований в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

Легенда

Смертность от заболеваний сердца и сосудов, чел/100000

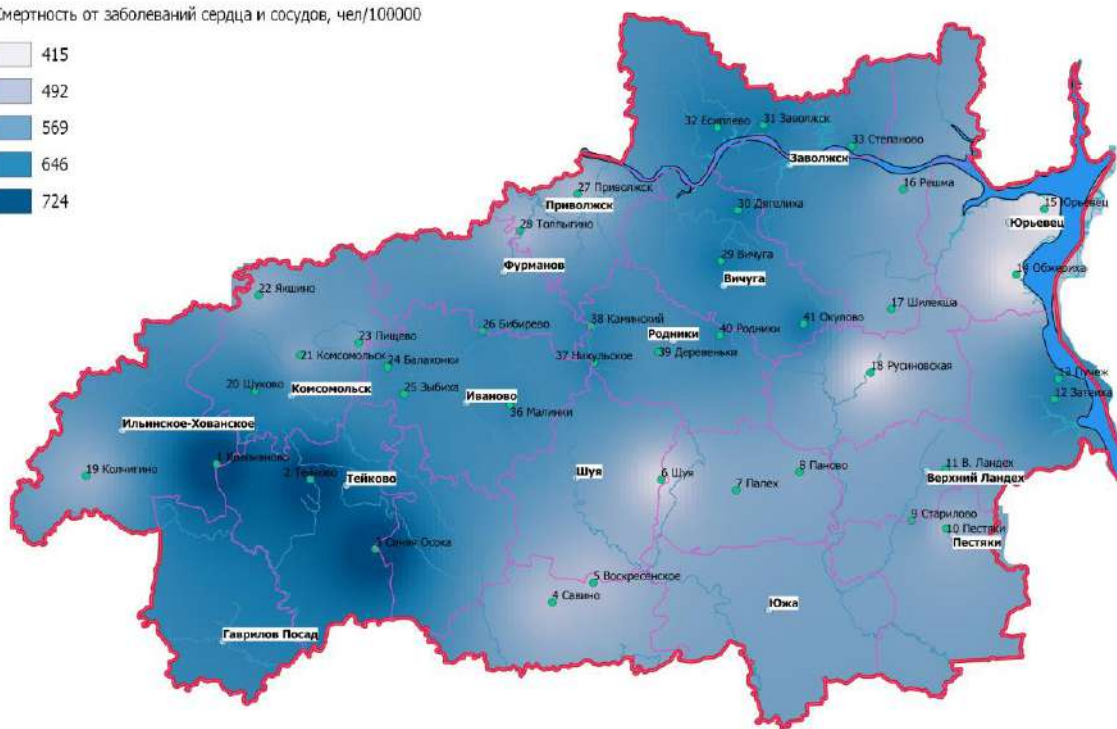


Рис. 55. Смертность от заболеваний сердечнососудистой системы в Ивановской области (2014-2015 г.г.)

Приложение 3. Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове Костромской области

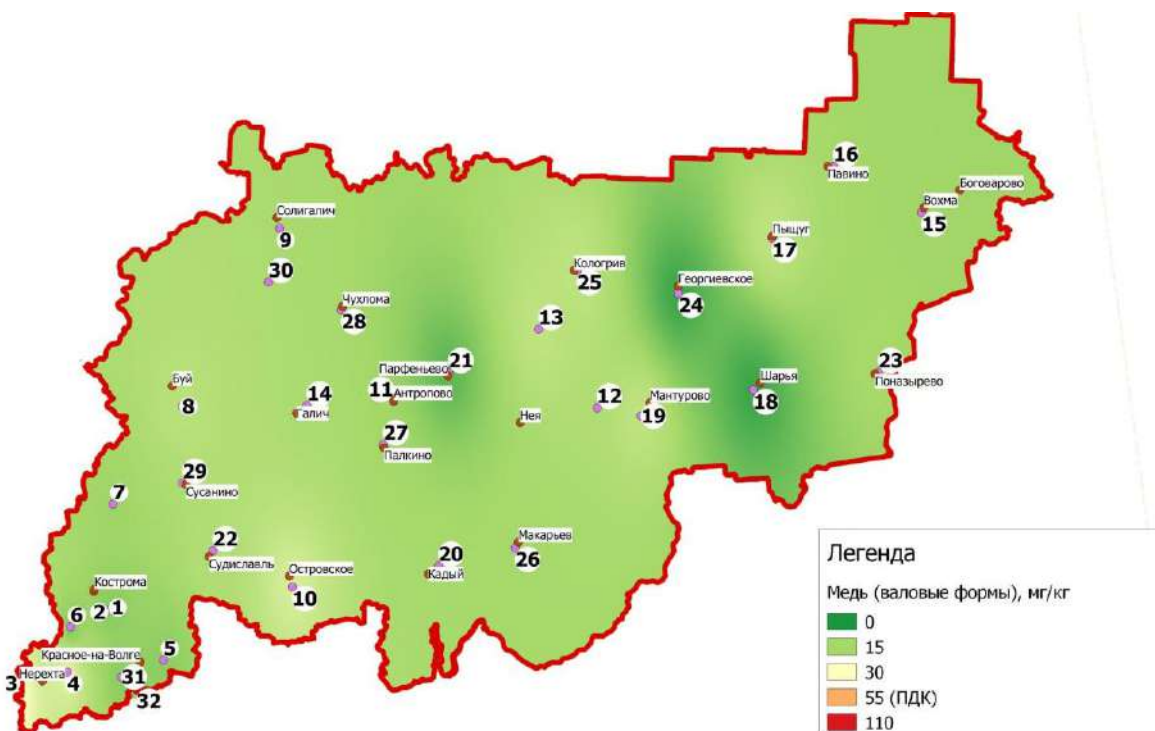


Рис. 56. Содержание валовых форм меди в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

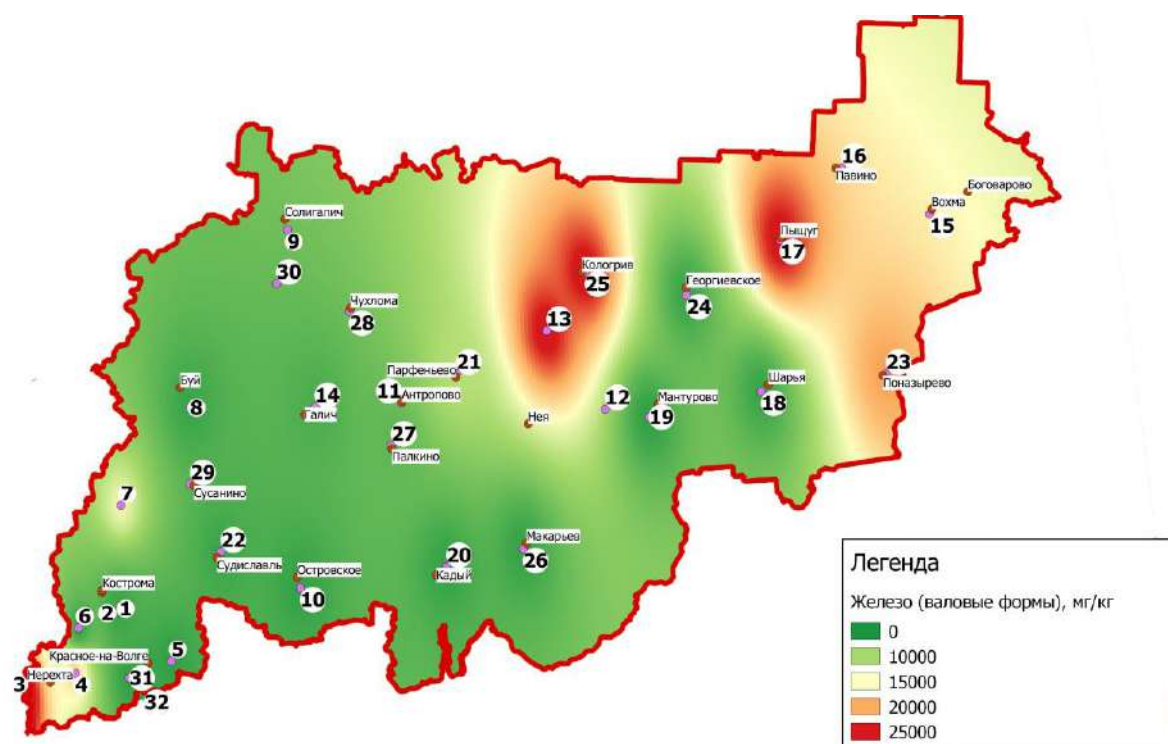


Рис. 57. Содержание валовых форм железа в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

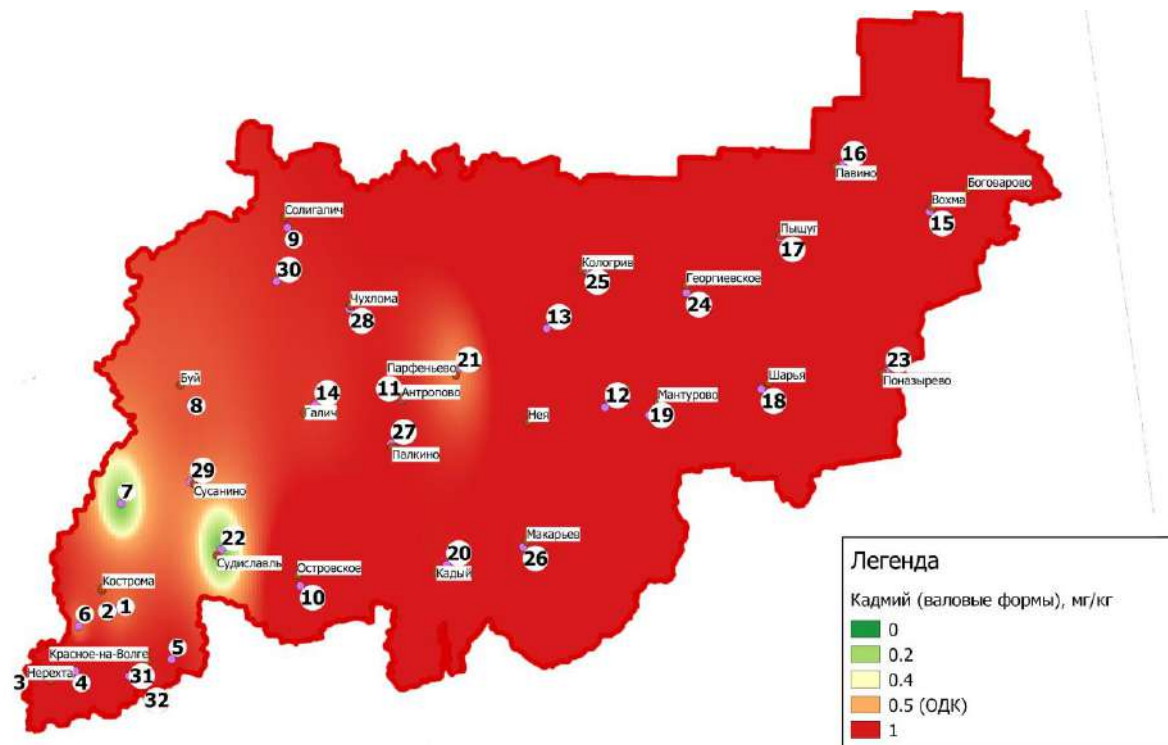


Рис. 58. Содержание валовых форм кадмия в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

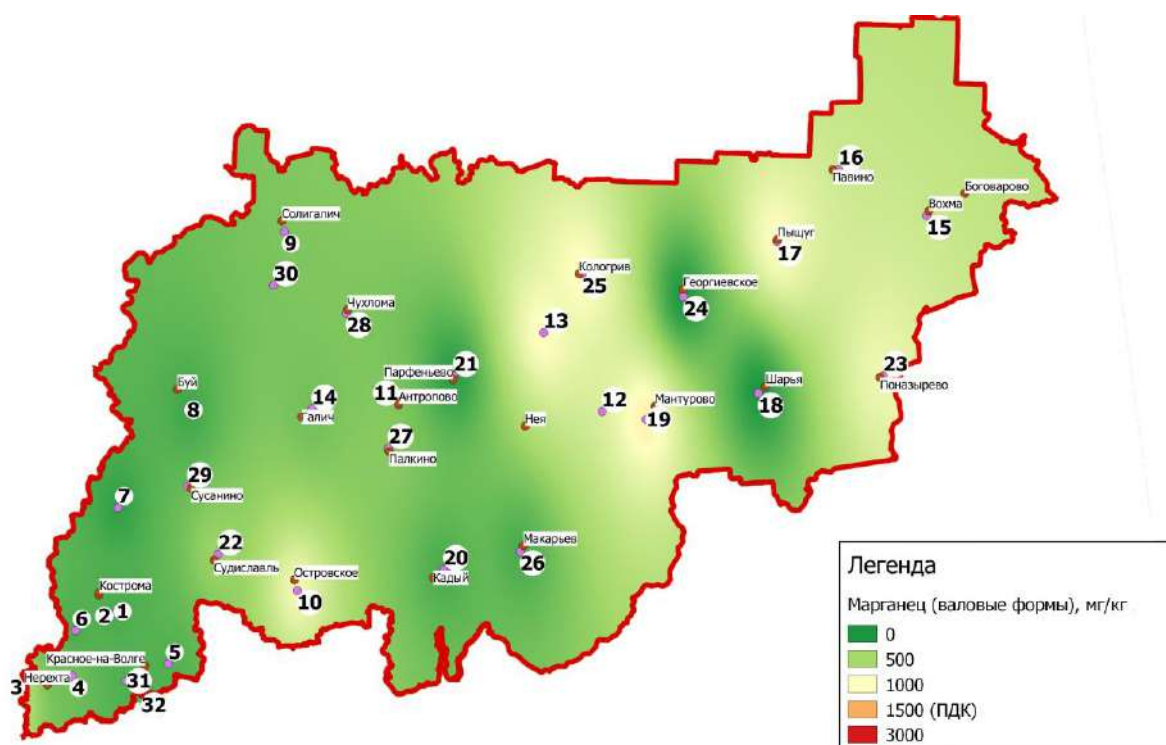


Рис. 59. Содержание валовых форм марганца в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

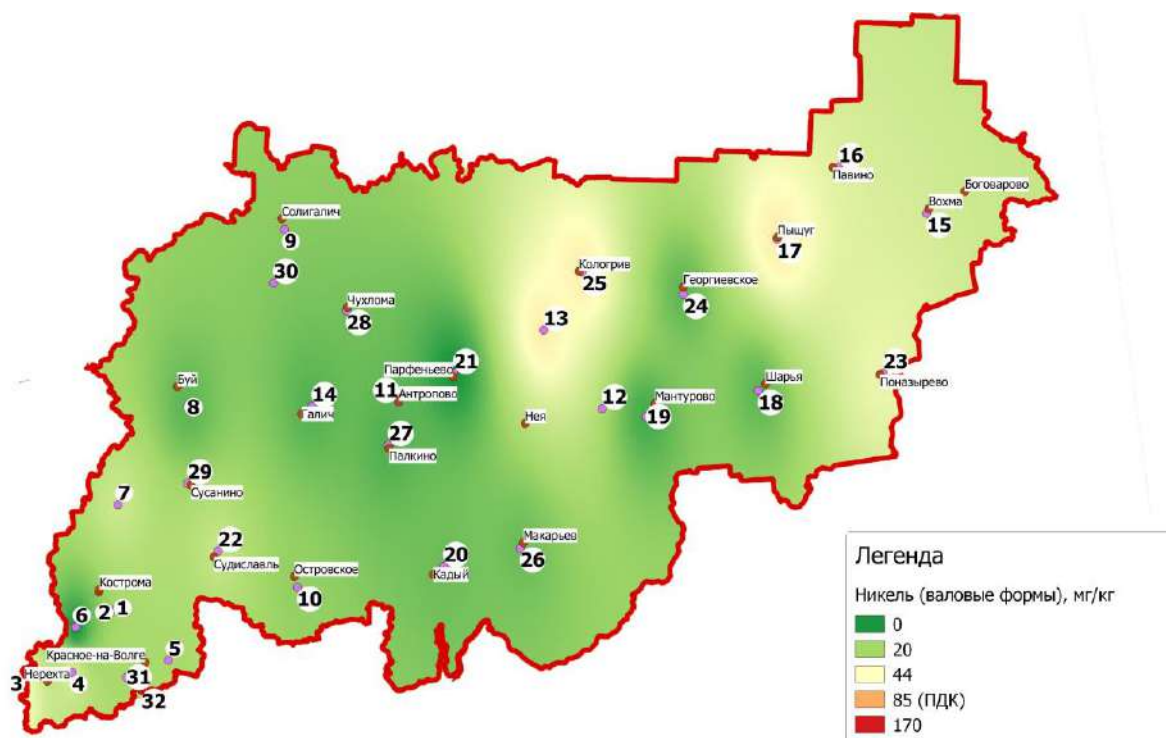


Рис. 60. Содержание валовых форм никеля в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

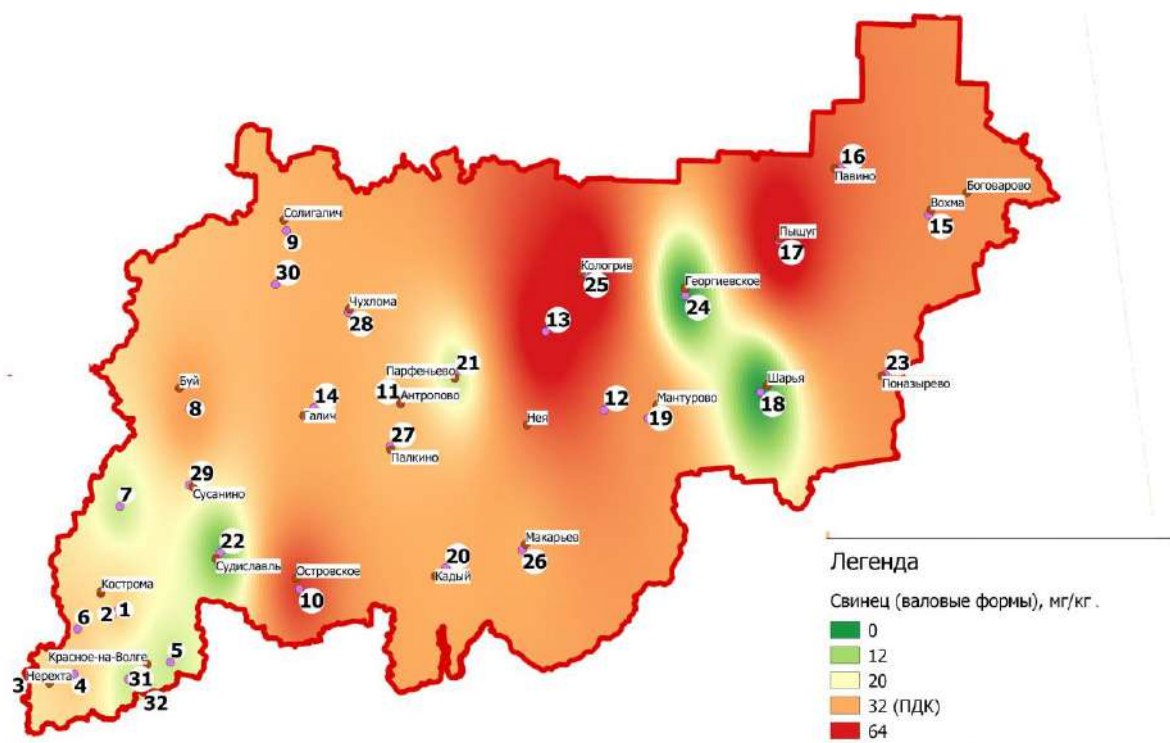


Рис. 61. Содержание валовых форм свинца в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

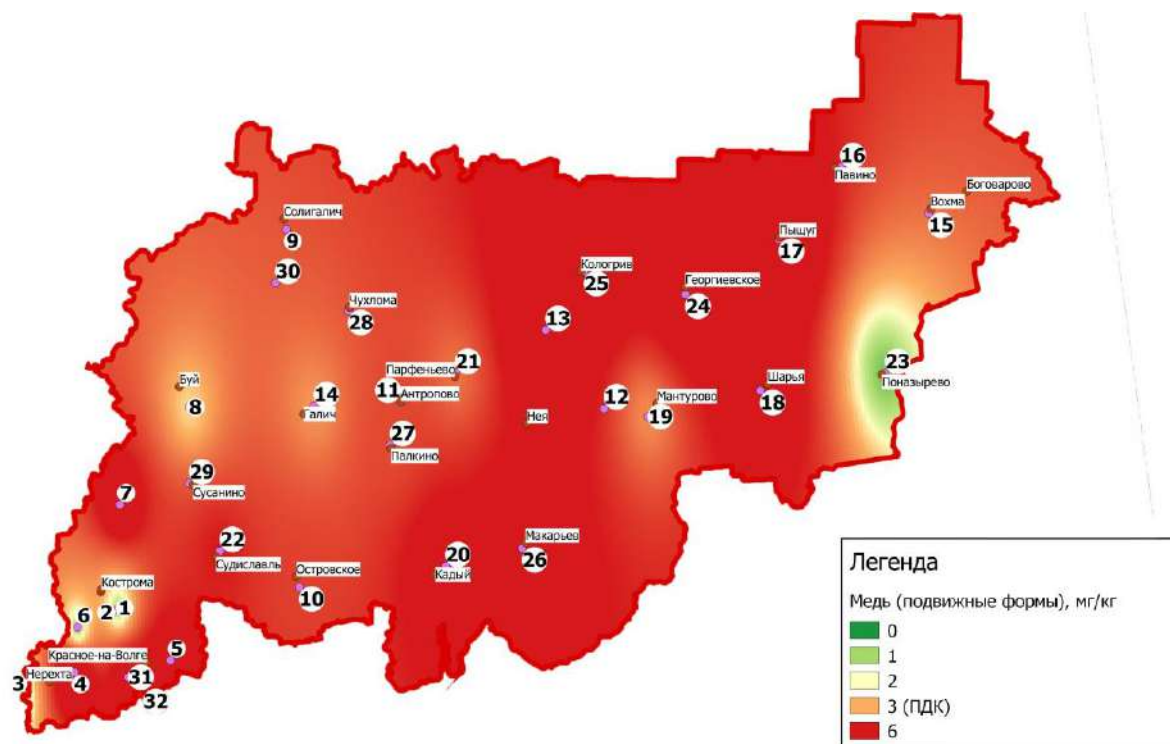


Рис. 62. Содержание подвижных форм меди в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

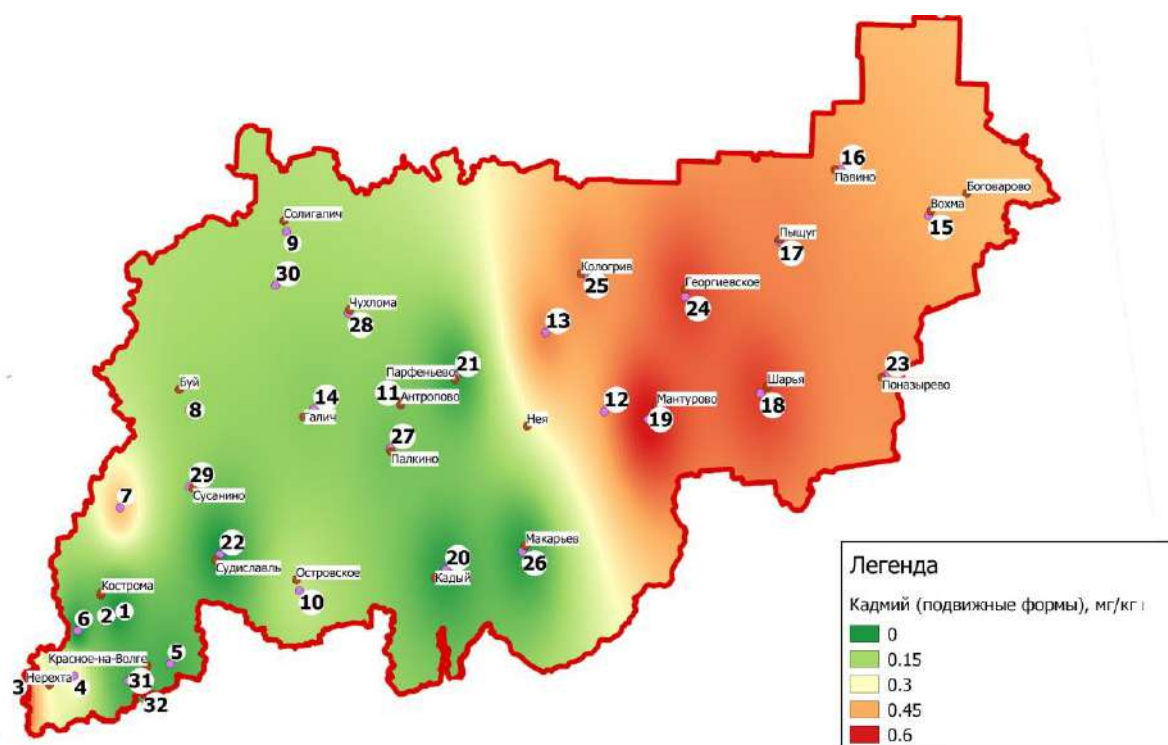


Рис. 63. Содержание подвижных форм кадмия в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

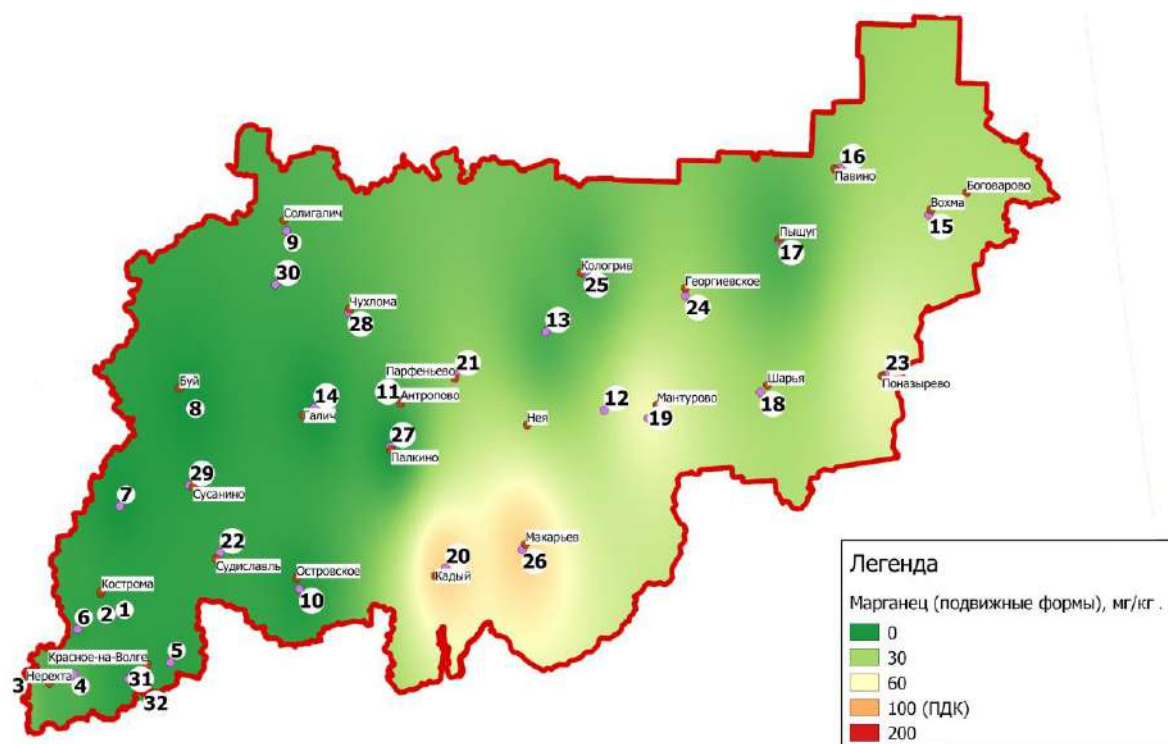


Рис. 64. Содержание подвижных форм марганца в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

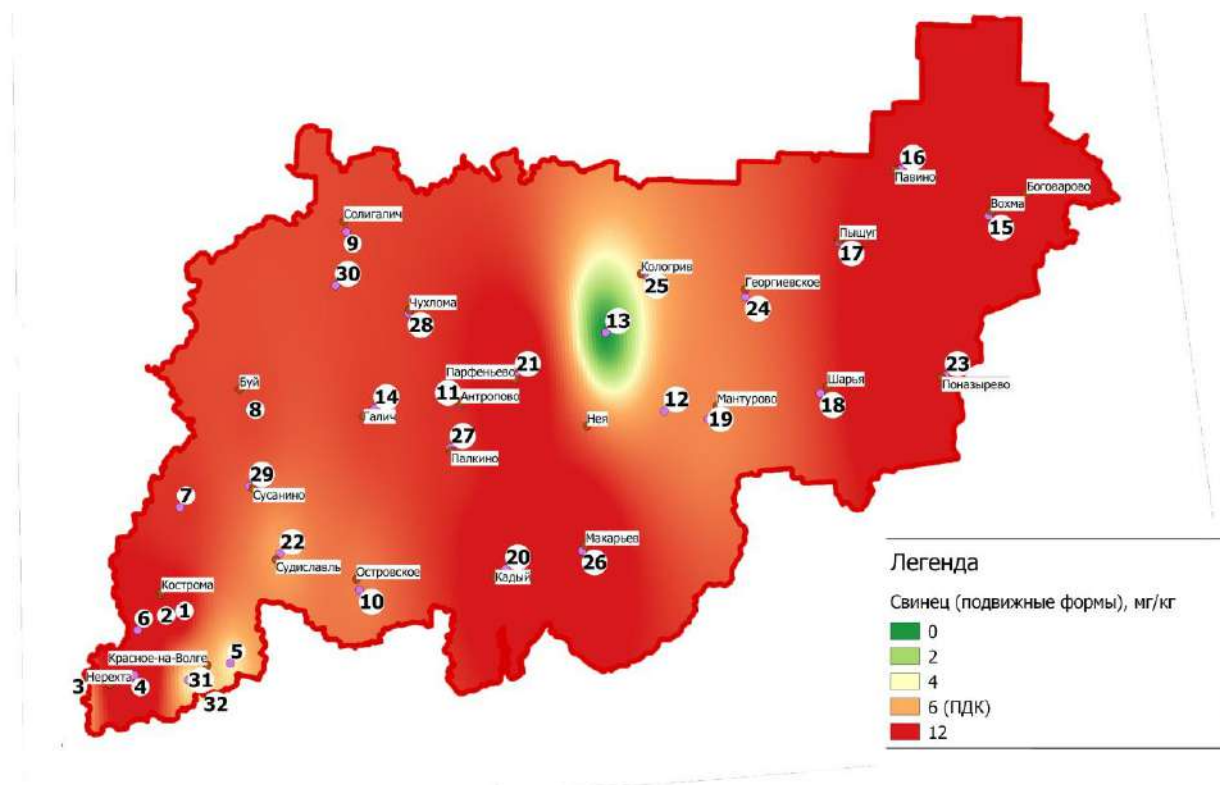


Рис. 65. Содержание подвижных форм свинца в почвенном покрове Костромской области (2015 год)

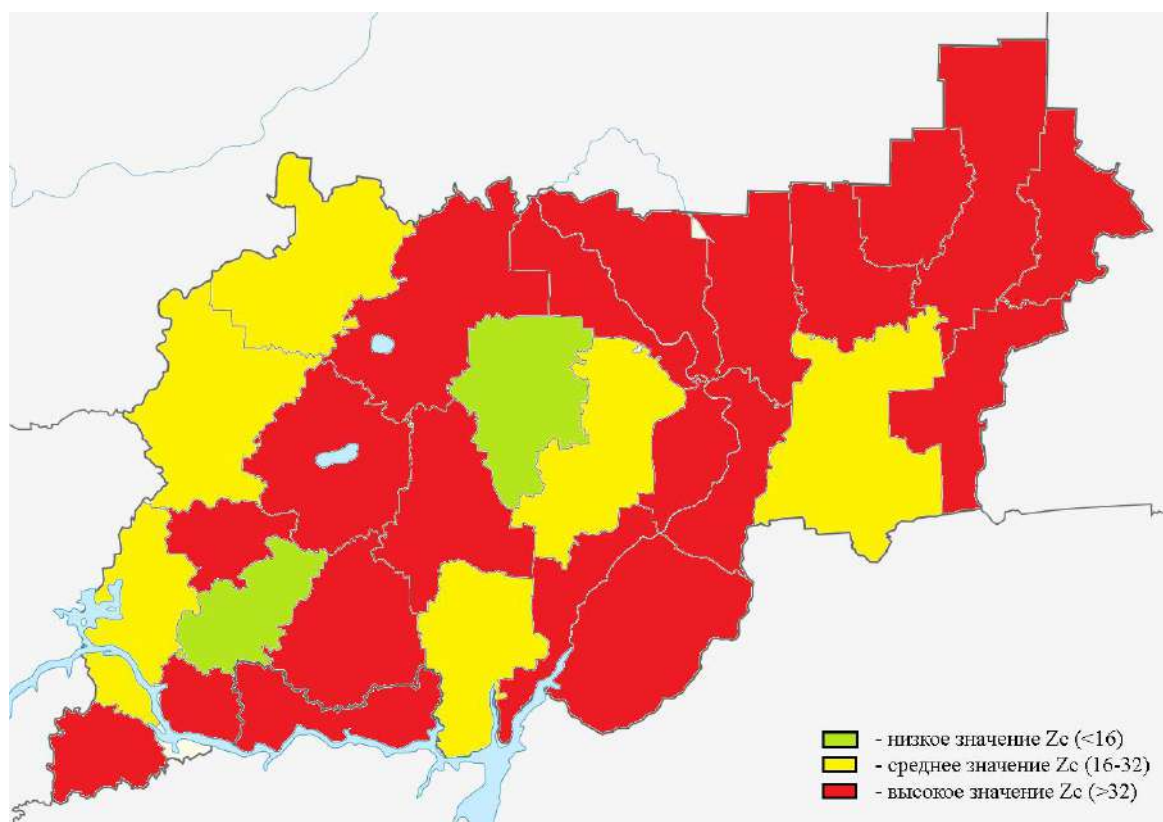


Рис. 66. Коэффициент общей загрязнённости почвенного покрова Z_c для Костромской области в 2015 году

Приложение 4. Уровень смертности населения Костромской области по различным причинам

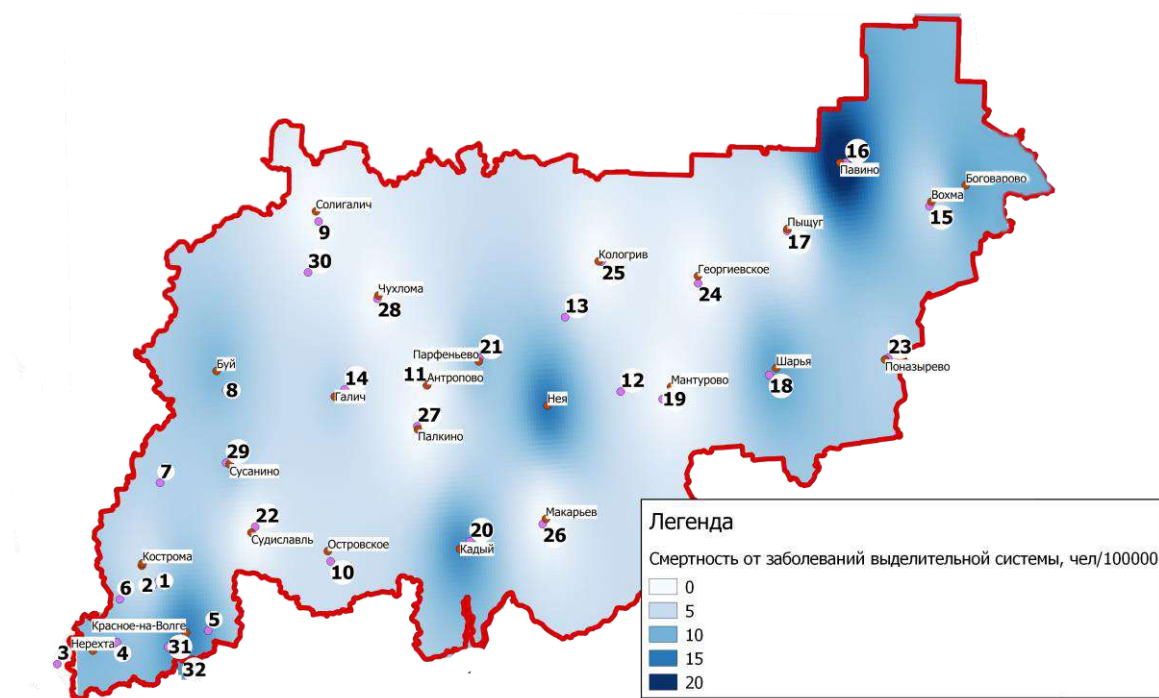


Рис. 67. Смертность от заболеваний выделительной системы в Костромской области (2014-2015 г.г.)

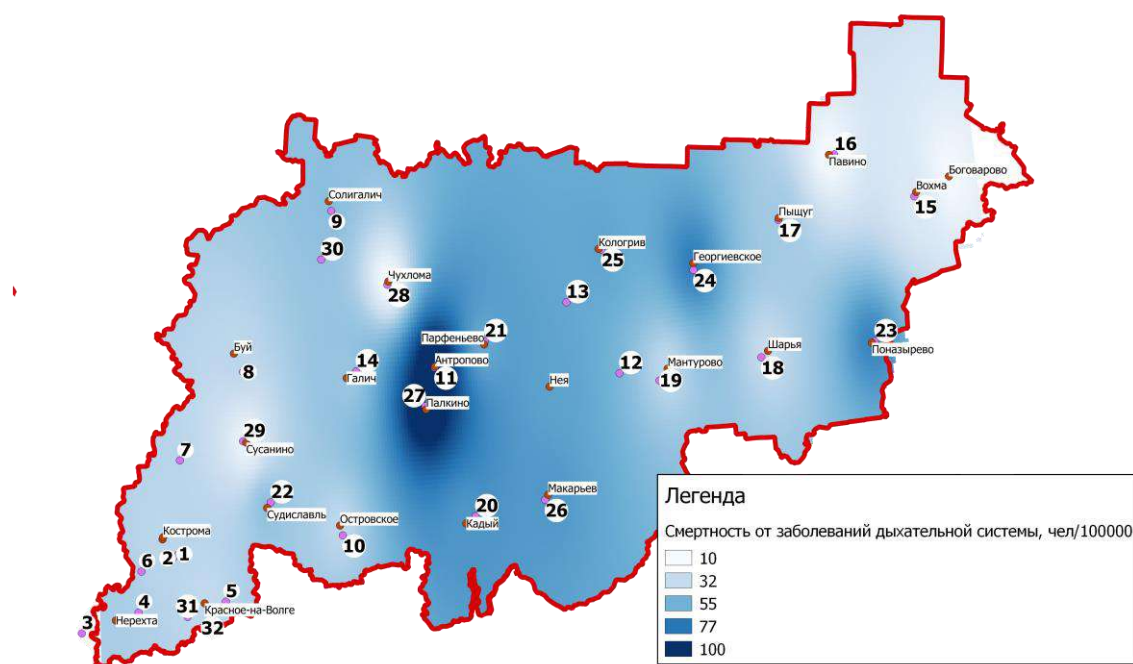


Рис. 68. Смертность от заболеваний дыхательной системы в Костромской области (2014-2015 г.г.)

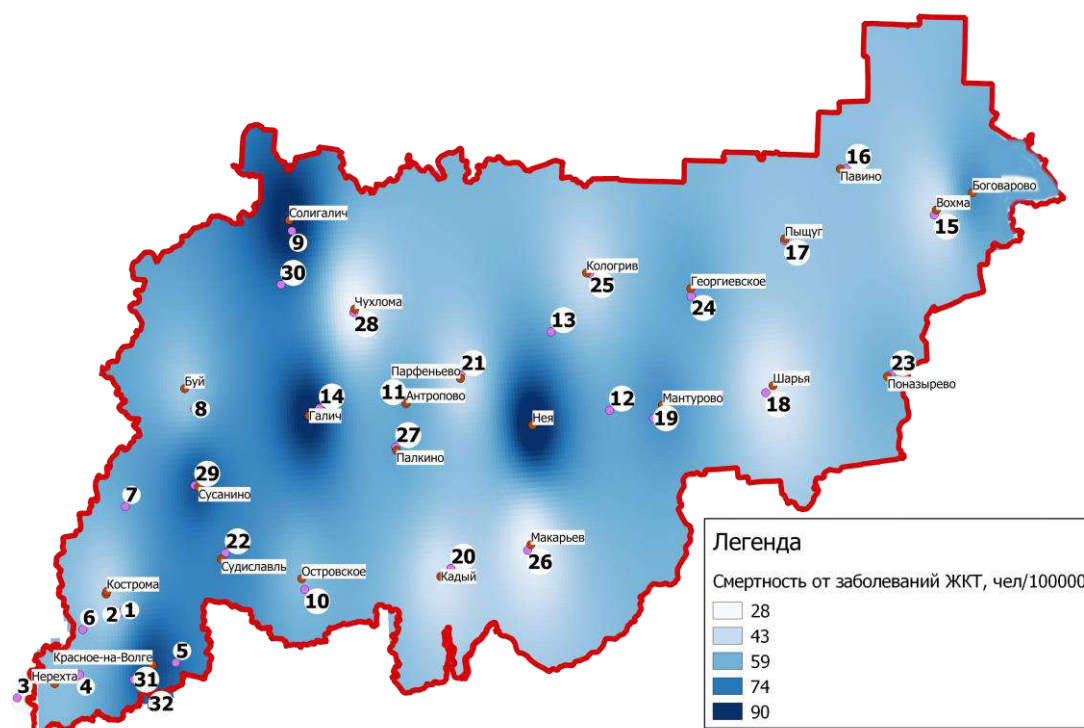


Рис. 69. Смертность от заболеваний желудочно-кишечного тракта в Костромской области (2014-2015 г.г.)

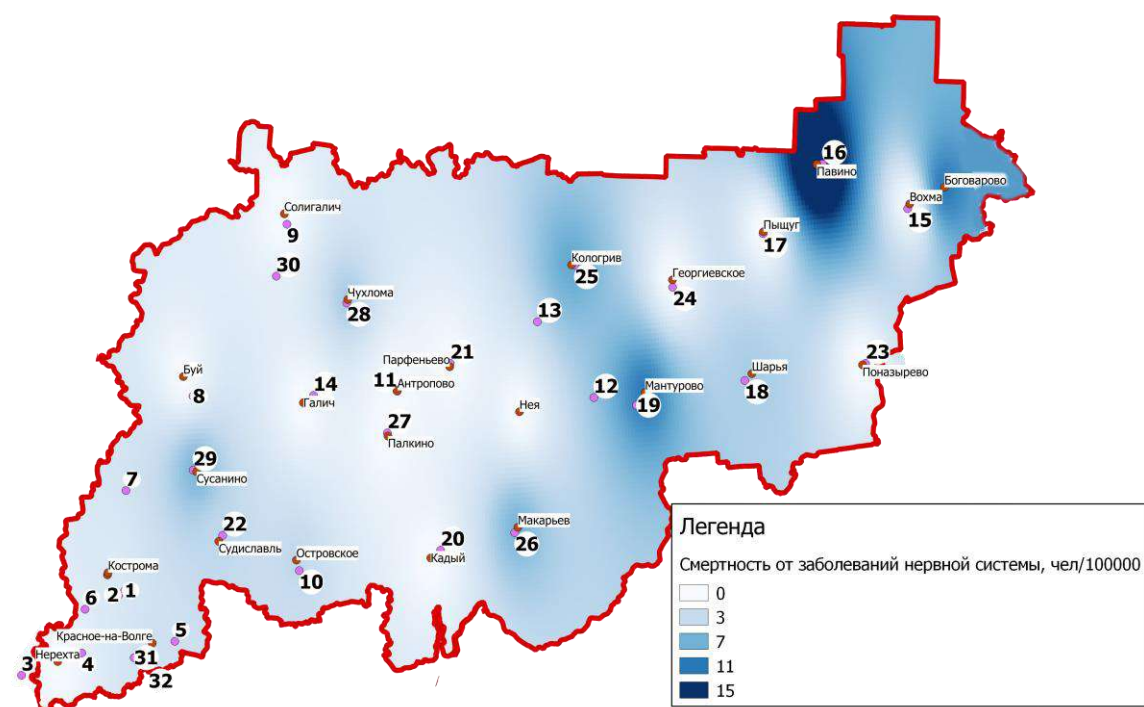


Рис. 70. Смертность от заболеваний нервной системы в Костромской области (2014-2015 г.г.)

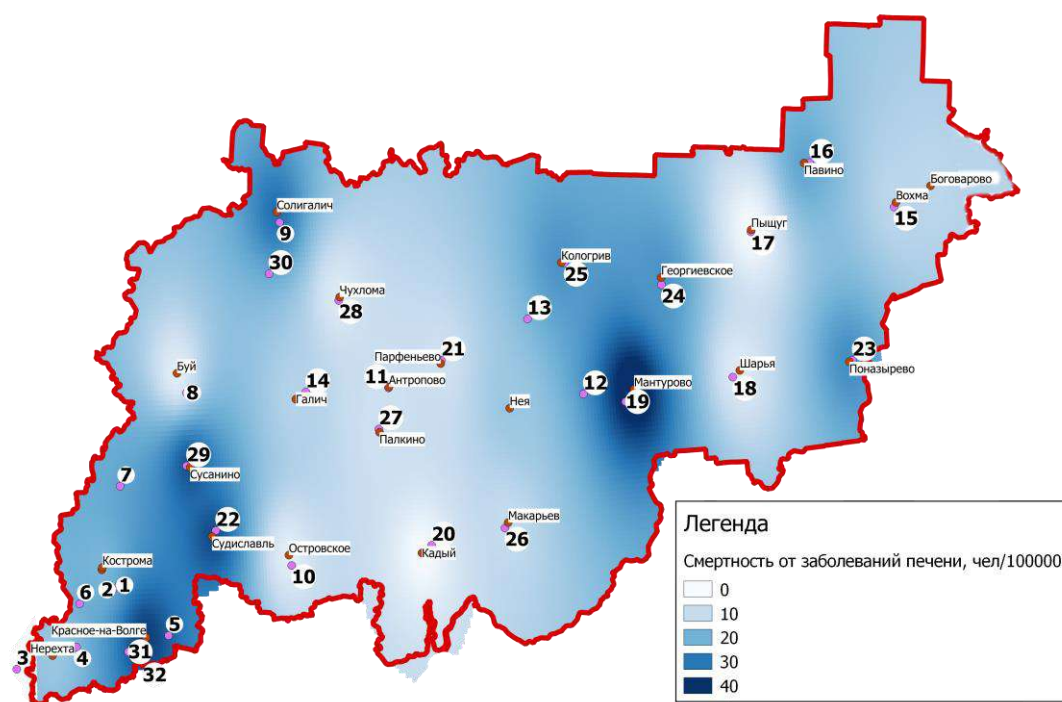


Рис. 71. Смертность от заболеваний печени в Костромской области (2014-2015 г.г.)

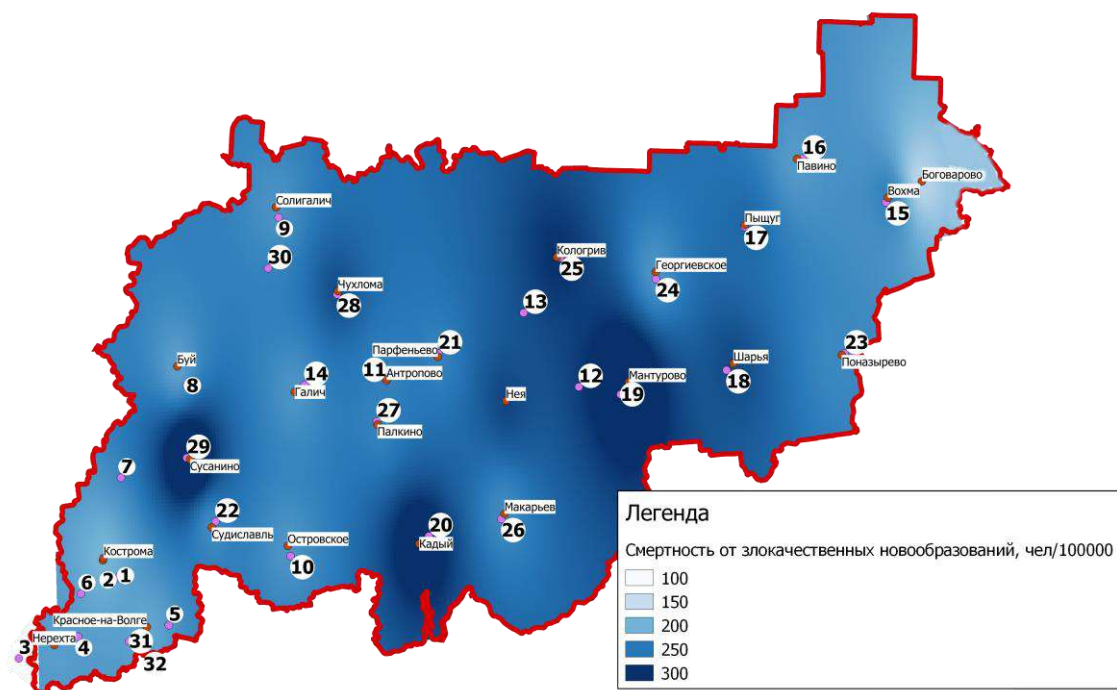


Рис. 72. Смертность от злокачественных новообразований в Костромской области (2014-2015 г.г.)

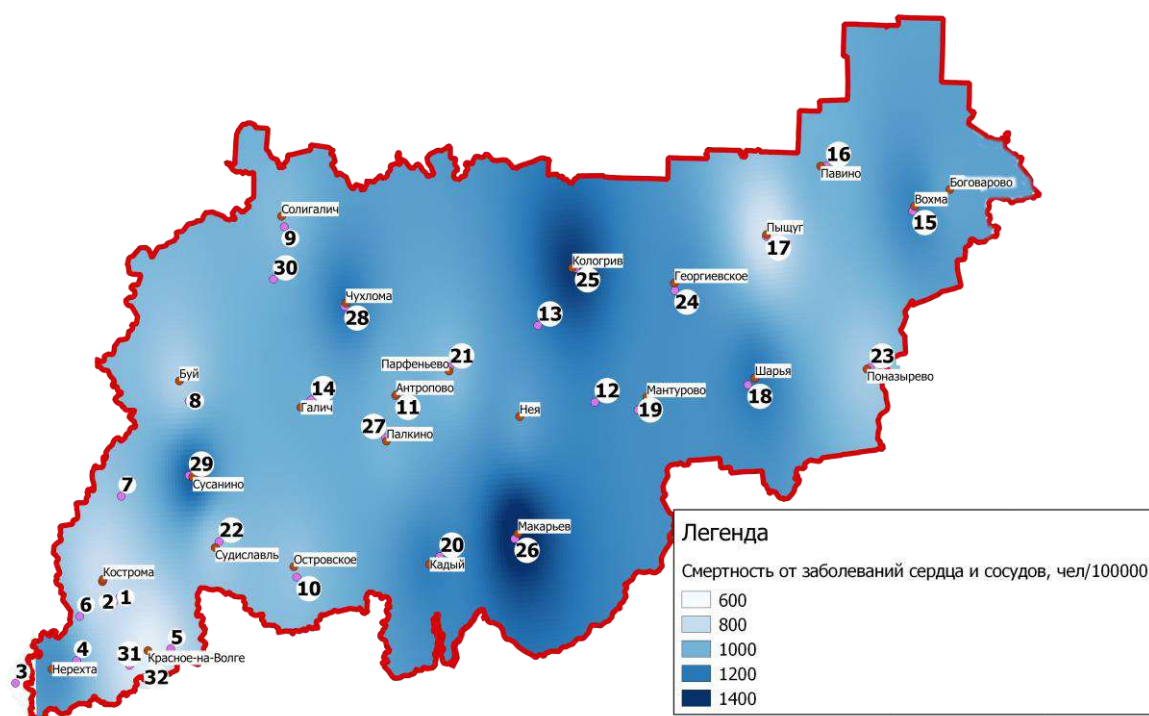


Рис. 73. Смертность от заболеваний сердца и сосудов в Костромской области (2014-2015 г.г.)

Приложение 5. Графики изменения содержания взвешенных частиц в воздухе г. Иванова



Рис. 74. График изменения содержания в атмосферном воздухе г. Иванова частиц диаметром 10 и 2,5 мкм 30.10.2021



Рис. 75. График изменения содержания в атмосферном воздухе г. Иванова частиц диаметром 10 и 2,5 мкм 1.11.2021