

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

На правах рукописи

Медведева Светлана Геннадьевна

**ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ТЕРРИТОРИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАЛУЖСКОЙ
ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА ИХ ТРАНСФОРМАЦИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ**

Специальность: 25.00.36 – Геоэкология

**ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**

**Научный руководитель –
доктор геолого-минералогических наук,
профессор Королев В.А.**

**Москва
2015**

Оглавление

Введение.....	4
1.1. Понятие об эколого-геологических условиях	10
1.2. Методы и методики оценки эколого-геологических условий	14
1.3. Состояние оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов	17
1.4. Проблемы оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов	19
Выводы и постановка задач исследований	21
Глава 2. Особенности компонентов исходных эколого-геологических условий месторождений строительных материалов Калужской области	23
2.1. Геологическое строение месторождений строительных материалов как компонент эколого-геологических условий региона	26
2.2. Рельеф территорий месторождений строительных материалов.....	37
2.3. Гидрогеологические условия месторождений строительных материалов	38
2.4. Мерзлотные условия месторождений строительных материалов.....	40
2.5. Геохимические условия месторождений строительных материалов.....	41
2.6. Геофизические условия месторождений строительных материалов	47
2.6.1. Радиационное поле.....	47
2.6.2. Температурное поле.....	50
2.7. Ландшафтные особенности территорий месторождений строительных материалов...	51
2.8. Современные геологические и инженерно-геологические процессы территорий месторождений строительных материалов.....	53
2.9. Антропогенная трансформация территории как составляющая исходных эколого- геологических условий месторождений строительных материалов.....	54
Выводы	63
Глава 3. Разработка месторождений строительных материалов как техногенный источник трансформации эколого-геологических условий территорий	64
3.1. Современное состояние разработки твердых полезных ископаемых Калужской области	64
3.2. Классификация месторождений строительных материалов Калужской области	66
3.3. Особенности разработки месторождений строительных материалов	67
3.4. Методика обследования территорий месторождений строительных материалов	70
3.5. Характеристика объектов обследования.....	77
3.5.1. Месторождения известняков. Ново-Пятовский участок Пятовского карьера	77
3.5.2. Месторождения песчано-гравийной смеси. Криушинское-1 месторождение	81
3.5.3. Месторождения песков. Коллонтаевское месторождение	83
3.5.4. Месторождения суглинков. Кожуховское месторождение.....	85
3.6. Трансформация эколого-геологических условий при разработке месторождений строительных материалов	88
3.6.1. Трансформация геологического строения	88
3.6.2. Трансформация рельефа	92
3.6.3. Трансформация гидрогеологических условий	93
3.6.4. Трансформация геокриологических условий	94
3.6.5. Трансформация геохимических условий	95
3.6.6. Трансформация геофизических условий	103
3.6.7. Трансформация геодинамических условий	105
3.6.8. Трансформация ландшафтных особенностей	108
3.6.8.1. Трансформация экосистем	108
3.6.8.2. Трансформация поверхностной гидросферы	113
3.6.8.3. Трансформация приземной атмосферы при разработке месторождений строительных материалов	115

3.7. Классификация месторождений строительных материалов по состоянию эколого-геологических условий и экологическим последствиям их разработки.....	117
Выводы	117
Глава 4. Обоснование геоэкологического мониторинга и рекультивации территорий месторождений строительных материалов.....	121
4.1. Принципы геоэкологического мониторинга	121
4.2. Обоснование структурных элементов системы геоэкологического мониторинга месторождений строительных материалов.....	122
4.2.1. Организационные особенности	122
4.2.3. Обоснование наблюдательной сети	126
4.2.4. Последовательность выполнения обследования единичной площадки	128
4.2.5. Обоснование временного режима наблюдений	129
4.3. Обоснование использования содержания полиаренов как основного индикатора техногенного воздействия на природную среду при освоении месторождений строительных материалов	130
4.4. Эколого-геологическое обоснование структуры мониторинга территорий месторождений строительных материалов.....	134
4.5. Эколого-геологическое обоснование восстановления нарушенных эксплуатацией месторождений строительных материалов.....	136
Выводы	140
Заключение	143
Список используемых сокращений	144
Список литературы	145
Список иллюстраций	158
Список таблиц	160

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

Приложение I. Определение характеристик фитоценоза	161
Приложение II. Результаты лабораторных анализов по Ново-Пятовскому участку Пятовского карьера известняков (Дзержинский р-н)	163
Приложение III. Результаты лабораторных анализов по Криушинскому-1 карьере песчано-гравийной смеси (Ферзиковский р-н)	165
Приложение IV. Результаты лабораторных анализов по Коллонтаевскому карьере строительных песков (Малоярославецкий р-н).....	167
Приложение V. Результаты лабораторных анализов по Кожуховскому карьере кирпичных суглинков (Дзержинский р-н).....	168
Приложение VI. Некоторые особенности воздействия В(а)Р на растительность	170

Введение

Приблизительно с 70-х годов XX-го века, после осознания глобальности и значения экологических проблем, в мировом сообществе стали активно обсуждаться вопросы антропогенного воздействия на окружающую среду. На рубеже XXI-го века часть общества пришла к заключению о наступлении (либо о катастрофическом приближении) глобального экологического кризиса. Обсуждение проблем озоновых дыр, парникового эффекта, приведшее к принятию Киотского соглашения, способствовало преувеличению человеческого могущества в части негативного воздействия на природную среду. Однако даже при условии, что перечисленные выше опасности, являются естественными циклическими изменениями условий существования самой планеты Земля, необходимость рационального использования природных ресурсов, включая недра, бесспорна.

Актуальность темы. Нерациональное экстенсивное природопользование существенно уменьшает площадь и значительно ухудшает качественный уровень пригодного для комфортного проживания самого человека геологического пространства. Особенно актуально это для наиболее освоенных территорий, какими являются области Центрального федерального округа (ЦФО) России. Наибольшие нарушения земель, сопровождающиеся фактическим уничтожением естественных эколого-геологических систем (ЭГС), присущи горнопромышленному сектору экономики. При этом именно для этого вида хозяйствования свойственно длительное оставление территорий без восстановительных мероприятий в отличие от всех остальных вариантов природопользования. Кроме того, именно для месторождений строительных материалов (МСМ) в силу специфики сырья и направлений использования характерна обязательная приуроченность и жесткая привязка разработок к густонаселенным территориям, что ведет к суммированию негативного воздействия с существующей техногенной нагрузкой регионов. Однако до последнего времени разработка МСМ оставалась вне эколого-геологического изучения, несмотря на то, что для ЦФО доля земель, нарушенных при добыче строительных материалов, составляет 73,6% от общего количества нарушенных в округе земель [26]. Значительная часть исследователей склонна акцентировать внимание к МСМ лишь на вторичном использовании образующихся отрицательных форм техногенного рельефа в качестве емкостей для размещения отходов, оставляя без внимания собственное негативное экологическое воздействие разработки.

Настоящая работа посвящена исследованию трансформации эколого-геологических условий территорий разрабатываемых МСМ, а также разработке оптимальных методов их эколого-геологического мониторинга.

Цель работы: разработать и обосновать схему оценки эколого-геологических условий и организации эколого-геологического мониторинга территорий месторождений строительных материалов.

Задачи исследования:

1. Провести комплексную оценку исходных эколого-геологических условий Калужской области на основе анализа имеющейся литературы и материалов соответствующей тематики;

2. Выявить воздействия разрабатываемых МСМ разных видов полезных ископаемых на эколого-геологические условия нарушаемой и прилегающей территорий, на основе обобщения фондовых данных, а также проведения полевых работ, геоморфологического анализа территорий и отбора геохимических проб;

3. Разработать и обосновать оптимальную стратегическую схему «Целевой комплексной программы мониторинга эколого-геологических систем на территориях МСМ».

Объект исследования: Эколого-геологические системы территорий месторождений строительных материалов Калужской области.

Предмет исследования: закономерности функционирования эколого-геологических систем территорий месторождений строительных материалов Калужской области.

Фактический материал получен в ходе полевых исследований на территории четырех типичных МСМ с различным видом полезного ископаемого в 2010-2014 гг. Также использованы фондовые материалы Калужского филиала ФГУ «ТФИ по Центральному Федеральному округу» и рабочие материалы ООО НПП «Центр-недра», г. Калуга.

Методы исследования: В работе использован комплекс современных методов эколого-геологических исследований, включающий: изучение, анализ и обобщение геологических, гидрогеологических, геохимических, инженерно-геологических, инженерно-экологических материалов в фондовой и опубликованной литературе по изучаемой тематике; маршрутные эколого-геологические исследования и опробование, лабораторные эколого-геологические исследования с применением новейших методов анализа. Токсикологическое исследование проб почвы, подстилающих грунтов и золы растительности на содержание тяжелых металлов проводилось рентгеноэмиссионным методом на приборе «СПЕКТРОСКАН», выполненным на кафедре инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова;

определение содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в пробах подпочвенных грунтов, почв, растительности, воды и воздуха проводилось методом ВЭЖХ на комплексе Lab Alliance с колонкой C-18 в градиентном режиме в лаборатории мониторинга ПАУ в окружающей среде ФГБУ НПО «Тайфун», г.Обнинск. Обработка данных велась с помощью прикладных компьютерных программ (Microsoft Excel 2000, Statistica и др.).

Личный вклад автора состоит в организации, планировании и проведении полевых работ на Кожуховском, Коллонтаевском, Криушинском-1 и Ново-Пятовском месторождениях Калужской области, включая разбивку сети эколого-геологического опробования и отбор образцов природных компонентов, подготовку проб для лабораторных анализов, биотестирование горных пород, анализ и статистическую обработку лабораторных и полевых результатов, составление 4 карт м-ба 1 : 1 000 000 (рис.2.1, 2.4, 2.14, 2.15), а также разработку методики эколого-геологического мониторинга.

Достоверность научных результатов исследования подтверждается анализами в публикациях по теме работы, анализом и обработкой обширного фактического материала, проверкой используемых методов оценки состояния ЭГУ сопоставлением собственных выводов с достижениями других авторов, опубликованными в научной литературе, а также применением современных технических средств исследований. Выводы, сделанные на основе полученного в ходе работы материала, не противоречат мнениям других авторов, и согласуются с результатами многих работ, опубликованных в научной литературе.

Научная новизна работы.

1. Впервые выполнена и обоснована систематизация особенностей воздействия разработки МСМ на эколого-геологические системы. Выявлена зависимость уровня негативного воздействия добычных мероприятий от вида разрабатываемого полезного ископаемого.

2. Установлено, что закономерное снижение с глубиной содержания химических элементов, включая тяжелые металлы (ТМ), в почвенном профиле является следствием естественного биологического круговорота вещества и не всегда должно трактоваться как безоговорочное техногенное воздействие.

3. Для геохимической оценки эколого-геологических условий (ЭГУ) территорий МСМ, в качестве индикатора техногенного воздействия, впервые предложен для использования и применен метод определения содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

4. Предложена и обоснована схема проведения обследования территорий МСМ для

эколого-геологического мониторинга ЭГУ и способы реализации программы мониторинга.

5. Дано обоснование необходимости проведения и разработана программа геоэкологического мониторинга для повышения культуры рационального недропользования и оптимизации комплекса рекультивационных мероприятий на территориях отработанных МСМ.

6. Составлены 2 карты эколого-геологических условий Калужской области масштаба 1:1000000, а также карта распространения нижнекаменноугольных терригенно-карбонатных отложений Калужской области, рентабельных для разработки открытым способом (1: 1000000).

Реализация результатов работы: Полученные в ходе исследований результаты использованы в работе отдела недропользования Министерства природных ресурсов Калужской области. Результаты работы используются в учебном процессе на геологическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова по специальности «экологическая геология».

Практическая значимость: Результаты работы могут быть использованы для повышения уровня достоверности при оценке геохимической составляющей состояния экогеосистем; последующих исследований и решения конкретных задач эколого-геологического мониторинга; оптимизации комплекса рекультивационных мероприятий на территориях МСМ. Они могут использоваться в учебном процессе вузов при подготовке студентов-экогеологов.

Защищаемые положения:

1. Выявлены особенности региональных эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов Калужской области: в ненарушенном состоянии по геодинамическим критериям выделяется два класса состояний – удовлетворительный и условно удовлетворительный, а по геохимическим, геофизическим и ресурсным показателям выделяется три класса состояний эколого-геологических систем – удовлетворительный, условно удовлетворительный и неудовлетворительный. При этом по ресурсным, геодинамическим и геофизическим показателям доминирует удовлетворительное состояние территории области.

2. Разработка месторождений строительных материалов в Калужской области ведет к локальной трансформации эколого-геологических условий не только собственно нарушаемых, но и прилегающих территорий: наибольшие изменения претерпевают ресурсная, геохимическая и геодинамическая функции литосферы; причем степень трансформации эколого-геологических условий зависит от вида извлекаемого полезного ископаемого и способа его добычи.

3. Предложена схема комплексного геоэкологического мониторинга состояния территорий разработки месторождений строительных материалов, необходимого для обоснования и принятия управляющих решений по реабилитации отработанных месторождений и восстановления экосистем; при этом основным индикатором техногенной трансформации территорий месторождений строительных материалов является содержание ПАУ в различных средах.

Апробация работы. Результаты работы доложены на 23 конференциях, в т. ч. на 12 международных: X «Новые идеи в науках о Земле», Москва, 2011; II «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», Воронеж, 2011; V «Науки о Земле на современном этапе», Москва, 2012; IV «Геоэкологические проблемы современности», Владимир, 2012; «Геориск-2012», Москва, 2012; «Православный ученый в современном мире: проблемы и пути их решения», Воронеж, 2012; V «Экологические проблемы недропользования, наука и образование», Санкт-Петербург, 2012; «Экологическая безопасность горнопромышленных районов», Екатеринбург, 2013; «Химическая и физическая жизнь Земли», Крым, 2013; VII «Биоразнообразие и роль животных в экосистемах», Днепропетровск, 2013; III «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», Воронеж, 2013; VIII Университетские геол. чтения «Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений», Минск, 2014 г. Материалы также представлялись на Ломоносовских чтениях (МГУ) в 2011, 14-х Сергеевских чтениях в 2012 (ИГЭ РАН) и в течение 2011-2013 гг. на конференциях, проводимых в ПНИИИСе.

Публикации. Материалы, составившие основу диссертации и обосновывающие выше перечисленные защищаемые положения, опубликованы в 4 научных статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, а также изложены в 19 тезисах докладов и 1 монографии.

Структура и объем работы: диссертация состоит из Введения, 4 глав, Заключения и 6 Приложений, изложенных на 170 стр. текста, содержит 48 рисунков, 35 таблиц и список литературы из 203 наименования, из которых 30 иностранных и 9 фондовых.

Благодарности. Автор выражает благодарность за всестороннюю поддержку, ценные советы и предоставление самой возможности выполнения работы своему научному руководителю д.г.-м.н., профессору В.А.Королёву, а также заведующему кафедрой инженерной и экологической геологии В.Т. Трофимову и ученому секретарю к.г.-м.н. С.К. Николаевой. Неоценимая помощь была оказана к.г.-м.н. Е.Н. Самариным, за что автор выражает ему глубокую признательность. Автор признателен к.ф.-м.н. А.И. Шилиной (ФБГУ НПО «Тайфун», г.Обнинск) за поддержку и ценные советы при определении содержания ПАУ, буровому мастеру В.И. Володину (МУП «Архитектурно-геодезическая служба г. Калуга») за техническое

обеспечение и добровольную помощь при проведении опробования территорий МСМ, к.г.-м.н. С.П.Боброву (Калужский филиал ФБУ «ТФГИ по Центральному Федеральному округу»), к.г.-м.н. Ильченко В.Л. (ГИ КНЦ РАН, г. Апатиты), к.г.-м.н. Ларионовой Н.А. (МГУ им.М.В.Ломоносова, г. Москва) и м.н.с. Веремеевой А.А. (ИФХиБПП РАН, г. Пущино) за консультации и моральную поддержку. Также автор благодарит за доброжелательность, внимание и интерес, проявленные к работе, д.г.-м.н. Косинову И.И. (ВГУ, г. Воронеж), д.г.-м.н. Куриленко В.В. (СПбГУ, г. Санкт-Петербург), академика РАН д.г.-м.н. Осипова В.И. и д.г.-м.н. Галицкую И.В. (Институт геоэкологии им. Е.М.Сергеева, г. Москва), д.г.-м.н. Гуман О.В. (УГГУ, г.Екатеринбург), д.г.-м.н. Закруткина В.Е. (ФГБОУ ВПО «ЮФУ», г. Ростов-на-Дону), к.г.-м.н. Огородниковой Е.Н. (РУДН, г. Москва) и др.

Глава 1. Современные представления об эколого-геологических условиях территорий месторождений строительных материалов и их оценке

1.1. Понятие об эколого-геологических условиях

На современном этапе развития социума и научного знания для решения задач любого уровня, связанных с геоэкологией и охраной геологической среды, наиболее целесообразным является научный подход экологической геологии. Несмотря на то, что это научное направление - самое молодое среди комплекса геологических наук, однако именно экологическая геология стоит ближе всего к истокам самого термина «геология» в его первоначальном значении, предложенном еще в 1345 г. епископом Ричардом де Бьюри в книге «Philobiblon», глава XI, согласно которому понятие «геология» подразумевает весь комплекс закономерностей и правил «земного» бытия, в противоположность «теологии» — науке о духовной жизни и божественных началах [187]. Научный подход экологической геологии наиболее соответствует первоначальному значению собственно понятия "геология" как термина, рассматривая планету Земля не в качестве горных пород или сугубо абиотического основания и площадки для существования жизни, а как неразрывную совокупность взаимовлияний абиотической и биотической компонент, причем именно биоцентрический подход и дает преимущество при изучении эколого-геологических условий любых исследуемых территорий или объектов изучения.

Как научное направление экологическая геология развивается, в основном, российскими учеными. За рубежом похожие исследования ведутся под эгидой геологии окружающей среды (environmental geology), которая все же имеет ряд существенных отличий, основные из которых – антропоцентрический подход и сугубо прикладное назначение [166, 176, 182, 183].

Наиболее полно методологические основы экологической геологии представлены в трудах В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга, Г.А. Голодковской, М.Б. Куринова, В.А. Королева, И.И. Косиновой, В.В. Куриленко, В.И. Осипова, В.Н. Экзарьяна и др. [8, 20 - 22, 58, 62 - 64, 70, 71, 75, 117, 145, 150, 151, 153, 154, 164].

Основной задачей экологической геологии является изучение функциональных зависимостей между состоянием эколого-геологических условий литосферы и ее компонентов, т.е. средой обитания, и состоянием всего объема биоты без исключения, при этом рассматривается воздействие «неживого» на «живое» в системе «литосфера - биота». До рассмотрения понятия «эколого-геологические условия» необходимо также уточнить термин «эколого-геологическая система». Этот термин предложен М.Б. Куриновым совместно с Г.А. Голодковской [145], а в дальнейшем разработан и введен в пользование В.Т. Трофимовым и Д.Г. Зилингом [145, 151, 153,

154], дополнившими и расширившими содержание принятого ранее термина «экосистема», предложенного в свою очередь английским экологом А.Тенсли в 1935 году для уже оформившегося в общих чертах к этому времени представления о взаимосвязи живого вещества и условий обитания [126].

Традиционно под экосистемой понималось функциональное единство живых организмов (животные, растения, грибы, микроорганизмы) и среды их обитания (климат, почва, вода), причем из абиотической составляющей в рассмотрение включались лишь почва и вода [71].

Схема биогеоценоза В.Н.Сукачева также несколько неполноценна без проработки абиотической составляющей (рис. 1.1). Следует уточнить, что этот термин, несмотря на частое употребление в качестве синонима понятия «экосистема», подразумевает обязательное наличие в структуре фитоценоза, что совершенно необязательно для экосистемы.



Рисунок 1.1. Схема биогеоценоза по В.Н.Сукачеву [139]

Недоучет значения литосферной составляющей в общей схеме экосистемы, как минимум, некорректен, поскольку любая экосистема имеет свое место в пространстве, находится под влиянием геологических процессов различного генезиса и неотделима от абиотической компоненты (рис.1.2).

Согласно [145, 153] эколого-геологическая система представляет собой определенный, не ограниченный в размерах объем литосферы с функционирующей непосредственно в нем или же на его поверхности биотой, включая человека и социум. Она является открытой динамической системой, состоящей из трех подсистемных элементов, тесно связанных прямыми и обратными причинно-следственными связями, обуславливающими ее структурно-функциональное единство, а именно: источника воздействия (техногенного, природного либо техногенно-природного), геологического (абиотического) компонента природной среды и экологической мишени. Пространственные границы эколого-геологической системы определяются в первую

очередь экологическими последствиями, а функционирование ее предполагает воздействие техногенных или природных источников на геологический компонент природной среды, его реакцию на это воздействие и экологические последствия, отмечаемые в техно-, био- и социосферах. Её развитие происходит согласно общепринятому в экологии принципу экологической направленности эволюции, который предполагает, что любые эволюционные изменения в конечном итоге обусловлены экологическими факторами и системными особенностями развития эволюционирующей совокупности [113].

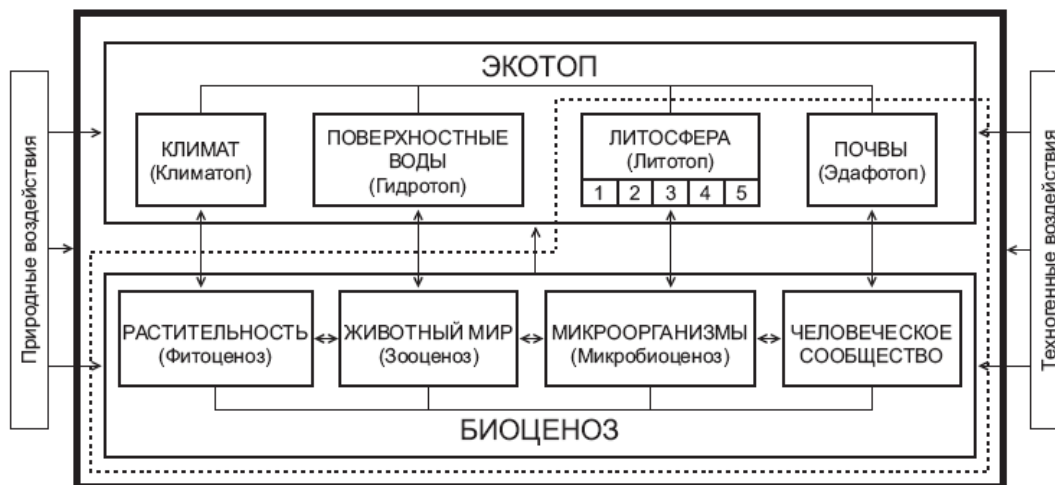


Рис. 1.2. Схема структуры экосистемы и место в ней эколого-геологической системы по В.Т.Трофимову [153, 154]. Пунктиром дана граница эколого-геологической системы; 1– 5 – параметры литосферы: 1 – состав и строение; 2 – подземные воды; 3 – геохимические поля; 4 – геофизические поля; 5 – современные эндо- и экзогенные процессы.

Эколого-геологические системы, а, следовательно, и экосистемы в целом, формируются и функционируют в определенных эколого-геологических условиях.

Понятие «эколого-геологические условия» введено в терминологическую базу экологической геологии на рубеже XX и XXI вв. В.Т.Трофимовым и Д.Г.Зилингом [151, 155]. Согласно одной из последних редакций [152] *под эколого-геологическими условиями следует понимать условия (или обстановки), создаваемые комплексом современных морфологически выраженных геологических факторов, оказывающих влияние на особенности функционирования биоты, включая человека, в рамках эколого-геологической системы.*

Приведенная выше формулировка содержания понятия «эколого-геологические условия» наиболее удобна при решении практических задач. С позиций фундаментальных понятий экологической геологии возможно несколько иное определение термина эколого-геологических условий, также впервые предложенное В.Т.Трофимовым и Д.Г.Зилингом [151]: *эколого-геологические условия есть совокупность конкретных экологических свойств и функций*

литосферы, определяющих современное состояние условий жизнедеятельности организмов в данном объеме литосферы как среде их обитания.

При рассмотрении эколого-геологических условий следует четко разграничивать факторы формирования этих условий, обусловленные ходом исторического развития территории, и компоненты, входящие и определяющие данные условия на современном этапе существования, поскольку они являются закономерным следствием первых (табл.1.1).

Таблица 1.1. Факторы формирования и компоненты эколого-геологических условий (по В.Т.Трофимову [155])

Компоненты ¹ эколого-геологических условий		Факторы формирования эколого-геологических условий		
Региональные геологические	1. Мега- и мезорельеф. 2. Состав, строение и свойства пород, условия их залегания и распространения. 3. Условия залегания и химический состав подземных вод глубоких горизонтов. 4. Геохимические поля, их неоднородность. 5. Геофизические поля, их неоднородность. 6. Характер эндогенных и экзогенных геологических процессов.	Региональные геологические	1. Совокупность геологических процессов, реализованных в ходе истории геологического развития территории. 2. Современное тектоническое развитие территории.	Антропогенные (техногенные)
Зональные геологические и ландшафтные	1. Современное состояние пород, их состав и свойства. 2. Глубина залегания и химический состав грунтовых вод. 3. Характер и интенсивность экзогенных геологических процессов. 4. Ландшафтные особенности.	Зональные	1. Теплообеспеченность территории. 2. Увлажненность территории. 3. Соотношение теплообеспеченности и увлажненности. 4. Ландшафтные особенности.	

Правомерно выделение восьми основных компонентов эколого-геологических условий: 1) геологическое строение местности и характер слагающих ее пород; 2) рельеф; 3) гидрогеологические условия; 4) мерзлотные условия; 5) геохимические условия; 6) геофизические условия; 7) ландшафтные особенности; 8) современные геологические процессы. Именно сочетание этих компонентов и формирует эколого-геологический облик природных и техногенно-природных объектов.

На современном этапе наблюдается трансформация эколого-геологических условий, обусловленная закономерной эволюцией экологических функций литосферы. Основные

¹ Название графы согласовано с автором

закономерности трансформации экологических функций литосферы имеют следующий вид [149, 152]:

- изменение функций литосферы в пространстве и времени есть закономерный процесс, один из этапов их развития в ходе эволюции Земли, включая и период техногенеза;
- трансформацию претерпели все без исключения функции, однако наиболее сильному изменению подверглись ресурсная и геохимическая;
- природные факторы являются определяющими в комплексе воздействий, под влиянием которых идет трансформация;
- техногенное воздействие обуславливает, главным образом, локальную трансформацию, причем часто формирование техногенных аномалий происходит на нехарактерном для подобного проявления месте, а скорость и интенсивность процесса превышает естественную;
- трансформация эколого-геологических условий на этапе техногенеза привела к усложнению полей их пространственного распределения.

Временное состояние эколого-геологических условий, оцениваемое спецификой проявления одной, нескольких или совокупностью экологических функций литосферы в данный момент времени, определяющих степень (уровень) благоприятности и возможности проживания живых организмов, носит название «состояние эколого-геологических условий» [152].

Состояние эколого-геологических условий оценивается через временное состояние определенных свойств литосферы и характеризует уровень их воздействия на живые организмы, причем такая оценка имеет четкую временную привязку к определенному временному интервалу [151].

Основное отличие эколого-геологических исследований от каких-либо других состоит в необходимости использования при оценке эколого-геологических условий наряду с геологическими критериями биотических, медико-санитарных и социально-экономических показателей.

1.2. Методы и методики оценки эколого-геологических условий

Для исследования эколого-геологических условий применяются методы как геологических, так и ряда других наук, которые в совокупности с собственными методами экологической геологии и составляют ее научный метод (рис.1.3 и рис.1.4).

Из общих методов в экологической геологии используются метод материалистической диалектики и метод системного анализа. К частным методам сопредельных с геологией наук, применяемых в экологической геологии для обеспечения полноты информационного пространства, относятся методы математики, физики, химии, экологии, медицины, биологии и

социально-экономических наук. Кроме того, широкое применение в эколого-геологических исследованиях находят частные методы всего комплекса геологических наук. Специальные методы экологической геологии включают эколого-геологическое картирование, эколого-геологическое прогнозирование, эколого-геологический мониторинг и эколого-геологический функциональный анализ.

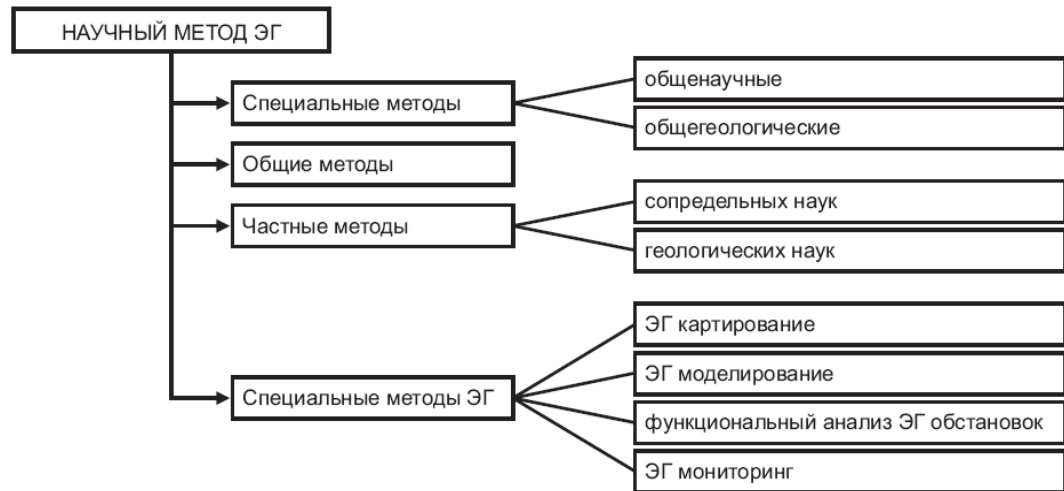


Рис. 1.3. Структура научного метода экологической геологии в общем виде (по Трофимову В.Т. [152])

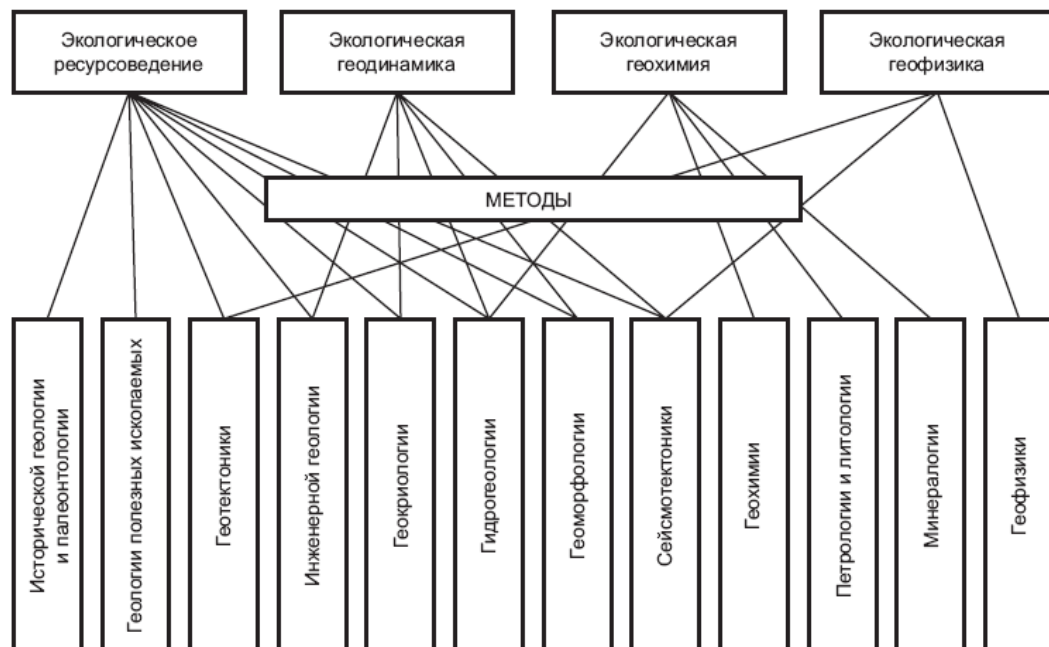


Рис. 1.4. Структурная схема используемых методов сопредельных геологических наук на уровне разделов экологической геологии (по Трофимову В.Т. [152])

Безусловно, преобразование полученной посредством применения разнообразных методов информации в эколого-геологическую происходит лишь при ее экологически ориентированном использовании для оценки влияния на условия существования биоты [152]. Другими словами,

весь накопленный объем данных рассматривается с принципиально нового ракурса – через призму взаимосвязей и взаимозависимостей косного и живого вещества.

Таким образом, эколого-геологические исследования представляют собой комплекс взаимосвязанных нацеленных на изучение эколого-геологических условий работ, а также на прогнозирование изменения этих условий под воздействием природных и антропогенных факторов и разработку геологически обоснованных рекомендаций по управлению состоянием экосистем [152]. Причем, в связи с недостаточным объемом собственно эколого-геологических изысканий на современном этапе развития науки, основная и определяющая роль среди всех методов экологической геологии принадлежит эколого-геологическому функциональному анализу как инструменту для адекватной интерпретации имеющихся данных сопредельных наук.

Все привлекаемые методы выполняются в определенной последовательности согласно общей структуре эколого-геологических исследований (рис.1.5).



Рис. 1.5. Функциональная структура эколого-геологических исследований (по М.Б. Куринову [23])

Согласно [23] выделяется четыре основных функциональных блока:

- **информационный (I)**, в рамках которого происходит формирование оптимальной по всем параметрам информационной базы последующих исследований;

- **аналитический (II)**, в объеме которого выполняется функциональный анализ эколого-геологической системы, осуществляются анализ и оценка особенностей компонентов литосферы, информации по смежным внешним природным сферам, информации по техническим объектам воздействия и данных о реакции живых организмов и человека на это воздействие;

- **прогнозный (III)**, к которому относится разработка прогноза изменения эколого-геологических условий при тех или иных концепциях социально-экономического развития, необходимого для геологического обоснования управляющих решений по снижению отрицательных последствий техногенного прессинга на литосферу и биоту и разработки оптимальной эколого-геологической системы;

- **контрольно-управленческий (IV)**, в котором разрабатывается геологическое обоснование обеспечения оптимального функционирования экосистем, осуществляется контроль за реализацией принятых управляющих решений, за функционированием защитных сооружений и мероприятий, корректировка управляющих решений на основе проверки и уточнения прогнозных оценок.

1.3. Состояние оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов

Степень изученности эколого-геологических условий различных территорий крайне неравномерна. На современном этапе наиболее детально (по сравнению с остальными) исследованы эколого-геологические условия городских агломераций [14, 23, 24, 35, 37, 49, 61, 66 - 68, 118, 133, 142, 171, 186].

Существенно меньше изучены эколого-геологические условия территорий, занятых горнопромышленными комплексами с открытым способом отработки [1, 2, 4, 11, 15, 16, 25, 29, 33, 34, 39, 42, 43, 48, 52, 59, 60, 72, 102, 106, 116, 119-121, 132, 135, 159, 169, 178, 180, 181, 188, 192], причем большинство исследований носит дискретный характер и не объединены какой-либо унифицированной методикой, несмотря на имеющуюся достаточно проработанную методологию эколого-геологических изысканий [7, 48, 57, 125].

Все работы можно условно разделить на три категории: к первой относятся исследования, посвященные выявлению общих закономерностей и механизмов воздействия, ко второй – работы, рассматривающие трансформацию какого-либо одного компонента либо фактора эколого-геологической системы, а к третьей – работы, рассматривающие исключительно проблему рекультивации выработанных месторождений вне установления причинно-

следственных связей и оказанных воздействий на эколого-геологические системы в период разработки.

К первой категории, безусловно, принадлежат работы И.И. Косиновой, Т.С. Гоппен [59], Г.В. Сабянина [132], Ю.П. Галченко [16], И.Д. Алборова, Ф.Г. Тедеева и др. [1, 2], А.Н. Соломатина [135], Н.В. Назаренко, А.Н. Петина, Т.Н. Фурмановой [106], Н.П. Дьяченко, Н.М. Хаванской [33], В.Н. Мовчана [102] и др. [6, 7, 15, 120, 148, 168]. Закономерно, что в иностранной литературе подобные разработки практически не встречаются.

Ко второй категории относятся работы М.А. Хованской, И.И. Косиновой [159], И.П. Александрычева и др. [4], С.Д. Викторова, Ю.П. Галченко [11], А.В. Леоненко и др. [72], Ю.А. Озаряна [116], Е.М. Евлампиевой, М.С. Панина [34], В.И. Папичева, А.Н. Прошлякова [121] и др. [50, 52, 60, 69, 110, 114, 122, 124, 130, 140, 141]. Среди аналогичных зарубежных исследований, которые соответствуют второй категории, могут быть отмечены исследования L. Matejcek at al. [181], T.S. Schmidt at al. [188], G. Singh at al. [192].

Работы Н.В. Назаренко, В.И. Петина, Н.И. Гайворонской, Л.И. Белоусова [105], Т.В. Галаниной, К.В. Любимовой [13], Ю.А. Озарян, Е.Е. Вовчук [115], Д.С. Облицова, Д.С. Опрышко [112], И.Б. Арчевой, И.А. Лихановой [5], В.П. Ковшова и др. [53], Ю.В. Кириченко, В.В. Ческидова [51], С.П. Месяц [99] и других [137], а также J.A. Cooke, M.S. Johnson [170], R. Uberman, A. Ostręga [193], P. Jancura, B. Belacek [175], W. Fahle [172] представляют третью категорию.

Примечательно, что в последнее время начинает формироваться четвертая группа – группа комплексной оценки состояния эколого-геологических условий и на ее основе обоснования реабилитационных мероприятий для разрабатываемых месторождений твердых полезных ископаемых, однако работы такого плана пока единичны [41].

Среди перечисленных работ преобладает изучение крупных горнопромышленных комплексов, что объясняется очевидностью вызываемых ими проблем [1-4, 11, 16, 34, 48, 59, 72, 73, 116, 121, 132, 135, 141, 156, 159, 181, 188], причем комплексная оценка эколого-геологических условий территорий разрабатываемых месторождений дается в единичных работах [41, 73, 143]. Зачастую, несмотря на развернутый заголовок, рассматривается наиболее близкий автору параметр. Между тем вопросы изучения воздействия горнодобывающей деятельности на естественные условия среды волновали еще в 20-х гг. XX-го века А.Е.Ферсмана, предложившего для ее обозначения термин «техногенез»[156].

При этом изучение эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов представлено чрезвычайно фрагментарно [15, 25, 29, 33, 52, 60, 102, 106, 120, 192]. Основное противоречие заключается в том, что разработка месторождений строительных материалов, относящихся к общераспространенным полезным ископаемым,

ведется повсеместно, причем отличается определенной технологической простотой, с одной стороны, а с другой – априори отнесена к «безопасным» видам хозяйствования в силу нейтральности извлекаемого сырья и отсутствия агрессивных к окружающей среде методов извлечения. Поэтому наиболее часто внимание исследователей привлечено к трансформации в ходе разработки геодинамической составляющей исходных эколого-геологических условий [15, 33, 192]. Трансформация геохимической составляющей эколого-геологических условий данных территорий освещена в меньшей степени [60, 102, 106]. В последнее время появляются единичные работы по исследованию трансформации геофизической составляющей территорий МСМ [124, 130]. Попытки комплексной оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов предпринимаются для отдельных месторождений и не касаются общих закономерностей.

При заметном увеличении в последнее десятилетие количества исследований территорий месторождений твердых полезных ископаемых корреляция их результатов затруднена в связи с отсутствием единой схемы обследований, различными объемами и направленностью работ.

В качестве индикатора химического загрязнения традиционно служат тяжелые металлы, а сравнение проводится либо по содержанию элементов в фоновых пробах, либо по табличным значениям содержания кларков. Выявление отклонений содержания ТМ по сравнению с фоновыми значениями достаточно условно, а предпочтительное отслеживание таковых изменений в сравнении с исходными значениями собственно территорий месторождений невозможно, поскольку изыскания в предпроектный период, к сожалению, отсутствуют. Кроме того, в большинстве работ, направленных на изучение трансформации геохимической составляющей эколого-геологических условий территорий месторождений, рассмотрение ограничивается исследованием содержания тяжелых металлов в почвенном слое прилегающих территорий без увязки с химическим составом материнских почвообразующих пород (подстилающих почвенный слой грунтов).

Таким образом, в опубликованных к настоящему времени работах отслеживается либо воздействие, оказываемое карьерами с одинаковым видом полезного ископаемого, на отдельные элементы эколого-геологической системы, либо, если оценка воздействия производится для нескольких элементов, то рассматривается единичный объект. Причинно-следственные связи между видом полезного ископаемого и оказываемым влиянием остаются вне рассмотрения.

1.4. Проблемы оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов

Одной из основных проблем, препятствующих проведению верифицируемой комплексной оценки эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов,

является отсутствие представительной базы данных об исходном состоянии эколого-геологических систем, в первую очередь об исходном химическом составе приповерхностных отложений Калужской области. В основном, это касается четвертичных отложений - без сомнения, самых распространенных и наиболее доступных для изучения. Будучи скрупулезно исследованы в литологическом и инженерно-геологическом отношении, они остались «белым пятном» в геохимическом аспекте. Это обусловлено, с одной стороны, отсутствием даже гипотетической возможности обнаружения в них сколь-нибудь значимых рудных тел, и, с другой стороны, тем фактом, что все эколого-геохимические и геоэкологические исследования, активно проводимые в последние десятилетия, безосновательно ограничиваются изучением лишь почвенного горизонта. Между тем, при определении генезиса тех или иных химических элементов чрезвычайно важно корректно выявлять источник их поступления. Это, в свою очередь, невозможно без изучения материнских пород, которыми в центре европейской части России и служат отложения четвертичного периода. Оставление же их за рамками исследований зачастую приводит к завышению значимости техногенного воздействия на окружающую среду в целом и на геологическую среду в частности.

Также необходимо отметить, что при ограничении области изучения по глубине до 0,35 – 0,5 м повсеместно выявляется экспоненциальное снижение содержания химических элементов с удалением от поверхности, безапелляционно трактующееся как техногенное загрязнение. Между тем, в ходе собственных исследований, направленных на изучение особенностей техногенного воздействия разработки месторождений строительных материалов на эколого-геологические условия территории (Калужская область) при геохимическом опробовании скважин до глубины 2,0 м выявлено, что в большинстве случаев корректнее говорить о подтверждении наличия на глубине 0,35 м элювиального и на глубине 0,5 м иллювиального горизонтов в почвенном разрезе, а также о существовании процессов накопления элементов в интервале 0 – 0,05 м за счет естественного круговорота вещества в биокосной эколого-геологической системе [77].

Очевидно, что при отсутствии каких-либо данных по исходному химическому составу приповерхностных отложений, индикация техногенного воздействия на природную среду по содержанию химических элементов, включая так называемые «тяжелые металлы», представляется сомнительным. Предпочтительнее в данном случае вести детерминацию техногенного воздействия, а, следовательно, и установления степени трансформации исходных эколого-геологических условий, по содержанию полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Данный метод позволяет определить именно техногенное воздействие, поскольку основными источниками поступления ПАУ в окружающую среду является человеческая деятельность [111, 161, 174, 184, 194]. Именно содержание полиаренов приняты в

качестве индикатора при мониторинге состояния окружающей среды, проводимого Госкомгидрометом РФ (ранее СССР) с 70-х гг. XX в.

Из первой проблемы закономерно вытекает вторая, заключающаяся в отсутствии проработанных оценочных критериев по всем показателям, поскольку в отсутствие представительной базы данных невозможно выделение каких-либо достоверных средних значений и регламентация нормативов. Более того, по ряду показателей сложно определить фоновые даже преобладающие фоновые значения.

Еще одной проблемой является отсутствие комплексных, как мониторинговых, так и площадных исследований территорий месторождений строительных материалов. На территории Калужской области площадные геоэкологические исследования проводились лишь однажды в 1997 г [198]. Также в 1999-2001 гг. был опыт объектного эколого-геологического мониторинга на территории Ново-Пятовского участка Пятовского карьера строительных известняков [195].

В настоящее время на территории области функционируют три вида мониторинга: мониторинг радиационной обстановки, актуальный из-за остаточного шлейфа аварии на ЧАЭС и наличия большого количества малых исследовательских реакторов, расположенных на территории области; мониторинг подземных вод, существующий благодаря большому количеству хорошо оснащенных водозаборов, и мониторинг состояния воздуха в г. Калуга как самого крупного промышленного центра. В результате усилий Министерства природных ресурсов Калужской области была предпринята попытка мониторинга экзогенных геологических процессов, позволившая за 8 лет обследовать все районы области. Это чрезвычайно мало, но в связи со сменой кадрового состава областного министерства высока вероятность прекращения данной работы даже в объеме режимных наблюдений с периодичностью раз в 8 лет.

К сожалению, планомерные действия, необходимые для создания действующей модели геоэкологического мониторинга на территории области, невозможны при отсутствии заинтересованности в них региональных органов управления и без соответствующего целевого финансирования, а в ближайшей перспективе, еще одной проблемой может стать и «кадровый голод»: уже в настоящее время ощущается дефицит специалистов геологического профиля, не говоря об отсутствии квалифицированных кадров в области экологической геологии.

Выводы и постановка задач исследований

Экологическая геология является новой в области наук о Земле; её зарождение вызвано жизненной необходимостью, а развитие сопряжено с постоянным приростом проблем, решение

которых затруднено динамикой экономических перемен в стране (развитие частного предпринимательства в сфере разработки мелких МСМ и т.п.).

Проведенный обзор существующей в настоящее время литературы свидетельствует о том, что разработка унифицированной схемы оценки эколого-геологических условий и организации эколого-геологического мониторинга территорий месторождений строительных материалов должна способствовать преодолению разрозненности либо полной несовместимости получаемых данных и созданию единой базы для дальнейших исследований.

Результаты проведенного анализа позволяют сформулировать ряд задач, нуждающихся в срочном решении:

1. Провести комплексную оценку исходных эколого-геологических условий (на примере Калужской области) с целью определения специфических особенностей, характерных для данного региона;

2. Выявить особенности и закономерности влияния на эколого-геологические условия территорий разрабатываемых МСМ в зависимости от вида полезного ископаемого и классифицировать территории разрабатываемых МСМ по типам воздействия;

3. Разработать и обосновать оптимальную стратегическую схему «Целевой комплексной программы мониторинга эколого-геологических систем на территориях МСМ», применимую ко всем типичным объектам региона и дающую возможность комплексной и экспрессной оценки изменения эколого-геологических условий под влиянием вредных факторов вследствие разработки месторождений.

Глава 2. Особенности компонентов исходных эколого-геологических условий месторождений строительных материалов Калужской области

Перед рассмотрением особенностей техногенного воздействия от разработки карьеров МСМ необходимо рассмотреть эколого-геологические условия территории Калужской области в целом. Целью данного анализа является выделение общих для территории области закономерностей.

Калужская область расположена в центральной части территории Центрального федерального округа Российской Федерации и занимает (полностью или частично) четырнадцать листов государственной разграфки масштаба 1 : 200 000: N36-XI, N36-XII, N36-XVI, N36-XVII, N36-XVIII, N36-XXII, N36-XXIII, N36-XXIV, N36-XXX, N37-I, N37-VII, N37-XIII, N37-XIV, N37-XIX. Область граничит на востоке и северо-востоке с Московской, на северо-западе и западе со Смоленской, на юго-западе с Брянской, на юге с Орловской и на юго-востоке и востоке с Тульской областями Российской Федерации. Площадь области составляет 29,9 тыс. км².

В настоящее время все МСМ, представляющие промышленный интерес, расположены в так называемой зоне рентабельности (рис.2.1). Однако по мере их извлечения, в отработку будут вовлекаться и более удаленные МСМ.

Целесообразность рассмотрения современного состояния эколого-геологических условий области в целом обусловлена следующим:

1) в связи с недостаточной детальной изученностью территории (территория области полностью покрыта лишь съемкой масштаба 1 : 200 000, при этом съемкой масштаба 1 : 50 000 покрыто не более 1/3 области) высока вероятность выявления и последующей отработки МСМ за пределами сформировавшихся к настоящему времени зон рентабельности. Необходимо отметить, что все выявленные к настоящему моменту МСМ располагаются в данной зоне, поскольку основным мотиватором из разработки является близость к потребителям сырья. С этим связана и достигнутая детальность изучения территории, наиболее подробная вдоль основных транспортных потоков области и существенно снижается по мере удаления от них;

2) смена экономической модели развития государства с планово-централизованной на частный бизнес и совершенствование и доступность мобильных технологий отработки позволяют классифицировать как месторождения незначительные залежи полезного ископаемого с запасами менее 1,0 млн. м³, ранее в качестве месторождений не рассматривавшиеся.

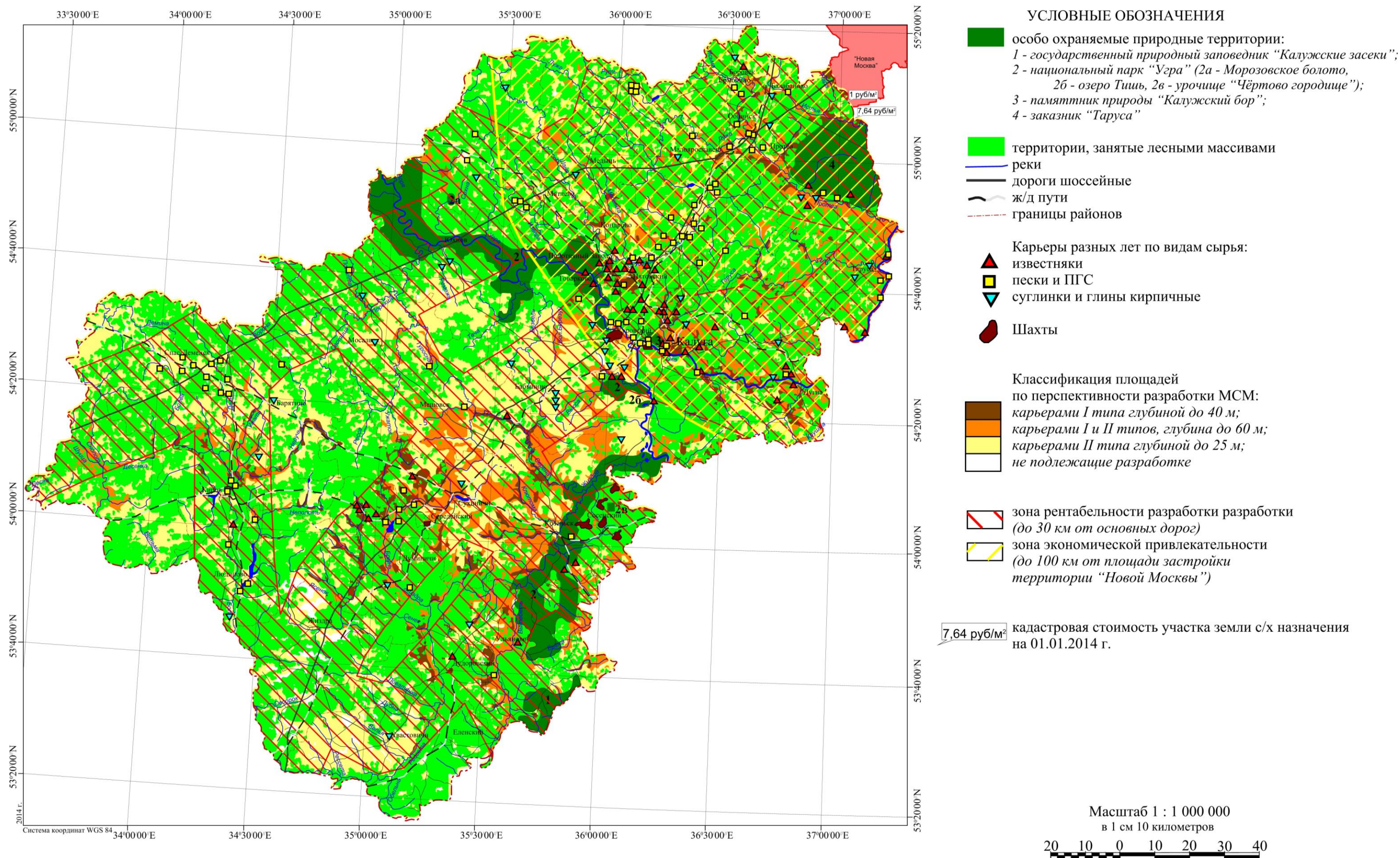


Рис.2.1. Карта-схема прогнозных площадей выявления и разработки месторождений строительных материалов Калужской области (Медведева С.Г., 2012)

Как уже указывалось в гл.1, эколого-геологические условия (ЭГУ) есть совокупность конкретных экологических свойств и функций литосферы, определяющих современное состояние условий жизнедеятельности организмов в данном объеме литосферы как среде их обитания [151] или условия (обстановки), создаваемые комплексом современных морфологически выраженных геологических факторов, оказывающих влияние на особенности функционирования биоты, включая человека, в рамках эколого-геологической системы [152].

При этом среди функций выделяются экологическая геодинамическая (ЭГДФ), экологическая ресурсная (ЭРФ), экологическая геофизическая (ЭГФФ) и экологическая геохимическая (ЭГХФ), а к комплексу определяющих современное состояние территории компонент относятся: 1) геологическое строение местности и характер слагающих ее пород (ГС); 2) рельеф (Р); 3) гидрогеологические условия (ГГУ); 4) мерзлотные (геокриологические) условия (ГКУ); 5) геохимические условия (ГХУ); 6) геофизические условия (ГФУ); 7) ландшафтные особенности (ЛО); 8) современные геологические процессы (СГП)[141, 150, 151].

Данные положения возможно записать в условно математическом виде:

$$\begin{cases} \text{ЭГУ} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГРФ}, \text{ЭГФФ}, \text{ЭГХФ}); \\ \text{ЭГУ} = \text{ГС} + \text{Р} + \text{ГГУ} + \text{ГКУ} + \text{ГХУ} + \text{ГФУ} + \text{ЛО} + \text{СГП} \end{cases} \quad (1)$$

В имеющихся на данный момент теоретических основах экологической геологии отсутствует проработка взаимовлияния экологических функций литосферы. Между тем, на взгляд автора данной работы, ЭГДФ занимает доминирующее место по отношению к другим экологическим функциям – «первая среди равных» (рис. 2.2).

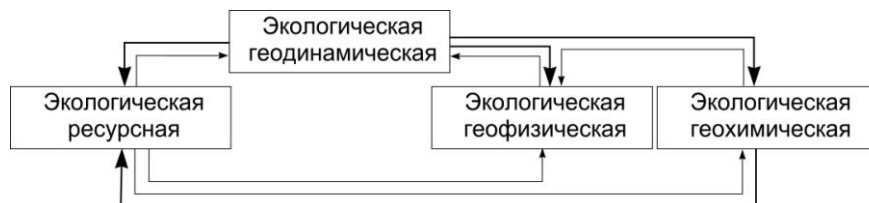


Рис.2.2. Генерализованная схема взаимосвязи и взаимовлияний экологических функций литосферы.

Соответственно, влияние отдельных экологических функций литосферы на единичные компоненты эколого-геологических условий представлено на рис.2.3.

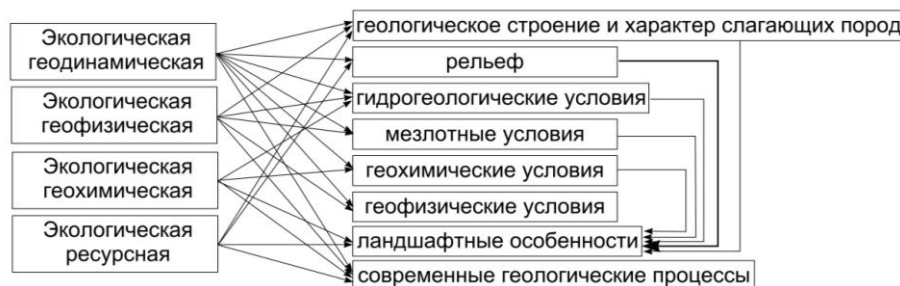


Рис.2.3. Взаимосвязь между экологическими функциями литосферы и компонентами эколого-геологических условий.

Модель взаимовлияний также может быть записана следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \text{ЭГУ} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ГС} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГФФ}, \text{ЭРФ}) \\ \text{Р} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭРФ}) \\ \text{ГГУ} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГФФ}, \text{ЭГФФ}) \\ \text{ГКУ} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГФФ}) \\ \text{ГХУ} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГХФ}) \\ \text{ГФУ} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГФФ}) \\ \text{СПП} = f(\text{ЭГДФ}, \text{ЭГФФ}, \text{ЭГХФ}, \text{ЭРФ}) \\ \text{ЛО} = f(\text{ЭГХФ}, \text{ГС}, \text{Р}, \text{ГГУ}, \text{ГКУ}, \text{ГФУ}) \end{array} \right\} \end{array} \right. \quad (2)$$

Поскольку рассмотрение ЭГУ области в данной работе ориентировано на выявление закономерностей применительно к МСМ; границы области изучения *по площади* совпадают с административными границами Калужской области; при этом *по глубине* в область изучения включается почвенный слой, который рассматривается как специфическое геологическое тело, и, таким образом, верхняя граница области изучения совпадает с «дневной» поверхностью; а нижней границей условно принята отметка -100 м от дневной поверхности по глубине предполагаемого косвенного воздействия, так как прямое воздействие разработки МСМ в пределах Калужской области максимально распространяется до абсолютной отметки -70 м (для строительных известняков).

Для оценки эколого-геологических условий в целом по региону использовался единственно возможный в отсутствие базы собственно эколого-геологических данных **метод функционального анализа** накопленных в литературе сведений по геологическому строению, климатическим, ландшафтным и другим особенностям территории Калужской области [9, 17, 18, 30, 31, 36, 123, 129, 138, 157, 158]. При анализе использованы материалы Калужского филиала ФБУ «ТФГИ по Центральному федеральному округу» [195 - 203 и др.].

2.1. Геологическое строение месторождений строительных материалов как компонент эколого-геологических условий региона

Геологическое строение территории является основным компонентом, определяющим литогенную основу экосистем, наличие либо отсутствие тех или иных полезных ископаемых, а также условия их залегания, от чего в свою очередь зависят доступность и рентабельность их извлечения.

Несмотря на то, что нижняя граница области изучения принята по условной отметке -100 м от «дневной» поверхности и не включает, таким образом, глубинное строение, краткий обзор характерных геоструктур территории необходим, поскольку именно наличие/отсутствие этих структур обусловило большую часть закономерностей распространения тех или иных отложений в приповерхностной части литосферы.

Калужская область расположена в центральной части Восточно-Европейской платформы на Русской плите, и, соответственно, в глубинном строении территории выделяется два структурных этажа.

На уровне кристаллического фундамента (нижний структурный этаж) территория Калужской области приурочена к сочленению двух крупных структур: Воронежско-Украинского геоблока (Воронежского кристаллического массива) позднеархейской консолидации земной коры и свекофеннской складчатой области. Она находится в зоне влияния глубинных разломов северо-западного и северо-северо-западного простирания ранне- и позднепротерозойского (рифейских Пачелмской и Подмосковной авлакогенных структур) заложения. Зона глубинных разломов (шовная зона) северо-западного простирания, выделяемая под названием Западно-Двинско-Калужского подвижного пояса, ответвляется от осевой части Пачелмского рифта и отчленяет от Воронежско-Украинского геоблока относительно небольшое сводовое поднятие - Малоярославецко-Тарусский свод. Зонами глубинных разломов северо-северо-западного простирания – Бетлицкой и Ульяновской подвижными зонами – Воронежский массив делится на Ельнинско-Спасдеменский, Брянско-Бярятинский и Плавский своды [18, 123]. Кристаллический фундамент в пределах территории области залегает на глубинах от 350 м на юге области до 1500 м и более в ее северной части, представлен архейскими и нижнепротерозойскими образованиями.

На уровне осадочного чехла (верхний структурный этаж) территория Калужской области приурочена к сочленению северного склона Воронежской антеклизы, пространственно совпадающей с Воронежским массивом, и южного крыла Московской синеклизы, «накрывающего» Западно-Двинско-Калужскую подвижную зону и Малоярославецко-Тарусский свод. К зоне их сочленения (Торопец-Тульская зона тектоно-магматической активизации) приурочена цепочка вулкано-тектонических структур, а также зон повышенной трещиноватости и минерализации [18]. Породы осадочного чехла залегают на кристаллическом фундаменте с резким угловым и стратиграфическим несогласием.

Стадийность накопления неконсолидированных осадков подразделяют на рифтогенную средне-верхнерифейскую, представленную красноцветными терригенными отложениями, иногда включающими вулканиты, надрифтовую венд-раннекембрийскую и плитную от нижнего девона до настоящего времени.

Общая мощность осадочного чехла в пределах Калужской области изменяется от 350 м до 1500 м и более. Наименьшие мощности (350 – 1000 м) фиксируются на юге области на северном склоне Воронежского кристаллического массива (Брянско-Бярятинский и Плавский своды), средние (1100 – 1300 м) – в пределах Малоярославецко-Тарусского свода, максимальные (1300 – 1500 м и более) – в северной части области в пределах Пачелмского

авлакогена и Западно-Двинско-Калужского подвижного пояса [18, 123]. Перерывы осадконакопления с изменением структурного плана происходили в начале позднего венда, в предсреднекембрийское время, в начале-середине среднего девона, между турнейским и визейским веками, в среднем и позднем триасе, в ранне- и среднеюрскую эпохи, в аптский век и в конце среднего мела.

Наиболее древними из отложений, входящими в область данного рассмотрения являются отложения палеозоя, начиная с фаменского яруса верхнего девона.

Палеозой на территории Калужской области представлен отложениями девонской и каменноугольной систем. Палеозойские отложения имеют здесь пологое падение на северо-восток, к центру Московской синеклизы.

Отложения *девонской* системы распространены повсеместно и представлены нижним (эмсский ярус), средним (эйфельский, живетский ярусы) и верхним (франский, фаменский ярусы) отделами. Наиболее древние отложения, выходящие на дневную поверхность, – это отложения озерского и хованского нерасчлененных горизонтов - они вскрываются на юге области по долинам рек Вытебети, Ресеты и Жиздры, а в северо-восточной части области глубина погружения их кровли составляет 200 м и более. Фаменский ярус подразделяется на три толщи: нижнюю – карбонатно-терригенную (задонский и Елецкий горизонты), среднюю – преимущественно карбонатную (лебединский, опухтовский и плавский горизонты) и верхнюю – сульфатно-карбонатную (озерский и хованский горизонты). К верхней (сульфатно-карбонатной) толще, состоящей из чередующихся прослоев гипсов, доломитов, доломитовых мергелей и глин, приурочено Плетенёвское месторождение гипса, а также проявления стронция.

Каменноугольная система развита на территории области в объеме нижнего и среднего отделов. Известняки, глины и пески этого возраста выходят на дневную поверхность по долинам многих рек: Оки, Угры, Серены, Тарусы и др. [18].

Отложения нижнего карбона распространены почти повсеместно за исключением юга и юго-запада области. В состав нижнего карбона входят турнейский (малевский, упинский и черепетский горизонты), визейский (бобриковский, тульский, алексинский, михайловский и венёвский горизонты) и серпуховский (тарусский, стешевский и протвинский горизонты) ярусы:

- в турнейском ярусе преобладают известняки, доломиты, мергели, в меньшем количестве – глины, алевролиты, пески. В черепетском горизонте помимо этого присутствуют маломощные прослои бурых углей, не имеющие промышленного значения;

- нижняя часть визейского яруса в составе бобриковского и тульского горизонтов сложена песчано-глинистыми породами, содержащими пласты бурого угля (углисто-глинистые

комплексы). Бобриковский горизонт имеет циклическое строение – чередование прослоев песков и глин с пластами бурого угля (углисто-глинистые комплексы). Количество таких комплексов в составе горизонта достигает семи. Мощность горизонта достигает 50-60 м. К отложениям горизонта приурочены основные месторождения бурого угля и огнеупорных, тугоплавких и керамзитовых глин. На территории области сосредоточено около 68,2% всех запасов угля Подмосковного буроугольного бассейна, из них 530,1 млн. тонн разведано и подготовлено к освоению. Добыча угля велась только закрытым способом. В настоящее время добыча угля прекращена, последняя шахта – Середейская – была закрыта в 2005 году [40, 123]. Тульский горизонт, имеющий общую мощность также до 50-60 м, разделяется на две толщи: нижнюю – песчаную и верхнюю – глинисто-песчано-карбонатную, содержащую прослой бурых углей;

- верхневизейские отложения (алексинский, михайловский и венёвский горизонты) совместно с вышележащими образованиями серпуховского яруса (тарусский, стешевский и протвинский горизонты) представляют собой единую глинисто-сульфатно-карбонатную формацию общей мощностью до 100-112 м, сложенную известняками с подчиненными прослоями доломитов, мергелей, глин, алевроитов и песков. К образованиям формации на территории области приурочены все месторождения известняков, а также месторождения керамзитовых, суббентонитовых и палыгорскитовых глин. Наибольшую известность получила Полотняно-Заводская группа месторождений строительных известняков, разработка которых активно ведётся с 30-х годов прошлого века.

Средний отдел каменноугольной системы в пределах области представлен башкирским и московским ярусами:

- башкирский ярус представлен отложениями азовской свиты, выполняющими круто врезанную палеодолину одноименного названия, прослеженную в северной части области. Долина выполнена тонкослоистой песчано-глинистой толщей аллювиальных отложений, подразделяющихся на два аллювиальных цикла, соответствующих нижней (суходревской) и верхней (новосельской) подсвитам азовской свиты;

- московский ярус в объеме верейского и каширского горизонтов (свит) в пределах области формирует верхнюю часть разреза палеозоя и развит лишь в ее северо-восточной части. В строении московского яруса принимают участие песчано-глинистая и глинисто-известково-доломитовая формации.

Мезозойские образования в пределах Калужской области представлены относительно маломощными толщами юрского и мелового возраста.

Юрские отложения не имеют сплошного распространения и сохранились лишь в виде небольших останцов на возвышенных частях водоразделов. В их составе выделены средний и

верхний отделы, представленные континентальными, прибрежно-морскими и морскими образованиями батского, келовейского, оксфордского, кембриджского и волжского ярусов. Слагающие их породы: серые и темно-серые пески, алевроиты, глины с включениями пирита, сидерита и желваками фосфоритов. Мощность юрских отложений изменяется от 2 до 50 м.

Отложения *меловой* системы наиболее широко развиты в южной и юго-западной частях Калужской области. В строении меловой системы принимают участие нижний (валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы) и верхний (сеноманский, туронский, коньякский и сантонский ярусы) отделы:

- нижнемеловые отложения и сеноманский ярус верхнего отдела представлены преимущественно терригенными породами – песками кварцевыми, кварцево-глауконитовыми с подчиненными прослоями глин, песчаников, бурых железняков и редкими конкрециями сидерита (альбский ярус) и конкрециями фосфорита (валанжинский и сеноманский ярусы). Мощность нижнемеловых отложений не превышает 60 м. К барремскому ярусу приурочено Ульяновское месторождение керамзитовых глин. В XIX веке на территории добывался и бурый железняк, встречающийся в меловых отложениях, о чем напоминают старые заброшенные карьеры. На этой руде работали чугунолитейные заводы в Кирове, Хотькове, Думиничах, которые затем перешли на привозное сырьё [123];

- верхнемеловые отложения, залегающие на подстилающих породах с размывом, представлены: туронский ярус – мел белый чистый, в основании песок кварцевый с галькой фосфоритов и окатышей глин; коньякский и сантонский ярусы – опоки, трепелы, глины опокovidные, в основании галька фосфоритов. Мощность отложений верхнего мела до 100 м. С сеноманским ярусом связаны все разведанные месторождения и перспективные участки фосфоритов и глауконита, с туронским – месторождения мела, с коньякским и сантонским ярусами – месторождения трепелов и опок.

Кайнозой представлен палеогеновыми (эоценовыми), неогеновыми (миоценовыми) и четвертичными отложениями.

Палеогеновые (эоценовые) отложения на территории области развиты в междуречье рр. Болва и Десна. К ним относятся белые и желтые кварцевые пески континентального происхождения и зеленые морские глины, несогласно залегающие на отложениях мелового возраста. Мощность отложений – первые метры.

Неогеновые образования (преимущественно аллювиального генезиса), сохранившиеся от последующего размыва и ледникового выпаживания, развиты в основном в северной части Калужской области по долинам рр. Угра, Шаня, Нара, Протва. Они приурочены к узким погребенным палеодолинам большей частью северо-восточного простирания. Представлены неогеновые отложения песками кварцевыми, разнотернистыми, иногда гравелистыми. В

верхней части разреза отмечаются прослой глин и алевроитов. Мощность отложений 25-76 м. К неогеновым образованиям приурочено Кондровское месторождение огнеупорных и тугоплавких глин.

Четвертичные отложения, перекрывающие нижележащие породы, в области развиты практически повсеместно [18]. Они отсутствуют лишь на склонах речных долин, преимущественно в южной части области. Общая мощность четвертичных отложений изменяется от 10 – 15 до 50 – 80 м, а в северных районах достигает 150 м и более [18, 123]. Данные отложения включают в себя отложения нижнего, среднего, верхнего и современного звеньев.

В толще четвертичных отложений выделяются согласно региональной стратиграфической схеме центральных районов, принятой в 1983 г., морены сетунского, окского, донского и московского оледенений, подстилающие, разделяющие и перекрывающие их песчано-глинистые водно-ледниковые и аллювиальные отложения, а также покровные безвалунные суглинки, относящиеся ко времени осташковского оледенения, озерные и болотные образования [123].

Нижнее звено. Нижнечетвертичные отложения выделяются в объеме трех моренных горизонтов: ильинского, донского и окского и разделяющих их межстадиальных водно-ледниковых, аллювиальных и озерных образований:

- самыми древними из образований нижнего звена являются ледниковые отложения ильинского горизонта (сетунская свита), выполняющие древние ложбины ледникового выпаживания. Представлены они суглинками с гравием, галькой и валунами. Их мощность оценивается в 1 – 5, реже 8 м. В ряде случаев они подстилаются маломощными (1 – 3 м) пачками аллювиальных и озерных отложений петропавловского и ильинского горизонтов (внуковская серия), представленные песками, гиттиями, торфами, суглинками и глинами;

- несколько шире по площади, но также в пределах древних эрозионных долин, развиты межледниковые образования ильинского и донского горизонтов (сетунская – донская свита), представленные нерасчлененным комплексом водно-ледниковых, аллювиальных и озерных отложений (пески с гравием и галькой, суглинки, супеси) мощностью 5 – 10 м;

- ледниковые образования донского горизонта, также как и ильинского, выполняют древние эрозионные долины, но, по сравнению с последним, имеют большее площадное распространение. Представлены они преимущественно красновато-коричневыми и серовато-коричневыми суглинками с гравием и галькой обычно неравномерно распределенными по слою. Мощности донской морены варьируют в пределах 10 – 30 м. Ледниковые образования донского горизонта несогласно, иногда с интенсивным размывом, перекрываются водно-ледниковыми отложениями донского горизонта времени отступления ледника (пески, суглинки,

глины мощностью 1 – 5 м, иногда до 10 м), аллювиальными, озерными и болотными отложениями (гиттии, торф, суглинки, глины, пески мощностью до 5 м), а также нерасчлененным комплексом водно-ледниковых, аллювиальных и озерных отложений (пески, суглинки мощностью 2 – 5 м, редко до 25 м) донского - окского горизонтов;

- ледниковые отложения окского горизонта, также как и донского, развиты фрагментарно, выполняя древние эрозионные ложбины Оки и ее притоков. Представлены они преимущественно серыми суглинками с обломками известняков, кремней, сланцев, линзами песков, содержащих гальки и валуны, в основном, кремнистых пород. Мощность 2 – 5, иногда до 20 м.

Нижнее – среднее звенья. Эта группа отложений представлена нерасчлененными комплексами водно-ледниковых, аллювиальных и озерных отложений (пески, суглинки мощностью 2 -5 м, иногда 25 – 35 м) донского – московского и окского – московского горизонтов.

Среднее звено. Отложения среднего звена (лихвинский и московский горизонты) имеют наибольшее развитие на территории Калужской области как по площади, так и по мощности:

- отложения лихвинского горизонта, представленные аллювиальными, озерными и болотными образованиями (глины, гиттии, пески), развиты фрагментарно. Они с размывом залегают на ледниковых отложениях окского горизонта либо на водно-ледниковых отложениях окского-московского или донского-московского горизонтов. Мощность горизонта 10 – 12 м, редко до 15 – 20 м;

- отложения московского горизонта, слагающие основной объем среднего звена, чрезвычайно разнообразны по генезису: водно-ледниковые отложения времени наступания московского ледника (пески, суглинки мощностью 5 – 10 м, иногда до 25 м); водно-ледниковые отложения времени отступления ледника (пески, галечники, суглинки, супеси, пески мощностью до 10 – 12 м); аллювиально-флювиогляциальные отложения третьей надпойменной террасы крупных рек района (пески, супеси, суглинки мощностью до 10 м) и собственно ледниковые образования, представленные основной, конечной, напорной моренами, ледниково-аккумулятивными массивами нерасчлененного комплекса краевых ледниковых образований, а также водно-ледниковыми образованиями озов и камов:

а) основные морены (мощностью 30 – 40 м, иногда 90 – 100 м и более) развиты на большей части площади распространения ледниковых образований московского горизонта; на участках их развития в разрезе горизонта часто наблюдается несколько прослоев моренных суглинков, переслаивающихся водно-ледниковыми и озерно-ледниковыми осадками;

б) конечные морены (мощностью от 10 – 15 м до 40 м и более) сложены валунными суглинками с линзами песков и валунно-галечниковыми образованиями, в составе которых

иногда фиксируются пачки грубообломочных несортированных осадков селеподобного типа;

в) напорные морены (мощностью до 55 м) обычно характеризуются чешуйчато-надвиговым строением и осложнены гляциодиапировыми и гляциокупольными структурами; в их составе часто присутствуют дислоцированные отторженцы более древних отложений;

г) ледниково-аккумулятивные массивы (нерасчлененный комплекс краевых ледниковых образований) представлены грубообломочными осадками (валунники, галечники, гравийно-галечниковые отложения, перемежающиеся с суглинками и песками) мощностью 20 – 25 м;

д) озы и камы сложены разнотерристыми песками, обычно плохо промытыми, гравийными, реже гравийно-галечниковыми образованиями мощностью до 30 м.

Верхнее звено. В строении верхнего звена принимают участие микулинский (аллювальные, озерные и болотные отложения, представленные суглинками, торфами, гиттиями, песками, мощностью до 10-12 м), калининский (аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения второй надпойменной террасы – пески, суглинки, гравийно-галечниковые отложения мощностью до 10 м), мончаловский (озерные и болотные отложения – глины оторфованные, торф, пески – до 8 м) и осташковский (водно-ледниковые и озерные отложения) горизонты. К верхнему звену относятся также нерасчлененные отложения мончаловского-осташковского, калининского и осташковского горизонтов (озерные и аллювиальные отложения первой и второй надпойменных террас нерасчлененные), а также нерасчлененный комплекс субэдральных образований, делювиальных отложений склонов аллювиально-делювиальных выполнений балок, сложенные однородными суглинками, супесями и песками, мощностью 1 – 4 м.

Современное звено. К современному звену в пределах области отнесены аллювиальные отложения пойм и русел (пески, тощие суглинки, глины с прослоями и линзами гравийно-галечного материала мощностью 2 – 8 м по малым рекам и 10 – 26 м по крупным), озерные отложения (суглинки, супеси, пески мощностью 8 – 10 м, иногда до 20 – 22 м) и болотные образования (осоковые и древесные торфы с прослоями и линзами суглинков, супесей, песков мощностью до 8 м).

Также преимущественно к современному звену относятся почвы, имеющие повсеместное распространение, и техногенные образования, распространенные дискретно в местах наиболее активного хозяйственного освоения территории. На территории области преобладают дерново-среднеподзолистые почвы различного механического состава – наиболее часто суглинистые, реже супесчаные; вторыми по встречаемости являются серые лесные почвы. Мощности почвенного слоя невелики, обычно они не превышают 0,4 м и чрезвычайно редко достигают 0,6 м.

Техногенные образования приурочены к хорошо освоенным территориям и представлены:

отвалами горно-добывающих предприятий мощностью от первых метров до 70 м и более; свалками ТБО, присутствующими вблизи населенных пунктов, мощности и площади последних зависят от размеров данных населенных пунктов и могут составлять от первых десятков до нескольких сотен тысяч кубометров, реже до первых миллионов кубометров; а также различными насыпными сооружениями – от практикующейся засыпки оврагов на территории населенных пунктов до протяженных линейных сооружений (железных и шоссейных дорог) [90].

К четвертичным отложениям приурочено большинство месторождений песков и так называемых «песчано-гравийных смесей» (ПГС), а также суглинков для производства кирпича. Для песчано-гравийных и песчаных месторождений, приуроченных к четвертичным отложениям, характерны небольшие запасы в связи с невыдержанностью качества и большей частью линзовидным залеганием полезной толщи. Месторождения суглинков приурочены, в основном, к нерасчлененному комплексу субэральных образований, делювиальных отложений склонов аллювиально-делювиальных выветриваний балок и характеризуются малой мощностью продуктивного слоя.

Все рассмотренные отложения находятся в зоне предполагаемого косвенного воздействия при разработке МСМ открытым способом.

В область прямого воздействия входит существенно меньший объем отложений. Это обусловлено следующим:

1) отложения девонского возраста выходят на поверхность или оказываются вблизи нее лишь в долинах рек Рессета, Вытебеть, и частично Жиздра на юге Калужской области; при этом расположение данных обнажений в охранных зонах исключают саму возможность их разработки;

2) отложения бобриковского и тульского горизонтов нижнего карбона, верейского горизонта среднего карбона и образования юрского возраста, сложенные преимущественно глинами, не представляют интереса применительно к строительным материалам по качественным показателям;

3) верхнемеловые отложения коньякского и туронского горизонтов, имеющие развитие вблизи поверхности на юге Калужской области, сложены представлены трепелами и опоками (коньякский горизонт) либо мелом (туронский горизонт), не подпадающими под классификацию общераспространенных полезных ископаемых и не относящимися к строительным материалам; а отложения альбского и сеноманского горизонтов, которые могли бы представлять интерес в качестве строительных песков, в основном, либо залегают на экономически нецелесообразной для строительных песков глубине, либо включают в себя мономиктовые прослои кварцевых песков мощностью более 1 м, что автоматически выводит

данные отложения из разряда строительных материалов, имеющих повсеместное распространение;

4) неогеновые и, тем более, палеогеновые отложения имеют на территории Калужской области фрагментарное распространение, в большинстве перекрыты мощными четвертичными отложениями и не могут быть вовлечены в разработку, несмотря на привлекательные характеристики слагающих их песков.

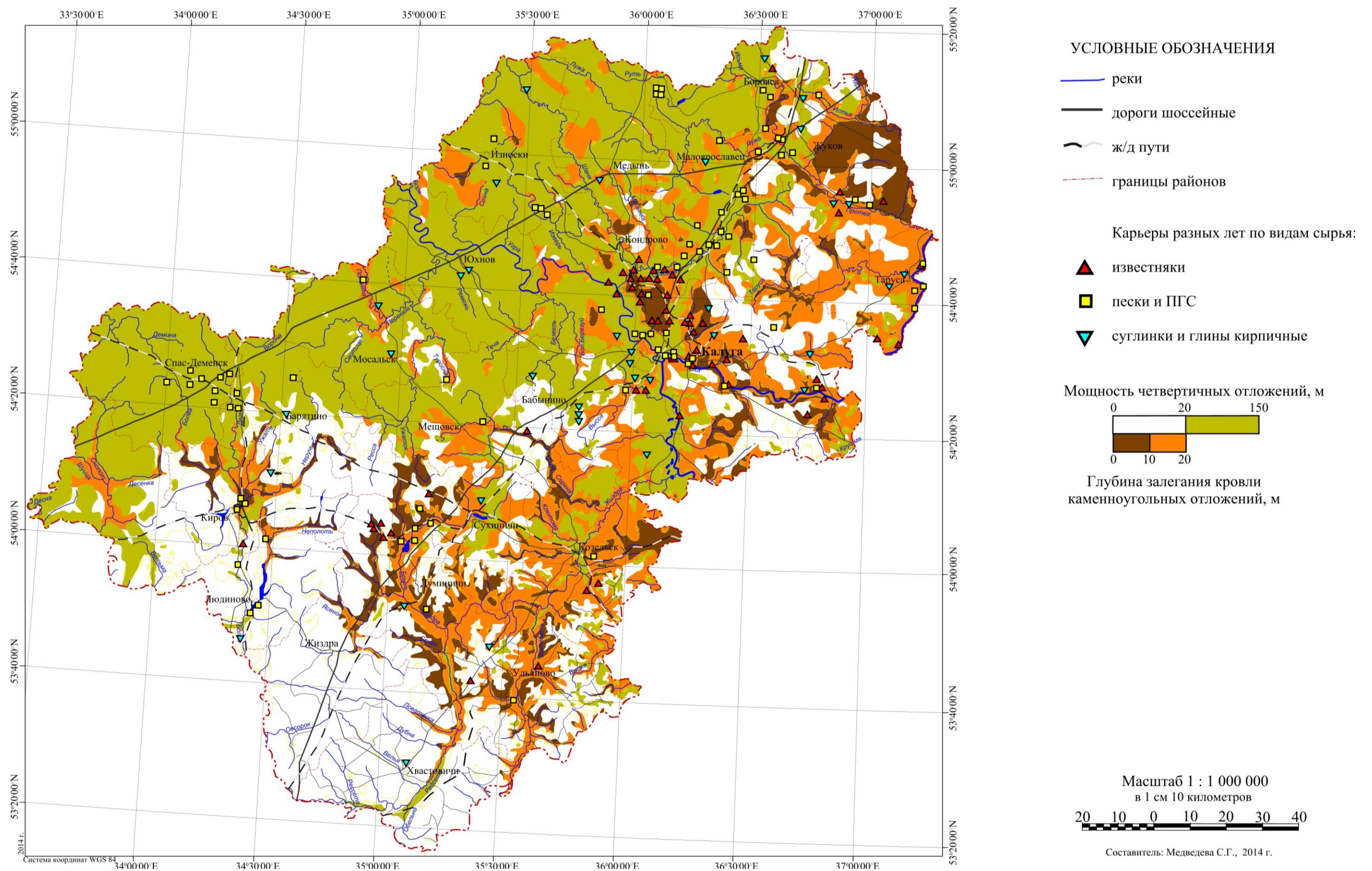
Таким образом, наиболее часто прямому воздействию подвергаются четвертичные отложения различного генезиса (к ним приурочено, как уже упоминалось, большинство месторождений песка, ПГС и суглинков) и отложения среднего и нижнего карбона (как известняки строительные) (рис.2.4) [95].

Участие в глубинном строении области таких структур II-го порядка, как Воронежский массив и Западно-Двинско-Калужский подвижный пояс на уровне кристаллического фундамента, и наследующих им соответственно Воронежской антеклизы и Московской синеклизы на уровне чехла, прослеживающихся в строении сопредельных территорий, а также наличие в составе приповерхностных отложений ледниковых образований четвертичного возраста, имеющих развитие и на смежных площадях, позволяет говорить о возможности распространения выявляемых закономерностей эколого-геологических условий Калужской области на сопредельные территории либо на территории с аналогичными структурами.

Что касается геологического строения собственно МСМ, они могут быть представлены следующим образом (табл.2.1).

Таблица 2.1. Сравнительная характеристика геологического строения МСМ по видам сырья

Вид сырья Параметры		Суглинки	Пески	Песчано-гравийная смесь	Известняки
Возраст отложений	Вышележащие	Q	Q	Q	Q, J, C
	Полезное ископаемое	Q	Q, редко N	Q	C
	подстилающие	Q	Q, редко C	Q, редко C	C ₁
Мощность, м	Вышележащие	Менее 2	Не более 8	Не более 10	До 30
	Полезное ископаемое	3 - 8	5 - 15	5 - 15	20 - 35
Линейный коэффициент вскрыши, м ³ /м ³		Не более 1			До 1,5
Форма залежи		пластовая	линзовидная		пластовая



2.2. Рельеф территорий месторождений строительных материалов

Эколого-геологические условия территорий МСМ в значительной степени зависят от рельефа местности. По характеру поверхности территория Калужской области представляет собой холмисто-увалистую, местами плоскую равнину, густо расчленённую долинами рек, балками, оврагами и лощинами. Максимальная высота территории над уровнем Балтийского моря 279 м, минимальная отмечена в долине реки Оки – 108 м [18].

Основные черты современного рельефа территории Калужской области сформировались еще в доледниковое время, когда в результате длительного этапа континентального развития здесь образовалась возвышенная эрозионная равнина. В этих условиях важнейшими рельефообразующими факторами были тектонические движения и комплекс разнообразных экзогенных процессов. В четвертичное время особое значение имела деятельность ледников, неоднократно покрывавших Русскую равнину. Ледниковый и водно-ледниковый рельеф территории сформировался, в основном, в эпоху московского оледенения и в дальнейшем был неоднократно переработан эрозионно-денудационными процессами. Однако, распределение высот и общий облик рельефа наследуют строение доледникового рельефа [18].

Северо-западная часть области находится в пределах Смоленско-Московской возвышенности, где отчетливо выражена Спас-Деменская гряда с максимальной отметкой 279 м (Зайцева гора). Восточная часть территории относится к Среднерусской возвышенности и отделена от Смоленско-Московской возвышенности Угору-Протвинской низиной. Юго-запад области приурочен к окраинной части Днепровско-Деснинской низменности (Брянско-Жиздринское полесье), а в центре области, между этими двумя низменностями, располагается относительно приподнятая Барятинско-Сухиничская равнина [17, 157].

В пределах области выделяются эрозионно-денудационный и аккумулятивный рельеф [18].

На юго-востоке Калужской области, вне пределов московского оледенения, образовались эрозионные равнины, хотя на северо-западе, захваченном московским оледенением, встречаются также моренно-эрозионные (Бабынинский и Мещовский районы) и озерно-ледниковые (Бабынинский и Сухиничский районы) равнины, а вдоль правобережья рек Вытебеть и Жиздры распространены зандровые равнины. Водоразделы здесь представляют собой пологовыпуклые равнины, наклоненные в сторону глубоких, унаследованных с доледниковых времен, речных долин. Склоны водоразделов и речных долин изрезаны глубокими долинами ручьев, балками и оврагами. По дну таких балок и оврагов протекают постоянные ручьи, или их днище заболочено.

Совершенно иной рельеф наблюдается на северо-западе области. Здесь преобладают

холмистые и грядово-холмистые моренные равнины области московского оледенения. Большинство моренных холмов невысоки (3—5 м). Сверху они покрыты двухметровым слоем суглинков. Встречаются и участки крупных холмов, высотой до 20-25 м. Особенно много таких холмов у поселка Износки, между Барятино и Мосальском, к северо-востоку от Спас-Деменска они образуют целую цепь холмов длиной около 50 км, называемую Спас-Деменской грядой.

Помимо моренных холмов, на северо-западе области встречаются камы, сложенные слоистыми песками, галькой и гравием.

В понижениях между крупными холмами нередки болота. Самые крупные из них в Калужской области - Игнатовский мох, Шатино болото, Красниковский мох.

Многие долины, существовавшие до оледенения, были заполнены принесенным ледником материалом. После ухода ледника речные долины начали формироваться заново, поэтому большинство речных долин северо-западной половины области слабо разработаны, особенно в верховьях. Узкие участки располагаются между холмами, широкие - возникли на месте послеледниковых озер. Таковы верховья Болвы, Лужи, Шани [17, 129, 157].

Необходимо отметить, что на всей территории области перепады высот не превышают 30 м на 1 км, что, безусловно, достаточно комфортно для существования биоты.

Между тем, современный рельеф территории меняется под влиянием различных техногенных факторов, в том числе весьма существенно за счет разработки именно карьеров МСМ (гл.3).

2.3. Гидрогеологические условия месторождений строительных материалов

Учет гидрогеологических условий является одним из важнейших факторов при разработке МСМ и их эколого-геологической оценке. Территория Калужской области находится в пределах Московского артезианского бассейна, представляющего собой сложную систему подземных вод,двигающихся в направлении от водоразделов к речным долинам, как правило, наследующим тектонически нарушенные зоны бассейна.

Подземные воды приурочены практически ко всем стратиграфическим подразделениям. Наличие (или отсутствие) водоупоров определяет характер взаимосвязи водоносных комплексов между собой и атмосферой, их гидродинамическую и гидрохимическую зональности. Характерной особенностью территории Калужской области является наличие глубоко врезанных в каменноугольные отложения палеодолин с породами четвертичного возраста шириной 1 - 1,5 км и глубиной до 80 – 100 м.

Всего на территории области выявлено и закартировано до 14 водоносных комплексов и 6 водоупоров, относящихся к отложениям различного возраста, преимущественно к каменноугольной системе [123].

Повсеместно распространенные грунтовые воды прослеживаются в четвертичных и, частично (на юге области), меловых отложениях. Глубина залегания зеркала грунтовых вод изменяется в широких пределах: от 1 – 2 м до 20 – 25 и более метров. По геолого-гидрогеологическому строению верхних горизонтов отложений и характеру зоны аэрации в области выделяются два крупных района – водораздельные пространства и долинные поверхности (с придолинными участками для наиболее крупных рек).

На высоких отметках водоразделов основной части территории области мощность зоны аэрации составляет 10 – 15 м, увеличиваясь на вершинах моренных холмов и гряд до 20 м. С приближением к речным долинам Оки, Тарусы, Жиздры, Ресеты, Угры глубина залегания зеркала грунтовых вод уменьшается до 5 – 10 м. Среди особенных участков выделяются водоразделы рек Болва, Ресета, Вытебеть, где уровень грунтовых вод расположен неглубоко, до 5 м, и южные части области, где в меловых отложениях при средней мощности зоны аэрации 10 – 20 м выявляются участки с глубиной зеркала грунтовых вод достигающей 25 – 30 м [123].

Мощность зоны аэрации среди долинных участков изменчива: от 1 – 3 м на поймах до 6 – 8 м при приближении к тыловому шву высокой поймы; на надпойменных террасах она составляет от 5 – 8 м до 10 м в юго-восточной части области и до 13 – 18 м на левобережье р. Оки при увеличении ширины террас до 2 – 4 км.

Основными эксплуатационными водоносными объектами области являются: каширский и протвинский карбонатные комплексы, окско-тарусская терригенно-карбонатная свита, бобриковско-тульский терригенный, упинский и озерско-хованский карбонатные комплексы [123]. Гидрогеологические условия их залегания усложняются по мере погружения горизонтов в северо-восточном направлении, к оси Московской синеклизы. Широкое развитие в разрезах водоупоров (юрского, верейского, стешевского, верхнетульского, бобриковского и малевского) обуславливают сложную динамическую структуру водоносных горизонтов, характеризующихся напорно-безнапорным характером. В местах размывов перекрывающих водоупоров, обычно совпадающих с крупными речными долинами, напор водоносных горизонтов исчезает, подземные воды переходят в тип межпластовых безнапорных вод [123].

Среди четвертичных отложений наибольшее значение для водоснабжения имеют современный аллювиальный водоносный комплекс и водоносные комплексы, приуроченные к межморенным водно-ледниковым отложениям, представленным песками и супесями.

По минерализации воды приведенных водоносных комплексов и свит, при залегании до 200 м, пресные, с содержанием сухого остатка 0,2 – 0,5 г/л. В центральных и северных районах области, где упинский и озерско-хованский водоносные комплексы залегают на значительных глубинах, минерализация вод повышается до 1 – 3 г/л.

Каширский и протвинский карбонатные комплексы и окско-тарусская терригенно-

карбонатная свита по условиям залегания являются незащищенными и условно защищенными от вертикальной фильтрации загрязненных грунтовых вод [18, 123].

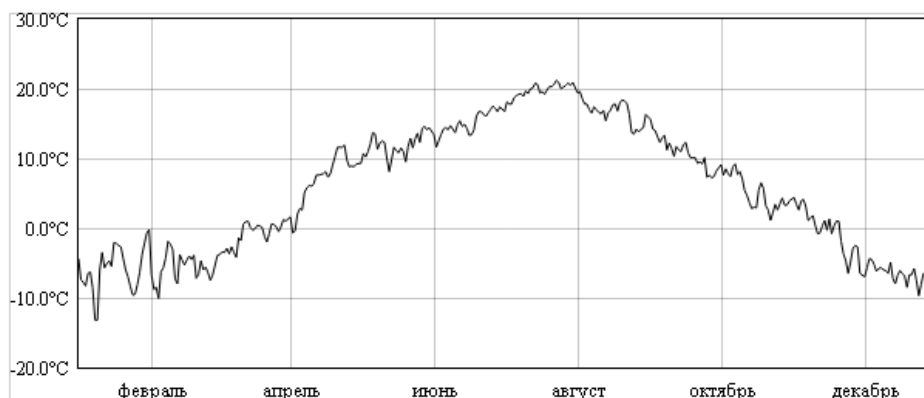
Экологическое состояние поверхностных водотоков в пределах области согласно [198] оценивается двумя уровнями: допустимым и умеренно опасным. Исключение составляют отдельные участки рек в северной части области – Б.Березуя, Шани, Суходрева, Лужи, Протвы и Тарусы, которые характеризуются опасным и чрезвычайно-опасным уровнями загрязнения. Основными компонентами загрязнения являются: пестициды – ГХЦГ, ДДТ, симазин, карбофос, рамрод, рогор и др., тяжелые металлы – марганец, хром, цинк, свинец, медь, никель, железо, кадмий, бериллий и др.

Экологическое состояние грунтовых и подземных вод, в целом, оценивается как допустимое и умеренно опасное. Опасный уровень выявлен в районах размещения полигонов ТПБО гг. Калуга, Таруса, Юхнов, Козельск, Сосенский и в единичных водозаборах сельскохозяйственного водоснабжения. Основные загрязнители грунтовых и подземных вод – это железо (большинство районов области), фтор (Боровский, Жуковский, Тарусский районы), марганец, кадмий, нитраты и нефтепродукты (пригород г. Калуги), ртуть, цинк, никель, медь, кадмий, пестициды (в районе свалок) [198].

2.4. Мерзлотные условия месторождений строительных материалов

Мерзлотные особенности являются важным фактором при оценке эколого-геологических условий территорий разработки МСМ, поскольку они (наряду с другими факторами) определяют параметры их тепло-влажностнообеспеченности и развитие ряда сезонных процессов.

Для территории области характерны достаточно длительные периоды господства минусовых температур при отсутствии снежного покрова (ноябрь – декабрь) (рис.2.5).



Среднегодовая температура почвы 5.6 °С
 Минимальная средняя температура почвы -13.2 °С, зафиксирована в январе
 Макс. средняя температура почвы 21.2 °С, зафиксирована в июле

Рис.2.5. Характерный годовой ход температуры воздуха на поверхности почвы в районе г. Сухиничи по среднесововетным данным [136].

Первые осенние заморозки отмечаются 21 – 28 сентября при образовании устойчивого снежного покрова 28 ноября – 7 декабря, а весной заканчиваются 8 – 14 мая, в то время, как снег сходит 29 марта – 6 апреля [17, 132].

Устойчивое промерзание почвы в области начинается со второй половины ноября, после установления отрицательных температур воздуха. К концу месяца толщина мерзлого слоя увеличивается до 14 – 23 см. Максимальных значений глубина промерзания почвы и подпочвенных грунтов, по средним многолетним данным, достигает ко второй декаде марта (60 – 100 см).

По данным Сухиничской метеостанции среднемноголетние колебания температур на глубине 0,2 м составляют 19,1⁰С при максимуме 32,8⁰С [136] (рис.2.6). В холодные малоснежные зимы наибольшая глубина промерзания грунтов составляет 100 - 150 см, в мягкие зимы наибольшее промерзание не более 30 см [17, 157]. В настоящее время в связи с некоторым потеплением климата наблюдается существенное уменьшение глубины и сроков устойчивого промерзания: например, на 24.01.2014 г в Дзержинском районе глубина промерзания не превышала 10 см при малом количестве снежного покрова (до 30 см).

Из геокриологических процессов наибольшее развитие в области имеют сезонное пучение, а также локально развитые солифлюкция и морозное выветривание

2.5. Геохимические условия месторождений строительных материалов

Геохимические условия эколого-геологических систем характеризуются параметрами общего геохимического фона территории и наличием/отсутствием геохимических аномалий в компонентах геологической среды, в том числе техногенных.

Приходится отметить, что какие-либо естественные (природные) геохимические аномалии компонентов собственно геологической среды, за исключением почвенного слоя и донных осадков голоцена, до сих пор не оконтурены по площадям распространения в виду чрезвычайно малого количества направленных исследований. Это связано с отсутствием площадного распространения рудных полезных ископаемых, при поиске и разведке которых проводилось бы обязательное геохимическое опробование, а масштабные площадные поисковые работы в области велись при разведке и оконтуривании залежей бурого угля, для которых характерна проходка первых от дневной поверхности десяти - двадцати метров без какого-либо опробования. Единственным подобным исследованием было обследование Калужской области 1997 г., проведенное АООТ «Калугагеология», при котором были опробованы отложения до глубины 15-20 м по двум профилям, пересекающим территорию с юго-юго-запада на северо-северо-восток и с запад-северо-запада на восток-юго-восток (табл.2.2).

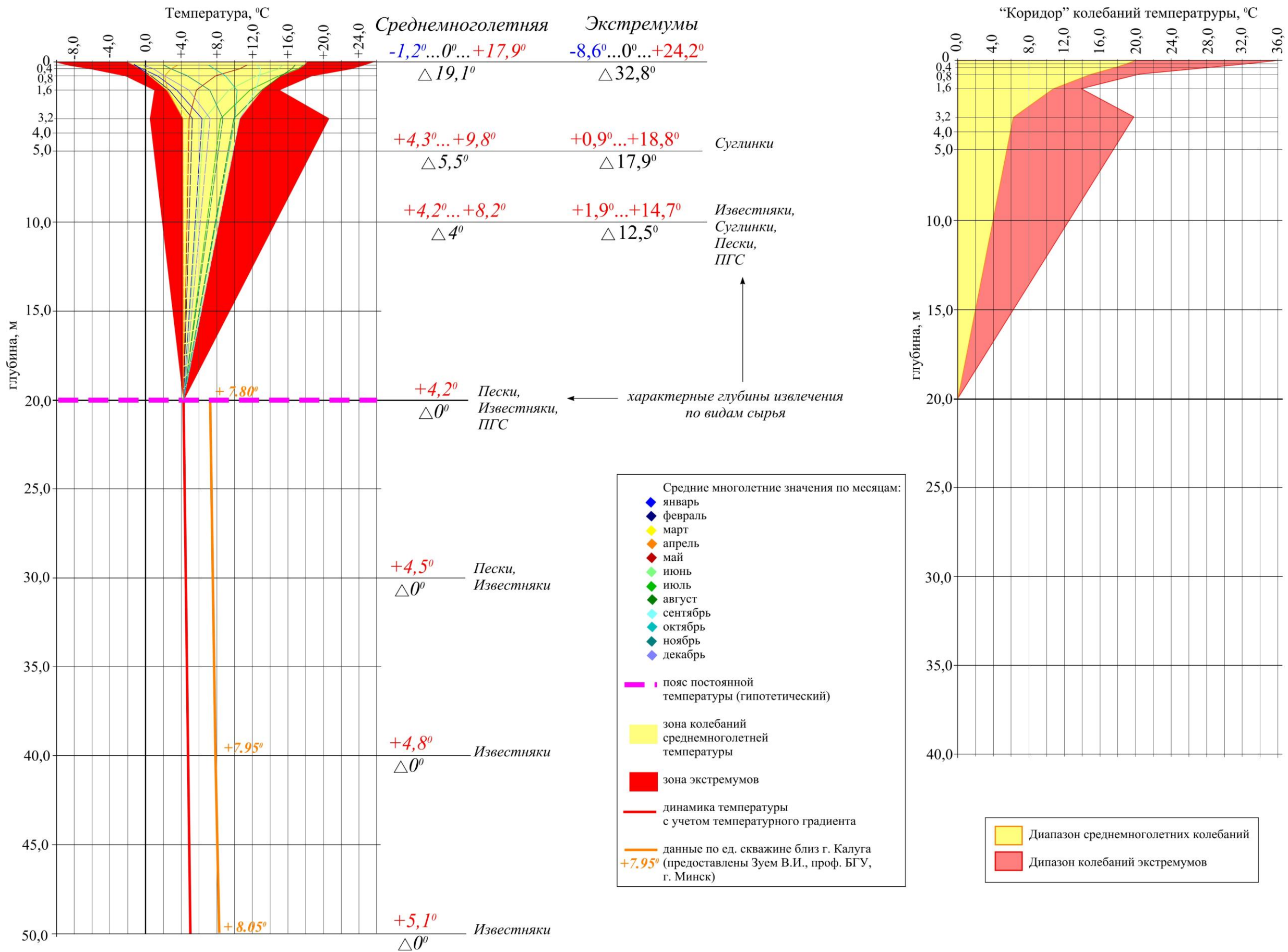


Рис.2.6. Распределение температур по глубине [132].

Таблица 2.2. Содержание некоторых химических элементов, мг/кг [198]

Химический элемент	Генетический тип отложений (содержание: min – max)				
	Современные почвы	Суглинки четвертичные	Пески четвертичные и древние	Глины и алевроиты	Известняки
Pb	1,74 – 13,8	3,1 – 13,7	1,4 – 9,2	0 – 14,0	2,3 – 7,4
Zn	23,3 – 67,7	8,2 – 66,9	7,2 – 101,2	0 – 58,7	0 – 68,2
Cr	70 – 409	10 - 342	110 - 349	0 – 141	0
Cu	7,8 – 31,9	8,6 – 29,0	3,0 – 29,5	2,5 – 28,0	7,6 – 17,8
Ni	8,1 – 47,3	8,9 – 44,6	4,7 – 49,7	0 – 38,7	10 – 47,2
Co	4,5 – 10,4	4,8 – 15,8	0 – 9,3	2,3 – 13,1	0 – 40
Ba	254 – 546	260 – 655	0 – 444	110 – 585	6 – 418
Sr	0 – 190	0 – 190	4,6 – 120	43 – 1177	10,6 – 700
Be	0 – 0,81	0 – 0,91	0 – 1,4	0 – 2,4	1,74 – 3,26

Очевидно наличие высоких концентраций стронция в дочетвертичных отложениях глин, алевроитов и известняков.

Практически не изучены в геохимическом аспекте самые распространенные приповерхностные отложения – четвертичные. Даже в упомянутом исследовании содержание элементов по четвертичным суглинкам приводится без разделения по генезису последних. В ходе собственных исследований были получены следующие характеристики химического состава покровных (pr, dIII) и моренных суглинков (gIIms) – наиболее широко распространенных приповерхностных отложений территории (табл.2.3) [54].

Таблица 2.3. Сравнительная характеристика химического состава четвертичных суглинков различного генезиса [54]

Химический элемент	Содержание, мг/кг (min – max)		Предел нормальной регуляции (ПНР), мг/кг [151]	Предельно допустимые концентрации (ПДК), мг/кг
	Покровные суглинки (Кожуховский карьер)	Моренные суглинки (Ново-Пятовский карьер)		
As	9,1 – 10,3*	6,4 – 11,8		2
Cu	64,4 – 75,9	14,1 – 28,4	15 - 60	55
Co	50,3 – 57,4	7,2 – 19,1	7 – 30	
Pb	101,5 – 109,5	34,9 – 49,6		32
Ni	69,2 – 83,8	6,7 – 22,4		85
Zn	99,9 – 109,0	27,3 – 59,8	30 – 70	100
Sr	149,3 – 152,2	81,7 – 148,5	0 – 10	
Cs	4,2 – 5,8	2,8 – 4,8		
Sc	8,4 – 11,3	8,8 – 13,9		
V	77,2 – 101,4	37,4 – 76,4		100
Cd	0,6 – 0,8	0,0 – 1,1		
Cr	111,6 – 128,0	51,4 – 94,4		90
Rb	72,1 – 85,5	54,1 – 66,0		
S	371,9 – 384,3	399,1 – 551,9		160
Mn	498,3 – 557,6	167,3 – 506,4	400 - 3000	1500
Mo	5,0 – 5,3	0,5 – 4,9	1,5 – 4,0	

*Выделением отмечены отклонения в содержании элементов от ПДК (при наличии) либо ПНР

Для корректного сравнения приведены данные анализов проб подпочвенных грунтов в интервале 1,95 - 2,0 м для исключения какого-либо техногенного влияния. Разумеется, это единичные измерения, и для площадной оценки необходимо проведение систематических площадных исследований. Однако они могут быть приняты как индикаторные за отсутствием других, более полных, данных.

Примечательно, что в моренных суглинках, распространенных на площади Ново-Пятовского карьера, содержание свинца, ванадия и меди ниже более, чем в два раза по сравнению с покровными суглинками Кожуховского карьера, территориально расположенных в одном и том же административном (Дзержинском) районе на расстоянии 19 км друг от друга. При этом для обоих отложений характерно повышенное содержание мышьяка, свинца, стронция и серы. Похожие результаты приводятся и в литературе [146].

Согласно [198] в области выявлено три уровня химического «загрязнения почв» по суммарному показателю загрязнения (Z_c): допустимое, развитое на 59% площади, умеренно опасное – 34% и опасное – 7% (рис.2.7). Участков с чрезвычайно опасным химическим загрязнением не выявлено.

Наблюдается «загрязнение» почв хромом, никелем, марганцем, скандием, ртутью, кадмием, барием, медью и др. Следует уточнить, что при данном выделении совершенно не учитывался химический состав подстилающих почвы грунтов, а, следовательно, термин «загрязнение» не вполне уместен – корректнее говорить о выявлении аномалий неустановленной природы. В пользу данного утверждения свидетельствует отсутствие какой-либо корреляции (либо чрезвычайно спорная зависимость) между площадями выделенных геохимических аномалий и местоположением промышленных центров, развитых, в основном в достаточно крупных населенных пунктах, а также с расположением дорожных коммуникаций, т.е. источников техногенного загрязнения. Представляется более логичным увязывать повышенное содержание стронция, свинца и серы с возможными геохимическими аномалиями залегающих ниже пород, например, озерского горизонта верхнего девона [9]. По крайней мере, в результате собственных исследований выявлено достаточно равномерное, за редким исключением, распределение стронция, свинца, никеля, хрома, меди и др. по разрезу до глубины 2,0 м (рис.2.8).

Что касается донных осадков, тогда же выявлено четыре уровня химического загрязнения: допустимое, развитое на 42% площади, умеренно-опасное – 51,5%, опасное – 6% и чрезвычайно-опасное – 0,5% (Яченское водохранилище г. Калуги). Среди поллютантов присутствуют ртуть, стронций, цинк, бериллий, скандий, молибден, хром, реже – марганец, кобальт, свинец, барий, ниобий и серебро. Здесь также возникают вопросы из-за малой изученности путей миграции химических элементов.

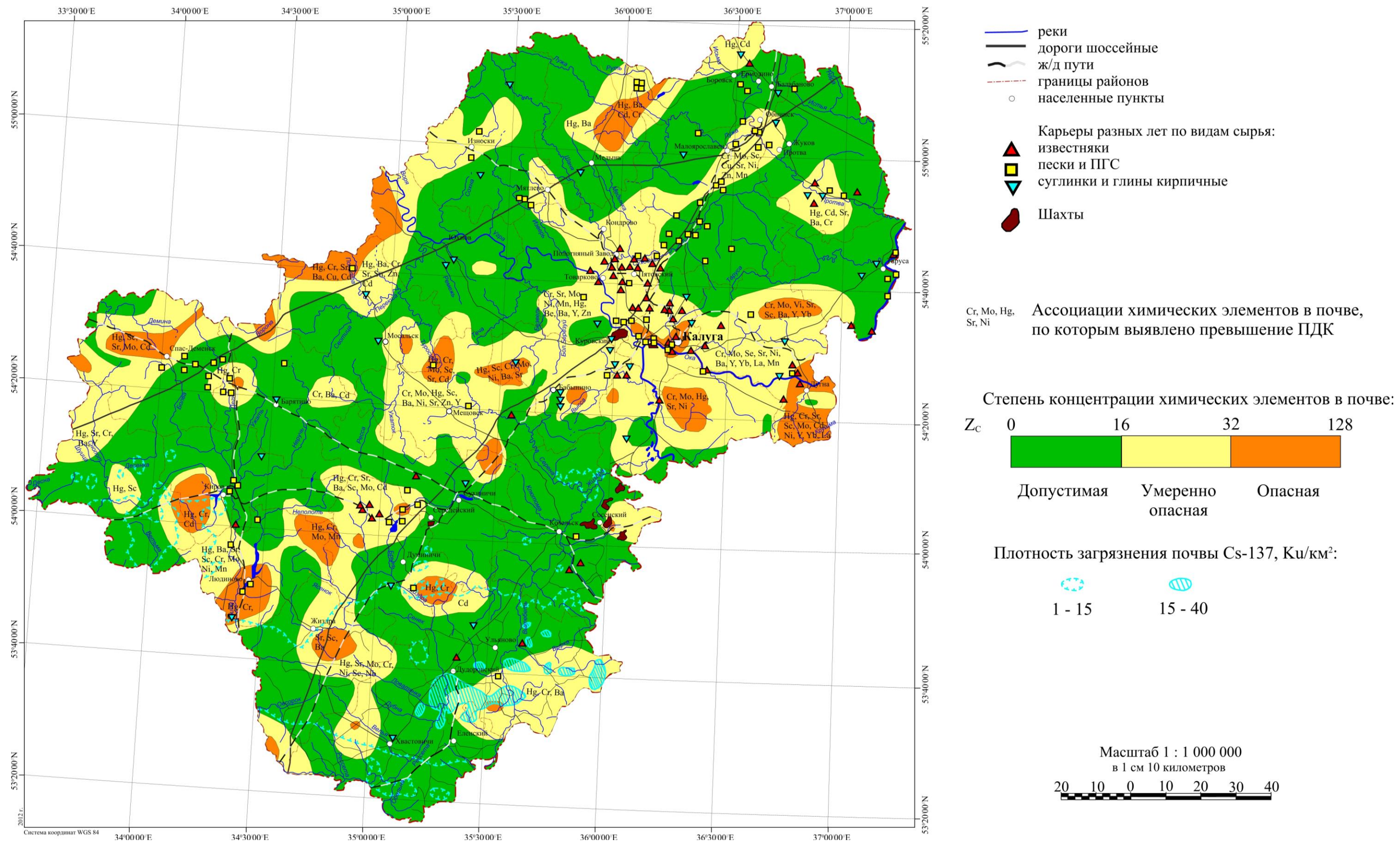


Рис.2.7. Карта геохимических аномалий в почвенном слое Калужской области (по Коваленко, 1997 г, с дополнениями Медведевой С.Г., 2014 г)

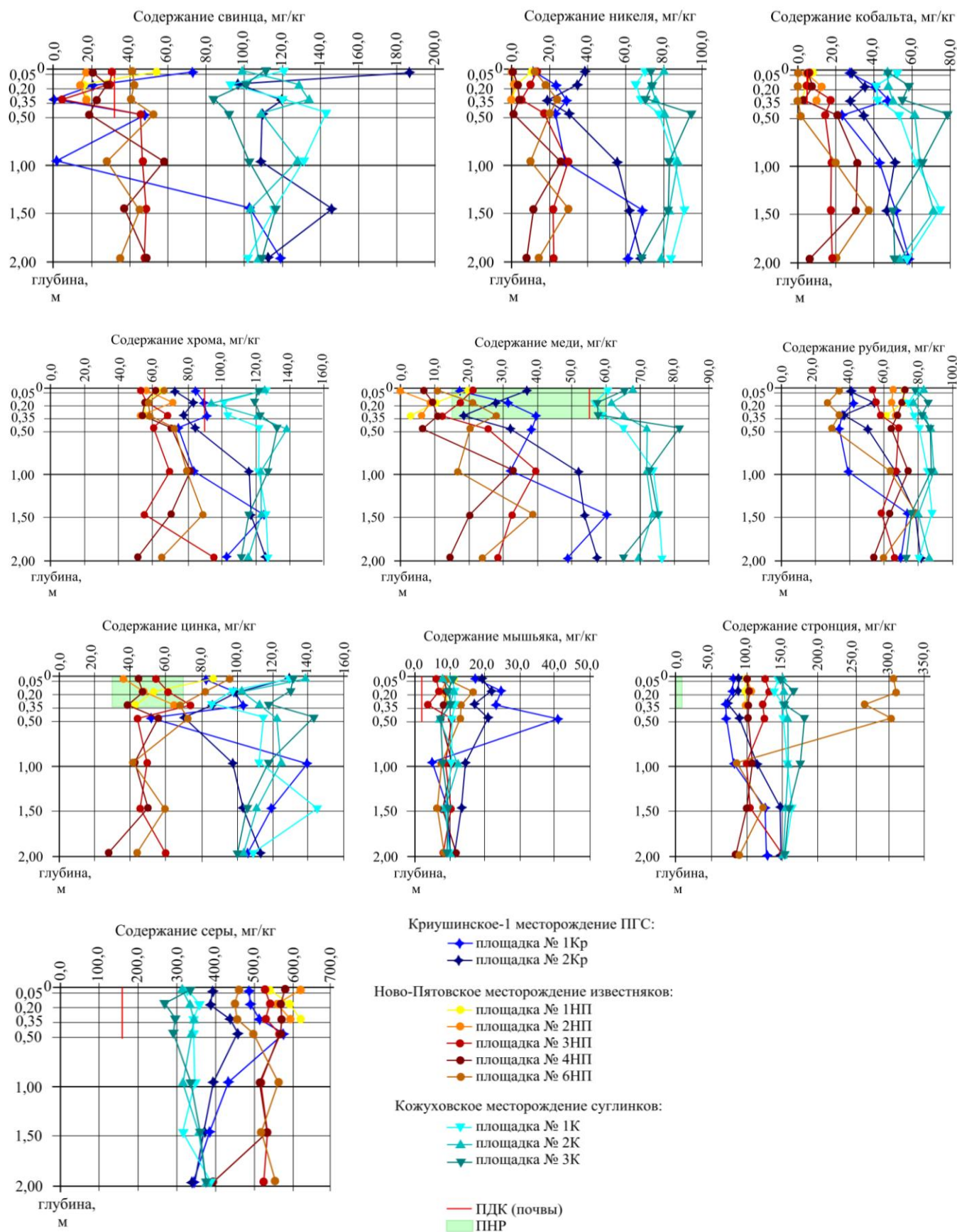


Рис. 2.8. Распределение химических элементов в зависимости от глубины.

Известно, что, как минимум, поступление стронция в поверхностные воды (и донные осадки) может быть из более глубоких водоносных горизонтов за счет вымывания из

дочетвертичных отложений, т.е. лишь косвенно относится к техногенному загрязнению в связи с увеличением интенсивности водоотбора из питьевых горизонтов, провоцирующим ускорение процессов растворения водовмещающих пород.

2.6. Геофизические условия месторождений строительных материалов

Эколого-геофизические условия территорий МСМ оцениваются состоянием естественных и искусственных геофизических полей: температурного, радиационного, гравитационного, акустического и др.

2.6.1. Радиационное поле

Как известно, радиационное поле Земли естественного происхождения складывается из собственных гамма-излучения и эманаций радона, а также космического ионизирующего излучения. Ранее считалось, что радоновое излучение жестко привязано к тектоническим разломам земной коры. Однако в последнее время появились данные о высокой радоносности суглинистых четвертичных отложений московского горизонта [100]. Вероятно, именно этим объясняется зафиксированная низкая радоносность северных районов, где моренные отложения перекрываются достаточно мощными (до 6–10 м) покровными суглинками валдайского горизонта, и юга области, где моренные суглинки отсутствуют (рис.2.9).



Рис. 2.9. Схема радоносности территории [157].

Начатые с 1945 г. испытания ядерного оружия, а также разноплановые масштабные экспериментальные исследования радиации привели к глобальному загрязнению продуктами ядерного распада территорий всех стран северного полушария, особенно расположенных в зоне 40 – 60°с.ш. [157]. Территория Калужской области (53 – 56°с.ш.) полностью попадает в эту зону. Кроме того, период расцвета радиобиологических исследований совпал по времени с пиком практического изучения радиации. В результате все накопленные сведения о той или иной радиационной обстановке отражают в конечном счете, лишь техногенное воздействие, а не естественный радиационный фон планеты. При этом авария на Чернобыльской АЭС весной 1986 г. стала для Калужской области некоей границей, разделившей все исследования и их результаты на «до» (табл.2.4) и «после» (рис.2.10).

Таблица 2.4. Состояние радиационной обстановки на территории Калужской области в доаварийный период [157]

№№ п/п	Районы	Гамма- фон, мкР/час	Уровни загрязнения почвы			
			Cs-137		Sr-90	
			нКи/кг	Ки/км ²	нКи/кг	Ки/км ²
1	Бабынинский	16	0,12	0,03	0,18	0,04
2	Барятинский	14	0,16	0,04	0,24	0,07
3	Боровский	15	0,11	0,03	0,18	0,04
4	Дзержинский	9	0,11	0,03	0,16	0,04
5	Думиничский	7	0,13	0,04	0,09	0,03
6	Жиздринский	7	0,10	0,03	0,14	0,03
7	Жуковский	17	0,09	0,02	0,23	0,06
8	Износковский	16	0,13	0,03	0,21	0,05
9	Кировский	10	0,09	0,02	0,27	0,08
10	Козельский	12	0,12	0,03	0,24	0,06
11	Куйбышевский	9	0,20	0,06	0,21	0,06
12	Людиновский	12	0,15	0,04	0,18	0,05
13	Малоярославецкий	14	0,12	0,03	0,18	0,04
14	Медынский	16	0,13	0,03	0,21	0,05
15	Мещовский	16	0,13	0,03	0,29	0,08
16	Мосальский	17	0,08	0,02	0,25	0,06
17	Перемышльский	11	0,05	0,01	0,11	0,03
18	Спас-Деменский	13	0,20	0,06	0,37	0,10
19	Сухиничский	16	0,13	0,03	0,29	0,08
20	Тарусский	15	0,18	0,04	0,15	0,04
21	Ульяновский	13	0,12	0,03	0,20	0,05
22	Ферзиковский	16	0,15	0,04	0,17	0,04
23	Хвастовичский	13	0,12	0,03	0,14	0,04
24	Юхновский	9	0,11	0,03	0,16	0,04
Среднее по области		13	0,13	0,03	0,20	0,05

После Чернобыльской аварии согласно [198] мощность экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения на большей части области, не попавшей в зону «факела», осталось на

прежнем уровне и изменяется от 8 до 16 мкР/час, однако, на юге области, в районе Чернобыльского «следа», МЭД достигало 102 мкР/час. Плотность загрязнения почв радионуклидами цезия-137 на большей части области в 1998 г. по-прежнему не превышала 1 Ки/км². В пределах Ульяновского, Хвастовичского, Жиздринского районов и частично Людиновского, Кировского, Куйбышевского и Козельского – максимальная плотность достигала 46,5 Ки/км². Всего выделено четыре таксонометрические единицы – до 1 Ки/км², 1 – 15 Ки/км², 15 – 40 Ки/км² и более.

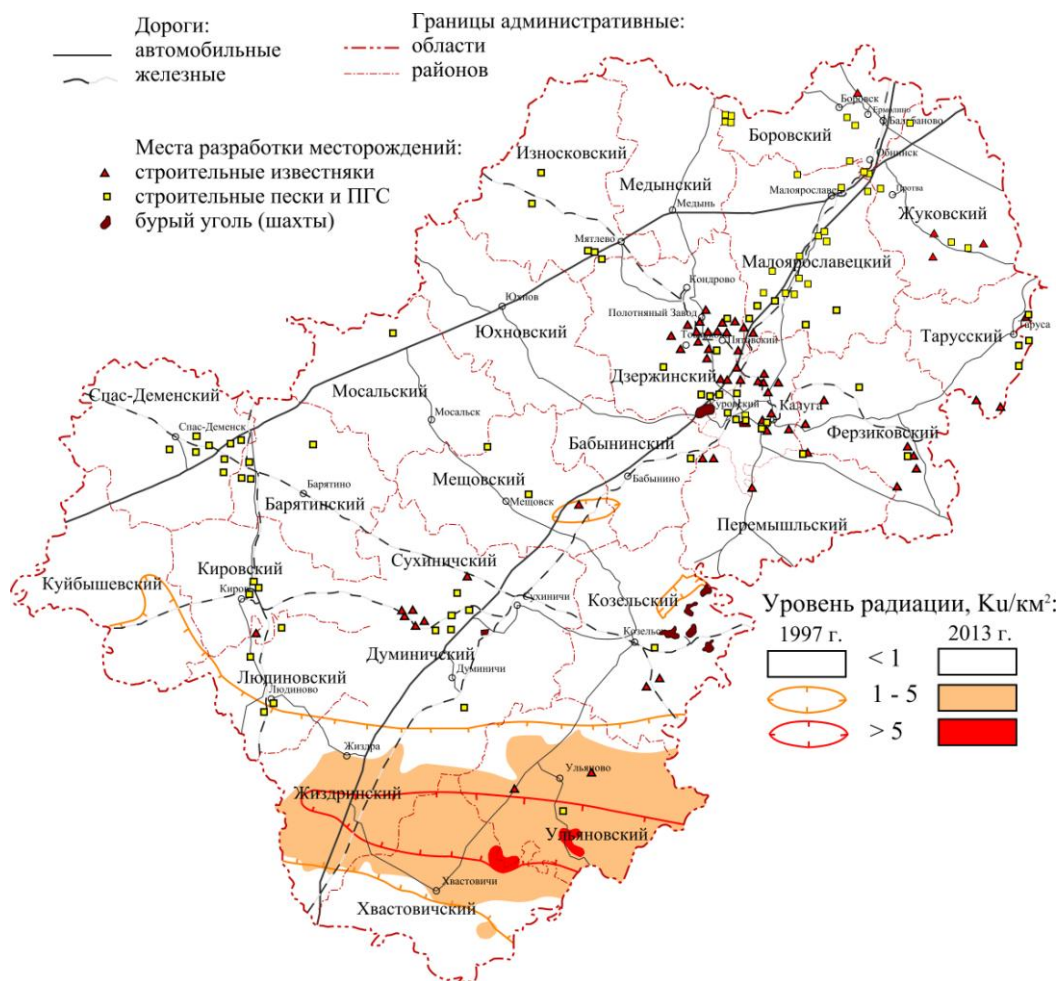


Рис.2.10. Схема радиационного загрязнения территории Калужской области в результате аварии ЧАЭС [18].

В последние годы наблюдается снижение уровня радиоактивного загрязнения в пределах водоразделов за счёт перераспределения (смыва) в пониженные части рельефа с последующим захоронением, а также в результате частичного распада радионуклидов^{**}. Миграция радионуклидов в вертикальном разрезе практически отсутствует. В 2013 г. максимальная плотность радиоактивного загрязнения по данным НПО «Тайфун» (г.Обнинск) не превышает 15 Ки/км², а общая площадь загрязнения существенно уменьшилась.

^{**} период полураспада Cs-137 составляет 33,5 года, Sr-90 – 27,7 лет.

В связи с упомянутым «чернобыльским следом», оставившем после себя повышенные уровни радиации на поверхности и в почвенном слое, в области с 1986 г. введено обязательное измерение удельной эффективной активности естественных радионуклидов (К-40, Th-232 и Ra-226) при разведке строительных материалов. По имеющемуся собственным данным, возможно оценить уровень естественной радиоактивности таких отложений, как пески, песчано-гравийные смеси и известняки (табл.2.5).

Таблица 2.5. Сравнительная характеристика строительных материалов Калужской области

Наименование показателя	Единицы измерений	Пески (Болобоновское и Галкинское м-ния)	ПГС (Бахмутовское и Каменское-2 м-ния)	Известняки (Полотняно- Заводское-4 м-ние)
К-40	Бк/кг**	178,7±46,7; 167±45,8	452,0±106,0; 215,0±133,0	25,6±25,7
Th-232	Бк/кг	9,46±3,09; 8,45±3,09	27,79±6,69; 12,0±13,8	3,23±3,01
Ra-226	Бк/кг	16,0±4,02; 9,19±3,22	26,4±6,6; 7,6±12,0	37,78±6,84
Удельная эффективная активность ЕРН*	Бк/кг (нКу/кг)	44 ± 7 (1,19 ± 0,19); 34 ± 6 (0,92 ± 0,16)	101 ± 14 (2,73 ± 0,38); 42 ± 24 (1,13 ± 0,65)	44 ± 8 (1,19 ± 0,22)
ПДК (согласно НРБ-99)	Бк/кг (нКу/кг)	370 (10)		

*Естественные радионуклиды

**1Бк=0,027нКи

При этом необходимо учитывать наличие на территории области 55 объектов промышленного назначения, работающих с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения. Наиболее крупные потенциально опасные объекты располагаются в г. Обнинске [30]. Определённую экологическую опасность могут представлять выброшенные на несанкционированные свалки в отработанных карьерах МСМ приборы с радиоактивными источниками.

2.6.2. Температурное поле

Глубина распространения постоянных температур, вероятно, мало отличается от таковой для Московской области и составляет предположительно 20 м ($t_{\text{пост.}}=4,2^{\circ}\text{C}$) [144]. При этом выше данной глубины наблюдаются сезонные колебания, рассмотренные более подробно в п.3.4, а ниже – вступает в силу температурный градиент, составляющий гипотетически $0,3^{\circ}\text{C}$ на ступень 10 м. На рис.2.5 приведена динамика изменения температурного поля по глубине с учетом наиболее распространенных глубин отработки МСМ, редко превышающей 50 м.

2.7. Ландшафтные особенности территорий месторождений строительных материалов

Большое значение для оценки эколого-геологических условий территорий МСМ имеют ландшафтные особенности [18].

На территории Калужской развиты ландшафты трех физико-географических провинций – Смоленско-Московской, Днепровско-Деснинской и Среднерусской; причем ландшафты первой из них занимают более 50% площади.

К северу от границы московского оледенения сформировались ландшафты моренных равнин, входящие в Смоленско-Московскую провинцию. Ландшафты этой провинции занимают около половины территории области и распространены в западных и северных ее частях. Представлены они, как правило, холмистыми и пологоволнистыми моренными равнинами с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами с елово-широколиственными или березово-осиновыми лесами и сельскохозяйственными землями на их месте.

В восточной и южной части области на площади, расположенной за пределами Московского оледенения, образовались ландшафты зандровых, пластово-зандровых и моренно-зандровых равнин. Эти ландшафты объединены в Днепровско-Деснинскую провинцию и представлены равнинами с различной степенью расчлененности долинами рек, с дерново-подзолистыми песчаными и легкосуглинистыми почвами, с хвойно-широколиственными или березово-осиновыми лесами и сельскохозяйственными угодьями на их месте.

На востоке и юго-востоке области сформировались ландшафты эрозионных равнин Среднерусской провинции. Их характерной особенностью является слабая залесенность небольшими участками широколиственных и березово-осиновых лесов, развитие серых лесных и дерново-подзолистых среднесуглинистых почв с обширными пахотными сельскохозяйственными землями. Обособленно находятся ландшафты речных долин, проходящие через все провинции [18].

На территории области протекает 2045 рек общей протяженностью 11853 км. Все реки характеризуются извилистым руслом, небольшим падением, медленным течением, иногда резким изменением течения. Доля снегового питания рек составляет 60%, дождевого и подземного примерно по 20%.

Озер в области сравнительно немного. По происхождению они относятся к трем типам: пойменные, ледниковые и карстовые. В целом, водные объекты занимают площадь в 12662 га, в том числе искусственные водоемы – 7575 га, озера - 860 га.

Площадь болотных ландшафтов на территории невелика – 0,78%. В области насчитывается около 500 торфяных болот, однако площадь большинства из них не превышает 100 га. Основная часть болот сосредоточена на севере, северо-западе и западе области. Здесь находятся все верховые и большая часть болот переходного типа.

Географическое положение области на стыке лесной и лесостепной зон определило весьма значительную пестроту почвенного покрова. Однако на большей части области господствуют дерново-подзолистые почвы различного механического состава, причем на севере преобладают среднесуглинистые почвы, а на юге и западе – супесчаные и песчаные. В центральных и восточных районах области дерново-подзолистые почвы сменяются серыми лесными, среднесуглинистыми почвами, обладающими более высоким естественным плодородием. Наряду с этими типами почв встречаются дерновые, дерново-карбонатные, подзолистые, болотные, пойменные (луговые).

Лесные ландшафты на территории области занимают 44,4%. Общая площадь лесного фонда – 1353,3 тыс. га. Область расположена в лесной зоне, в которой выделяются две подзоны – смешанных и широколиственных лесов, причем граница между подзонами на значительном протяжении совпадает с границей последнего, московского, оледенения: восточная и юго-восточная части области, не подвергавшиеся оледенению, относятся к поздне широколиственных лесов, а остальная – большая часть – к подзоне смешанных лесов.

Климат области умеренно континентальный с хорошо выраженными сезонами года: умеренно жарким и влажным летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом. Среднегодовая температура воздуха $3,5^{\circ}$ - $4,5^{\circ}$ тепла. Средняя температура июля от $+17,5^{\circ}$ на севере до $+18,5^{\circ}$ на юге области, средняя температура января от -9° на юго-западе до -10° на северо-востоке области.

Среднегодовая сумма осадков равна 600 ± 50 мм, однако, по годам сумма осадков колеблется в значительных пределах: от 365 - 400 мм до 1000 мм и более. Поэтому, несмотря на то, что территория области по многолетним средним показателям и относится к зоне достаточного увлажнения, здесь нередко бывают сухие (1972, 2010 гг.) и влажные годы. Две трети всех осадков выпадают в виде дождя и одна треть в виде снега. Продолжительность залегания снежного покрова составляет 133 – 145 дней (рис.2.11).

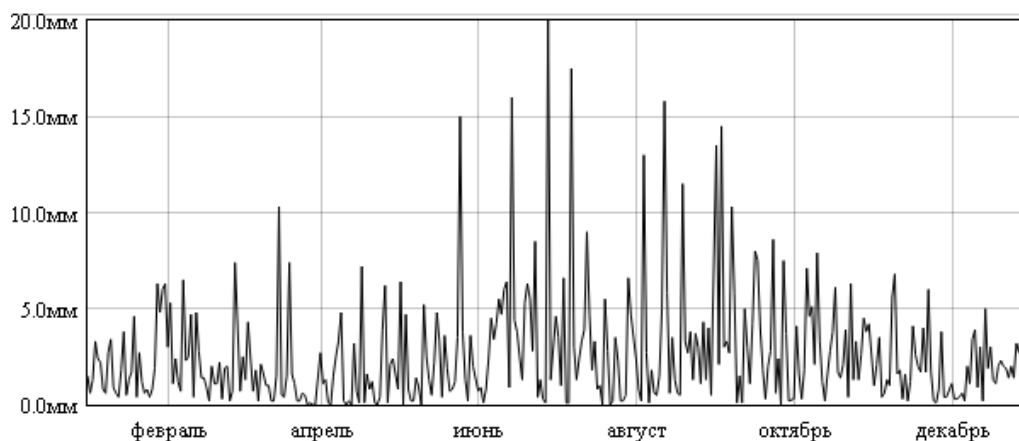


Рис.2.11. Характерный годовой ход выпадения осадков в районе г. Сухиничи [136].

Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров западных направлений: в теплый период – северо-западных, в холодный – юго-западных. Среднегодовая скорость ветра 3-4 м/сек.

По данным многолетних наблюдений выделяются некоторые климатические различия на территории области: наиболее холодная – северо-восточная часть области, наиболее теплая – юго-западная; более увлажнена северо-западная часть области, менее – восточная часть [17, 18, 129].

2.8. Современные геологические и инженерно-геологические процессы территорий месторождений строительных материалов

Важным фактором эколого-геологических условий территорий МСМ являются современные экзогенные геологические процессы.

На территории области наблюдается достаточно широкое развитие современных экзогенных геологических процессов, особенно, таких как оползни, карст, заболачивание, речная, овражная и плоскостная эрозия, эоловые процессы, суффозия, осадки поверхности и др., оказывающих определенное геодинамическое воздействие на ЭГС [18].

Оползни широко развиты в долинах рек Оки, Угры, Жиздры, Серены. Различными геологоразведочными работами отмечено несколько сотен участков проявлений оползней. По глубине захвата отложений здесь выделяются поверхностные оползни (до 5 м), мелкие, типа оплывин, связанные с деформацией покровных и моренных суглинков, и глубокие, свыше 5 м, преимущественно фронтального морфологического типа. Глубокие оползни, согласно [198], разделяются на 3 типа по возрасту основного деформирующегося горизонта:

- оползни, приуроченные к меловым песчано-глинистым отложениям; прослежены в долинах рек Болвы, Вельи, на склонах неглубоких оврагов, ручьев;
- оползни, связанные с деформациями верхнеюрских глин; малые группы или единичные проявления их наблюдаются в северо-восточной, восточной, центральной частях области в долинах рек Оки, Протвы, Серены, Лужи; они развиты в песчано-глинистых отложениях келловейско-оксфордского ярусов, слагающих склоны долин рек и оврагов;
- оползни, развивающиеся в отложениях среднего и нижнего карбона, повсеместно развиты на территории области; прослеживаются на склонах долин рек Оки, Угры, Жиздры, Серены.

Карстовые процессы в Калужской области изучены слабее [30]. Всего выявлено более 30-ти участков проявлений карста, сосредоточенных в юго-западной, отчасти центральной и восточной частях области. Процессы карстообразования протекают в известняках среднего карбона и зависят от близости их к поверхности.

Эрозионные процессы приурочены, как правило, к долинам рек Оки, Жиздры, Протвы, Серены, Рессы, Угры и их малых притоков. Это боковая и донная речная эрозия и, преимущественно, развитие малых овражных форм на склонах водоразделов. На высоких водораздельных поверхностях овражная эрозия развита в центральной части области (в районе Мещовско-Бабынинского ополя).

Наиболее значительные площади с развитием суффозионных процессов и связанных с ними осадок поверхности отмечены на юго-западе области, на водораздельных пространствах между гг. Мосальск и Киров [31].

Эоловые процессы распространены на участках высоких террас рек Жиздры и Угры. Они представлены закрепленными и слабо закрепленными дюнами и песчаными грядами.

Заболачивание развито незначительно. Наиболее представительные заболоченные участки наблюдаются на западе и северо-западе области, в районах конечно-моренных гряд и прилегающей к ним местности. Межхолмовые понижения здесь часто заболочены. Отдельные заболоченные участки прослеживаются по поймам крупных рек Оки, Жиздры, Угры, Протвы.

Наряду с природными экзогенными процессами на территории области, прежде всего в районах городских агломераций, а также на территориях МСМ, наблюдаются проявления или активизация различных техногенных инженерно-геологических процессов. Это широко распространенные участки антропогенно вызванного заболачивания и подтопления (линейные сооружения федерального подчинения, гг. Калуга, Обнинск и др.), оползневых явлений. Активизация многих экзогенных процессов зачастую обусловлена разработкой МСМ [30]. Устойчивость бортов карьеров МСМ нарушается оползневыми процессами, известен, как минимум, один случай (Турынинский карьер), когда от разработки МСМ были вынуждены отказаться в связи с неуправляемым развитием оползневого процесса, дополнявшегося в весенний период проявлениями солифлюкции. Оползневые процессы разрушают дороги, коммуникации (особенно в г. Калуге), угрожают устойчивости зданий (гг. Калуга, Таруса и др.) и инфраструктуре разрабатываемых МСМ.

2.9. Антропогенная трансформация территории как составляющая исходных эколого-геологических условий месторождений строительных материалов

Антропогенная трансформация (АТ) ранее не входила в изучение как составляющая исходных эколого-геологических условий. Однако (в развитие имеющихся теоретических положений о компонентах эколого-геологических условий) представляется логичным рассматривать АТ как самостоятельную компоненту при исследованиях территорий с длительным периодом хозяйственного освоения, существенно превышающим период активного техногенеза, и воспринимающую ныне в качестве естественного состояния природной среды. В подтверждение необходимости включения данной составляющей

свидетельствует также обязательное рассмотрение техногенных аномалий при описании геохимических и геофизических полей в связи с невозможностью разделения по генезису выявляемых аномалий в ряде случаев (например, см.2.6.1). Очевидно, что картируемые аномалии радиационного поля территории никоим образом нельзя трактовать, как естественные.

Согласно археологическим данным, освоение территории Калужского края древними племенами началось еще в палеолите – самые древние найденные археологами стоянки по рекам Жиздра, Ока, Рессета и пр., и вблизи д. Шатрищи датируют IX тыс. до н.э. [103]. Специфические природные условия, при которых на поверхности и в непосредственной близости друг от друга имеются болотные руды и бурый уголь, способствовали распространению культур «железного» века. С VIII-VII вв. до н.э. появляются наземные жилища, пришедшие на смену землянкам, а родовые общины начинают обустривать городища оборонительными сооружениями (валы, рвы) – это характерно для Юхновской, верхнеокской и дьяковской культур. Яркий памятник последней – «Певкин бугор», расположенный в долине р.Ока под с.Желуховом, датируемый VII в. до н. э. – VI - VII вв. н. э. Вероятно, с появлением железных орудий и связано начало вырубков леса и активного земледелия. Ранние племена, населявшие край, относятся к древним балтийским и угро-финским культурам, при этом туземным племенем считается голядь. Это установлено по археологическим находкам и косвенно подтверждается местными топонимами – Угра, Лужа (по-фино-угорски «рысь»). Начиная с конца IX в. н.э. сюда с запада переселяются, вытесненные ляхами, вятичи: «...А Вятко седе с родом своим по Оке, от него же прозвашаяся вятичи» («Повесть временных лет»). Другое толкование названия племени восходит к римскому «венты» (славяне), «вентичи». Арабский географ начала X в. Ибн-Руста сообщал, что «земля вятичей лесистая равнина, в лесах они и живут». К XII вв.н.э. на территории области имеется ряд городов – 4 датируются по письменному упоминанию в летописях - Козельск (1146), Серенск (1147), Вортыньск (1155), Городенск (1158) - и еще 33 городища датируются по артефактам, найденным при раскопках [103]. Таким образом, отмечается довольно активное преобразование естественного рельефа и геологического строения территории, пусть и в малых масштабах.

О длительном сельскохозяйственном освоении Калужской области говорит и современная невысокая залесенность территории (44,4%). Еще в IX в. ныне Калужская область представляла собой чрезвычайно залесенную и болотистую местность - одна из версий образования названия г. Калуга выводит этот топоним от тюркского «калига», т.е. «глухое место в лесу» [46, 157]. Другое толкование этого названия (по словарю В.И. Даля [157]) – «болото», то есть здесь существовали не только глухие, труднопроходимые, но и заболоченные места. Множество населенных пунктов, помимо областного центра, имеют подтверждающие это названия:

Ашмарово («ашмара» - болотистая поверхность), Мокрое, Дебрик, Дебрь, Дебря, Дурнево (в Дзержинском и Тарусском р-нах), Дурноклин, Чащи, Чертово болото, Плохино (ныне Ульяново) и др. Леса, отделявшие Суздальские земли от Киева, считались настолько непроходимыми, что одна из былин считает подвигом Ильи Муромца то, что он первым из Муромца в Киев попал «дорогой прямоезжей» [47]. Применение подсеčno-огневой системы земледелия отражено в топонимах края, таких как Пальна, Огорь, Палики, Выгори и др. Примечательно, что при прекращении принудительной обработки полей в настоящее время наблюдается быстрое появление древесного подроста на брошенных площадях: за 20-30 лет пахотное поле превращается в участок молодого леса без признаков обработки [104]. Такая автогенная сукцессия хорошо читается на аэро- и космоснимках (рис.2.12). Очевидно, что существующие (картируемые) поля постоянно подвергались антропогенному воздействию, без которого их наличие в зоне господства смешанных лесов невозможно [134]. В таком случае длительность антропогенного воздействия за более чем тысячелетний период обоснованно может рассматриваться как составляющая (компонент) исходных эколого-геологических условий, поскольку наличие свободных от древесной растительности площадей в настоящее время воспринимается как характерный природный ландшафт.



Рис. 2.12. Зарастание брошенных полей Калужской области на аэрофотоснимках:
а) Износковский р-н (вспашка прекращена в 1989 г. в связи с выходом из строя пахотной техники); б) Дзержинский р-н (вспашка прекращена в 90-х годах)

Косвенным объяснением наблюдающегося в последние десятилетия запустением территории, помимо экономических и др., является уменьшение численности занятого в сельском хозяйстве населения (табл.2.6).

Еще одним аргументом для обоснования введения антропогенной трансформации в состав существенных компонент эколого-геологических условий, рассматриваемых как

исходные, могут служить и последствия множества военных действий, с определенной периодичностью затрагивавших и «перепыхивавших» рассматриваемую территорию (табл.2.7).

Таблица 2.6. Динамика миграции населения

Год переписи	Численность населения, тыс.чел.	
	городское	всего
1897	100	1 130
1905	108	более 1 300
2009	не менее 500 (350 – Калуга, 110 – Обнинск)	
		1 003

Таблица 2.7. Военные действия на территории области (список неполный)

Исторический период	Годы	Затронутая территория	Факты	Примечания
Татаро-монгольское нашествие	1238	СВ и центр	Осада г.Козельска	Полное уничтожение г.Козельска
Борьба с Литвой за территорию	1371	Центр (близ рубежных рр. Ока и Угра)	Жалоба Ольгерда Гедиминовича в Константинополь на захват ряда городов Д.Донским	
Стояние на Угре	1472	СВ (близ Тарусы)	Боевые действия при переправе через р.Ока	
	1480	Центр (по р.Угра)	Боевые действия при переправе через р.Угра	Использование конницы и артиллерии
Смутное время	1601-1603	СВ (М.Ярославец)	Голод из-за неурожая	Стихийные восстания крестьян (убийство брата царя Семена Годунова)
	1606-1607	Центр и СВ	Восстание Болотникова	Военные действия по подавлению
	1607	Центр		Продвижение польско-литовского войска к верховьям р.Ока
	1610	Центр и СВ	Осада Боровского монастыря	Монастырь и г. Боровск разгромлены, более 12 тыс. чел. убиты
Польская интервенция	1610	Центр и СВ	Осада гг. Козельск, Калуга	Разграбление и уничтожение г.Козельска, убито более 7 тыс. чел., разграбление г.Калуга
	1617-1618	Центр	Попытка захвата г.Калуга	Военные действия под Перемышлем и Воротынском
	1618		Захват Калуги казаками гетмана Сагайдачного	Разграбление города и окрестных сел
Отечественная война	1812	СВ	Сражение под с.Тарутино	За период сбора под Тарутино численность российского войска выросла с 52 тыс. более чем в два раза
Великая отечественная война	1941-1943	Полностью		За время войны в боях погибло более 140 тыс.калужан; На территории области погибло и захоронено более 250 тыс.чел. (известно)

Большая часть естественных эколого-геологических систем была либо уничтожена, либо существенно изменена – именно этим объясняется наличие в биоценозах лишь

незначительного количества редких видов, обладающих высокой чувствительностью к изменениям под внешним воздействием, и широкое распространение по территории области так называемых сорных видов с присущей им высокой живучестью и толерантностью. Воздействие от военных действий, безусловно, краткосрочное, но интенсивность его при преобразовании природной среды очевидна, а когда вектор воздействия постоянно повторяется, то последствия воздействия усваиваются средой как естественные.

В связи с перечисленными выше антропогенными причинами радикально изменился состав биологических видов, характерных в настоящее время для рассматриваемой территории. Уже более ста лет, например, русская выхухоль или косуля воспринимаются как реликтовые виды, хотя ранее эти виды были широко распространены и «обычны».

Также техногенная нагрузка, уже сформировавшаяся к моменту заложения новых карьеров должна рассматриваться как исходная (рис.2.13, табл.2.8).

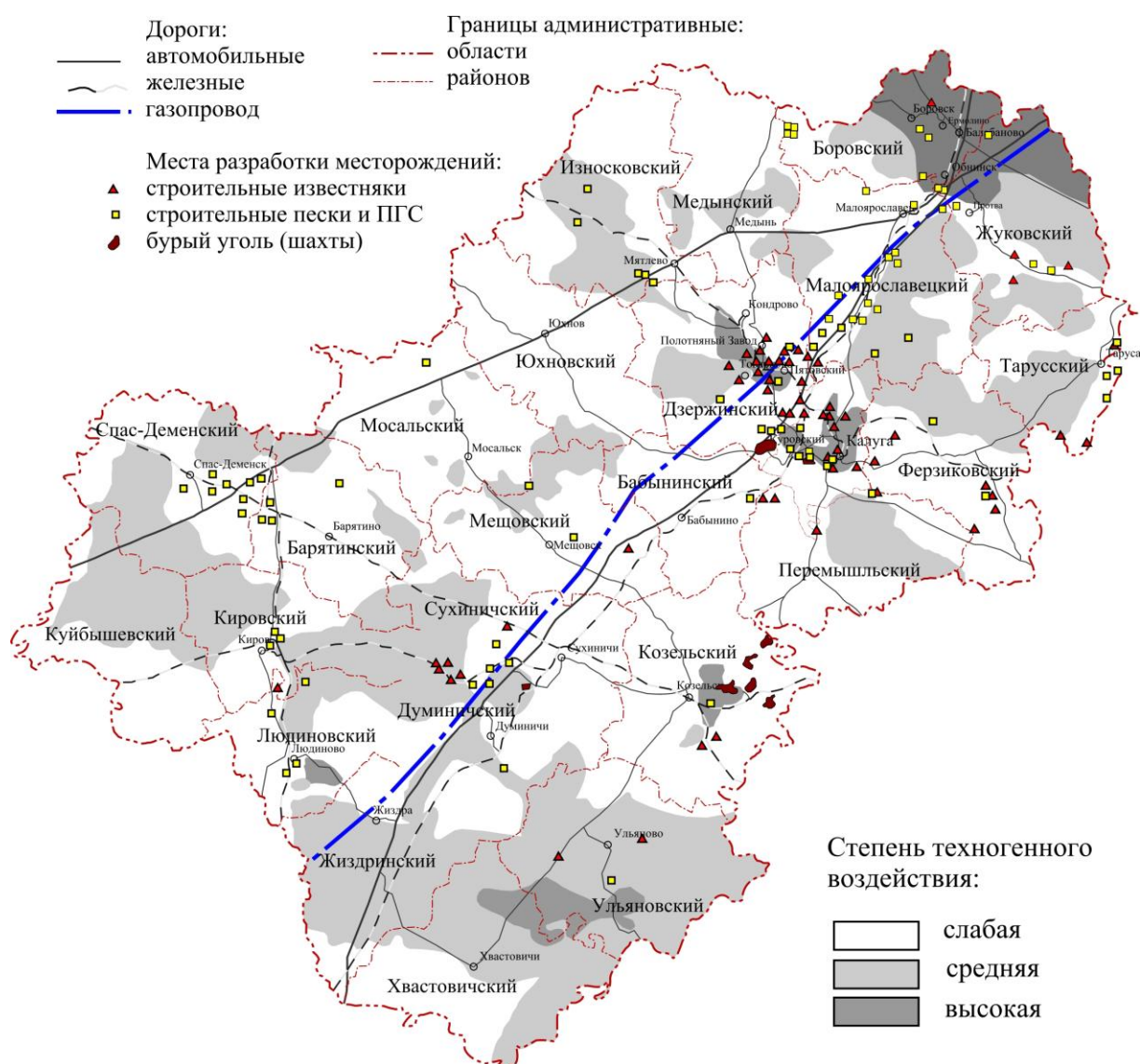


Рис.2.13. Схема распределения техногенной нагрузки (Медведева С.Г., 2014).

Таблица 2.8. Факторы формирования и компоненты эколого-геологических условий (модификация)

	Компоненты эколого-геологических условий	Факторы формирования эколого-геологических условий
Региональные геологические	1. Мега- и мезорельеф. 2. Состав, строение и свойства пород, условия их залегания и распространения. 3. Условия залегания и химический состав подземных вод глубоких горизонтов. 4. Геохимические поля, их неоднородность. 5. Геофизические поля, их неоднородность. 6. Характер эндогенных и экзогенных геологических процессов.	1. Совокупность геологических процессов, реализованных в ходе истории геологического развития территории. 2. Современное тектоническое развитие территории.
Зональные геологические и ландшафтные	1. Современное состояние пород, их состав и свойства. 2. Глубина залегания и химический состав грунтовых вод. 3. Характер и интенсивность экзогенных геологических процессов. 4. Ландшафтные особенности.	1. Климатические особенности. 2. Ландшафтные особенности.
Экологические	1. Антропогенная трансформация среды, уже воспринимаемая как естественная	1. Совокупность современной техногенной нагрузки

В настоящее время в пределах Калужской области в ненарушенном состоянии по геодинамическим критериям выделяется два класса состояний эколого-геологических условий – удовлетворительный и условно удовлетворительный, а по геохимическим, геофизическим и ресурсным показателям выделяется три класса состояний эколого-геологических систем – удовлетворительный, условно удовлетворительный и неудовлетворительный (табл.2.9 и 2.10; рис.2.14). В таблице 2.9 приведено качественное состояние эколого-геологических условий по категориям земель без учета площадных характеристик.

Таблица 2.9. Распределение территории Калужской области по классам состояний, %

Класс состояния	Состояние по экологическим функциям литосферы				Общее состояние территории
	Ресурсная	Геохимическая	Геофизическая	Геодинамическая	
Удовлетворительный	99,3	59	89,9	93,7	Не менее 44
Условно удовлетворительный	0,4	34	10,9	6,2	Не более 48
Неудовлетворительный	0,3	7	0,2	до 0,1	7,6

При этом для разработки доступны лишь территории сельскохозяйственного назначения (рис.2.15). Однако на рис.2.15 не представляется возможным учесть охранные зоны рек, дорог и населенные пункты.

Таблица 2.10. Состояние региональных эколого-геологических условий по категориям земель

Категория земель	Площадь		Преобладающее состояние территории (по функциям литосферы)			
	тыс. га	%	ресурсная	Геодинамическая	Геохимическая	Геофизическая
Сельхозназначения, в т.ч.:	1820,0	61,1				
<i>пашня</i>	961,1	32,3				
<i>кормовые угодья</i>	364,9	12,3				
<i>залежь</i>	35,6	1,2				
<i>многолетние насаждения</i>	20,3	0,7				
населенных пунктов, в т.ч.	228,1	7,7				
<i>городских</i>	48,6	1,7				
<i>сельских</i>	179,5	6,0				
промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, для обеспечения космической деятельности, обороны, безопасности и иного специального назначения, в т.ч.:	52,4	1,77				
<i>промышленности</i>	14,8	0,5				
<i>транспорта</i>	21,9	0,74				
особо охраняемых территорий	99,7	3,35				
лесного фонда	683,0	22,9				
водного фонда	6,0	0,2				
запаса	88,5	2,98				
В С Е Г О	2977,7	100				

Удовлетворительное

Условно удовлетворительное

Неудовлетворительное

Категория, выделяемая для освоения месторождений строительных материалов

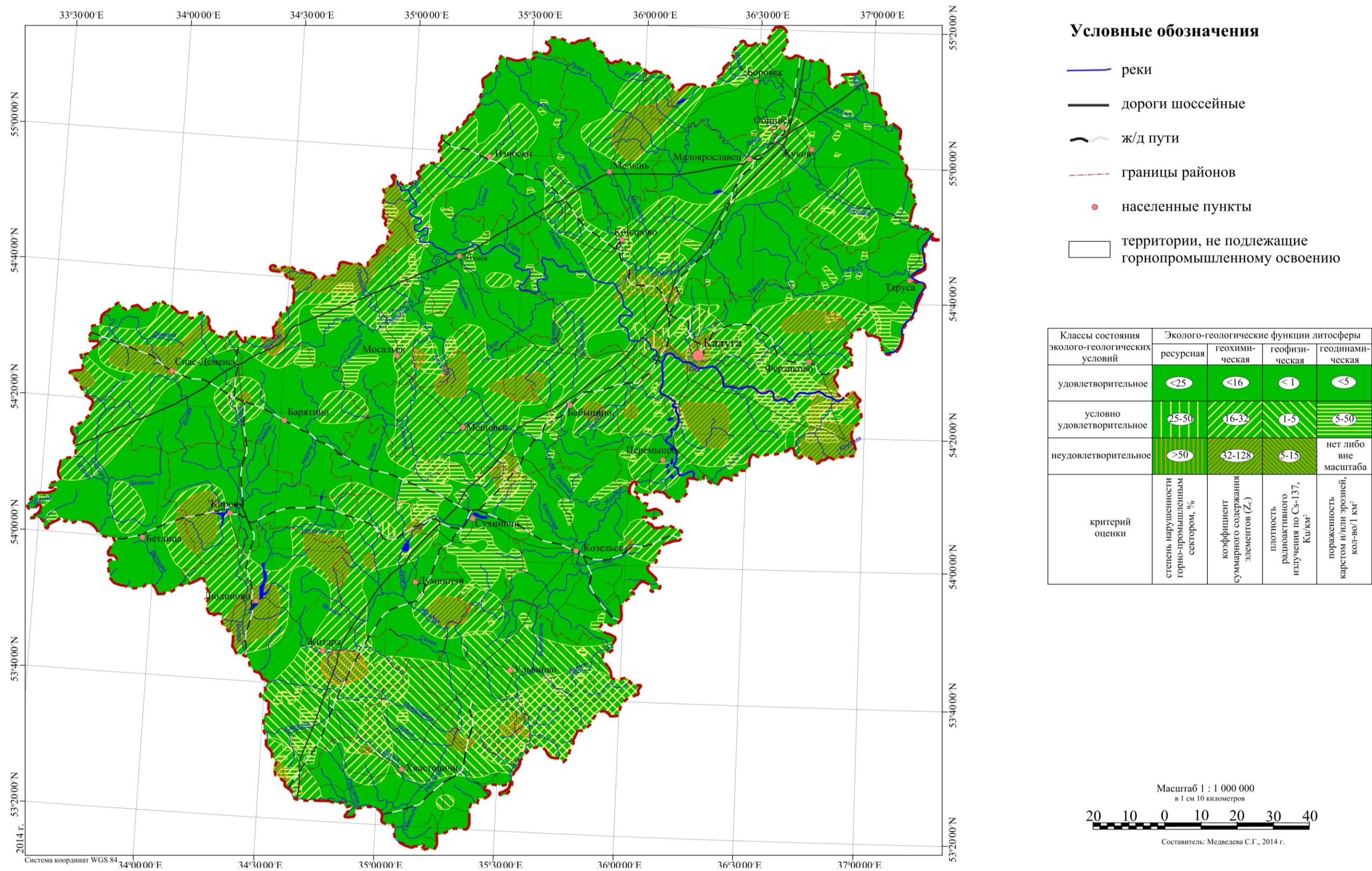


Рис. 2.14. Карта-схема эколого-геологических условий Калужской области (Медведева С.Г., 2014 г.)

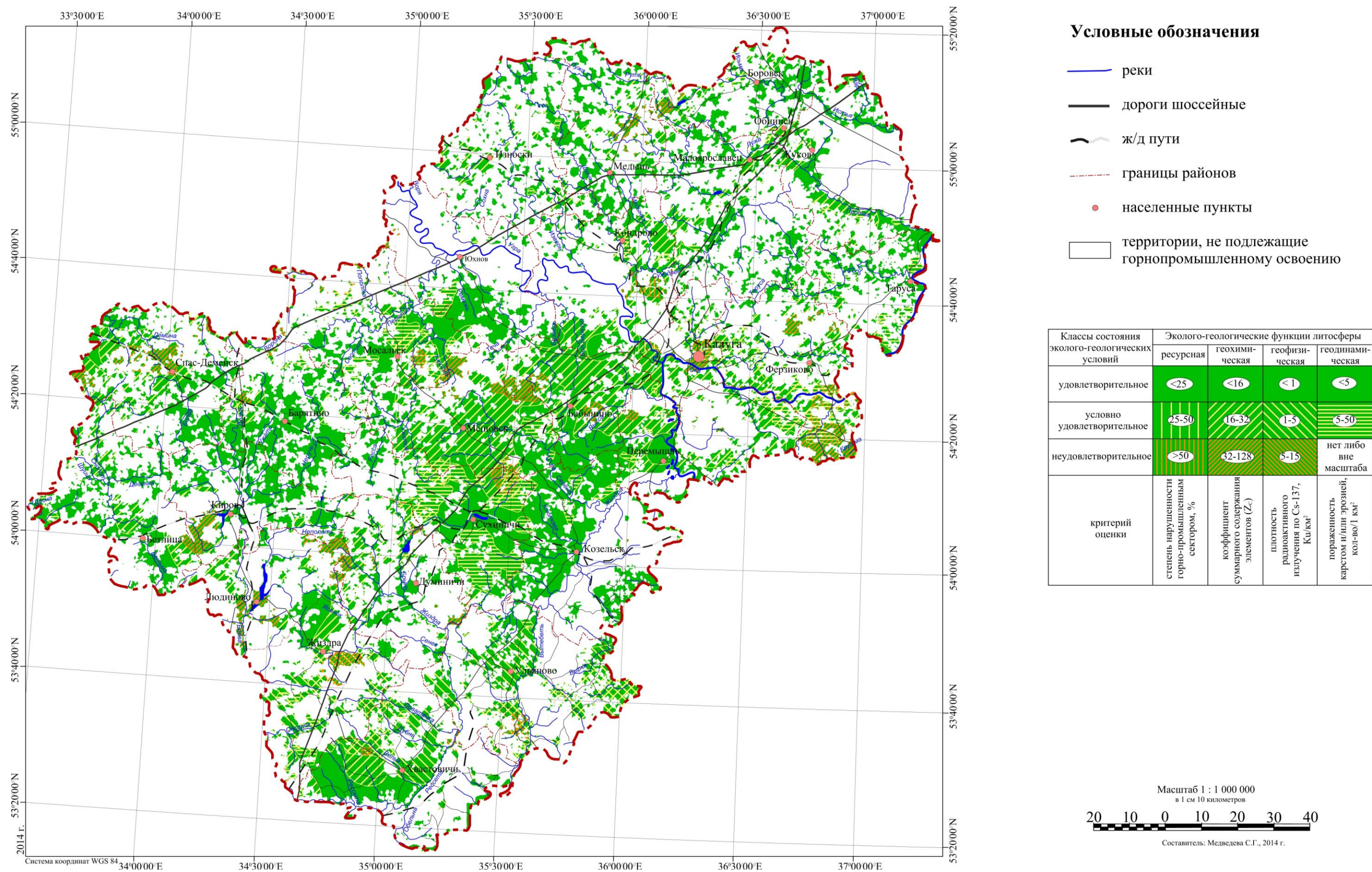


Рис.2.15. Карта-схема эколого-геологических условий вероятных территорий разработки месторождений строительных материалов Калужской области (Медведева С.Г., 2014 г.)

Выводы

В результате выполненного анализа можно сделать следующие выводы:

- 1) эколого-геологические условия территории Калужской области в целом являются типичными для центра европейской части России;
- 2) в области прямого воздействия при разработке МСМ находятся отложения нижнего и среднего карбона преимущественно в центральной части Калужской области, и повсеместно – четвертичные отложения;
- 2) общее экологическое состояние территории области с учетом естественных и антропогенных факторов характеризуется следующим образом: неблагоприятная обстановка сложилась на 7,6 % площади, условно-благоприятная – 48% и благоприятная – 44%;
- 3) крупные по площади участки с неблагоприятным экологическим состоянием наблюдаются в пределах индустриально-селитебных зон гг. Калуга, Кондрово - Пятовский, Киров - Людиново, Сухиничи и др. и не могут быть отражены на обзорных картах масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000;
- 4) в связи с длительным периодом освоения территории Калужской области антропогенную трансформацию, сформировавшуюся к началу разработки МСМ, целесообразно рассматривать как составляющую исходных эколого-геологических условий при исследовании особенностей воздействия разработки МСМ.

На основе изложенного в данной главе можно сформулировать **первое защищаемое положение:** выявлены особенности региональных эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов Калужской области: в ненарушенном состоянии по геодинамическим критериям выделяется два класса состояний – удовлетворительный и условно удовлетворительный, а по геохимическим, геофизическим и ресурсным показателям выделяется три класса состояний эколого-геологических систем – удовлетворительный, условно удовлетворительный и неудовлетворительный. При этом по ресурсным, геодинамическим и геофизическим показателям доминирует удовлетворительное состояние территории области.

Глава 3. Разработка месторождений строительных материалов как техногенный источник трансформации эколого-геологических условий территорий

В целом МСМ в период разработки представляют собой сложные природно-технические системы (ПТС). Негативное воздействие разработка МСМ оказывает на разные компоненты ПТС: геологическую среду, приземную атмосферу и биоту.

Основным источником загрязнения служат техногенные объекты, являющиеся неотъемлемой частью разработки МСМ и составляющие техногенную компоненту ПТС, а именно – добычная и обогатительная техника, автотранспорт и сопутствующие строения, включая электроснабжение, водообеспечение и подъездные технологические дороги [151]. Именно в результате горнопромышленных мероприятий и происходит трансформация эколого-геологических условий в пределах конкретного месторождения.

3.1. Современное состояние разработки твердых полезных ископаемых Калужской области

Согласно сведениям, предоставленным Министерством природных ресурсов, благоустройства и экологии Калужской области, на рассматриваемой территории по состоянию 01.01.2014 г. на балансе числится 553 месторождения по 22 видам твердых полезных ископаемых с категориями запасов А+В+С₁: строительных песков - 103 месторождения, кирпичных суглинков – 88, песчано-гравийных смесей – 87, строительных известняков – 67, торфа – 66, бурого угля – 37, керамзитовых глин – 19, трепела – 16, тугоплавких глин – 14, стекольных песков – 10, огнеупорных глин – 9, мела – 8 (табл.3.1), остальных видов полезных ископаемых – по 5 и менее. В настоящее время наиболее активно ведется разработка месторождений песков строительных, известняков строительных и песчано-гравийных смесей, значительно меньше разрабатываются кирпичные суглинки. За 2013 г. объемы добычи составили: песков строительных - 5028 тыс. м³; известняков строительных – 4102 тыс. м³; песчано-гравийных смесей (ПГС) – 2297 тыс. м³; кирпичных суглинков – 367 тыс. м³ (рис.3.1).

Из табл.3.1 очевидно, что, несмотря на достаточно высокие объемы добычи, суммарные балансовые запасы строительных песков и ПГС не только не уменьшаются, а, наоборот, увеличиваются: по сравнению с данными за 2011 г. разведанные и поставленные на баланс запасы, строительных песков увеличились на 24,1 млн. м³, а ПГС - 17,5 млн. м³. Это обусловлено постоянно возрастающим спросом на строительные материалы.

Статистика последних десятилетий свидетельствует о неуклонном росте добычи такого быстро реализуемого сырья для строительных работ, как пески, песчано-гравийные смеси и

известняки (в качестве строительных камней). Добыча других твердых полезных ископаемых фактически не ведется.

Таблица 3.1. Состояние минерально-сырьевой базы Калужской области

Вид полезного ископаемого	Количество месторождений						Объемы добычи, тыс. м ³			Балансовые запасы, млн. м ³ $\frac{A+B+C_1}{C_2}$		
	Числится на балансе			Эксплуатируется						2011	2012	2013
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Кирпичные суглинки	90	89	88	5	8	7	326	411	367	<u>178,9</u> 242,3	<u>178,1</u> 240,4	<u>176,2</u> 241,9
Керамзитовые глины	19	19	19	2	2	1	31	26	14			
Огнеупорные глины	12	12	9	0	0	0	0	0	0			
Тугоплавкие глины	14	14	14	1	2	0	315	457	0			
Глины для буровых растворов	3	3	3	0	0	0	0	0	0			
Карбонат. породы для известкования почв	2	2	2	0	0	0	0	0	0			
Пески строительные и силикатные	95	104	103	25	30	28	3643	5000	5028	<u>181,9</u> 159,7	<u>200,9</u> 176,6	<u>225,0</u> 168,5
Пески стекольные	10	10	10	1	1	0	15	22	0			
Пески формовочные	6	6	6	0	0	0	0	0	0			
Песчано- гравийные смеси	83	87	87	15	20	21	1981	2003	2297	<u>107,6</u> 60,3	<u>100,4</u> 59,9	<u>117,9</u> 59,9
Строительные известняки	67	67	67	10	10	10	3837	4160	4102	<u>516,1</u> 253,3	<u>464,6</u> 230,1	<u>437,5</u> 191,1
Мел	8	8	8	0	0	0	0	0	0			
Трепел	16	16	16	1	1	1	30	26	36			
Минеральные краски	3	3	3	0	0	0	0	0	0			
Гипс	1	1	1	0	0	0	0	0	0			
Песчаники			1	0	0	0	0	0	0			
Торф	66	66	66	0	0	0	0	0	0			
Сапропель			5	0	0	0	0	0	0			
Фосфориты	3	3	3	0	0	0	0	0	0			
Бурый уголь	37	37	37	0	0	0	0	0	0			
Цементное сырье			4	0	1	0	0	506	0			
Каменная соль	1	1	1	0	0	0	0	0	0			
Итого	536	548	553	60	75	68	10178	12611	11844	<u>984,5</u> 715,6	<u>944,0</u> 707,0	<u>956,6</u> 661,4

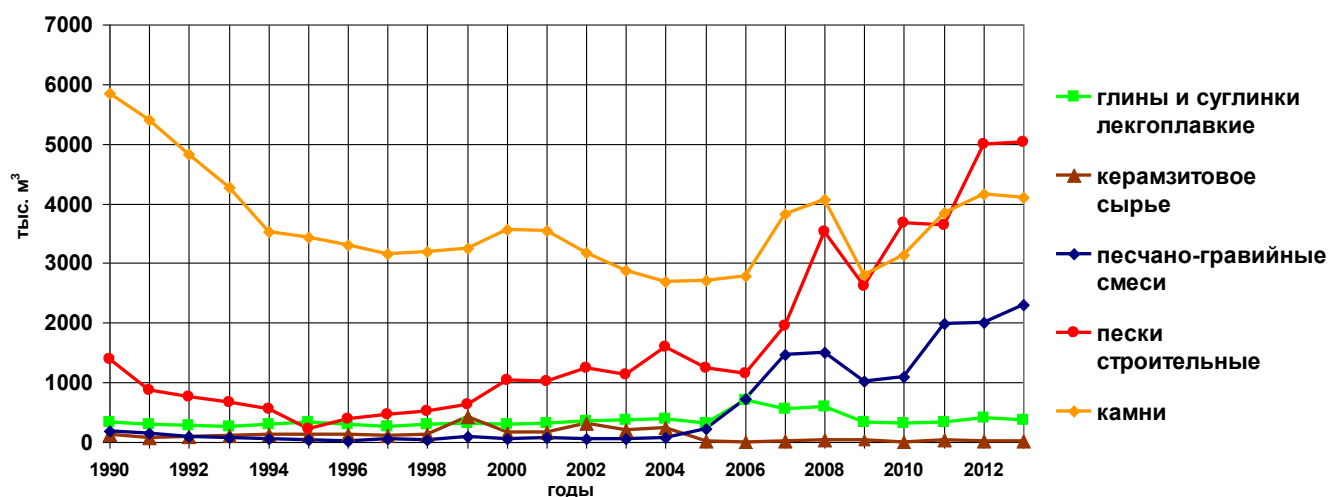


Рис.3.1. Динамика добычи строительных материалов Калужской области за период 1990-2013 гг.

3.2. Классификация месторождений строительных материалов Калужской области

Для определения влияния на трансформацию ЭГУ при разработке МСМ автором данной работы была разработана классификация месторождений твердых полезных ископаемых Калужской области (табл.3.2), среди которых основная роль принадлежит собственно МСМ как наиболее активно эксплуатируемым.

Таблица 3.2. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых Калужской области

Параметры месторождения		Тип месторождения						
		Строительные материалы					Прочие ископаемые	
Полезное ископаемое		извест- няки	ПГС	пески	суглинки кирпичные	глины (туго- плавкие, легко- плавкие)	уголь	торф
Возраст		Каменно- угольный	Четвертич- ный	Четвертич- ный	Четвертич- ный	Каменно- угольный	Каменно- угольный	Четверти- чный
Морфология залежи		Пластовая	Линзо- видная	Линзовид- ная	Приповерх- ностная	Пластовая	Пластовая	Приповерх- ностная
Параметры отработки	Способ	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый	Закрытый	Открытый
	Глубина,м	до 60	до 25-30	до 25-30	до 5-6	до 30	до 200	до 10
	Площадь, га	30-250	0,5-20	0,5-20	до 10	до 100	-	1-100
	Сроки, лет	до 100	3-8	3-8	до 40	до 50	до 100	до 20
	Скорость отработки	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая	Закрыты в 2005 г	Низкая
	Ведение БВР*	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Есть	Нет

Примечание: БВР – буровзрывные работы; ПГС – песчано-гравийные смеси

Необходимо уточнить, что согласно инструкции [45] к пескам, как строительному материалу, относятся песчаные грунты с преобладающим размером зерен 0,14-5,00 мм; к

гравию – крупнообломочные грунты с преобладающим размером обломков 5-70 мм, а к песчано-гравийным смесям (ПГС) относятся несвязные грунты с содержанием гравийных фракций более 30%. Также следует отметить, в связи с особенностями образования, на территории Калужской области чрезвычайно редки месторождения ПГС в чистом виде – наиболее часто линзы и прослои ПГС встречаются совместно с песками; при этом такие месторождения не являются комплексными, а отнесение месторождений к тому или иному виду месторождений производится по количественному средневзвешенному показателю содержания гравийной фракции в целом по залежи: при средневзвешенном содержании менее 20 % - к месторождениям песка; а более 20 % - к месторождениям ПГС.

3.3. Особенности разработки месторождений строительных материалов

Как известно, под термином «месторождение» понимается скопление минерального вещества на поверхности или в недрах Земли в результате тех или иных геологических процессов, которое по количеству, качеству и горнотехническим условиям разработки пригодно для промышленного освоения, с положительным экономическим эффектом. При этом собственно наименование «месторождение» той или иной залежи полезного ископаемого присваивается лишь после разведки, подсчета и утверждения запасов промышленных категорий (А, В и С₁) государственным органом, в чьем ведении находится конкретный вид сырья. До этого скопление полезного ископаемого именуется прогнозной площадью. Соответственно, территория месторождения есть горизонтальная проекция продуктивной залежи на план поверхности.

После вступления в действие права собственности на землю в 90-х гг. XX в. в РФ практикуется выявление и разведка месторождений не в границах экономической рентабельности, а в пределах разрешенного для ведения геологоразведочных работ участка [38], который зачастую не совпадает по площади с пространственным распространением продуктивной залежи (рис.3.2). Подобный порядок освоения месторождений, когда на этапе разведки оконтуривается лишь некоторая часть распространения продуктивной залежи, а доразведка остальной части или частей, дипломатично в данном случае именуемых «флангами» (иногда равных или превышающих по площади разведанную часть), производится только после положительных результатов согласований по длительной аренде либо выкупа в собственность интересующих земель, характерна для подавляющего большинства месторождений [201, 203]. Это приводит в большинстве случаев к отсутствию постоянных внешних границ воздействия разработки.

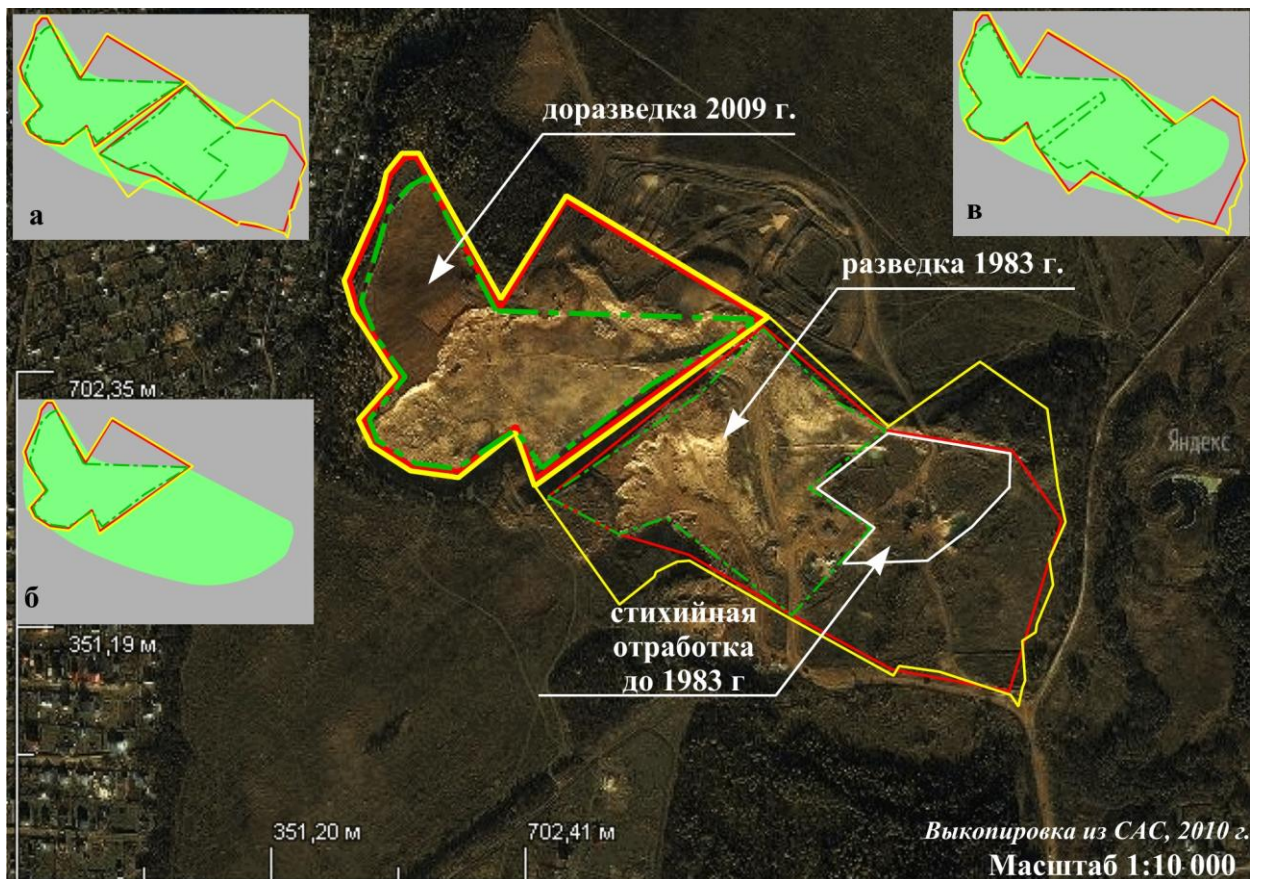


Рис.3.2. Схема этапов разведки месторождения строительных материалов на примере Коллонтаевского месторождения песков. Условные обозначения:

 залежь		
граница земельного отвода:	граница горного отвода:	граница подсчета запасов по категории С ₁ :
 1983 г.	 1983 г.	 1983 г.
 2009 г.	 2009 г.	 2009 г.

горнотехнические параметры подсчета запасов:

- 1) соотношение мощности пород вскрыши и полезной толщи 1 : 1;
- 2) минимальная мощность полезной толщи не менее 2 м;
- 3) максимальная мощность вскрыши не более 5 м;
- 4) по глубине - до подстилающих пород или до уровня грунтовых вод

Варианты пространственного расположения продуктивной залежи и границ отводов:

- а) фактическое состояние; ГРП в две стадии;
- б) преобладающее положение границ отводов и залежи; ГРП в одну стадию без доразведки;
- б) оптимальное положение границ отводов и залежи; ГРП в одну стадию.

Поэтому на территории любого разрабатываемого МСМ целесообразно выделить четыре зоны с «мигрирующими» во времени и пространстве границами:

а) зона активного нарушения, для которой характерно уничтожение исходной и дальнейшее отсутствие какой-либо эколого-геологической системы;

б) зона пассивного нарушения (зона стагнации) – при оставлении разрабатываемой площади в покое более 3 лет на ней начинается формирование новой эколого-геологической системы – именно для этой зоны характерно развитие инженерно-геологических процессов;

в) зона вероятного нарушения (зона намерений) – территория проектной разработки месторождения на поздних этапах освоения, которая с одинаковой долей вероятности может остаться ненарушенной в силу разных причин (закрытие предприятия, отказ от лицензии и т.д.)
- характерно изменение геохимических показателей;

г) зона большей частью за пределами горного отвода, т.е. собственно прилегающая территория, при определенном стечении обстоятельств (доразведка флангов месторождения, изменение горнотехнических параметров добычи, изменение границ горного отвода и т.д.) может быть преобразована в зону активного нарушения – до этого момента для нее характерно изменение геохимических показателей (рис.3.3).

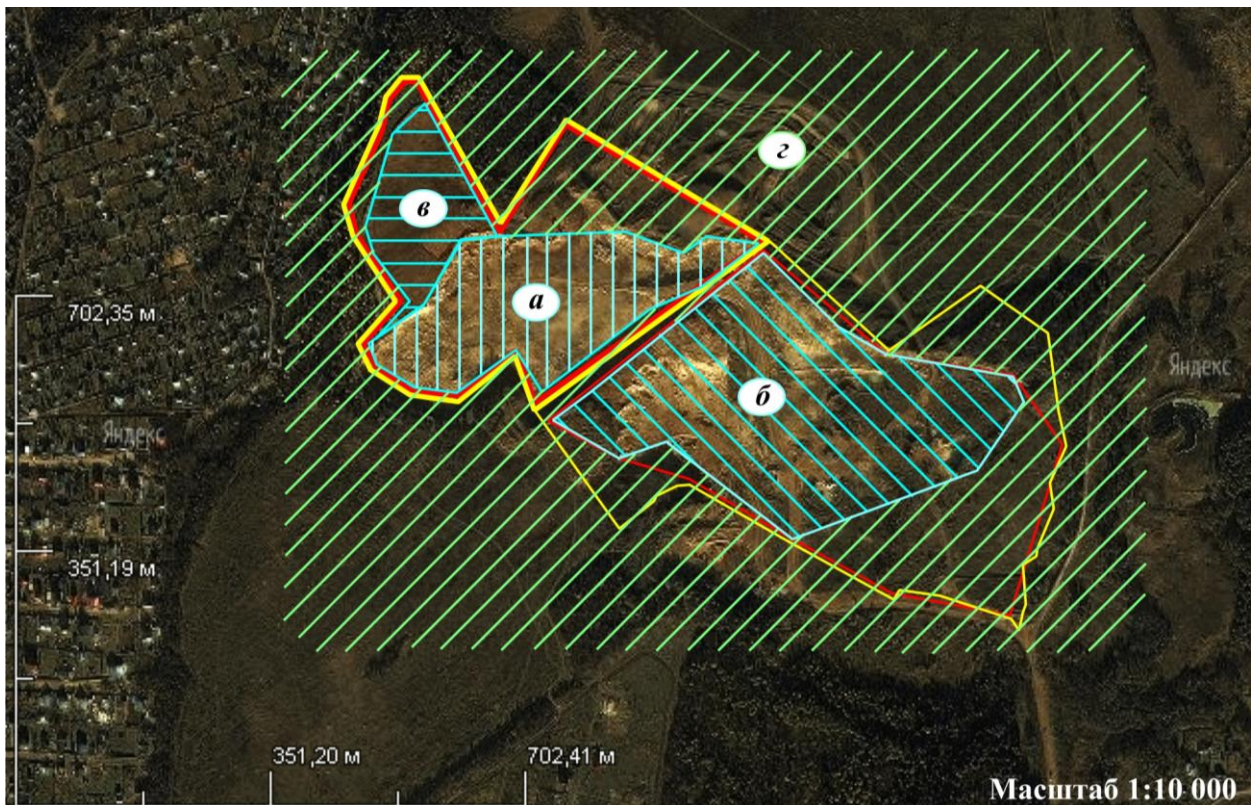


Рис.3.3. Схема Коллонтаевского месторождения песков с выделением зон воздействия.
Условные обозначения:

Границы:		Зоны:	
—	горного отвода	а) активного нарушения	в) намерений
—	земельного отвода	б) стагнации	г) прилегающей территории
—	зон воздействия		

Соответственно, пространственное соотношение территории, прилегающей к разрабатываемым карьерам, и территории месторождения на каждом объекте индивидуально. Они могут либо полностью перекрываться по площади, если горный отвод, выделенный для разработки, занимает лишь часть территории месторождения; либо совпадать частично, если горный отвод занимает 30-70 % территории месторождения; либо абсолютно не совпадать, если территория месторождения полностью входит в горный отвод. В последнем случае

участки, прилегающие к территории месторождения, будут соответствовать прилегающей к работающему карьеру территории.

На основании анализа литературных и фондовых материалов, а также опираясь на собственную практику, представляется целесообразным систематизировать особенности разработки МСМ (табл.3.3).

Таблица 3.3. Эколого-геологические особенности разработки месторождений строительных материалов

особенности			причина	следствие
группа	наименование	характеристика		
Пространственные	место-положение	близость к населенным пунктам	рентабельность добычи	а) суммирование техногенной нагрузки; б) образование стихийных свалок ТБО; в) провоцирование несчастных случаев
	границы	«мигрирующие»	разведка доступных участков без оконтуривания месторождения в целом	Отсутствие четкого разграничения территории по видам и степени воздействия
Технологические	способ отработки	открытый (карьер)	глубина залегания кровли не более 6 - 8 м	а) уничтожение экосистем; б) трансформация геоморфологии
	период эксплуатации	краткосрочный	минимальные объемы полезного ископаемого $1 \pm 0,5$ млн.м ³	активное освоение новых территорий без восстановления ранее отработанных
	оборудование	дизельное старого образца	экономическая целесообразность	высокие уровни выброса ПАУ
	производственный цикл	с перерывами	частая остановка оборудования	
		упрощенный, применение мобильных комплексов	отсутствие необходимости проведения инженерно-геологических изысканий	отсутствие данных по исходному состоянию эколого-геологических условий
	управляющий персонал	дефицит профессионалов	кажущаяся простота производства	непредсказуемое увеличение негативного воздействия

3.4. Методика обследования территорий месторождений строительных материалов

Для проведения исследования на первом (подготовительном) этапе на основании анализа имеющихся в распоряжении территориального фонда ФБУ «ТФГИ по ЦФО» сведений были выбраны месторождения для изучения. Критерии при осуществлении отбора объектов изучения следующие (по мере убывания значимости):

- месторождение должно находиться в активной отработке;
- отложения, представляющие собой полезное ископаемое месторождения, должны относиться к одному виду сырья, по возможности, без попутного ископаемого;

- месторождение должно быть типичным для данного вида сырья;
- почвенные и ландшафтные характеристики территорий выбранных месторождений должны быть близкими для выделенных объектов;
- доступность территории месторождения для обследования.

Поскольку в настоящее время в Калужской области в подавляющем большинстве разрабатываются лишь месторождения строительных материалов, а именно строительных песков, песчано-гравийной смеси, строительных известняков и суглинков, то в итоге к изучению приняты четыре карьера: Ново-Пятовский, разрабатывающий известняки; Криушинский-1, производящий добычу песчано-гравийной смеси; Коллонтаевский, добывающий пески и Кожуховский, специализирующийся на добыче кирпичных суглинков (рис.3.4).

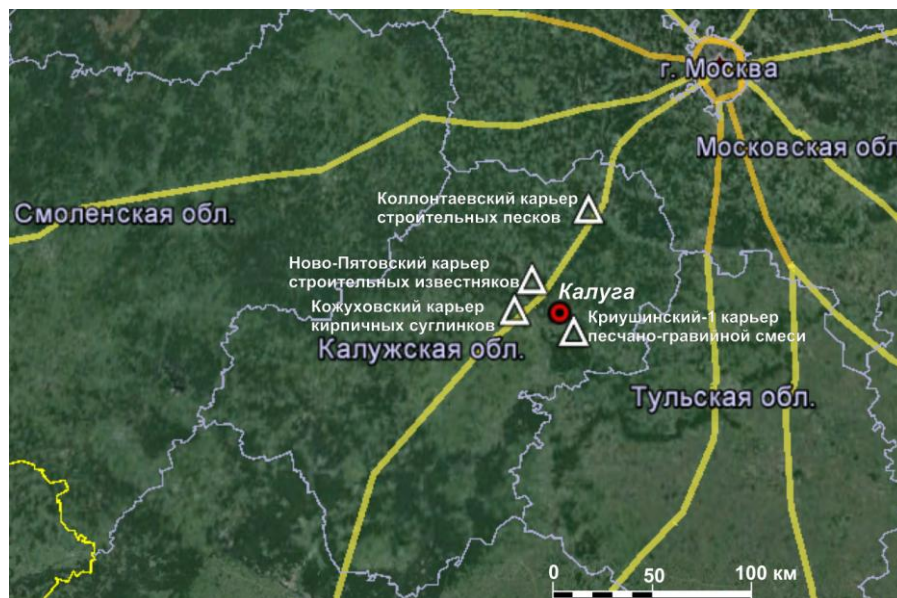


Рис. 3.4. Схема расположения объектов исследования.

Площадки для опробования выбирались в соответствии с направлением господствующих ветров с наветренной и подветренной стороны от карьерной выемки. К сожалению, в условиях рыночной экономики опробование самой выработки как частной собственности оказалось неосуществимо без надлежащих распоряжений региональных органов геологического контроля. Принципиальная схема выделения площадок показана на примере Кожуховского карьера суглинков (рис.3.5).

Для оценки состояния фитоценозов в полевой период на ключевых участках производилась оценка проективного и истинного покрытия подлежащих комплексному опробованию площадок согласно методике [108] (Прил. I). Видовое разнообразие фитоценозов велось статистически по учету общего количества видов без детерминации отдельных видов.

При этом для типизации площади по количественному распределению растительности приняты следующие категории, приведенные в табл. 3.4.

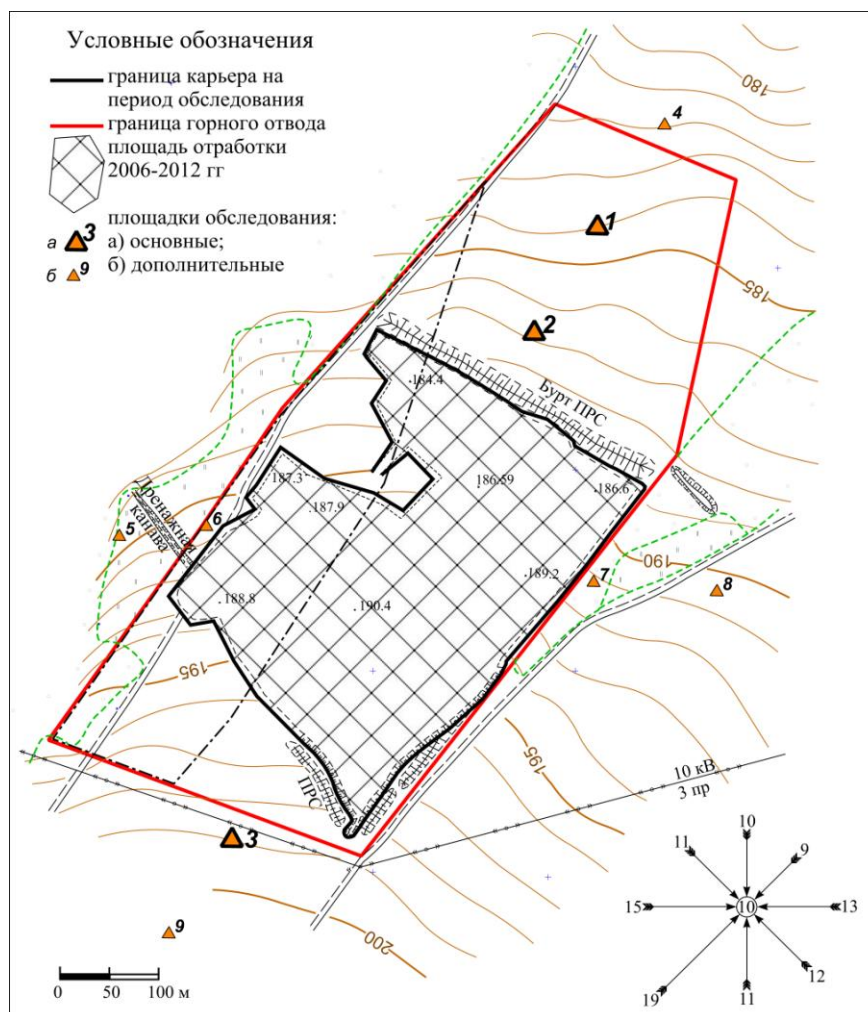


Рис.3.5. Расположение площадок обследования (на примере Кожуховского карьера).

Таблица 3.4. Классификация территории по состоянию фитоценозов

Кол-во видов растительности	Состояние территории
0 – 3*	Зона активного нарушения естественной биоты
3 – 20**	Зона подавления либо восстановления после нарушения
> 20	Зона естественного состояния биоты

*при данном выделении с/х угодья входят в территорию активного нарушения либо подавления естественного фитоценоза

**границы с некоторым «запасом» в виду существующих трудностей видового определения для неспециалистов у семейства злаковых, а также на основе собственных наблюдений, подтверждаемых и [93].

Для оценки биологической активности почв использован метод Мишустина Е.Н., основанный на оценке суммарной микробиологической активности почвенных организмов по скорости разложения целлюлозы, при этом в качестве индикаторов выступают

целлюлозоразрушающие микроорганизмы [101]. Суммарная биологическая активность определялась по убыли сухого веса целлюлозной пленки (льняного полотна).

В дополнение к полевым методам было выполнено лабораторное биотестирование по упрощенной схеме способа определения фитотоксичности Реппо Э.-Х.А., в основу которого положена оценка токсичности почвы по скорости и интенсивности прорастания растений-индикаторов [131, 167]. В качестве образца сравнения использован питательный цветочный грунт. После увлажнения в подготовленные грунты одновременно вносились зерна пшеницы в двух вариантах – 10 штук без замачивания и 10 штук после замачивания до стадии прорастания. Далее при постоянных влажности и температуре ежедневно фиксировались время появления ростков, их количество и высота. После окончания эксперимента проводился анализ содержания В(а)Р в зеленой массе растений, в почве, а также в сухом зерне, взятом для контроля (Прил. VI).

Степень техногенного преобразования рельефа оценивалась графически в программе Хага по соотношению линейных характеристик существующего в настоящее время и исходного профилей. Площадные характеристики в рассмотрение не принимались из-за большого количества пересчетов и вынужденных допусков, сопровождающих подобные характеристики. При этом исходная длина профиля соответствует реальной протяженности в данном направлении нарушаемого в последствии ландшафта. Линейный показатель преобразования рельефа $K_{\text{ЛР}}$ введен по некоторой аналогии с ландшафтным коэффициентом неоднородности (K_H), характеризующим отношение реальной площади поверхности ландшафта к его горизонтальной (картографической) проекции [107]. $K_{\text{ЛР}}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ЛР}} = L_{\text{ЛР}}/L_0, \text{ где} \quad (3)$$

L_0 – исходная длина участка предполагаемого нарушения, м;

$L_{\text{ЛР}}$ – длина поверхности по той же линии в период обследования, м.

Составляющие предлагаемого $K_{\text{ЛР}}$ могут быть определены двумя способами: 1) путем инструментальной съемки; 2) рассчитаны математически, причем тогда формула примет вид:

$$K_{\text{ЛР}} = \frac{[l_1] + [l_5]}{[L_0]} + \frac{([l_2] + [l_4])x\sqrt{(tg\alpha)^2 + 1} + [l_3]}{[L_0]x\sqrt{(tg\beta)^2 + 1}} \quad (4)$$

Пояснения к формуле приведены на рис.3.6.

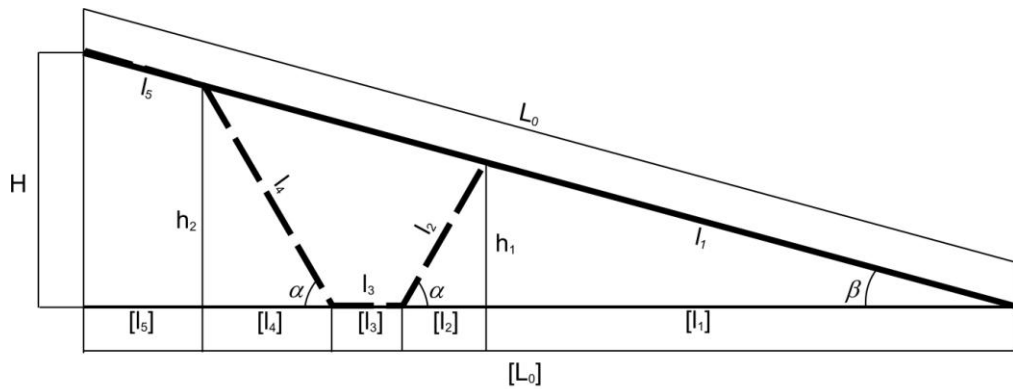


Рис. 3.6. Схема для расчета показателя преобразования рельефа.

Для оценки состояния приземной атмосферы в летние периоды 2011-2012 гг. был проведен отбор проб воздуха методом пассивного пробоотбора [12, 165, 173, 190], для чего фильтры ФПП-15 с полезной площадью поверхности 100 см^2 устанавливались на основных площадках комплексного опробования сроком на 2 недели на высоте 1,5 м от земной поверхности, что соответствует уровню расположения органов дыхания среднестатистического человека.

При наличии заболоченных либо затопленных участков отбирались пробы воды, при этом предпочтение отдавалось непроточным водоемам.

При полевом обследовании производился отбор проб растительности, почв, подстилающих грунтов, поверхностных вод, приземного воздуха. Пробы подпочвенных грунтов на опорных ключевых участках отбирались из керна скважин, пройденных буровой установкой УГБ-1ВС ударно-канатным способом без использования каких-либо смазочных веществ. Пробы почв (до глубины 0,35 м) на дополнительных площадках размером 5×5 м отбирались по методу конверта. Пробы травянистой растительности отбирались со всех площадок. Предпочтение отдавалось видам трав семейства Злаковых (Gramineae, или Poaceae), как наиболее распространенных на участках исследования [44, 162].

Определение содержания ПАУ проводилось методом высоко эффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и производилось на комплексе Lab Alliance с колонкой C-18 в градиентном режиме в лаборатории мониторинга ПАУ в окружающей среде ГУ НПО «Тайфун», г.Обнинск, под руководством А.И. Шилиной. Метод состоит в ответной флуоресценции индивидуальных ПАУ в определенном диапазоне длин волн при облучении потоком флуоресцентного детектора [10, 97, 127, 128, 160, 177, 179, 185].

Токсикологическое исследование проб почвы и золы растительности на содержание тяжелых металлов проводилось рентгеноэмиссионным методом на приборе «СПЕКТРОСКАН», выполненным на кафедре инженерной и экологической геологии геологического факультета

МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством Е.Н.Самарина. Метод основан на применении источника первичного рентгеновского излучения, вызывающего ответную флуоресценцию объекта в рентгеновском диапазоне с получением спектра, отражающего элементный состав образца, в результате дифракции рентгенофлуоресцентного излучения [98].

Приоритетным для выявления техногенного геохимического загрязнения, возникающего в результате разработки МСМ, принято определение содержания ПАУ. Причины такого выделения и преимущества метода приведены в гл.4, п.4.3.

Общая схема обследования представлена в виде блок-схемы на рис.3.7.

Всего за период 2010 – 2012 гг. было отобрано 173 проб, в том числе 40 проб растительности, 119 проб грунтов, 10 проб приземного воздуха, 4 пробы воды.

Сводный реестр проведенных исследований эколого-геохимической составляющей ЭГУ МСМ дан в табл.3.5.

Таблица 3.5. Реестр геохимических исследований по участкам

Состав пробы		Криушин-ский-1		Коллонтаев-ский		Ново-Пятовский		Кожухов-ский		Всего	
		ПАУ	ТМ	ПАУ	ТМ	ПАУ	ТМ	ПАУ	ТМ	ПАУ	ТМ
Листья+стебли		9	2	6	-	5	5	9	-	29	7
корни		2	2	6	-	-	-	3	-	11	2
Интервал, м	0 – 0,05	9	2	6	-	5	5	9	3	29	10
	0,05 – 0,2	9	2	6	-	5	5	9	3	29	10
	0,2 – 0,35	9	2	6	-	5	5	9	3	29	10
	0,45 – 0,5	2	2	-	-	3	3	3	3	8	8
	0,95 – 1,0	2	2	-	-	3	3	3	3	8	8
	1,45 – 1,5	2	2	-	-	3	3	3	3	8	8
	1,95 – 2,0	2	2	-	-	3	3	3	3	8	8
Вода (поверхн.)		-	-	1	-	2	-	1	-	4	-
Воздух		2	-	2	-	4	-	2	-	10	-
Итого		48	18	33	-	38	32	54	21	173	71



Рис. 3.7. Схема методики обследования разрабатываемых месторождений строительных материалов
(курсивом выделен дополнительно предлагаемый объем работ)

3.5. Характеристика объектов обследования

3.5.1. Месторождения известняков. Ново-Пятовский участок Пятовского карьера

Среди месторождений строительных материалов Калужской области значительное место занимают месторождения известняков. Основная часть месторождений известняков, разрабатываемых в Калужской области, сосредоточена в пределах Дзержинского района. Известняки, добываемые здесь с 30-х годов XX века, приурочены к тарусскому, веневскому, михайловскому и алексинскому горизонтам нижнего карбона и представляют собой непрерывную залежь, расположенную в треугольнике Полотняный Завод – Товарково – Пятовский. Разработка ведется семью карьерами, суммарная производительность которых по строительному камню составляет более 3 млн. м³/год [123]. Общая площадь, занятая карьерами, отвалами и промплощадками, равна 12,7 км², что составляет 1 % процент от территории Дзержинского района.

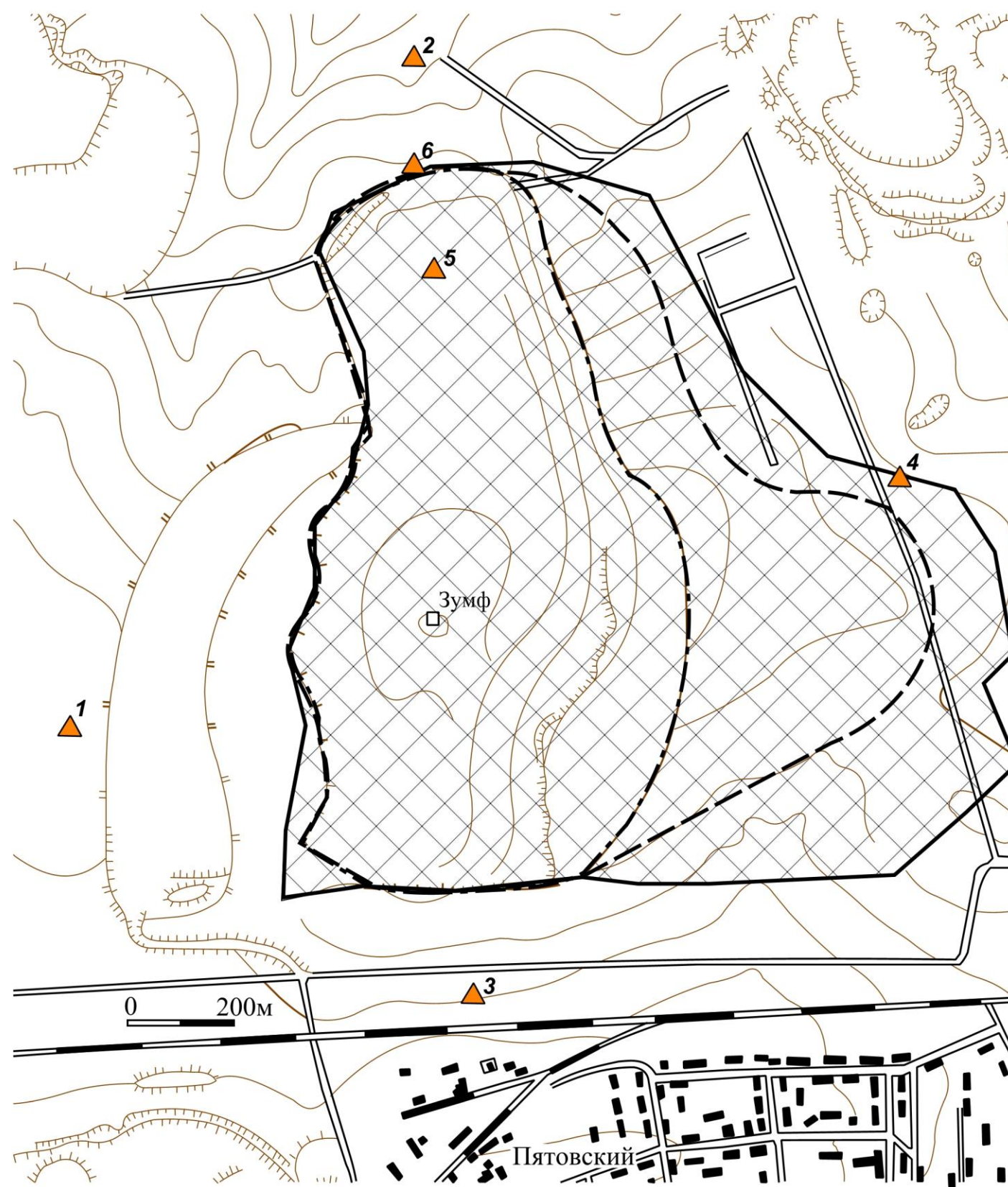
Ново-Пятовский карьер, входящий в состав Пятовской группы МСМ, существует с 1982 г. (рис.3.8). До 2004 г. работы по добыче известняка велись здесь постоянно, с 2004 по 2010 г. - с перерывами, с 2011 г. возобновлено активное освоение месторождения: в 2013 г. объем добычи составил 538 тыс. м³.

Ново-Пятовский участок в геоморфологическом отношении расположен на высоких отметках (от 190 до 206 м) водораздела рек Суходрева и Шани, удаленных от месторождения на расстояние 2 и 5 км соответственно. Ближайшие урезы рек находятся на абсолютных отметках 125 – 131 м. Абсолютные отметки подошвы полезной толщи алексинских известняков составляют 149 – 161 м [195].

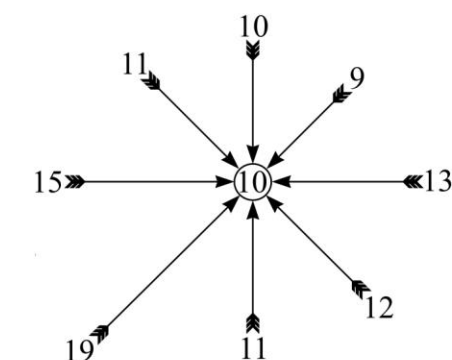
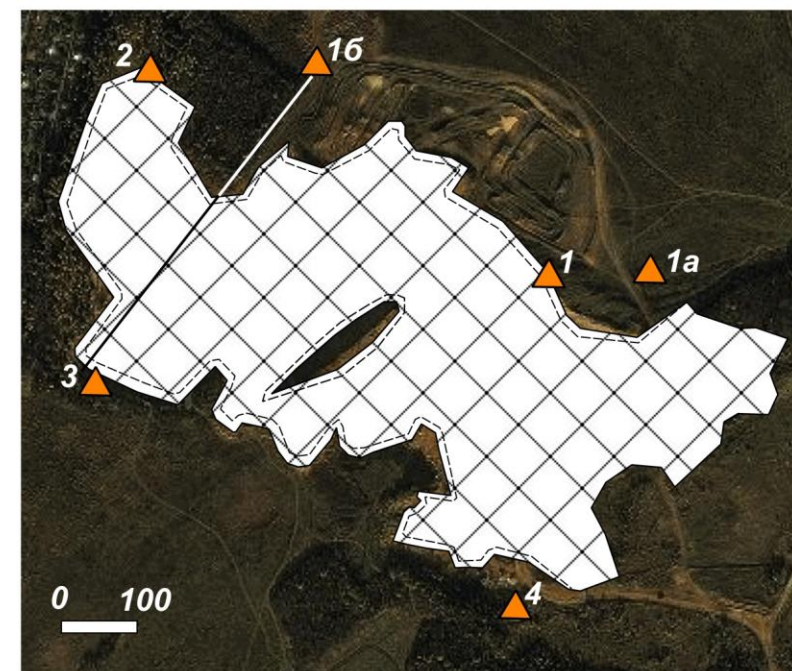
В структурном отношении месторождение приурочено к Пятовскому поднятию Калужской кольцевой структуры. Характерной особенностью месторождения является малая мощность перекрывающих четвертичных отложений, высокое положение продуктивной толщи известняков относительно местного базиса эрозии, отсутствие устойчивых источников восполнения запасов подземных вод. В геологическом строении принимают участие каменноугольные и четвертичные отложения.

Полезная толща известняков, перспективная для отработки, подстилается угленосной толщей континентальных песчано-глинистых отложений бобриковского и тульского горизонтов нижнего карбона мощностью до 50 – 80 м. Неустойчивость тектонического режима в период ее формирования привела к довольно заметной фациальной изменчивости отложений, как по площади, так и по разрезу.

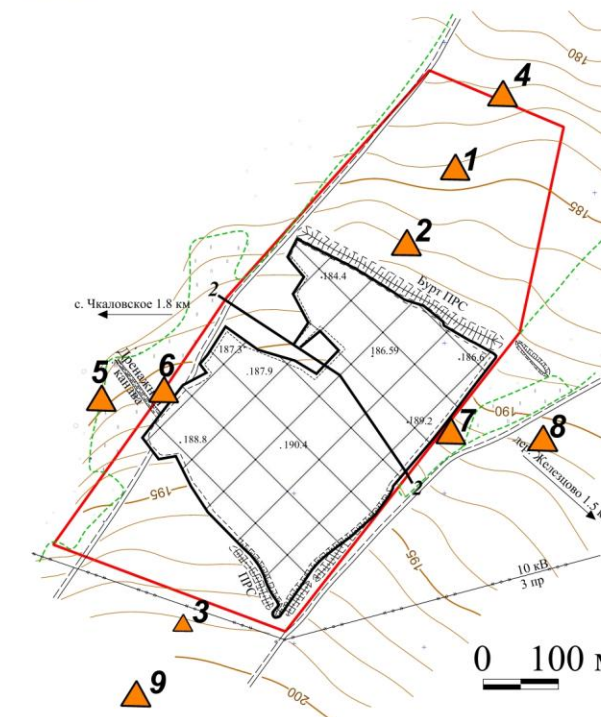
Ново-Пятовский участок Пятовского карьера
строительных известняков



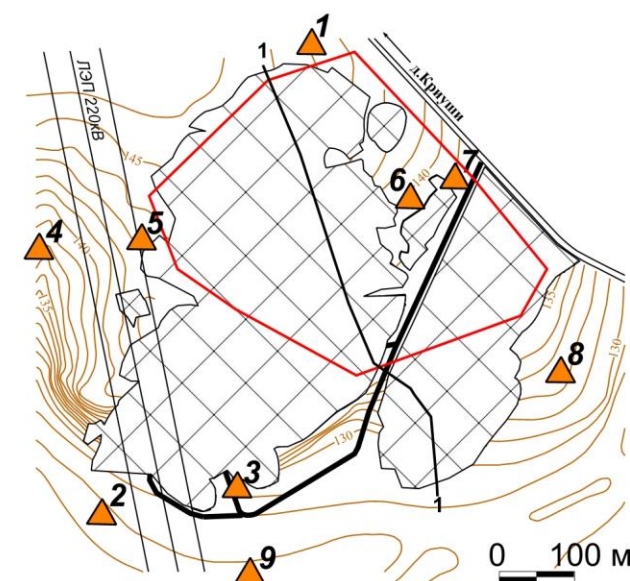
Коллонтаевский карьер песков



Кожуховский карьер
кирпичных суглинков



Криушинский-1 карьер
песчано-гравийной смеси



Условные обозначения

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| Граница карьера: | Площадь горного отвода |
| — 2012 г.; | Нарушенная территория |
| — 2011 г.; | 1 — 1 Линия разреза |
| — 2001 г. | |
| ▲ 3 Площадка отбора проб и ее номер | |

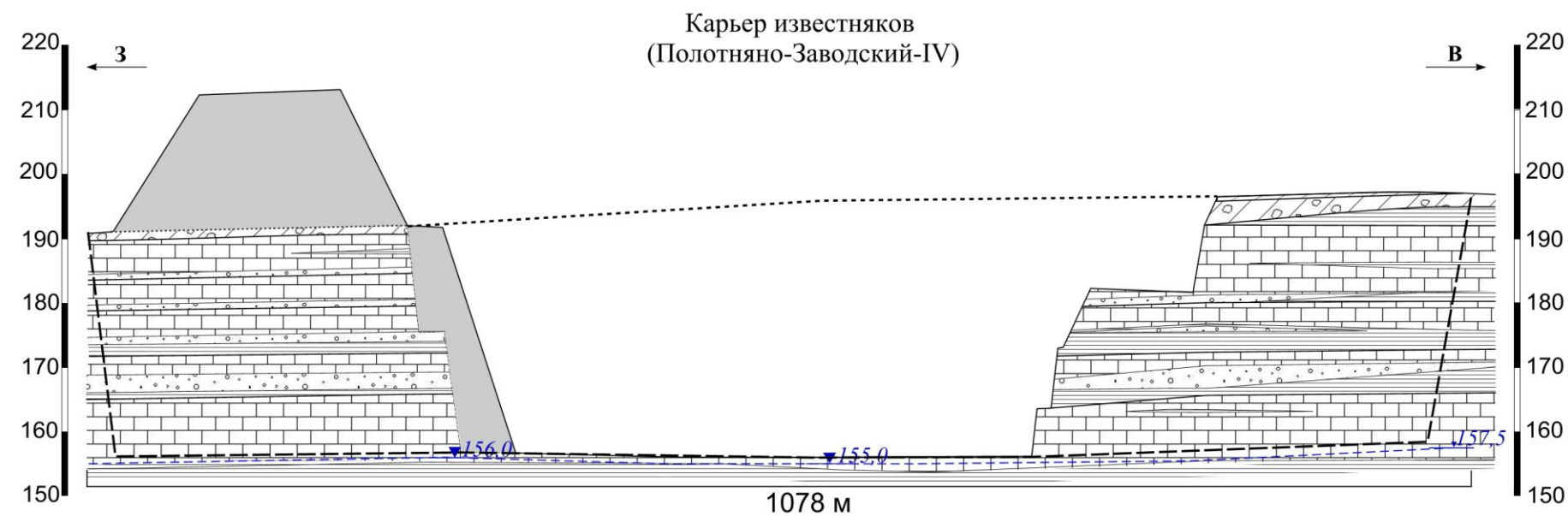
Рис. 3.8. Планы объектов исследования (масштаб 1 : 10 000)

Карбонатная формация продуктивной толщи начинается с алексинского горизонта нижнего карбона и завершается породами протвинского горизонта среднего карбона. Общая мощность комплекса достигает 50 – 60 м. В составе формации преобладают известняки, среди которых выделяются различные по мощности (от 2 – 3 до 20 м) прослои глин михайловского, стешевского и верейского водоупорных горизонтов. Рельеф кровли отложений весьма сложен: в долине р. Угры под четвертичными отложениями на ряде участков залегают известняки упинского горизонта, а в северо-восточной части района в разрезе появляются известняки протвинского горизонта. Значительное влияние на гипсометрию кровли оказала тектоника, в частности Калужская кольцевая вулкано-тектоническая структура.

Перекрывается продуктивная толща отложениями четвертичного возраста различного генезиса, среди которых преобладают моренные суглинки московского возраста. Мощность отложений колеблется от 3 – 5 метров до 15 – 20 м (рис.3.9).

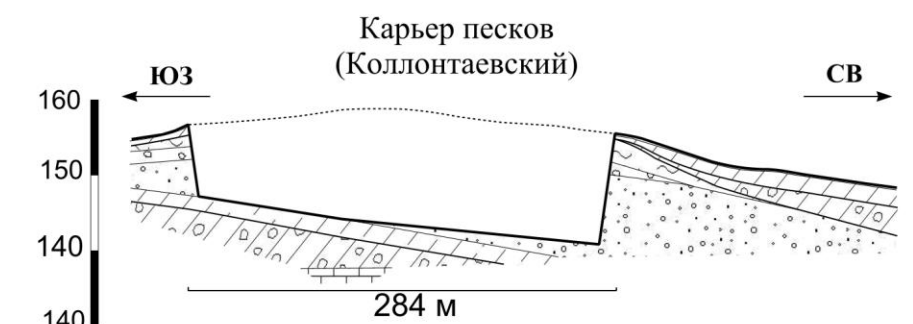
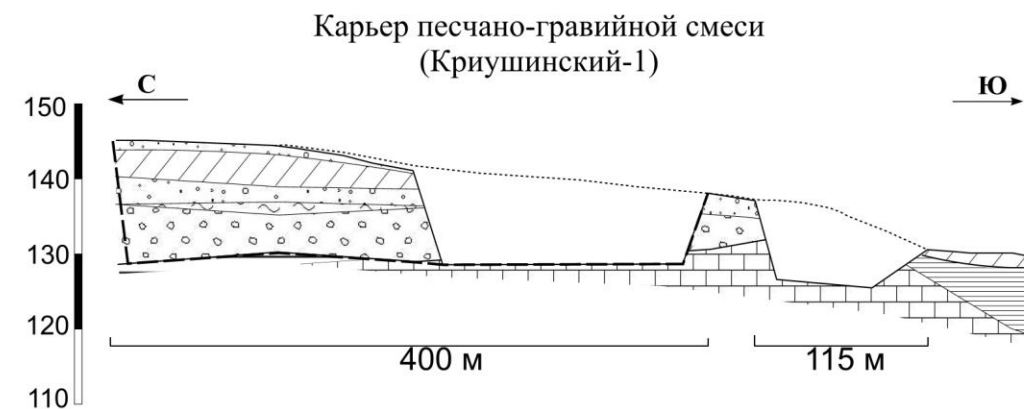
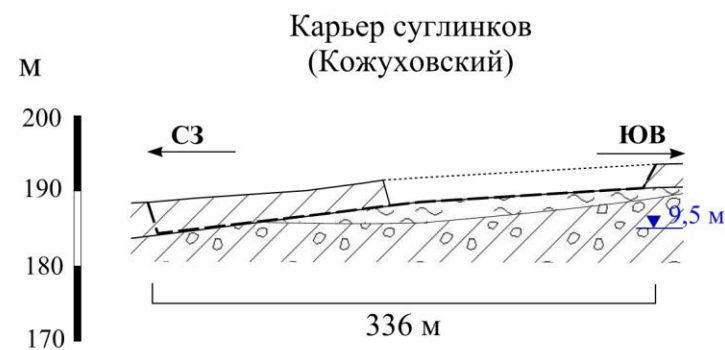
В пределах зоны активного взаимодействия человека и геологической среды подземные воды развиты в четвертичных, мезозойских и каменноугольных отложениях. Всего в районе выявлено 17 водоносных горизонтов, в том числе 8 из них – в четвертичных образованиях. Наибольшее значение для сельского населения имеют подземные воды, залегающие в межморенных песчаных отложениях и эксплуатирующиеся многочисленными колодцами. Для централизованного водоснабжения в большинстве случаев используются подземные воды, приуроченные к известнякам веневско-тарусского, алексинского и упинского горизонтов. Воды нижнетульской песчаной толщи эксплуатируются значительно реже. Водоносные горизонты залегают на глубине от 20 – 30 до 100 м и имеют различную степень естественной защищенности. Водоносные горизонты веневско-тарусского и алексинского горизонтов слабо напорные или безнапорные, а нижнетульского и упинского – напорные с глубиной залегания уровней от 10 до 40 – 50 м и величиной напора над кровлей от 5 до 50 – 60 м.

Современные экзогенные геологические процессы (ЭГП) в районе проявляются в виде овражной эрозии, карста, суффозии, оползней. Всего по Дзержинскому району воздействию ЭГП подвержено 19 населенных пунктов, в т.ч. 3 города и поселка городского типа. В целом, пораженность территории района ЭГП слабая. Однако отмечается резкая активизация этих процессов в связи с возрастанием техногенной нагрузки, включая и разработку карьеров. Причиной их резкой активизации явились мощный водоотбор (при одновременной работе 6 – 12 скважин это $700 \text{ м}^3/\text{час}$) и попадание большого количества агрессивных технических вод в водоносный горизонт. Водоотлив из карьера «Ново-Пятовский» в течение последних 30 лет (вне зависимости от интенсивности добычных работ) составляет $200 \text{ м}^3/\text{час}$, что может привести (либо уже привело) к активизации карстовых процессов, проявления которых отмечены в 300 – 400 м к востоку и северо-востоку от бровки карьера.



**Сводная литологическая колонка строения
Ново-Пятовского участка Пятовского месторождения**

	геологич. индекс	породы	глубина залегания слоев	литологическая колонка	уровень воды
5	Q	суглинок	3		
10	C ₁ vn-tr	известняки с прослоями глин и песка	10		
12			12		
15			18		
20			20		
25			25		
30	C ₁ mh		27		
35	C ₁ al		29		
40			32		
45					44
50			50		



Условные обозначения

- Суглинки без видимых включений
- Суглинки с содержанием гравия и валунов 15-25%
- Супеси
- Пески глинистые

- Пески
- Песчано-гравийные отложения
- Глины
- Известняки

- Техногенные отложения (отвалы)
- Контур карьера к концу отработки
- Дневная поверхность до заложения карьера
- Абсолютная отметка/глубина залегания УГВ

Рис. 3.9. Схематические геологические разрезы
Масштабы: горизонтальный 1:5000
вертикальный 1:1000

3.5.2. Месторождения песчано-гравийной смеси. Криушинское-1 месторождение

Месторождения песчано-гравийных смесей (ПГС) востребованы в Калужской области значительно больше по сравнению с известняками. Однако, количество разведанных собственно месторождений ПГС невелико, что обусловлено генезисом четвертичных отложений, к которым они приурочены. Месторождения ПГС связаны либо с краевыми ледниковыми и озо-камовыми отложениями, развитыми преимущественно в северо-западной части Калужской области (Спас-Деменское, Пустовское месторождения ПГС и некоторые другие), либо с аллювиальными отложениями р.Угры (Сабельниковское) и р. Оки (район г.Калуги, Кузьмищевское месторождение в Тарусском районе) [123]. Иногда полезная мощность таких отложений существенно возрастает за счет наложения отложений различного генезиса (Захаринское месторождение в Мосальском районе, где моренные линзы ПГС «совпали» по площади с распространением «аллювиального» ПГС р. Пополты). Песчано-гравийные смеси в естественном виде используются в качестве балласта автомобильных и железных дорог, гравий-отсев после удаления глинистых и пылеватых частиц идет в бетоны, а пески-отсевы – в строительные растворы. В последнее время из-за увеличения объемов строительства начинается разработка небольших линз ПГС площадью менее 0,5 га с привлечением мобильного оборудования.

В качестве основного объекта рассмотрения служит карьер Криушинский-1 как пример разработки собственно песчано-гравийной смеси, т.е. одновременного извлечения песка и гравия и более сложного технологического комплекса переработки.

Криушинское-1 месторождение ПГС расположено в Ферзиковском районе Калужской области, в 10 км к юго-востоку от г. Калуга, в 0,3 км южнее д. Криуши, на левом берегу р. Оки, в 0,5 км к северу от ее русла. Месторождение выявлено в 1954 г в результате поисково-рекогносцировочных работ на песок и гравий, проведенных «Геолстромтрестом» (Европин Н.П.), а затем в 1998-1999 г. было проведено ревизионное обследование Криушинского-1 месторождения (Денисов В.М., ГП «Симеон») с уточнением реальных для отработки запасов.

Месторождение отрабатывалось различными организациями с перерывами: первые добычные работы проводились в 1964 – 1965 гг., далее возобновлены с 1982 г. Турынинским ДРСУ, затем с 1999 года эксплуатация велась ГУРСП «Калугавтодор», с 2007 г. - ООО «Монолит-Агро» (рис.3.8). Ведение работ на карьере Криушинский-1 запланировано до 2028 г., но в связи с превышением проектных объемов добычи, полезного ископаемого хватит не более, чем на ближайшие 1 – 2 года.

Полезная толща месторождения ПГС Криушинское-1 приурочена к объединенным аллювиальным отложениям первой и второй надпойменных террас р. Оки. Поверхность месторождения в его северной части довольно ровная с абсолютными отметками 140-145 м и

слабым наклоном в сторону р. Оки. В южной части в рельефе отмечается довольно крутой перегиб (уступ), выражающийся в уменьшении абсолютных отметок до 130-128 м. Наиболее резко этот перегиб выражен на юго-западном фланге месторождения, где перепад высот на 12 м происходит на отрезках длиной 60-80 м. На юго-востоке уступ менее заметен, поскольку понижение происходит на достаточно протяженном участке в 280-300 м. Абсолютные отметки поверхности всего месторождения колеблются от 128,0 до 146,0 метров.

Урез воды русла р.Оки, в районе месторождения имеет абсолютную отметку 114,0 – 115,0 м. Поверхностных водотоков на площади месторождения нет. Растительность представлена останцами хвойного леса вдоль юго-восточного борта существующего карьера. Более крупный лесной массив находится западнее линии высоковольтных электропередач.

В геологическом строении района разработки, согласно «Отчету о поисково-рекогносцировочных работах на песок и гравий» (Н.П.Европин, 1954 г., «Геолстромтрест»), а также в соответствии с более поздними материалами ревизионного обследования, принимают участие каменноугольные и четвертичные отложения (рис.3.9).

Как уже упоминалось, к полезной толще Криушинского-1 месторождения относятся песчано-гравийные отложения первой и второй надпойменных террас и, частично, перекрывающие их пески. Полезная толща представляет собой горизонтальную залежь песчано-гравийного материала с прослоями разнородных песков внутри. Мощность песчано-гравийных отложений изменяется по отдельным выработкам от 3,11 м до 8,1 м, составляя в среднем 6,29 м. Пески, дополнительно отнесенные к полезной толще, имеют мощность 1,6 - 3,5 м, в среднем 2,4 м и выделены в восточной части месторождения во вскрышных породах.

Вскрышные породы представлены почвенно-растительным слоем, суглинками и некондиционными глинистыми песками. Мощность вскрышных пород изменяется по выработкам от 1,8 м до 8,9 м, составляя в среднем 3,94 м.

Полезная толща подстилается известняками и глинами окского надгоризонта нижнего карбона.

Гидрогеологические условия территории Криушинского-1 месторождения простые. Вода при разведке была встречена лишь в одном шурфе на глубине 16,6 м, причем локальное обводнение мощностью 0,7 м приурочено к небольшой впадине в кровле глин нижнего карбона. Ведение горных работ затрудняют только таяние снегов в весенне-осенний периоды и обильные атмосферные осадки.

Современные экзогенные геологические процессы (ЭГП) в районе проявляются в виде овражной эрозии, последствий карста, суффозии, оползней, заболачивания, сезонного затопления и подтопления. В целом пораженность территории района ЭГП слабая. Однако

отмечается резкая активизация этих процессов в связи с возрастанием техногенной нагрузки, включая и разработку карьеров.

3.5.3. Месторождения песков. Коллонтаевское месторождение

Калужская область относительно бедна предпочтительными для целей использования в строительстве (крупными и средними) песками, как и «строительными песками I-го класса» [44]. Лишь в 11 из 26 районов имеются преимущественно мелкие и очень мелкие месторождения песков, в основном, от очень тонких до средних II-го класса. Нет месторождений песков в Бабынинском, Мещовском, Спас-Деменском и некоторых других районах. Это обусловлено тем, что непосредственно вблизи поверхности залегают покровные и моренные суглинки, имеющие суммарно значительную мощность, которая делает возможную разработку нижележащих отложений нерентабельной, а встречающиеся кое-где флювиогляциальные пески имеют высокое содержание глинистых частиц. Впрочем, в настоящее время, в связи с постоянным совершенствованием имеющихся и созданием новых технологий и все возрастающей потребностью в песке, местами приступают к разработке и таких отложений – например, для сухих смесей, которые становятся все более популярными в строительной индустрии. В большинстве случаев, пески после незначительной переработки находят самое широкое применение в строительстве – в качестве сырья для кладочных и штукатурных растворов, как балласт для дорог, а также для производства силикатного кирпича и силикато-бетона.

Типичным по качеству сырья является Коллонтаевское месторождение песков, которое находится приблизительно в 65 км к северу от Криушинского-1 месторождения ПГС - в 3 км к северо-востоку от районного центра г. Малоярославец и в 1 км западнее д. Коллонтай. Это месторождение располагается на правобережном склоне долины р. Лужи вблизи места впадения в реку правого притока – речки Легойки, которая протекает в субмеридиональном направлении в 0,2 - 0,3 км восточнее рассматриваемой территории. Абсолютные отметки рельефа на участке изменяются от 157 м на юго-западе до 135 м на северо-востоке. Рельеф поверхности, плавно понижается в северо-восточном направлении.

Абсолютная отметка уреза воды вблизи месторождения 125,7 м.

Месторождение было выявлено в ходе проведения комплексной геолого-гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:50 000 силами МГГГЭ ПГО «Центргеология» в период 1983–1988 гг. Некоторое время оно разрабатывалось стихийно, затем с 1985 г. началась плановая отработка залежи. Параллельно разработке производилась доразведка отдельных флангов месторождения (рис.3.8). Описание геологического строения месторождения приводится по материалам отчета ООО НПП «Центр-Недра» 2008 года [203].

К полезной толще Коллонтаевского месторождения отнесены водно-ледниковые отложения поздних этапов отступления московского ледника, представленные очень мелкими и мелкими полевошпат-кварцевыми песками с небольшим количеством гравийного материала и содержанием глинистых частиц до 6,73%. Мощность полезной толщи изменяется от 6,5 до 14,6 м, составляя в среднем 10,86 м. Впрочем, поскольку месторождение разведывалось и отрабатывалось на протяжении длительного времени, то приведенные данные по мощности полезной толщи касаются только северо-западной части нарушенной площади, выделенной в качестве последнего горного отвода.

К вскрышным породам относятся покровные суглинки и некондиционные пески, а также почвенно-растительный слой. Средняя мощность вскрышных пород на участке 2,8 м при колебаниях от 1,0 до 5,0 м, подстилающие породы представлены моренными суглинками московского горизонта.

Морфологически залежь имеет линзовидно-пластовую форму, ее кровля грубо повторяет современный рельеф, а подошва ограничена глубиной залегания кровли моренных суглинков (рис.3.9).

Внутреннее строение залежи сложное – тонкозернистые пески переслаиваются с мелкозернистыми. Содержание гравийных фракций и глинистых частиц в отдельных прослоях не постоянное и изменяется в довольно широких пределах.

Полезная толща песков не обводнена.

Необходимо уточнить, что добычные работы на месторождении планировались до 2014 г., затем – до 2017 г. должна быть выполнена рекультивация, однако в 2012 г. работы по добыче были прекращены (вероятно, в связи со слишком интенсивной эксплуатацией карьера в предыдущие годы), при этом оставшиеся запасы подготовлены к добыче и в таком виде пребывают по настоящее время.

Современные экзогенные геологические процессы (ЭГП) в районе проявляются, в основном, в виде овражной эрозии, оползней, заболачивания, сезонного затопления и подтопления. Отмечается в целом слабая пораженность ЭГП территории района. Однако, также как и в предыдущем случае, наблюдается резкая активизация этих процессов в связи с возрастанием техногенной нагрузки, в том числе и за счет разработки карьеров - тем более, что Малоярославецкий район в связи с особенностями геологического строения, а именно наличием песчаных и гравийных отложений в непосредственной близости от дневной поверхности, издавна относится к наиболее развитым в горнопромышленном отношении районам Калужской области вместе с Дзержинским и Боровским районами.

3.5.4. Месторождения суглинков. Кожуховское месторождение

Месторождения суглинков и глин, пригодных для производства кирпича, являются самыми многочисленными в Калужской области, что обусловлено характером и генезисом приповерхностных отложений, развитых практически повсеместно. С давних пор этот вид сырья, в основном, разведанный так называемым «хозяйственным способом», использовался местным населением для производства обыкновенного полнотелого кирпича, а местами и черепицы. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. в области работало около трёх десятков кирпичных заводов, расположенных в райцентрах и многих крупных селах. В настоящее время здесь разрабатывается только порядка 10 месторождений, в резерве числится еще около 25 месторождений с разведанными и утвержденными по промышленным категориям запасами [123]. Некоторое увеличение добычи суглинков наблюдалось в 2006 г., но, к сожалению, уже в 2007 г. объемы снизились и к 2010 г. вернулись на прежний уровень [32]. Не исключено, что в связи с освоением новых территорий Москвы, как раз прилегающих к Калужской области, и увеличением потребности в стройматериалах в ближайшее время добыча суглинков вновь будет увеличиваться.

Кожуховское месторождение суглинков, расположенное в Дзержинском районе Калужской области, выявлено в 2006 г в результате геологоразведочных работ, проведенных ОАО Калугагеология, в связи с возникшей потребностью в сырье частного предприятия ООО «Товарковская керамика» (п.Товарково). Полезная толща приурочена к нерасчлененному комплексу отложений перигляциальной зоны валдайского оледенения (так называемые покровные суглинки) и, частично, к водно-ледниковым отложениям поздней стадии отступления московского ледника. Кожуховский карьер существует с 2007 г., ведение работ запланировано до 2016 г. (рис.3.8).

ООО ПТП «Притяжение» были изучены геологические особенности территории карьера в ходе изысканий, проведенных в 2006 г. [196]. Согласно полученным данным, рассматриваемая территория находится в пределах Угорско-Протвинской низины и имеет полого-волнистый рельеф участка с развитой овражно-балочной сетью (глубина вреза 8-12 м). Общий уклон поверхности наблюдается в северо-восточном направлении, в сторону р. Угры, при этом абсолютные отметки дневной поверхности территории изменяются от 199,99 м на юге и юго-западе до 173,77 м на северо-востоке.

Кожуховское месторождение расположено в верхней части склона долины р. Угры, являющейся не только главной водной артерией рассматриваемого района, но и одной из крупных рек Калужской области. Река протекает в 4,2 км северо-восточнее исследуемой территории. Абсолютная отметка уреза воды в районе д. Якшуново составляет 121,0 м, а ширина русла - 70-100м. Ширина долины в районе месторождения составляет около 4-х км,

сама долина реки имеет ассиметричную форму с крутым террасированным правым склоном. Вдоль бортов долины прослеживаются две надпойменные террасы. Пойма р. Угры двухсторонняя, довольно ровная, местами заболоченная, с остаточными озерами-старицами. Русло реки извилистое, довольно устойчивое, чистое.

В геологическом строении района разработки принимают участие каменноугольные и четвертичные отложения. И хотя рассматриваемая территория расположена в пределах Якшуновской площади Калужской кольцевой структуры, однако, образование данной структуры, судя по подошве четвертичных отложений, не отразилось на характере залегания последних, что свидетельствует о затухании тектонической активности до наступления антропогенного периода. Четвертичные отложения здесь имеют мощность более 20 м и залегают непосредственно на породах нижнего карбона. Поскольку практический интерес в данном случае представляют исключительно отложения, пригодные для производства кирпича и находящиеся вблизи дневной поверхности, нижележащие породы детально не рассматриваются.

Полезная толща Кожуховского месторождения приурочена к верхней части четвертичных отложений и состоит из 2-х слоев: верхнего (покровные суглинки) и нижнего (водно-ледниковые суглинки). Практически на всей площади участка нижний слой отделяется от верхнего разновозрастными нижнему (второму) слою полезной толщи водно-ледниковыми отложениями, которые по гранулометрическому составу (пески, супеси) и физико-механическим свойствам непригодны для кирпичного производства и, в связи с этим, отнесены к внутренней вскрыше. Мощность так называемой внутренней вскрыши изменяется от 0 (в северо-западной части карьера) до 6,3 м (в южной части), в среднем составляя на площади участка 3,8 м (рис. 3.9).

Покровные отложения на рассматриваемой площади имеют повсеместное распространение и представлены суглинками желтовато-бурыми, бурыми, коричневатобурым, плотными, умеренно пластичными, без видимых каменистых включений. По направлению к подошве слоя в суглинках постепенно увеличивается содержание частиц песчаной фракции, появляются отдельные крупнозернистые включения. Иногда в низах слоя отмечаются карбонатные включения. Мощность покровных суглинков, пригодных для производства кирпича, довольно выдержанная, изменяющаяся от 2,7 до 4,6 м, и составляет в среднем 3,4 м.

Покровные суглинки подстилаются водно-ледниковыми отложениями поздних стадий отступления московского ледника. Верхняя часть разреза водно-ледниковых отложений сложена бурыми, красновато-бурыми песчанистыми, мало пластичными суглинками, с включениями щебня кремнистых пород; их мощность изменяется от 0 до 5,5 м. Местами покровные суглинки подстилаются не выдержанными прослоями и линзами желтовато-серого тонко-

мелкозернистого глинистого песка, также с включениями щебня кремнистых пород. Мощность песков составляет 0,4 - 2,8 м.

Ниже по разрезу залегают легкие суглинки и супеси желтоватого, кремового и светло-салатного цвета, плотные, однородные, мало пластичные и пластичные, без включений. Мощность пласта 2-3 м. Данный и предыдущий слои отнесены ко внутренней вскрыше, как не отвечающие нормативным требованиям по химическому либо механическому составу.

Изученная часть разреза водно-ледниковых отложений завершается серыми и темно-серыми суглинками, плотными, однородными, умеренно пластичными, не содержащими крупнозернистых включений. Этот пласт, отнесенный к полезной толще, на изучаемой площади встречен в 9-ти разведочных скважинах из 10-и пробуренных, но на полную мощность он не пересечен ни одной из выработок. Вскрытая мощность слоя изменяется от 0,5 м в южной части территории до 5,5 м в северо-западной, составляя в среднем 2,5 м. Кровля пласта залегает на глубинах от 4,5 до 9,5 - 10 м.

Морфологически верхний слой полезной толщи представляет собой субгоризонтальную пластообразную залежь, выдержанную по мощности. Кровля и подошва залежи в общих чертах повторяет современный рельеф дневной поверхности. Нижний слой, напротив, имеет линзовидную форму залежи.

Вскрышные породы над верхним слоем полезной толщи представлены исключительно почвенно-растительным слоем мощностью 0,3 - 0,5 м.

Естественные гидрогеологические условия территории Кожуховского месторождения в зоне распространения полезной толщи достаточно простые. Покровные суглинки, первый слой, полностью попадает в зону аэрации. Грунтовые воды при разведке были встречены на глубине 8,5 – 9,5 м в южной и юго-восточной части изучаемой площади. Водовмещающими породами служат водно-ледниковые пески и супеси, залегающие над темно-серыми суглинками нижнего (второго) слоя полезного ископаемого. Воды относятся к московскому надморенному водоносному горизонту, который характеризуется очень низкой водообильностью (дебит родников 0,1 - 0,15 л/сек). Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а разгрузка - в овражную сеть и малые речки. Территориально данная площадь принадлежит бассейну р. Угра.

Современные экзогенные геологические процессы (ЭГП) в районе проявляются в виде овражной эрозии, последствий карста, суффозии, оползней, заболачивания, сезонного затопления и подтопления. В целом пораженность территории района ЭГП естественного происхождения слабая.

3.6. Трансформация эколого-геологических условий при разработке месторождений строительных материалов

Основная часть полученных в ходе исследований результатов относится к территориям, примыкающим к работающим карьерам, поскольку детальное обследование и изучение трансформации экологических функций литосферы в пределах работающих карьеров крайне затруднено из-за наличия прав собственников предприятий как на доступ в карьер, так и на получение и использование информации. Соотношение территорий, доступных для изучения, и территорий месторождений рассмотрено в п.3.3.

3.6.1. Трансформация геологического строения

Изменение геологического строения территории является неизбежным «запланированным» последствием разработки месторождений строительных материалов, при этом возврат нарушенных в ходе отработки МСМ земель в качестве ресурса геологического пространства в удовлетворительное состояние для дальнейшего хозяйственного использования в большой степени зависит от добросовестности конкретного недропользователя.

Голоценовые отложения. Наибольшему преобразованию подвергаются отложения голоцена, как в плане переработки исходных почв, так и формирования новых техногенных образований [54 - 56, 78 - 80, 82, 85, 86, 90, 94].

Почвы. На всей площади горного отвода, в пределах которого осуществляются добычные мероприятия, на всех объектах происходит полное уничтожение почвенного слоя. Снятие почвенно-растительного слоя и складирование его в предусмотренные проектом бурты (или склады ПРС) не способствует сохранению продуктивных свойств почв, поскольку длительное хранение (до 20 лет) сопровождается вытеснением воздуха и спрессовыванием грунта, гибелью почвенных организмов, одновременно с этим происходит разложение гумуса. Между тем, даже такое ущербное сохранение почвенного слоя в большинстве случаев остается не более, чем проектным решением, чаще происходит одновременное снятие почвенного слоя с вскрышными породами.

На прилегающих к разработке территориях происходит изменение состава почвенного горизонта за счет привноса механических частиц различной размерности, чаще пылевой фракции, при этом распределение их по площади и количество зависит от гранулометрического состава разрабатываемых отложений, их связности, влажности приземного слоя атмосферы, максимума дневной температуры и удаленности территории от технологических дорог конкретного карьера (рис.3.10). Наименьшее пылевое воздействие на прилегающие территории оказывает разработка суглинков, наибольшее – при добыче известняков.

Помимо этого, происходит изменение химического состава почв за счет поступления полиаренов (см.п.3.6.5) при разработке песков, ПГС и суглинков, а при добыче известняков – карбонатов, преобладающих в химическом составе механических частиц пылевого облака.



Рис. 3.10. Распределение пылевой нагрузки:

- а) обочина технологической дороги: белесый цвет придорожной растительности обусловлен высоким уровнем пылевого загрязнения (известняковые карьеры Пятовской группы);
- б) технологическая дорога к Нижнепрысковскому карьеру песков, июль 2014 г.

Техногенные образования. Отработка месторождений строительных материалов открытым способом сопровождается в подавляющем большинстве случаев отвалообразованием, причем объемы формирующихся техногенных отложений зависят от количества вскрышных и некондиционных пород и уменьшаются в ряду:

известняки → ПГС → пески → суглинки

Наиболее часто ведется внешнее отвалообразование, внутреннее размещение вскрышных пород используется реже и характерно для последних этапов освоения месторождений, когда извлечение полезного ископаемого на полную мощность осуществлено как минимум на 1/3 или 1/2 части карьера.

Максимальные объемы отвалов сопровождают разработку известняков, в их результате образуются крупные тела, состоящие с одной стороны из вскрышных пород, а с другой – из некондиционных отсеков карбонатно-глинистого состава (рис.3.11, а).

Отвалообразование при разработке ПГС существенно меньше – если при отработке известняков высота отвалов достигает 70 м и более, то при отработке ПГС составляет 10-30 м. При этом характерная высота отвалов вскрышных пород при добыче песка – 5-15 м; а при отработке суглинков отвалы вскрышных пород отсутствуют (табл.3.6).

Незначительные объемы техногенных отложений формируются и вдоль технологических дорог, особенно при разработке известняков: такие отложения формируются за счет активного

пыления перевозимой горной массы, их мощность иногда достигает 1-2 м, а протяженность соответствует длине дороги (рис.3.11, б).



Рис.3.11. Техногенные образования, сопровождающие разработку месторождений строительных материалов: а) отвал отсева некондиционных пород, известный как гора Белая (Полотняно-Заводская группа месторождений); б) техногенные отложения вдоль обочины технологической дороги (Полотняно-Заводское месторождение).

Таблица 3.6. Соотношение объемов извлечения

Вид сырья	Объем отходов производства, в м ³ на 1000 м ³ товарной продукции: <u>min – max</u> преобладающее		
	вскрышные породы	некондиционные породы	всего
известняки	$\frac{200 - 1500}{300 - 700}$	0 - 300	$\frac{200 - 1800}{300 - 900}$
песчано-гравийная смесь	$\frac{100 - 1000}{200 - 600}$	0 - 200	$\frac{100 - 1200}{200 - 800}$
пески	$\frac{100 - 1000}{100 - 500}$	0 - 100	$\frac{100 - 1200}{100 - 600}$
суглинки	$\frac{0 - 200}{0 - 100}$	0	$\frac{0 - 200}{0 - 100}$

Отложения четвертичного возраста и старше. Глубина и площадь преобразования геологического строения месторождения зависит от его размеров и глубины залегания полезной толщи – максимальные изменения претерпевают месторождения известняков, поскольку они, являясь средними и крупными по запасам в классификации месторождений, содержат объемы полезного ископаемого в пределах от 5 до 25 - 50 млн. м³, месторождения же песков, ПГС и суглинков относятся к мелким и их запасы не превышают 1-2 млн. м³ [80, 89].

При извлечении значительных запасов известняков (скальных пород) существенно меняется литологический состав грунтов: нетронутыми остаются глины подстилающих отложений. В первую очередь, это способствует изменению химического состава почв на площади восстановления, увеличению их кислотности [55].

Нарушение целостности отложений и извлечение более 0,5 млн. м³ за календарный год, безусловно, сопровождается резким изменением напряженного состояния массива. Немалую роль в этом играет и использование буровзрывных работ. Неоднократно отмечалось увеличение трещиноватости массива, изменение характера трещин, уменьшение блочности после отпалки зарядов. Также очевидны изменения физических и физико-механических и физико-химических свойств отложений в бортах карьеров, брошенных без консервации на длительное время, что связано с кардинальной сменой внешних условий и активным физическим и химическим выветриванием. Совокупность воздействий приводит к существенному снижению прочностных свойств известняков. Предел прочности исходных известняков из керна скважин на сжатие в сухом состоянии составляет 140 – 1210 кг/см², при этом щебень из известняков соответствует в среднем марке по дробимости «600» (образцы, соответствующие марке «200» составляют 6,7% от 194 измерений). После длительного нахождения в зоне прямого воздействия атмосферы качество сырья снижается: щебень из известняков, отобранных из зачисток стенок карьера (перед отбором образцов производилось удаление сильно выветрелого верхнего слоя в борту карьера на глубину 0,5 м), едва отвечает требованиям ГОСТ 8267-93 [130] - в лучшем случае, соответствует марке по дробимости «200» и ниже.

При извлечении песков и ПГС, относящихся к несвязным грунтам, также происходит локальное изменение литологического состава грунтов: *in situ* нетронутыми остаются вмещающие/подстилающие продуктивную толщу грунты суглинистого состава; разнообразие фракционного состава грунтов имеет тенденцию к снижению до более тонких пелитовой и подобной ей фракций; что способствует изменению физических свойств почв на площади восстановления, ухудшению условий развития плодородного слоя, «недонасыщению» почв кислородом и образованию тяжелых почв.

Изменение напряженного состояния массива проявляется в меньшей степени в связи с исходным состоянием грунтов, также как и изменения физических и физико-механических свойств отложений, связанных с кардинальной сменой внешних условий не сравнимы с последствиями при отработке известняков. Физико-химические изменения незначительны в данном случае. Изменение температурного режима, безусловно, способствует активизации физического выветривания, но в связи с тем, что при образовании самих отложений воздействия в процессе осадконакопления были значительней, то к настоящему времени остались либо устойчивые к выветриванию породы и минералы (например, кремни, составляющие большую часть крупнообломочной фракции, и кварцевый песок), либо уже и без того выветрелые (известняки, гранитоиды из той же крупнообломочной части отложений).

При отработке ПГС разработчики иногда прибегают к варварской отработке запасов месторождения, при которой полезное ископаемое вскрывается временной траншеей в стороне

от фронта работ, а после изъятия ПГС оперативно засыпается отвалами. Это приводит к разубоживанию и потере самого полезного ископаемого.

Наименьшее изменение отложений характерно для разработки суглинков. Это связано помимо небольших объемов извлечения, во-первых, с тем, что отрабатываются сугубо связные грунты, имеющие широкое распространение на территории области, и, во-вторых, с незначительной глубиной отработки, редко превышающей 4 - 8 м, а значит, литологический состав грунтов, напряженное состояние массива, изменения физических, физико-механических и физико-химических свойств отложений территории меняется незначительно [54].

При всех разработках происходит истощение ресурса геологического пространства, особенно при оставлении нарушаемой площади без рекультивации в дальнейшем.

3.6.2. Трансформация рельефа

Трансформация рельефа, в первую очередь, зависит от параметров продуктивной залежи, ее мощности, площади распространения, а также от мощности вскрышных пород. При разработке месторождений строительных материалов имеет место создание как отрицательных (карьер), так и положительных (отвалы) форм рельефа. Масштабы преобразования рельефа при разработке МСМ последовательно уменьшаются в зависимости от вида извлекаемого сырья в следующем порядке:

известняки —→ пески —→ ПГС —→ суглинки

Наибольшее преобразование рельефа территории происходит при отработке известняков. Площадь Ново-Пятовского участка Пятовского карьера, например, составляет более 100 га ($\approx 1100 \times 1300$ м), глубина нарушения до 50 м, в наличии не менее трех добычных уступов. Также на площади нарушения к западу от карьера находится старый отвал высотой от 30–80 м и протяженностью до 1 км. Линейный показатель преобразования рельефа $K_{\text{ЛР}}$, измеренный по продольному профилю карьерной выемки (при $L_0=1880$ м и $L_{\text{ЛР}}=2040$ м), равен 1,085.

Преобразование рельефа территории при отработке песков существенно меньше характерных преобразований при отработке месторождений известняков, но все же достаточно серьезное. Так площадь Коллонтаевского карьера составляет более 30 га, глубина нарушения до 20 м, в наличии один-два добычных уступа. Линейный показатель преобразования рельефа $K_{\text{ЛР}}$, измеренный по поперечному профилю карьерной выемки, равен 1,026.

Преобразование рельефа территории при разработке ПГС незначительно в сравнении с карьерами известняков и песков. Площадь нарушения на Криушинском-1 карьере, включая площадь старых разработок, составляет 21,8 га, глубина нарушения до 15 м, добычных уступов не более двух. Линейный показатель преобразования рельефа $K_{\text{ЛР}}$, измеренный по продольному профилю карьерной выемки равен 1,016.

Наименьшее преобразование рельефа сопровождает разработку суглинков. Площадь Кожуховского карьера составляет в настоящее время 11,3 га (при максимальной 23,9 га), глубина нарушения до 8 м, в наличии не более двух добычных уступов, причем чаще имеется лишь один добычной уступ. Линейный показатель преобразования рельефа $K_{\text{ЛР}}$, измеренный по продольному профилю карьерной выемки равен 1,007.

3.6.3. Трансформация гидрогеологических условий

Несмотря на то, что предпочтение при разработке отдается необводненной части полезной толщи, периодически в отработку вовлекается и обводненная часть. В любом случае, вскрытие полезного ископаемого открытым способом ведет к преобразованию мощности зоны аэрации, изменению режима подземных вод, площадному перераспределению инфильтрационных потоков и т.д. Причем трансформация гидрогеологических условий происходит как на территории нарушения, так и на прилегающей площади. При отработке месторождений строительных материалов имеет место частая трансформация подземных вод в поверхностные при вскрытии водовмещающих отложений, каковыми и являются несвязные песчаные, песчано-гравийные и известняковые продуктивные толщи, т.е. размывается граница между поверхностной и подземной гидросферой. Обычно это касается грунтовых вод, но иногда и более глубоких горизонтов – например, в случае разработки известняков вскрывается региональный водоносный алексинский горизонт, используемый для водоснабжения.

На территории Ново-Пятовского участка Пятовского карьера известняков вскрытие полезного ископаемого до уровня регионального водоносного горизонта, вмещающими породами для которого служат известняки алексинского горизонта, привело к нарушению естественного режима подземных вод. Кроме того, на существующий режим подземных вод несомненное влияние оказывают постоянные множественные откачки, как на территории карьера, так и за его пределами, а также изменение зоны аэрации в связи с отработкой полезной толщи. Из-за горнопромышленных добычных мероприятий водоносный алексинский горизонт стал доступен для химического техногенного загрязнения в виду снятия естественных барьеров – глинистых вышележащих отложений.

При отработке Криушинского-1 карьера ПГС на состояние подземных вод глубоких горизонтов оказывается лишь косвенное воздействие за счет изменения зоны аэрации и изменения химического состава поверхностных вод. Лишь на локальных участках месторождения, где полезная толща подстилается известняками нижнего карбона, вероятно более существенное воздействие.

Вскрытие запасов песков при разработке Коллонтаевского карьера, несмотря на отработку исключительно необводненных песков, привело к изменению уровня грунтовых вод из-за

отсутствия нагорных канав по периметру техногенной выемки и поступления в карьер всех атмосферных осадков, а также из-за приближения дна выработки к локальному водоупору (моренных суглинков московского горизонта).

При разработке Кожуховского карьера суглинков благодаря незначительной глубине никаких водоносных горизонтов не вскрывается, а нарушаемые отложения водонепроницаемы либо слабо проницаемы, воздействие на воды глубоких горизонтов отсутствует. Однако, отмечается изменение режима и уровня грунтовых вод: в период весеннего паводка искусственная выемка на длительное время превращается в пруд, а уровень грунтовых вод отмечается на глубине 0,5 – 1,5 м, в то время как во время проведения геологоразведочных работ 2006 г. он фиксировался на глубине 8,5 – 9,5 м (рис.3.12). В настоящее время водоприток в Кожуховский карьер (при глубине выемки, равной 5 м) в добычной период составляет 3 м³/час. Вследствие недоучета гидрогеологической обстановки на стадии проектирования недропользователи были вынуждены прибегнуть к корректировке проекта. Безусловно, в результате сезонного подтопления карьерной выемки происходит регулярное локальное уменьшение мощности зоны аэрации.



Рис.3.12. Сезонное затопление и подтопление карьера (состояние на 6.05.12)

3.6.4. Трансформация геокриологических условий

Разработка месторождений строительных материалов приводит к локальному изменению мерзлотных условий в зоне активного нарушения и на территории зоны стагнации добычных мероприятий.

Для разработки известняков характерно резкое изменение температурного режима, которое способствует активизации физического выветривания: породы, ранее находившиеся в зоне постоянных положительных температур без каких-либо колебаний (или с малым

отклонением от константы) – от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+5,1^{\circ}\text{C}$, в чрезвычайно краткий срок оказываются в зоне сезонных колебаний температур – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднегодовых экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$), причем глубина зоны минусовых температур составляет до 1 м от поверхности (рис.2.6).

На карьерах ПГС смена температурного режима не столь кардинальна, как при разработке известняков из-за меньшей глубины вскрытия пород. Породы, и без того находились в зоне сезонных колебаний, хотя амплитуда колебаний температур была значительно меньше и переход через 0°C отсутствовал: температурные колебания в естественных условиях составляли от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+8,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=4^{\circ}\text{C}$), при вариациях экстремумов $+1,9^{\circ}\text{C}$ до $+14,7^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=12,5^{\circ}\text{C}$), в отличие температур поверхности – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднегодовых экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$) (рис.2.6).

Смена температурного режима при разработке песков соответствует промежуточному состоянию между температурными изменениями, характерными для разработки известняков и ПГС. Амплитуда колебаний температур в естественных условиях варьирует от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+8,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=4^{\circ}\text{C}$), при вариациях экстремумов $+1,9^{\circ}\text{C}$ до $+14,7^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=12,5^{\circ}\text{C}$) до постоянной температуры $+4,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=0^{\circ}\text{C}$) в зависимости от глубины заложения карьера. После вскрытия и отработки полезного ископаемого температуры соответствуют температурам поверхности – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднегодовых экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$) (рис.2.6).

При разработке суглинков изменение температурного режима незначительно, поскольку породы и ранее находились в зоне сезонных колебаний температур (рис.2.6).

Таким образом, степень трансформации геокриологических условий снижается в следующей последовательности с максимальными изменениями при разработке известняков и минимальными при разработке суглинков:

известняки $\longrightarrow$ пески $\longrightarrow$ ПГС $\longrightarrow$ суглинки

3.6.5. Трансформация геохимических условий

Несмотря на предполагавшуюся незначительную трансформацию геохимических условий в районах разработки МСМ в виду нейтральности к окружающей среде извлекаемого полезного ископаемого и отсутствия агрессивных методов и способов его извлечения, проведенные исследования выявили существенные уровни поступающих при разработке в окружающую среду органических соединений, а именно полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), обладающих высокой способностью к накоплению и относящихся к канцерогенам и мутагенам различной степени опасности [54 – 57, 76 – 80, 82 - 96]. Источником данных веществ служит техника, используемая в процессе добычи и транспортировки. В большинстве случаев

на карьерах используется техника с дизельными двигателями, уровни ПАУ в выхлопах которых выше, нежели в выхлопах карбюраторных.

В ходе проведения собственных эколого-геохимических исследований было выявлено, что уровни ПАУ существенно отличаются при разработке различных видов строительных материалов, хотя во всех случаях наибольшие уровни для каждого разрабатываемого месторождения присущи почвенному слою. Безусловно, изучались отложения прилегающих к разработке территорий по причине, во-первых, уничтожения ЭГС в зоне активного нарушения, а, во-вторых, из-за отсутствия доступа на территорию самих карьеров как частной собственности.

Трансформация химического состава почв.

Ново-Пятовский участок Пятовского карьера известняков. На прилегающей к площади нарушения при разработке территории в почвах меняется содержание ряда химических элементов, однако химическое загрязнение в данном случае невелико (рис.3.13, 3.14). Кроме того, в случае разработки известняков говорить об однозначно негативном воздействии пылевого загрязнения почвенного покрова не приходится, так как благодаря преобладающему карбонатному составу механических взвесей, их непроизвольное внесение способствует приведению кислотности почв к оптимальному состоянию. При среднем по области $pH=5,56$ (при колебаниях от 5,22-5,84) кислотность почв Дзержинского района составляет 5,8.

Криушинский-1 карьер ПГС. На прилегающей к площади нарушения территории в почвах меняется содержание ряда химических элементов, при этом очевидно, что почвы прилегающих территорий выполняют функцию депонирующей среды – большая часть химического техногенного загрязнения остается в верхнем интервале (0 – 0,05 м). Лишь в районе площадки № 2, где уровни чрезвычайно высоки (до 1500 (!) ПДК по В(а)Р), загрязнение мигрирует в нижележащие грунты (рис. 3.13, 3.14).

Коллонтаевский карьер песков. Изменение содержания полиаренов на площади, прилегающей к карьерной выемке, в почвах больше, нежели уровни в почвах при разработке известняков, но все же относительно невелики и полностью локализуется в почвенном горизонте (рис.3.13). Примечательно, что из 16 приоритетных ПАУ в почвах территории выявлены 13, причем преобладают 12 (табл.3.7).

Кожуховский карьер суглинков. На прилегающей к площади нарушения при разработке территории в почвах меняется содержание В(а)Р и остальных ПАУ, причем в интервале 0 – 0,05 м оно составляет в 1 - 9 раз превышает ПДК по В(а)Р на большей части территории (рис.3.13).

При этом традиционное расположение буртов почвенно-растительного слоя по периметру карьерной выемки способствует увеличению уровней ПАУ именно в почвенно-растительном слое, который предполагается использовать при рекультивации карьера.

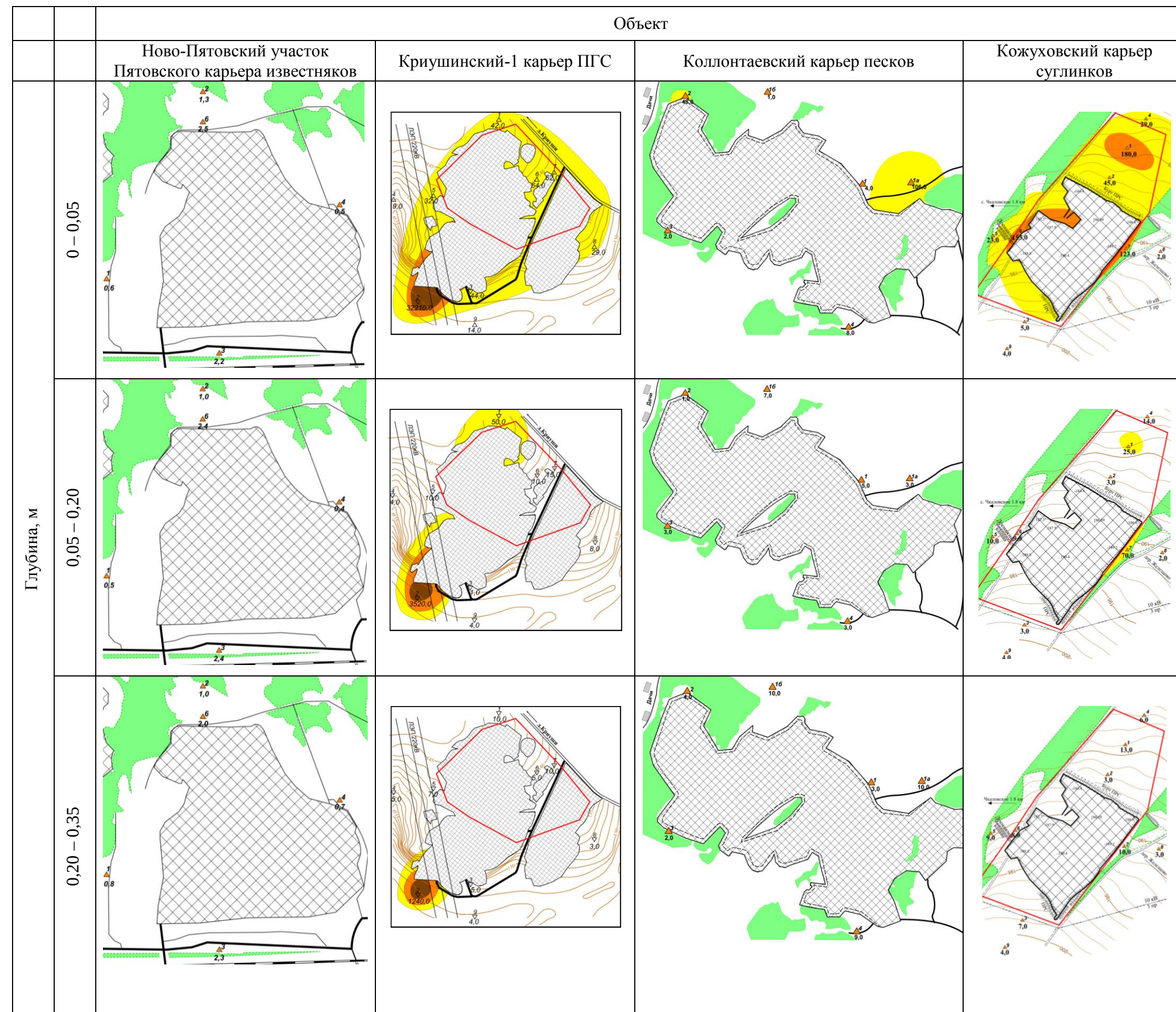


Рис.3.13. Площадное распределение В(а)Р в почвенном слое по интервалам глубин.

Таблица 3.7. Содержание ПАУ в системе «растительность-почва-подстилающий грунт» прилегающих к карьерам территорий
(min – max), мкг/кг

№ №	соединение	ПДК	Наименование объекта											
			Ново-Пятовский			Криушинский-1			Коллонтаевский			Кожуховский		
			Растит.	0-0,35 м	0,45-2,0 м	Растит.	0-0,35 м	0,45-2,0 м	Растит.	0-0,35 м	0,45-2,0 м	Растит.	0-0,35 м	0,45-2,0 м
1	B(a)P	20	1,4 - 2,6	0,4 – 2,5	1,0 – 14,0	75,0 – 1000	10,0 – 32210	1,0 – 53,0	2,0 – 44,0	1,0 – 106,0	-	98,0 – 130,0	3,0 – 180,0	1,0 – 170,0
2	F	-	0	0	0 - 90	1750 – 2010	0 – 199800	0 – 1160	73,0 - 1620	0 – 990,0	-	1530 - 4560	0 - 1700	0 – 250,0
3	Phen	-	32,0 – 114,0	3,6 – 16,0	3,0 – 19,0	0 – 480,0	0 – 47520	0 – 140,0	0 – 10,0	0 - 830,0	-	0 - 3910	0 – 680,0	0 – 320,0
4	Antr	-	2,0 – 6,0	1,5 – 6,4	0 – 25,0	0 – 740,0	0 – 860,0	0 – 3,0	0 – 32,0	0 – 31,0	-	10,0 – 98,0	0 – 14,0	0 - 10,0
5	Flt	-	1,0 – 60,0	0,8 – 10,0	0 – 4,0	580,0 – 1840	6,0 – 24190	6,0 – 140,0	2,0 – 64,0	0 – 200,0	-	40,0 – 230,0	0 – 200,0	0 – 190,0
6	Pyr	-	9,0 – 85,0	2,6 – 32,0	0 – 78,0	500,0 – 2880	0 – 4600	0 – 460,0	0 – 180,0	0 – 1560	-	120,0 - 2000	0 – 86,0	0 – 380,0
7 8	BaA + Chrys	-	3,0 – 9,0	0,8 – 3,7	0 – 53,0	330,0 – 390,0	32,0 - 125400	10,0 – 490,0	0 – 80,0	7,0 – 101,0	-	100,0 – 250,0	12,0 – 900	5,0 – 650,0
9 10	BbF + BkF	-	1,0 – 3,0	0,2 – 1,2	0	120,0 – 230,0	0 - 86000	0 – 290,0	1,0 – 89,0	0 – 54,0	-	10,0 – 110,0	0 – 400,0	3,0 – 410,0
11	B(e)P	-	0	0	0	600,0 - 1150	0 - 48000	0 - 2500	3,0 - 440,0	0 – 540,0	-	50,0 – 550,0	0 - 2000	14,0 - 2000
12	Peryl	-	0	0	0	120,0 – 230,0	0 - 10002	0 – 500,0	0 – 53,0	0 – 108,0	-	20,0 – 110,0	0 – 400,0	6,0 – 400,0
13	Db(ah)A	-	0	0	0 – 5,0	0 - 6560	0 - 10500	0 – 34,0	0	0	-	0 – 20,0	0 – 60,0	0 – 50,0
14	I-Pyr	-	0	0	0	0	0 - 16200	0 – 40,0	0	0	-	0	0 – 70,0	0 – 4,0
15	BPL	-	2,0 – 3,0	0	1,0 – 20,0	23,0 – 100,0	0 - 10700	0 – 11,0	0 – 14,0	0 – 3,0	-	25,0 – 430,0	0 – 20,0	0 – 3,0

Примечание: B(a)P – бенз(а)пирен; Phen – фенантрен; Antr – антрацен; Flt – флуорантен; Pyr – пирен; BaA – бенз(а)антрацен; Chrys – хризен; BbF – бенз(б)флуорантен; BkF – бенз(к)флуорантен; BPL – бензперилен, Db(ah)A – дибенз(аh)антрацен, F - флуорен; Peryl – перилен; B(e)P- бенз(е)пирен; I-Pyr- инденопирен.

Трансформация химического состава отложений четвертичного возраста и старше.

Ново-Пятовский участок Пятовского карьера известняков. С высокой степенью вероятности можно предположить, что изменение химического состава собственно известняков за счет техногенного воздействия незначительно, поскольку при выемке полезного ископаемого в работающем карьере постоянно происходит обновление поверхности, так как одновременно с вывозом горной массы удаляется и осевшие ранее на поверхность полезного ископаемого техногенные поллютанты, а на прилегающую площадь эти же техногенные загрязнители поступают в малых количествах из-за большой площади и достаточной глубины работающего карьера и благодаря перекрывающим толщу полезного ископаемого четвертичным суглинкам и почве, выступающим в качестве депонирующей среды. Закономерности распределения химических элементов в первых от поверхности горизонтах приведено на рис.3.14, в табл.3.7 и Прил. II.

Низкие уровни техногенного загрязнения не в последнюю очередь обусловлены использованием техники с электродвигателями, которая составляет около половины всего карьерного парка [55, 87]. Из 16 приоритетных ПАУ выявлены 12. Особенно это очевидно при рассмотрении закономерностей распределения полиаренов по площади и глубине – максимальные значения В(а)Р составляют 9 - 14 мкг/кг, а наиболее характерные уровни колеблются в пределах 0,4 – 4,0 мкг/кг, т.е. близки к фоновым значениям (табл.3.7, Прил. II).

Криушинский-1 карьер ПГС. Изменение химического состава ПГС за счет техногенного воздействия по техническим причинам (отсутствие доступа в карьер) не рассматривалось, но, вероятно, несущественно по тем же причинам, что и в случае отработки известняков. Однако, в отличие от разработок известняков, на прилегающую площадь эти же техногенные загрязнители поступают в значительных количествах из-за малой площади и небольшой глубины работающего карьера, а также из-за использования зачастую устаревшей техники с дизельным приводом. Закономерности распределения химических элементов в первых от поверхности горизонтах приведено на рис.3.14, в табл.3.7 и Прил. III.

Поток ПАУ настолько велик, что почвенный слой не в состоянии полностью изолировать от поллютантов нижележащие отложения. Из 16 определявшихся приоритетных ПАУ в образцах отсутствует только коронен (Cor). Остальные 15 ПАУ, а именно бенз(а)пирен (B(a)P), флуорен (F), фенантрен (Phen), антрацен (Antr), флуорантен (Flt), пирен (Pyr), бенз(а)антрацен и хризен (BaA+Chrys), бенз(b)флуорантен и бенз(k)флуорантен (BbF+BkF), бенз(e)пирен (B(e)P), перилен (Peryl), дибенз(ah)антрацен (Db(ah)A), инденопирен (In-Pyr), бензперилен (BPL), наблюдаются в пробах рассматриваемой территории. Максимальное значение В(а)Р для подстилающих грунтов составляет 53 мкг/кг, а наиболее характерные уровни колеблются в пределах 2,0 – 15,0 мкг/кг, т.е. значительно превышают фоновые значения (Прил. III).

Коллонтаевский карьер песков. Изменение химического состава песков за счет техногенного воздействия по техническим причинам (отсутствие доступа в карьер) также не рассматривалось. На прилегающую площадь техногенные загрязнители поступают в количествах гораздо меньших, чем при разработке ПГС, но больше, чем при разработке известняков, из-за достаточной площади и большей глубины (по сравнению с ПГС) работающего карьера, а также в связи с использованием новой техники импортного производства (Прил.IV). Однако, это касается первичного химического загрязнения карьерной выработки.

Между тем, имеет место вторичное химическое загрязнение карьера в результате бесхозного использования выработанного пространства путем создания в нем стихийной свалки (рис.3.15). Причем образование свалки спровоцировано самим разработчиком, а отсутствие рекультивации под предлогом недоизвлечения запасов песков усугубляет положение.



Рис. 3.15. Вторичное техногенное химическое загрязнение выработанного пространства.

Кожуховский карьер суглинков. Как и в случае разработки ПГС, имеет место первичное химическое техногенное загрязнение прилегающей площади из-за малой площади и небольшой глубины работающего карьера, а также из-за использования зачастую устаревшей техники с дизельным приводом. Уровни загрязнения немного ниже, чем на упомянутом Криушинском-1 карьере, но значительны [54, 80]. Закономерности распределения химических элементов в первых от поверхности горизонтах приведены на рис.3.14.

Поток ПАУ в данном случае также достаточно велик, и почвенный слой не в состоянии полностью изолировать от поллютантов нижележащие грунты. Из 16 определявшихся приоритетных ПАУ в образцах отсутствует только коронен (Cor). Остальные 15 ПАУ, а именно бенз(а)пирен (B(a)P), флуорен (F), фенантрен (Phen), антрацен (Antr), флуорантен (Flt), пирен (Pyr), бенз(а)антрацен и хризен (BaA+Chrys), бенз(b)флуорантен и бенз(k)флуорантен (BbF+BkF), бенз(e)пирен (B(e)P), перилен (Peryl), дибенз(ah)антрацен (Db(ah)A), инденопирен (In-Pyr), бензперилен (BPL), наблюдаются в пробах рассматриваемой территории. Максимальное значение B(a)P для подстилающих грунтов составляет 170 мкг/кг, а наиболее характерные уровни колеблются в пределах 3,0 – 60,0 мкг/кг, при этом в 6 из 8 проб, взятых из разных интервалов подпочвенных грунтов на площадках К1 и К2, расположенных с подветренной от карьера территории превышают фоновые значения (табл.3.7 и Прил.V).

Примечательно, что в случае добычи суглинков даже высокие концентрации ПАУ можно считать мало опасными. Это связано, в первую очередь, с технологией изготовления кирпичей, либо других керамических изделий, для производства которых данные отложения и добываются. Известно, что ПАУ образуются при температурах 300 – 800⁰С в условиях недостатка кислорода. Температуры свыше 900⁰С способствуют разложению ПАУ. Обжиг керамических изделий, в частности, кирпичей, производится при температурном режиме в 1000 – 1300⁰С. Поэтому любое количество ПАУ, накопленное суглинками, при дальнейшей переработке полезного ископаемого выгорит при обжиге. Однако при оставлении суглинков с высоким уровнем ПАУ на месте, представляют собой потенциальную опасность при последующем вовлечении участка в дальнейшее хозяйственное использование без соответствующей очистки.

Таким образом, что уровни загрязнения ПАУ территорий, прилегающих к карьерам с разным видом сырья, убывают в следующей последовательности:

ПГС → суглинки → пески → известняки

При этом из-за отсутствия возможности проведения обследования вне изучения осталось карьерное пространство, в том числе заправочные площадки карьерной техники и территории размещения других производственных и бытовых коммуникаций, где высока вероятность загрязнения среды нефтепродуктами и химически активными моющими средствами.

В дополнение следует отметить, что на всех без исключения карьерах наблюдается вторичное загрязнение выработанного пространства, в основном, твердыми отходами. Наиболее актуально это для уже брошенных карьеров (рис. 3.16).



Рис.3.16. Вторичное загрязнение карьерного пространства бытовым и промышленным мусором: а) работающий карьер ПГС Рагозино-2 (Боровский р-н); б) брошенный карьер песка (Малоярославецкий р-н); в) выработанный Азаровский карьер песка (пригород г. Калуга); г) свалка использованных шин технологического транспорта (Коллонтаевский карьер песка).

3.6.6. Трансформация геофизических условий

При разработке месторождений строительных материалов необратимому изменению подвергается температурное поле в районе месторождений.

Наибольшее изменение температурного поля происходит при разработке известняков. Именно при добыче известняков наблюдается резкое изменение температурного режима, которое способствует активизации физического выветривания: породы, ранее находившиеся в зоне постоянных положительных температур без каких-либо колебаний (или с малым отклонением от константы) – от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+5,1^{\circ}\text{C}$, в чрезвычайно краткий срок оказываются в зоне сезонных колебаний температур – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднегодовых

экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$), причем глубина зоны минусовых температур составляет до 1 м от поверхности (рис.2.6). Также из-за существенных глубин отработки изменяется положение зоны постоянных температур в зоне влияния карьера, так как дно карьера гипсометрически опускается значительно ниже 20 м, чаще всего достигает -50 м по отношению к дневной поверхности.

При разработке ПГС смена температурного режима не столь кардинальна, как при разработке известняков из-за меньшей глубины вскрытия пород. Породы, и без того находились в зоне сезонных колебаний, хотя амплитуда колебаний температур была значительно меньше и переход через 0°C отсутствовал: температурные колебания в естественных условиях составляли от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+8,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=4^{\circ}\text{C}$), при вариациях экстремумов $+1,9^{\circ}\text{C}$ до $+14,7^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=12,5^{\circ}\text{C}$), в отличие температур поверхности – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднеголетних экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$) (рис.2.6). Воздействие на положение зоны постоянных температур в зоне влияния карьера, предположительно, несущественно – дно карьера в любом случае гипсометрически не добирается до этой зоны, и изменение глубины будет, незначительно.

Смена температурного режима при разработке песков соответствует промежуточному состоянию между температурными изменениями, характерными для разработки известняков и ПГС. Амплитуда колебаний температур в естественных условиях варьирует от $+4,2^{\circ}\text{C}$ до $+8,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=4^{\circ}\text{C}$), при вариациях экстремумов $+1,9^{\circ}\text{C}$ до $+14,7^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=12,5^{\circ}\text{C}$) до постоянной температуры $+4,2^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t^0=0^{\circ}\text{C}$) в зависимости от глубины заложения карьера. После вскрытия и отработки полезного ископаемого температуры соответствуют температурам поверхности – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+17,9^{\circ}\text{C}$ (при учете среднеголетних экстремумов – от $-8,6^{\circ}\text{C}$ до $+24,2^{\circ}\text{C}$) (рис.2.6). Зона постоянных температур оказывается в зоне влияния карьера, поскольку глубина карьера достигает 20 м.

При разработке суглинков изменение температурного режима незначительно, поскольку отложения и ранее находились в зоне сезонных колебаний температур (рис.2.6). Положение зоны постоянных температур, скорее всего, останется прежним.

Степень трансформации температурного поля уменьшается следующим образом:

известняки $\longrightarrow$ пески $\longrightarrow$ ПГС $\longrightarrow$ суглинки

Безусловно, шумовое и вибрационное воздействие, особенно при разработке известняков, существенно отличаются от естественных полей, но эти характеристики оказались вне данного исследования.

3.6.7. Трансформация геодинамических условий

Активная разработка МСМ способствует развитию целого набора инженерных процессов на территориях, ранее незатронутых или затронутых незначительно экзогенными геологическими процессами [54 – 56, 78 – 82, 86 – 90, 92, 93, 95, 96].

Карьеры известняков. Высокая техногенная расчлененность рельефа способствует формированию либо активизации различных инженерно-геологических процессов. В первую очередь, развиваются такие нехарактерные для средней полосы России гравитационные процессы, как обвалы и осыпи (рис.3.17, а).



Рис.3.17. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах известняков:
а) осыпные и обвальные массы у основания уступов (Ново-Пятовский карьер после длительного перерыва в работе; б) брошенный из-за чрезвычайной активизации оползневых процессов в период разработки Турунинский карьер известняков: тело многоступенчатого оползня почти полностью накрыло уступы известняка; в) линейная эрозия на отвалах одного из дробильно-сортировочных цехов (р-н месторождений Пятовской группы); г) заболачивание территории Ново-Пятовского участка Пятовского карьера.

Не менее редки, но более привычны оползни, однако оползневые процессы на площади отработки известняков в большей степени присущи брошенным карьерам известняков. Единственный карьер известняков, в котором оползневые процессы привели к прекращению добычи строительного камня, поскольку при разведке месторождения не была в должной мере оценена возможность проявления инженерно-геологических гравитационных процессов в весенне-осенний периоды, это Турунинский карьер в пригороде г. Калуга (рис.3.17, б). Протяженность территории активного развития гравитационных процессов составляет для Ново-Пятовского карьера более 4,2 км (по верхней бровке вскрышного уступа).

На обширных поверхностях добычных и вскрышных уступов, как и на незадернованных откосах отвалов вскрышных и некондиционных пород идет выветривание. Особенно активно развивается физическое и химическое выветривание самих известняков, подвергающихся агрессивному воздействию сернистых газов, находящихся в воздухе, кардинальной смене температур. Биологическое выветривание проявляется только при длительном перерыве работ.

На этой же территории идет развитие эрозии откосов отвалов (рис. 3.17, в). На дне карьера наблюдается заболачивание (рис.3.17, г).

ПГС. Химическое выветривание в силу инертности материала отсутствует. Биологическое выветривание затруднительно по той же причине. Изменение температурного режима, безусловно, способствует активизации физического выветривания, но в связи с тем, что при образовании самих отложений воздействия в процессе осадконакопления были значительно серьезнее, то к настоящему времени остались либо уже мало подверженные дальнейшему выветриванию породы и минералы (например, кремни, составляющие большую часть крупнообломочной фракции), либо уже и без того выветрелые (известняки, гранитоиды из той же крупнообломочной части отложений).

На нарушенной разработкой территории идет развитие площадной и линейной эрозии бортов карьера и отвалов некондиционных пород (рис.3.18). На дне брошенной карьерной выемки сформировался пруд, питающийся талыми и дождевыми водами.

Пески. Достаточная техногенная расчлененность рельефа способствует формированию различных инженерно-геологических процессов. В случае разработки песков гравитационные процессы представлены оползнями и осыпями (рис.3.19, а), последние периодически приводят к несчастным случаям [105].

В бортах добычных уступов имеет место развитие плоскостной и линейной эрозии, обусловленной превышением естественных углов откосов в несвязных грунтах (рис.3.19,б). Кроме того, в связи со вскрытием грунтовых вод наблюдается частичное подтопление карьера (рис. 3.19, б).

Также именно при разработке песков имеет высокую вероятность развитие дефляции.

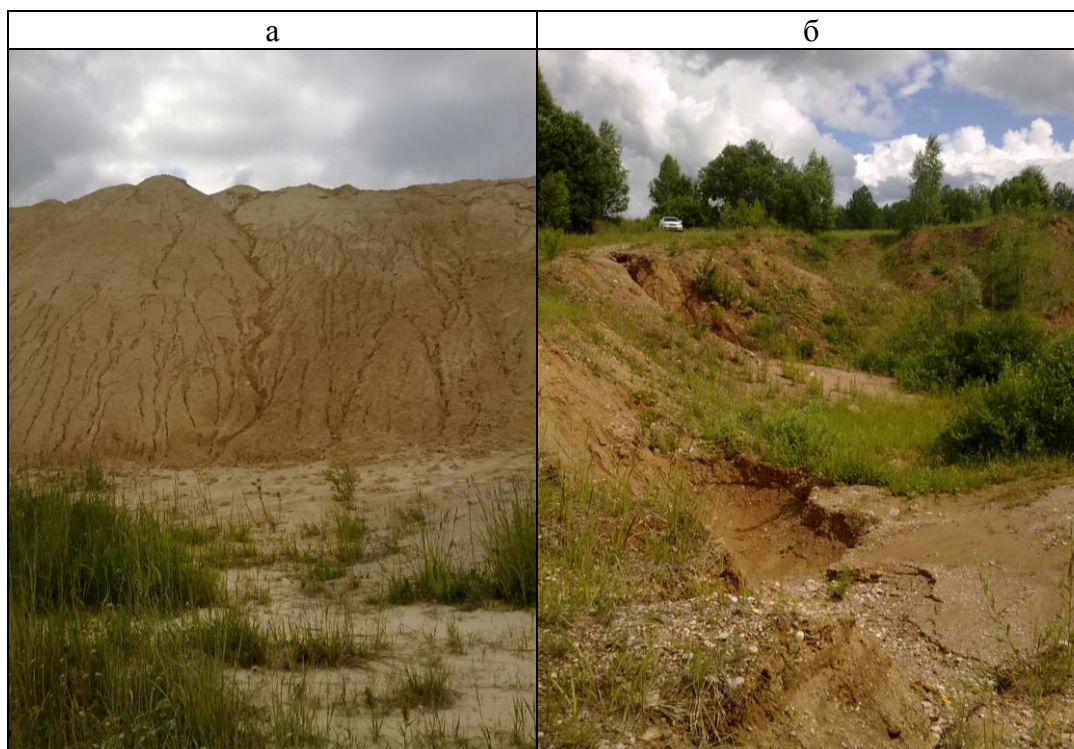


Рис. 3.18. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах ПГС: а) линейная эрозия на отвалах глинисто-карбонатного заполнителя при добыче гравия на месторождении ПГС Рагозино-2 (Боровский р-н); б) промоины в бортах брошенного карьера ПГС (Мосальский р-н).

Суглинки. В период обследования Кожуховского карьера выявлено лишь подтопление выемки в период межсезонья (рис.3.12). Хотя на ряде других карьеров фиксируются оплывины (спливы) бортов карьеров. В период весеннее-осенних дождей, безусловно, идет развитие площадной эрозии бортов карьера, так как нагорные канавы, предназначенные для перехвата талых и дождевых вод, отсутствуют, как и на остальных рассмотренных карьерах.



Рис.3.19. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах песков: а) оползание бортов карьера (Коллонтаевский карьер); б) промоины в борту добычного уступа и подтопление карьера (Коллонтаевский карьер).

3.6.8. Трансформация ландшафтных особенностей

3.6.8.1. Трансформация экосистем

Разработка месторождений строительных материалов оказывает существенное воздействие на экосистемы, развитые на вовлекаемой в отработку территории [78 – 820, 91].

Экосистемы площади нарушения полностью уничтожаются, а экосистемы прилегающих к разработке территорий оказываются в нехарактерных и дискомфортных для них условиях. Степень изменения внешних условий зависит от удаленности той или иной территории по отношению к разрабатываемому участку. Например, территории, находящиеся в непосредственной близости от технологических дорог (на расстоянии до 50 м), буквально «накрывает» слоем пыли, что в дальнейшем снижает ее естественную освещенность и препятствует дыханию почвы (рис. 3.11).

Поскольку все эксплуатируемые месторождения строительных материалов располагаются на территориях, свободных от леса, на их площади исходно распространены луговые фитоценозы либо агроценозы, если данная территория ранее подвергалась сельскохозяйственной обработке. В результате эксплуатации МСМ исходные фитоценозы прилегающих территорий претерпели существенные изменения. Наблюдаются участки подавления роста и количества травостоя, примыкающие к территории активного нарушения либо к технологическим дорогам. Ширина зоны подавления фитоценозов, помимо прочего, зависит от положения прилегающей территории по отношению к господствующему направлению ветров. Кроме того, в некоторых случаях имеет место замещение луговых фитоценозов прилегающей территории на гидрофильные.

При этом в зоне стагнации добычных мероприятий более 3 лет на территории собственно разработки происходит создание новых, чаще гидрофильных, фитоценозов, хотя изредка встречаются ценозы с вертикальной зональностью (рис.3.20). Начало процесса самовосстановления экосистемы возможно в новых условиях, благодаря высокой способности к восстановлению экосистем области и благоприятному биофильному составу вскрываемых и вскрышных отложений. Препятствием для восстановления являются лишь слишком крутые склоны бортов карьерных выемок.

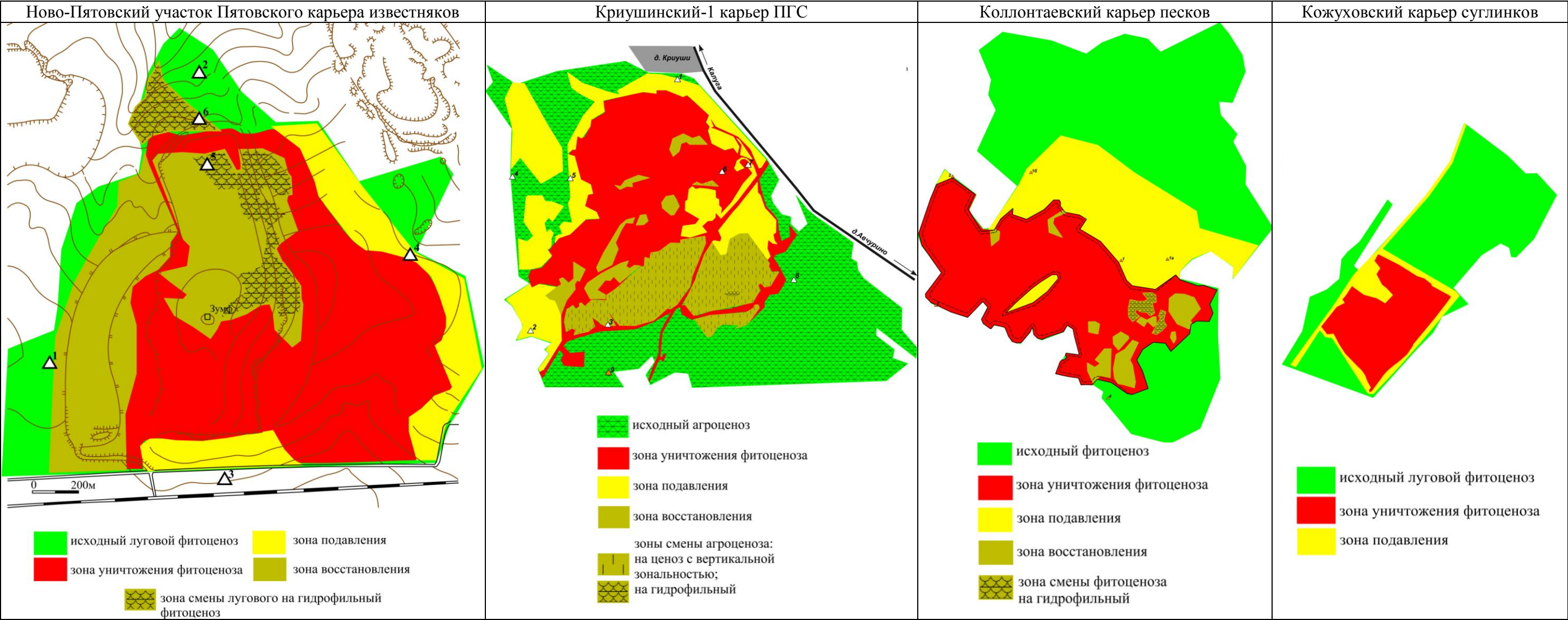


Рис.3.20. Схема замещения исходных фитоценозов по площади.

Таблица 3.8. Состояние фитоценозов территории

Группа	Категория состояния фитоценоза/агроценоза	Ново-Пятовский участок (известняки)		Криушинский-1 (ПГС)		Коллонтаевский (пески)		Кожуховский (суглинки)	
		Площадь, м ²	%	Площадь, м ²	%	Площадь, м ²	%	Площадь, м ²	%
	Исходный	2 524 176	100	864 018	100	1 031 825	100	397 553	100
I	Уничтожение	1 046 142*	41,4	244 288*	28,3	298 341*	28,9	105 163	26,5
II	Восстановление	718 965	28,6	127 470	14,8	37 210	3,6	0	0
	Подавление	322 206	12,7	149 878	17,3	188 578	18,3	45 550	11,5
III	Естественный	436 864	17,3	342 382**	39,6	507 696	49,2	246 840	62,0

*отсутствие растительности, в т.ч. и пионерной, в настоящее время

**развитие естественного сукцессионного ряда на основе агроценоза

В результате обследования установлено, что в районе Ново-Пятовского участка Пятовского карьера известняков осталось только 17,3 % от площади исходного лугового фитоценоза; в районе Криушинского-1 карьера ПГС - 39,6 % от площади исходного агроценоза; в районе Коллонтаевского карьера песков исходный фитоценоз сохранился на 49,2 % площади, поскольку площадь месторождения в данном случае существенно меньше площади лугового фитоценоза; в районе Кожуховского карьера суглинков исходный фитоценоз занимает 62,0 % от общей площади, что обусловлено не только меньшей площадью месторождения по отношению к площади фитоценоза, но и кратким сроком эксплуатации месторождения - к настоящему времени в отработку вовлечено менее половины площади горного отвода (рис.3.20, табл.3.8). При этом необходимо учитывать соотношение площади, занятой исходно рассматриваемым фитоценозом, и пространственным распространением продуктивной залежи. Так, например, территория распространения фитоценоза может быть близка к площади месторождения (Ново-Пятовский участок), а может и более чем в два раза превышать площадь месторождения (Коллонтаевский карьер).

Выделение зон, характеризующих состояние фитоценозов площади месторождения, основано на полевых полуинструментальных наблюдениях, приведенных в табл. 3.9. Выделение подзон восстановления/подавления определялось по принадлежности к тому или иному фитоценозу с учетом нарушенности добычными мероприятиями территорий.

Таблица 3.9. Характеристики состояния фитоценозов территории

Группа	Количество видов	Параметры травостоя		
		Проективное покрытие, %	Расстояние между основаниями растений, см	Высота, см
Ново-Пятовский участок Пятовского карьера известняков*				
I	≤ 3	≤ 10	≥ 30	< 20
II	3 - 18	10 – 70	6 - 28	7 - 110
III	≥ 20	≥ 70	< 6	> 50
Криушинский-1 карьер ПГС**				
I	≤ 3	<< 10	≥ 50	< 5
II	3 - 10	10 – 50	7 - 32	5 – 12*
III	> 20	50 - 70	< 7	15 - 30
Коллонтаевский карьер песков***				
I	< 3	≤ 10	≥ 50	< 15
II	3 - 20	10 – 60	5 - 30	7 - 110
III	≥ 20	≥ 80	< 5	20 - 120
Кожуховский карьер суглинков****				
I	0	0	-	-
II	3 - 18	10 – 50	6 - 30	2 - 100
III	≥ 20	≥ 60	< 6	3 - 120

*по состоянию на вторую декаду июля 2012 г.

**по состоянию на первую декаду августа 2012 г.

***по состоянию на третью декаду июля 2012 г.

**** по состоянию на первую декаду июля 2012 г.

Микробиологическая активность почв территории при индикации по целлюлозоразрушающим микроорганизмам приведена в табл.3.10.

Таблица 3.10. Определение скорости разложения целлюлозной пленки

Наименование карьера	№ площадки	Время экспозиции, сутки	ΔР, мг	V, мг/сутки
Ново-Пятовский	НП-4	30	6,1	0,203
	НП-6		5,0	0,167
Криушинский-1	Кр-1		6,9	0,230
	Кр-2		0,4	0,013
Коллонтаевский	Кл1б		5,2	0,203
	Кл3		3,3	0,110
Кожуховский	К-1		3,6	0,120
	К-2		2,8	0,093
Контрольный образец*			7,7	0,257

*Питательная среда (цветочный грунт)

Прослеживается резкое снижение (площадка К-2, Кожуховский карьер суглинков) до полного подавления микробиологической активности почвенного покрова (площадка № Кр-2, Криушинский карьер ПГС), соответствующее чрезвычайно высоким уровням содержания ПАУ в интервале 0 – 0,05 м (рис.3.14).

Уровни техногенного химического загрязнения растительности, связанные с разработкой карьеров закономерно коррелируют с уровнями техногенного химического загрязнения почв (рис.3.13 и 3.21). Наблюдаются чрезвычайно высокие уровни содержания ПАУ: содержание бенз(а)пирена в растительности прилегающей территории Криушинского-1 карьера ПГС на всей площади, они составляют от 20 до 1000 мкг/кг (1 - 500 ПДК(!) по В(а)Р). В растительности, развитой на территории, прилегающей к Кожуховскому карьере суглинков, содержится от 79 до 219 мкг/кг бенз(а)пирена (4 – 11 ПДК (!) по В(а)Р). Уровни техногенного химического загрязнения растительности, связанные с разработкой Коллонтаевского карьера песков, не высоки, лишь на двух площадках отмечено содержание В(а)Р в 21 и 44 мкг/кг, что соответствует 1 - 2 ПДК. Уровни техногенного химического загрязнения растительности, связанные с разработкой Ново-Пятовского карьера известняков, незначительны – на всей площади они более, чем в два раза ниже ПДК по В(а)Р, однако существующие уровни в 5-10 мкг/кг В(а)Р свидетельствуют о наличии источника загрязнения.

Наблюдается закономерное соответствие между уровнями техногенного загрязнения полиаренами и господствующим направлением ветра. Так, площадка 2 (Коллонтаевский карьер) с наибольшим содержанием В(а)Р с трех сторон окружена лесом, что способствовало задержке выбросов. Зона загрязнения ПАУ растительности наиболее показательна: конфигурации вытянута по направлению господствующего ветра юго-западного румба и ограничивается естественными барьерами (лесом) с северо-запада, востока и юго-востока.

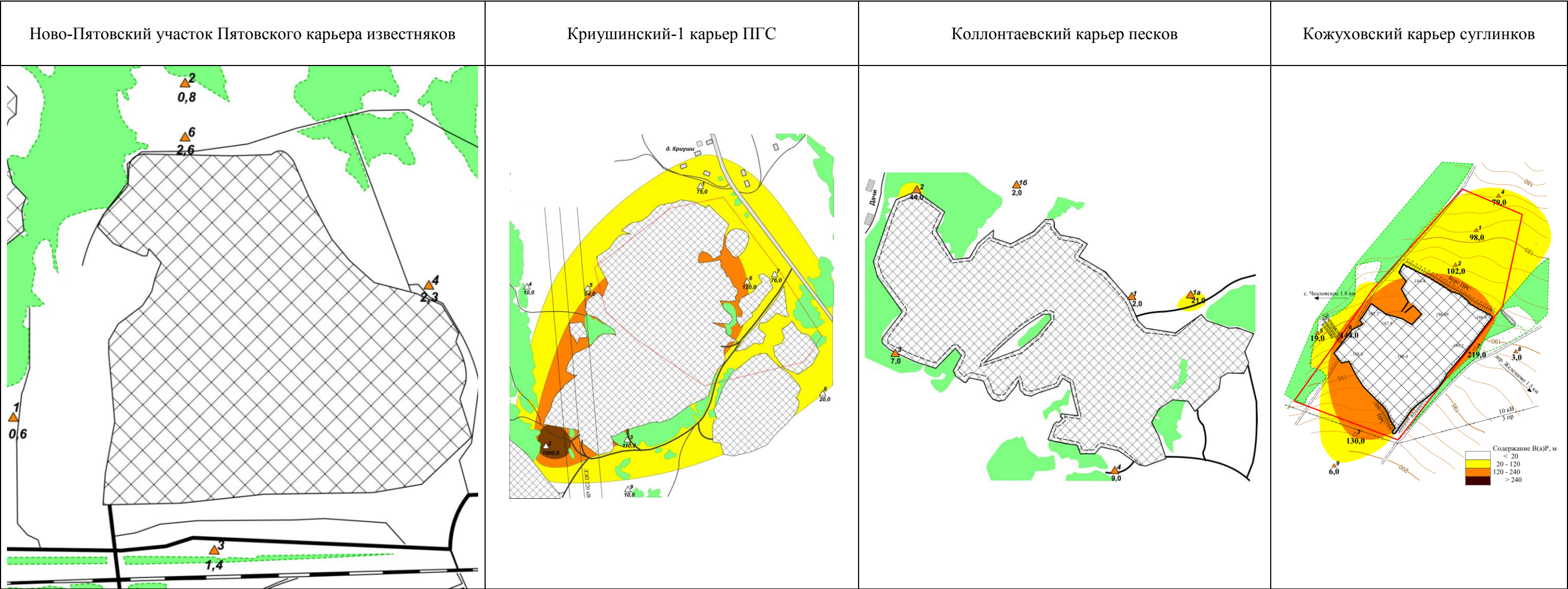


Рис.3.21. Распределение В(а)Р в растительности по площади.



Особенно примечательно распределение ПАУ в растительности на Криушинском-1 месторождении ПГС: здесь аномально высокое содержание В(а)Р в районе площадки №2 обусловлено специфическим сочетанием поворота технологической дороги, расположенной к тому же в понижении рельефа, и ландшафтными и геоморфологическими особенностями территории, создающими подобие ловушки для выхлопов транспорта.

Некоторые зависимости между уровнем В(а)Р и характеристиками растительности приведены в Прил. VI.

Что касается социума, то зачастую скуммирование имеющейся техногенной нагрузки с негативным воздействием, оказываемым разработкой карьеров, способствует ухудшению общего экологического состояния территорий и состояния здоровья населения [] вплоть для прямой угрозы жизни [36, 109, 138]. Последнее особенно характерно для разработок песка из-за неустойчивого состояния бортов, ведущее к спонтанному обрушению при незначительном воздействии.

Помимо этого, необходимо отметить, что разработка карьеров, особенно в активной фазе, ведет к вытеснению фауны из естественных мест обитания как за счет механического нарушения площадей, так и за счет изменения внешних привычных условий обитания.

3.6.8.2. Трансформация поверхностной гидросферы

Как уже упоминалось выше, при разработке месторождений строительных материалов деление гидросферы на подземную часть, находящуюся в сфере компетенции гидрогеологии, и поверхностную, относящуюся к ведению гидрологии и гидрографии, становится чрезвычайно условным: при вскрытии водоносного горизонта карьерной выемкой он автоматически переходит в разряд поверхностного водоема; и наоборот, при засыпке отработанного карьера техногенный водоем, образовавшийся в нем и являющийся поверхностным, переходит в разряд подземных. Это говорит об условности подобного деления, по крайней мере в этом конкретном случае.

Так, из-за горнопромышленных добычных мероприятий на Ново-Пятовском участке Пятовского карьера, на небольших участках дна выработки водоносный алексинский горизонт фактически стал доступен для химического техногенного загрязнения и одновременно на этих участках превратился в поверхностный водоем. Кроме этого, в результате длительных откачек из данного горизонта, осуществлявшихся на протяжении 30 лет, к северу от карьера сформировалось болото, т.к. сброс из водоотлива осуществлялся на слишком пологую часть склона и вода из водоотлива вопреки расчетным параметрам скапливалась в месте сброса – сток в соседний ручей был несопоставим с технологическим водоприток. Эти же откачки привели в конечном счете к настолько существенному водопонижению, что в 2013 г. они были

прекращены без последствий для карьера. Сама выработка из-за наличия глинистых прослоев в известняках мощностью до 1 – 2 м и отсутствия нагорных канав по периметру карьера, способствует аккумуляции всех поверхностных стоков дождевых и талых вод. Болото в северной части карьера пересыхает только в летний период засушливых лет.

Что касается химического загрязнения воды в районе Ново-Пятовского участка Пятовского карьера известняков, то в результате выполненного исследования проб воды из болота в северной части карьера (площадка № 5) и из водоотлива, сброс из которого производился вблизи площадки № 6, было выявлено, что содержание бенз(а)пирена в воде заболоченного участка карьера составляет 18,8 нг/л, что превышает ПДК (5 нг/л) для воды хозяйственно-бытового пользования в 3,8 раза, а в воде, сбрасываемой за пределы карьера из водовода, 6,1 нг/л, что в 1,2 раза выше ПДК. При этом суммарное содержание остальных ПАУ составляет 300 нг/л и 166 нг/л в пробах площадок № 5 и № 6 соответственно (табл.3.11). Таким образом, открытое зеркало водоносного горизонта становится аккумулятором для полиаренов – продуктов неполного сгорания дизельного топлива. А далее химическое загрязнение, сопровождающее отработку, самотеком поступает из карьерного водовода в безымянный ручей, и затем - в р.Суходрев.

Таблица 3.11. Содержание ПАУ в воде

№ площадки	№ пробы	Содержание ПАУ, нг/л							
		B(a)P	Phen	Antr	Flt	Pyг	BaA+Chrys	BbF+BkF	BPL
Ново-Пятовский участок Пятовского карьера известняков									
5	5В	18,8	150,0	9,0	8,0	55,0	37,0	25,0	16,0
6	6В	6,1	100,0	4,0	5,0	30,0	20,0	6,0	1,0
Криушинский-1 карьер ПГС									
	Кр-В	26,2	-	-	-	-	-	-	-
Коллонтаевский карьер песков									
	Кл-В	7,7	-	-	-	-	-	-	-
Кожуховский карьер суглинков									
	К-В	16,4	-	-	-	-	-	-	-
ПДК (вода):									
хоз.-быт. пользования		5	-	-	-	-	-	-	-
рыбохоз. пользования		1							

Приходится констатировать, что в результате разработки всех рассмотренных месторождений в поверхностной гидросфере прилегающей территории меняются режим и питание, о чем и свидетельствует появление в зоне стагнации добычных работ стихийного болота, описанное выше, или озер, как, например, в брошенной части Криушинского-1 карьера.

В результате выполненного исследования пробы воды из стихийного озера (Криушинский-1 карьер ПГС) в юго-восточной части карьера выявлено, что содержание бенз(а)пирена в воде составляет 26,2 нг/л, что превышает ПДК для воды хозяйственно-

бытового пользования более чем в 5 раз (табл.3.11). Относительно невысокое загрязнение воды – в сравнении с высоким загрязнением почв – вероятно, объясняется наличием биобарьера и спецификой рельефа.

В результате разработки Коллонтаевского месторождения песков в гидросфере прилегающей территории меняются режим и питание, о чем свидетельствует образование на части территории выработки стихийного неглубокого озера, причем глубина водоема до 0,5 м в дальнейшем предполагает его дальнейшее развитие по болотному типу.

В результате выполненного исследования пробы воды из стихийного озера выявлено, что содержание бенз(а)пирена в воде незначительно и составляет 7,7 нг/л, что, впрочем, несколько превышает ПДК для воды хозяйственно-бытового пользования (табл.3.10). Относительно невысокое загрязнение воды, вероятно, объясняется общим невысоким загрязнением среды, и, разумеется, остановкой работ.

Аналогично предыдущему карьере, в результате разработки Кожуховского месторождения суглинков в гидросфере прилегающей территории меняются режим и питание, поскольку вместо пологой плоской поверхности с небольшим общим уклоном в слабо проницаемых суглинистых отложениях появилась искусственная выемка, в весенне-осенний период заполняющаяся водой (рис. 3.21). Испарение и инфильтрация из карьера в нижележащие слои незначительны, а какой-либо сток отсутствует. В результате выполненного исследования пробы воды из стихийного озера выявлено, что содержание бенз(а)пирена в воде составляет 16,4 нг/л, или чуть более 3 ПДК (табл.3.10). Относительно невысокое загрязнение воды, вероятно, объясняется сезонным вынужденным перерывом в работе карьера.

3.7.8.3. Трансформация приземной атмосферы при разработке месторождений строительных материалов

Рассмотрение трансформации приземной атмосферы в данном разделе основано на том, что микроклимат территорий является составной частью ландшафтных особенностей, а микроклимат территории бессмысленно рассматривать, не включая в круг вопросов трансформацию приземной атмосферы.

Ново-Пятовский участок Пятовского карьера известняков. Наибольшее воздействие на состояние приземной атмосферы оказывает пылевое загрязнение, происходящее вдоль технологических дорог карьера (рис.3.10) и при проведении буровзрывных работ (рис.3.22), входящих в состав добычных мероприятий при разработке известняков. При этом пылевые выбросы от буровзрывных работ имеют локальное распространение и не выходят за пределы карьерного пространства, поскольку проводятся при разработке лишь известняков михайловского и алексинского горизонтов, залегающих под веневскими и тарусскими отложениями, то есть по достижении карьером глубины 20 – 30 м. Уровень химического

загрязнения приземного слоя атмосферы незначителен и близок к фоновым концентрациям (табл.3.12).

Криушинский-1 карьер ПГС. Наибольшее воздействие на состояние приземной атмосферы оказывает техногенное химическое загрязнение, происходящее при проведении работ (табл. 3.12). При этом пылевое загрязнение атмосферы незначительно, что объясняется физико-механическими свойствами вмещающих пород. Наибольшие концентрации В(а)Р наблюдаются в приземном слое воздуха в районе площадки № 2, где располагается поворот технологической дороги в понижении рельефа. При этом содержание бенз(а)пирена в фильтрах площадки № 1 также существенно, что объясняется расположением площадки с подветренной стороны от карьера по отношению к господствующей розе ветров.



Рис.3.22. Пылевое загрязнение приземной атмосферы при буровзрывных работах (Полотняно-Заводское №1).

Таблица 3.12. Содержание ПАУ в приземном слое воздуха при разработке карьеров

Вид сырья (карьер)	№ площад- ки	Содержание ПАУ, нг/фильтр								
		В(а)Р	Phen	Antr	Flt	Pyт	BaA+Chrys	BbF+BkF	BPL	ΣПАУ
Известняки (Ново-Пятовский уч-к Пятовского м-ния)	1	1,2	60,0	1,2	6,0	28,0	53,0	1,0	3,0	153,4
	3	3,3	168,0	4,0	5,0	48,0	64,0	2,0	17,0	311,3
	4	2,5	67,0	2,0	3,0	33,0	24,0	1,0	10,0	142,5
	6	4,7	78,0	2,0	6,0	25,0	39,0	3,0	9,0	166,7
ПГС (Криушин- ский-1)	1	205	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	489	-	-	-	-	-	-	-	-
Пески (Коллонтаев- ский)	16	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Суглинки (Кожухов-ский)	2	342	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Фон*		0 – 3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Зоны с высокой техногенной нагрузкой*		> 300	-	-	-	-	-	-	-	-

*по данным НПО «Тайфун»

Коллонтаевский карьер песков. Трансформация приземной атмосферы на прилегающей к карьере территории не выявлено, что связано с приостановкой работ, а также с геоморфологией участка, благоприятствующей «замыканию» каких-либо загрязнителей, включая и пылевые выбросы в пространстве карьера. Присутствие в приземной атмосфере ПАУ обусловлено дискретными заездами в карьер самосвалов, вывозящих остатки полезного ископаемого, складированного на территории карьера (табл.3.12).

Кожуховский карьер суглинков. Наибольшее воздействие на состояние приземной атмосферы оказывает техногенное химическое загрязнение, происходящее при проведении работ (табл. 3.12). При этом пылевое загрязнение атмосферы незначительно, что объясняется физико-механическими свойствами вскрываемых пород, а высокие концентрации В(а)Р наблюдаются в приземном слое воздуха в районе площадки № 1, что объясняется расположением площадки с подветренной стороны от карьера по отношению к господствующей розе ветров.

3.7. Классификация месторождений строительных материалов по состоянию эколого-геологических условий и экологическим последствиям их разработки

В зависимости от генезиса полезной толщи наблюдаются существенные отличия как в вариантах и длительности отработки, так и в видах и сферах воздействия МСМ на ЭГС (табл.3.13).

Совместный анализ факторов ЭГУ территорий разработки МСМ позволяет оценить их состояние и ранжировать экологические последствия разработки МСМ с выделением трех категорий: (1) минимальные; (2) умеренно неблагоприятные и (3) кризисно неблагоприятные экологические последствия (табл.3.14).

Приходится отметить, что эти выделения (норма-риск-кризис) являются, во-первых, чрезвычайно условными, поскольку введение каких-либо соотношений присуще исключительно антропоцентрическому подходу, как и любые оценки площадных соотношений; и, во-вторых, в большей степени носят на настоящий момент качественный характер, т.к. для количественных характеристик необходим набор базы данных и установление нормативных критериев..

Выводы

На основе приведенного материала можно сделать следующие выводы:

1) установлено существенное нарушение исходных эколого-геологических условий на территориях МСМ, в том числе и трансформация геохимической составляющей, в результате их горнопромышленного освоения;

Таблица 3.13. Сравнительная характеристика горнотехнических параметров и техногенного воздействия

Наименование карьера (район расположения)		Кожуховский (Дзержинский)		Коллонтаевский (Малоярославецкий)		Криушинский I (Ферзиковский)		Ново-Пятовский уч-к (Дзержинский)	
Горнотехнические параметры на период опробования	тип сырья	суглинки		пески		ПГС		известняки	
	площадь, га	11,3		18,0		10,7		104	
	глубина, м	4,4 – 6,0		10,0 – 18,0		10,5 – 12,0		20,0 - 25,0	
	интенсивность отработки, тыс.м ³	62,5		300,0		100,0		500,0	
	срок отработки	2007 - 2016		1985 – 1999, 1999 - 2016		1964 – 1965, 1982 – 2004, 2007 - 2028		1982 – 2002, 2002 – 2004, 2011 - 2021	
	Карьерная техника	Дизельные: бульдозер, экскаватор, КАМАЗы		Дизельные новые: бульдозер, экскаваторы, погрузчик, автосамосвалы НОМО		Дизельные: бульдозер, экскаваторы, погрузчик, грохот, дробилка, КрАЗы		Дизельные: бульдозеры, компрессоры, БелАЗы. Электрические: экскаваторы, буровые станки	
Содержание ПАУ, мкг/кг									
Кол-во выявленных ПАУ		15		13		15		12	
наименование		B(a)P	Σ ПАУ	B(a)P	Σ ПАУ	B(a)P	Σ ПАУ	B(a)P	Σ ПАУ
Интервалы опробования, м	растительность	98 ¹ 130 ²	4350 ¹ 10288 ²	2 44	113 2167	75 1000	5431 7308	3 10	520 2065
	0,00 – 0,05	5 180³	839 6202	1 106	511 1189	42 32210	6843 610994	2 9	305 847
	0,05 – 0,20	3 25	102 995	1 7	428 1644	50 3520	439 120610	1 3	503 962
	0,20 – 0,35	3 13	24 297	2 10	63 2378	10 1240	651 34640	1 3	30 104
	0,45 – 0,50	1 170	34 4756	2	406	4 53	3116 3446	1 9	68 181
	0,95 – 1,00	1 18	44 407	-	-	3 12	135 4528	1 5	24 95
	1,45 – 1,50	3 24	277 349	-	-	1 15	73 123	1 14	25 62
	1,95 – 2,00	3 17	174 938	-	-	2 12	70 89	1 4	32 72
Температурное поле	Изменение ΔT, °C	13,6		19,1		15,1		19,1	
	Зона Tconst	Нет влияния		Вскрытие		Нет влияния либо незначительное		Вскрытие и внедрение на 20 и более м	
Преобразование рельефа (K _{ПР})		1,007		1,026		1,016		1,085	
Виды провоцируемых ИГП		Подтопление, площадная эрозия		Оползни, эрозия, подтопление, дефляция		Эрозия, оползни, дефляция		Обвалы, осыпи, оползни, эрозия, выветривание, подтопление, карст	

¹ - минимальные значения; ² - максимальные значения; ³ - содержание В(а)Р выше ПДК(почвы)

Таблица 3.14. Классификация месторождений строительных материалов (МСМ) по состоянию эколого-геологических условий (ЭГУ) и экологическим последствиям их разработки

Вид строительный материал	Параметры отработки МСМ					Воздействия разработки МСМ на компоненты ЭГУ				Состояние экосистем территории МСМ	Состояние ЭГУ месторождения	Экологические последствия разработки МСМ
	Глубина, м	Площадь, га	Срок, лет	Наличие БВР	Условия отработки	Ресурсное	Геодинамическое	Геохимическое	Геофизическое			
Известняки	< 10	< 20	< 5	Нет	Нормальные	Слабое	Слабое	Слабое	Слабое	Экологическая норма	Удовлетворительное	Минимальные
	10-20	20-50	5-20	Есть	Умеренно неблагоприятные	Умеренное	Умеренное		Умеренное	Экологический риск	Условно удовлетворительное	Умеренно неблагоприятные
	>20	>50	>20		Кризисные	Сильное	Сильное		Сильное	Экологический кризис	Неудовлетворительное	Кризисно неблагоприятные
ПГС (крупно-обломочные грунты)	< 15	<25	< 5	Нет	Нормальные	Умеренное	Слабое	Умеренное	Слабое	Экологический риск	Условно удовлетворительное	Умеренно неблагоприятные
	>15	>25	>5		Умеренно неблагоприятные	Сильное	Умеренное	Сильное	Умеренное	Экологический кризис	Неудовлетворительное	Кризисно неблагоприятные
Пески	< 15	< 25	< 5	Нет	Нормальные	Слабое	Слабое	Слабое	Слабое	Экологическая норма	Удовлетворительное	Минимальные
			Умеренное			Умеренное		Экологический риск		Условно удовлетворительное	Умеренно неблагоприятные	
	>15	>25	>5		Умеренно неблагоприятные	Сильное	Умеренное	Умеренное	Умеренное	Экологический кризис	Неудовлетворительное	Кризисно неблагоприятные
Суглинки кирпичные	< 2	< 5	< 5	Нет	Нормальные	Слабое	Слабое	Умеренное	Слабое	Экологический риск	Условно удовлетворительное	Умеренно неблагоприятные
	2-5	5 - 20	5-10		Умеренно неблагоприятные		Умеренное					
	>5	>20	>10		Умеренно неблагоприятные		Умеренное					

- 2) выявлена зависимость интенсивности и уровня воздействия разработки МСМ от вида добываемого сырья;
- 3) разработана классификация месторождений строительных материалов по состоянию эколого-геологических условий и экологическим последствиям их разработки;
- 4) экспериментально подтверждено угнетающее воздействие высоких содержаний В(а)Р и ПАУ в зонах влияния разработки МСМ на растительность.

В результате выполненного анализа данных можно сформулировать **второе защищаемое положение:** Разработка месторождений строительных материалов Калужской области ведет к локальной трансформации эколого-геологических условий не только собственно нарушаемых, но и прилегающих территорий: наибольшие изменения претерпевают ресурсная, геохимическая и геодинамическая функции литосферы; причем степень трансформации эколого-геологических условий зависит от вида извлекаемого полезного ископаемого и способа его добычи.

Глава 4. Обоснование геоэкологического мониторинга и рекультивации территорий месторождений строительных материалов

Изложенное в предыдущих главах свидетельствует о существенном преобразовании эколого-геологических условий в районах разработки месторождений строительных материалов. Более того, расположение данных объектов в приповерхностной части литосферы обуславливает необходимость ведения комплексного геоэкологического мониторинга для контроля и управления ситуацией, поскольку техногенное негативное воздействие не локализуется в эколого-геологических системах, а естественным образом охватывает и смежные среды: приземную атмосферу и поверхностную гидросферу. Уничтожение исходных эколого-геологических систем нарушаемой горнопромышленными мероприятиями площади также не является основанием для исключения их из системы мониторинга. Дополнительным аргументом в пользу единого геоэкологического мониторинга служат и небольшие размеры объектов, при которых создание нескольких параллельных систем мониторинга совершенно обосновательно. Между тем, без всестороннего отслеживания ситуации во времени и пространстве принятие управляющих решений представляется проблематичным и некорректным [81, 83, 84, 93, 96]. Также ведение геоэкологического мониторинга на основе углубленного мониторинга эколого-геологических условий позволит пополнить чрезвычайно скудные базы данных по геохимическому составу распространенных на территории отложений, особенностям температурного и радиационного полей в районах месторождений строительных материалов и т.д. При этом, именно геоэкологический мониторинг с учетом эколого-геологических особенностей районов эксплуатируемых месторождений строительных материалов может стать действенным инструментом для исправления ситуации с тотальным отсутствием рекультивации как таковой, что в настоящее время является одной из самых острых проблем горнопромышленного сектора и рационального природопользования.

4.1. Принципы геоэкологического мониторинга

Исходя из принципов, заложенных в основу эколого-геологического мониторинга [54], представляется целесообразным при создании геоэкологического мониторинга районов месторождений строительных материалов опираться на следующие:

1. **Принцип взаимосвязи и взаимодействия**, который объединяет положения о структурно-организационном единстве с существующими системами, функциональной системе цепи последовательных этапов (наблюдение – оценка – прогноз – управление) и о

самосовершенствовании в процессе развития. Система мониторинга любого уровня, безусловно, строится с учетом взаимодействия с высшими системами и низшими подсистемами [54]. В нашем случае мониторинг/обследование находится на самом низшем иерархическом уровне, поскольку является вариантом детального мониторинга отдельно взятого месторождения. Мониторинг функционирует во времени как взаимосвязанная и взаимообусловленная система цепи постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управления, развивающаяся по спирали и закономерно совершенствующаяся в процессе своего развития, т.е. по мере работы системы мониторинга качество прогнозов и эффективность управления улучшаются.

2. Принцип необходимой достаточности, включающий положения о целесообразном расположении сети пунктов наблюдения в пространстве и частоте наблюдений, обусловленной особенностями исследуемого объекта. Пространственная структура системы пунктов получения информации (СППИИФ) определяется природными геологическими особенностями территории, особенностями экосистем, расположенных на данной территории, с учетом дальнейшего преобразования и изменения в результате промышленного освоения. При этом частота наблюдений и сбора информации полностью определяется динамикой процессов как геологических, так и биотических.

3. Принцип целесообразности, который, с одной стороны, является неотъемлемой частью более объемного принципа противостояния энтропийным процессам, а с другой – служит основой оптимизации системы мониторинга при установлении тенденций развития исследуемых эколого-геологических систем.

Соотношение принципов приведено в табл.4.1.

Таблица 4.1. Принципы геоэкологического мониторинга

Принципы эколого-геологического мониторинга согласно [54]	Предлагаемая трактовка принципов геоэкологического мониторинга
Структурно-организационный Функциональный Обучающий	Принцип взаимосвязи и взаимодействия
Пространственный Временной	Принцип необходимой достаточности
Целевой Противостояние энтропийным процессам	Принцип целесообразности

4.2. Обоснование структурных элементов системы геоэкологического мониторинга месторождений строительных материалов

4.2.1. Организационные особенности

Поскольку объекты изучения (МСМ) недостаточно крупные, а также не являются уникальными, то при постановке работ не приходится рассчитывать на существенные объемы

финансирования, и при ведении мониторинга необходимо применять методы (из числа не относящихся к собственно геологическим), адаптированные для выполнения программы мониторинга в отсутствие квалифицированных специалистов по геоботанике, фитоценологии, гидрологии, метеорологии, климатологии, почвоведения и др. наук.

Сопутствующим и осложняющим фактором создания системы мониторинга в условиях рыночной экономики является, во-первых, полное отсутствие таковой системы в настоящее время в регионе, и, во-вторых, неукomплектованность специализированных организаций квалифицированными кадрами.

Одним из ответственных моментов создания системы мониторинга является выбор исполнителя работ, что обусловлено необходимостью соблюдения беспристрастности получения и представления сведений и результатов, поскольку выбор площадок проведения исследований должен быть подчинен лишь полноте получения достоверной информации. Помимо квалификации, исполнитель должен обладать полномочиями для доступа при необходимости к любым элементам объекта исследования. Поэтому организация-исполнитель, выполняющая работы на этапе хозяйственного освоения месторождения, административно должна входить как структурное подразделение (либо быть подотчетна) региональному контролирующему недропользованию органу. Кроме того, очевидно, что необходимо софинансирование системы мониторинга со стороны региональных органов для возможности управления процессом и частным разработчиком МСМ для финансового стимулирования завершения постдобычного этапа в оптимальные сроки.

Первоочередным мероприятием при создании геоэкологического мониторинга должно быть полное (расширенное) обследование территории, в результате которого и определяются приоритетные параметры, отслеживаемые впоследствии. Экономически целесообразно проводить первичное обследование в рамках геологоразведочных работ на этапе разведки месторождения. В данном случае работы могут быть выполнены организацией, проводящей разведку.

Сведения, полученные на первичном этапе обследования, должны быть отражены в Паспорте месторождения, который заполняется в обязательном порядке при разведке объекта. Привязка мониторинга к «Экологическому паспорту предприятия» неэффективна, поскольку зачастую месторождение разрабатывается несколькими предприятиями либо сменяющимися друг друга, либо разрабатываемыми месторождение по частям одновременно. Кроме того, сами предприятия в подавляющем большинстве не имеют такого паспорта, да и предприятиями являются некоторым образом условно в связи с отсутствием необходимости создания промышленных цехов – реализация сырья происходит сразу после извлечения, без какой-либо дополнительной обработки или с незначительным ее объемом.

Схема функционирования системы геоэкологического мониторинга МСМ во времени соответствует таковой для любого другого мониторинга. К сожалению, в настоящее время имеются цепи прогнозов и управления, основывающиеся лишь на табличных значениях справочных материалов. Цепи наблюдения и оценки практически не функционируют или, в лучшем случае, носят эпизодический характер при возникновении ситуаций, не предусмотренных проектом разработки.

4.2.2. Обоснование параметров наблюдения

На основе проведенных исследований возможно выделить ряд параметров, мониторинг изменения которых позволяет адекватно оценить воздействие, оказываемое на ЭГС при разработке, и, разумеется, состояние собственно ЭГС на территории МСМ. Эти параметры должны учитываться при разработке программ наблюдений в ходе обоснования СППИНФ в системе мониторинга территорий МСМ.

Геохимические параметры: *ПАУ (особенно, В(а)Р), As, Sr, Pb, Cr, Ni и Cu.* Первейший из них, особо нуждающийся в изучении, - геохимический состав всех компонентов ЭГС. Полнота определения химических элементов и соединений, безусловно, находится в прямой зависимости от объема финансирования. Однако, определение содержания ПАУ (особенно, В(а)Р), As, Sr, Pb, Cr, Ni и Cu является обязательным вне зависимости от каких-либо экономических причин. В настоящее время геохимическая изученность первых от поверхности отложений, за исключением почв, в пределах Калужской области, как и большей части центральной России, чрезвычайно низка. Поэтому набор базы данных по их исходному химическому составу крайне необходим вне зависимости от того, будет ли проводиться разработка МСМ в ближайшем будущем или нет. Индикатором техногенного преобразования среды в смежных областях знаний (гидрометеорология и т.д.) уже более 50 лет принят В(а)Р. В связи с этим естественно внедрение этого показателя в качестве индикатора и при геоэкологическом мониторинге районов месторождений. При этом одновременно необходима проработка критериев оценки для подстилающих почвенный слой отложений, так как для них отсутствуют ПДК по В(а)Р. Предпочтительность выбора В(а)Р и остальных ПАУ в качестве индикатора степени техногенного воздействия при разработке МСМ более подробно рассмотрена в п.4.3.

Геофизические параметры: *радононосность; температурное, шумовое и вибрационное поле.* Вторым по значимости параметром, также мало изученным, является изучение динамики эманаций Rn и выявление отложений, к которым приурочены те или иные уровни. До недавнего времени считалось, что максимальный объем выбросов радона привязан к тектоническим нарушениям, а выше лежащие осадочные образования контролируют лишь

уровень, фиксируемый на поверхности. Отчасти это справедливо, но в ходе исследований, проводившихся в ИГЭ РАН, установлены высокие уровни эманаций радона, приуроченные к самым осадочным отложениям – моренным суглинкам московского горизонта среднего звена четвертичного периода [100].

Необходимо инструментальное изучение преобразования температурного поля под воздействием добычных мероприятий, которое также до сих пор остается вне исследований. При этом на этапе первичного обследования возможен учет значений средних многолетних температур по данным близлежащего метеорологического поста без дополнительных натурных замеров. В период проведения добычных мероприятий измерение температур может проводиться в любой точке внутри карьерного поля без привязки к исходным площадкам с обязательной фиксацией координат места расположения точки измерений. Это обусловлено приоритетностью добычи по отношению к исследованиям и допустимо в виду достаточной однородностью температурного поля внутри карьерной выемки. Третьим и четвертым параметрами, которые нуждаются в изучении, являются уровни вначале фоновых, а затем фактических уровней шума и вибрации при добыче.

Ресурсные параметры: объем добычи, вид сырья, техногенное преобразование рельефа (параметры карьера, $K_{пр}$). Оценка параметров ресурса геологического пространства и его трансформации также обязательна. Сюда входят: вид и объем извлекаемого полезного ископаемого, интенсивность извлечения, габариты карьерной выработки, степень преобразования рельефа, выражаемая коэффициентом преобразования рельефа $K_{пр}$. Большинство этих параметров заложены в техническом проекте разработки, но инструментальный контроль зачастую не является лишним, так как имеется тенденция несоблюдения проектных решений по тем или иным причинам.

Выявление наличия и отслеживание динамики ЭГП на исследуемой площади ведется посредством наземной маршрутной и при необходимости инструментальной съемки. Разработка МСМ, т.е. создание техногенных отрицательных и положительных форм техногенного рельефа на ранее равнинной поверхности, сопровождающееся нарушением целостности массива, провоцирует возникновение не характерных для исходных ЭГУ территории инженерно-геологических процессов, как и активизацию существующих экзогенных геологических процессов.

Биотические параметры: определение проективного и истинного покрытия, обильности и количества видов растительности, микробиологической активности почв. Наиболее уязвимым компонентом при разработке полезных ископаемых открытым способом является биотическая составляющая ЭГС. Полное изучение ее в исходный период, предшествующий разработке, должно способствовать правильному построению модели

рекультивации с максимальным приближением к исходным характеристикам биотической компоненты.

Приходится констатировать, что большая часть подлежащих контролю параметров не имеют в настоящее время надежных критериев для количественной оценки.

4.2.3. Обоснование наблюдательной сети

Параметры наблюдательной сети по площади. Количество площадок для полного или сокращенного объема исследований напрямую зависит от общей площади исследуемой территории. Также необходимо учитывать, на каком этапе освоения месторождения проводится создание системы мониторинга, в виду полного отсутствия таковой системы в настоящее время.

Основываясь на исследованиях, проведенных в 2010-2014 гг., установлено оптимальное количество ключевых площадок (рис.4.1).

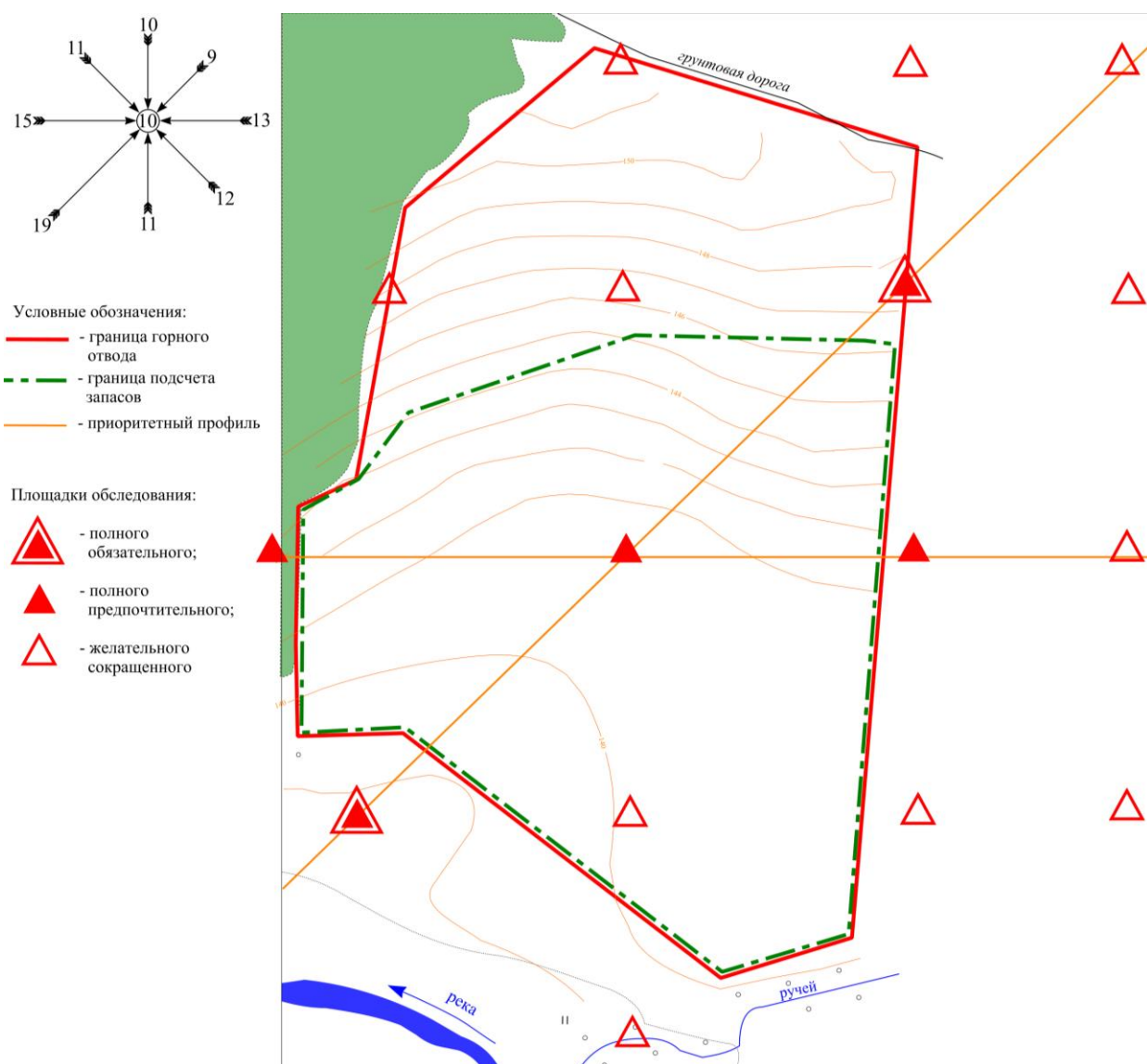


Рис. 4.1. Схема расположения площадок наблюдения при организации ЭГМ на территории нового (разведанного) МСМ.

Очевидно, что расположение площадок при отсутствии каких-либо иных сведений должно производиться в прямой зависимости от направления господствующих ветров. При этом две основных обязательных площадки полного обследования всех компонентов ЭГС территории от биоты до подпочвенных грунтов и гидрогеологии строго привязаны к главному направлению розы ветров и находятся с наветренной и подветренной стороны от будущей/существующей карьерной выемки. При этом обе основные площадки полного обязательного обследования должны быть размещены за пределами площади извлечения запасов.

Три площадки полного предпочтительного обследования располагаются в зависимости от направления второго по значимости ветра: две также с наветренной и подветренной стороны от проектируемого карьера, третья – на пересечении обоих профилей.

Количество же площадок желательного сокращенного обследования и объем исследуемых на них параметров зависит от объема финансирования работ. Выставление данных площадок должно подчиняться параметрам полученной при выделении первых (основных) 5 площадок.

При наличии на территории геобарьеров, возможно выделение дополнительных площадок вне принятой сети. Таким образом, количество дополнительных площадок зависит от геоморфологии территории, наличия разных типов почв и экосистем, ландшафтных особенностей, а также наличия вблизи территории изучения независимых от разработки месторождения источников техногенного воздействия (автодороги, населенные пункты и т.д.).

В ходе функционирования системы мониторинга расположение первоначально выделенных для наблюдения площадок будет уточняться, возможно закрытие ряда площадок либо замена другими. Это ни в коем случае не касается двух основных обязательных площадок, наблюдения на которых должны осуществляться вплоть до полного окончания не только добычных, но и рекультивационных мероприятий.

Параметры наблюдательной сети по глубине. Глубина изучения на площадках полного обязательного обследования должна превышать глубину залегания подошвы полезного ископаемого на 1,0 м при наличии водонепроницаемых подстилающих отложений либо на 0,5 м глубже границы первого водоупора (рис.4.2, а).

Глубина изучения на площадках полного предпочтительного обследования должна составлять не менее 2,0 м.

Глубина изучения на площадках желательного сокращенного, как и на дополнительных, составляет 0,35 – 0,5 м в зависимости от мощности почвенного слоя. Интервалы опробования при однородном строении разреза выделяются по следующей схеме (рис.4.2,б): 0,0 – 0,05; 0,05 – 0,20; 0,20 – 0,35; 0,45 – 0,5; 0,95 – 1,0; 1,45 – 1,5; 1,95 – 2,0 м; далее через каждый метр.

При пересечении литологических границ между резко отличающимися по составу и

свойствам отложениями производится детальное опробование грунтов выше и ниже вскрытой границы при условии достаточной выдержанности этих литологических разностей по мощности. Прослой менее 0,5 м не опробуются (рис.4.2, в).

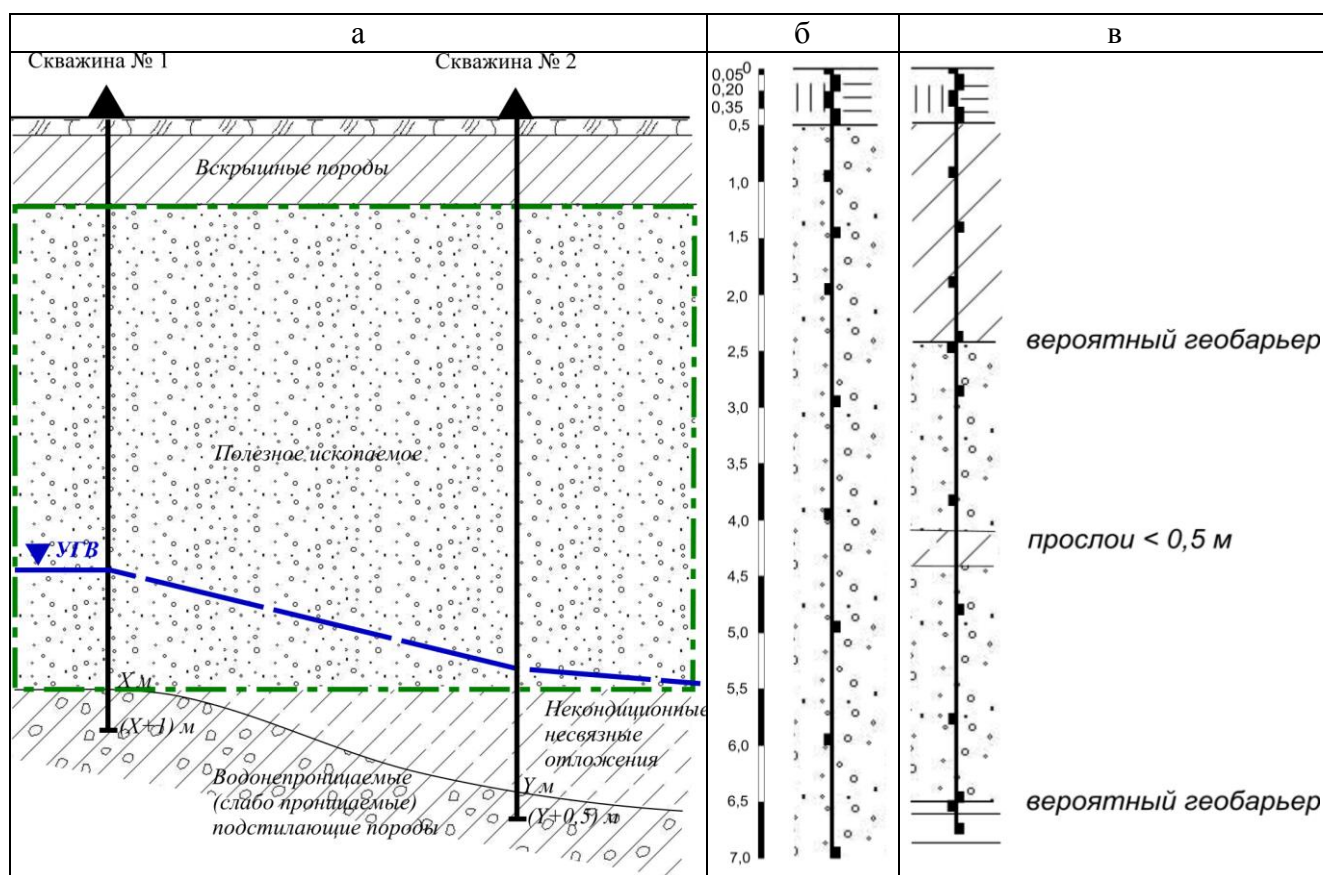


Рис.4.2. Схемы определения глубины обследования (а) и опробования: при выдержанном строении (б) и при наличии литологических границ (в).

4.2.4. Последовательность выполнения обследования единичной площадки

Размер площадки составляет 10×10 м для исследования биотической компоненты и 5×5 м для исследований абиотической составляющей, причем уменьшение площади осуществляется путем сужения от периметра к центру площадки.

На выделенных ключевых площадках вне зависимости от их иерархии по методу конверта производятся замеры на 5-и участках размером 20×20 см – в центре и по углам площадки. Уточняется видовое разнообразие количественно, по возможности виды растений описываются, ведется фотодокументация. Измеряются проективное и истинное покрытие, высота растений. Указывается дата проведения замеров.

После описания и проведения измерений в местах заложения скважин (либо закопшек глубиной на штык) производится отбор проб растительности также по методу конверта. Предпочтительно отбирать в пробу однородную по виду и преобладающую на всем участке изучения растительность. Целесообразно ориентироваться на злаковые. В дополнение

возможно отдельно отбирать другие виды травостоя для уточнения закономерностей распределения элементов в разных видах. Отбор наземной части и корней необходимо осуществлять отдельно. Объем рядовой пробы живого вещества должен составлять не менее 0,5 кг.

По окончании опробования биотической составляющей выполняются мероприятия по изучению почвы и подпочвенных грунтов. Наиболее информативным методом получения данных является проведение буровых работ. Буровые работы ведутся ударно-канатным способом без применения каких-либо смазочных жидкостей на площадках полного обязательного наблюдения. Глубина бурения, порядок и варианты опробования описан ранее (п.4.2.4). По окончании бурения производится обязательная высотная и географическая привязка скважин на плане и в ведомости координат с обязательным указанием системы координат, в которой выполняется привязка. В ходе бурения ведется полевая документация выработки (описание грунтов и особенностей). Пробы почвы, взятые из керна скважины, дополняются пробами, отобранными по методу конверта из 4-х закопшек по углам площадки.

На площадках полного предпочтительного наблюдения выполняется ручное бурение либо проходка шурфов до глубины 2,0 м. Схема опробования соответствует опробованию скважин в аналогичных интервалах. Пробы почвы, взятые из керна скважины, также дополняются пробами, отобранными по методу конверта из 4-х закопшек по углам площадки.

На площадках желательного наблюдения производится заглубления в 5-ти точках внутри площадки (1 – по центру, 4 – по углам) на штык лопаты (глубина около 0,35 – 0,4 м). Схема опробования соответствует опробованию скважин в аналогичных интервалах.

По окончании опробования выработок и выезда техники на площадках обязательного полного наблюдения по центру устанавливаются фильтры для пассивного пробоотбора приземного слоя воздуха на высоте 1,5 м сроком на 14 дней и вертикально заглубляются в почву подготовленные пластины с льняным покрытием для определения микробиологической активности почвы сроком на 30 дней.

После этого на этих же ключевых площадках производятся замеры уровня шума и вибрации.

Значения, полученные в период первичного обследования принимаются за исходные (нулевая точка отсчета) для дальнейших измерений.

4.2.5. Обоснование временного режима наблюдений

Первичное обследование целесообразно проводить одновременно с геологоразведочными работами на этапе разведки месторождения.

Начало ведения мониторинга приурочено к началу добычи полезного ископаемого (если до этого мониторинг на данной территории отсутствовал). Частота наблюдений напрямую зависит от уровня воздействия и должна корректироваться в период функционирования системы мониторинга. Между тем представляется целесообразным в период становления проводить полное обследование ключевых площадок по всем параметрам один раз в два года в период добычных мероприятий и один раз в пять лет после прекращения добычи полезного ископаемого вплоть до полного восстановления нарушенной территории. Сокращенное обследование, включающее наиболее отслеживание наиболее актуальных для территории конкретного месторождения параметров, необходимо выполнять в промежутке между полным обследованием 1 раз в год.

В виду традиционной приостановки добычных работ в зимний период наиболее предпочтительно осуществлять наблюдение во второй половине III квартала календарного года.

4.3. Обоснование использования содержания полиаренов как основного индикатора техногенного воздействия на природную среду при освоении месторождений строительных материалов

Начиная с 70-х гг. XX в., метод определения содержания ПАУ используется в качестве индикатора техногенного загрязнения при мониторинге состояния окружающей среды, ведущегося на базе Роскомгидромета. Введение данного метода как приоритетного при проведении эколого-геологического/геоэкологического мониторинга состояния эколого-геологических условий территорий месторождений строительных материалов будет, как минимум, способствовать корреляции результатов исследований, осуществляемых смежными ведомствами. Кроме того, именно для территорий месторождений строительных материалов актуально отслеживание поступления ПАУ, т.к. вся техника, используемая на карьерах (за исключением карьеров известняков), оснащена дизельными двигателями, зачастую выработавшими срок эксплуатации, для которых характерны высокие концентрации ПАУ в выхлопах. Между тем, даже в проектной документации эти особенности никоим образом не учитываются: в части оценки воздействия разработки на природную среду уровни ПАУ оцениваются исключительно для дизельных генераторов (!).

Обязательным условием для корректного использования данного метода при установлении техногенного загрязнения является, во-первых, наличие исходных характеристик для оцениваемых отложений, а во-вторых, глубина изучения не должна ограничиваться мощностью почвенного слоя*.

Традиционными при изучении состава отложений являются методы определения элементного состава, к которым принадлежит и рентгеноэмиссионный метод, обладающий

* Соблюдение второго условия обязательно для любого применяемого метода.

высокой точностью обнаружения элементов (предел обнаружения 10^{-4} - 10^{-2} (%)) и широким диапазоном определяемых элементов (от Na до трансурановых для прибора «СПЕКТРОСКАН»). При этом целесообразно параллельное проведение рентгеноструктурного анализа исследуемых образцов, поскольку рентгеноэмиссионный метод дает лишь валовое содержание элементов в пробе без установления формы нахождения.

Например, на основе полученных в результате проведения собственных исследований значений содержания ТМ (рис.2.8) в большинстве сложно однозначно вычленив динамику изменения химического состава пород под воздействием хозяйственной деятельности человека. С большой долей вероятности говорить о подобных зависимостях возможно лишь в единичных случаях: площадка № 2Кр для свинца в интервале 0 – 0,05 м; площадки № 1КР и №2КР для мышьяка и площадка №6НП для стронция (рис. 4.3). В остальных же случаях при увеличении изучаемого интервала до глубины 2,0 м становится очевидным, что зачастую выделяемое как безусловное техногенное загрязнение высокое содержание ряда элементов в интервале 0 – 0,05 м является лишь результатом естественного круговорота вещества с участием биоты, а снижение содержания этих же элементов на глубинах 0,35 - 0,5 м только подтверждает наличие элювиального почвенного горизонта. Кроме того, на графиках хорошо читается отличие элементного состава моренных суглинков московского горизонта (gIIms), перекрывающих нижнекаменноугольные отложения известняков (Ново-Пятовское месторождение) и так называемых покровных суглинков, относящихся к нерасчлененному комплексу субаэральных образований, делювиальных отложений склонов и аллювиально-делювиальных выполнений древних балок за пределами валдайского оледенения (pr,dIII), являющихся полезным ископаемым Кожуховского месторождения суглинков. В покровных суглинках содержание свинца и цинка более, чем в 3 раза превышает таковое в моренных суглинках; также отмечается 4-кратное превышение содержания никеля, 3-кратное превышение по кобальту, почти 2-кратное – по хрому и меди по сравнению с моренными суглинками.

Еще одним, совсем немаловажным, недостатком метода оценки техногенного загрязнения среды по количественному определению содержания химических элементов является необходимость озоления растительного материала или фильтров при пробоподготовке, в результате которой возможна частичная потеря определяемых веществ: температура, поддерживаемая при озолении составляет 350 - 400°C – при прокаливании при меньшей температуре процесс озоления затруднен. Между тем, при температурах выше 300°C лабораторно отмечаются потери свинца и кадмия вплоть до полного отсутствия в зависимости от времени прокаливании.

Метод определения ПАУ в качестве индикаторного для выявления техногенного воздействия в эколого-геологических исследованиях химического состава подстилающих

почвенный слой грунтов в настоящее время практически не применяется из-за малой точности метода (20%). Между тем, при определении ПАУ методом ВЭЖХ происходит выявление собственно органических соединений (а не отдельных химических элементов), что, несомненно, свидетельствует в пользу данного метода.

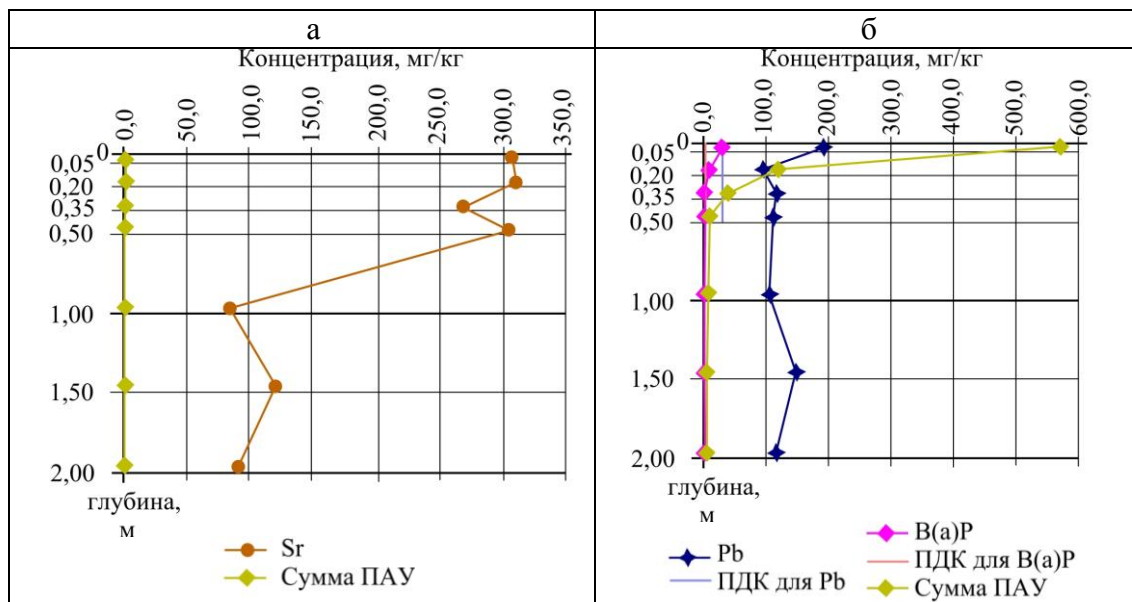


Рис.4.3. Распределение некоторых элементов и соединений по глубине на единичных площадках: а) Sr и Σ ПАУ (площадка № 6, Ново-Пятовское месторождение известняков); б) Pb, Σ ПАУ и B(a)P (площадка № 2, Криушинское-1 месторождение ПГС)

При сопоставлении результатов, полученных для всех исследованных площадок четырех рассматриваемых МСМ, в распределении бенз(а)пирена (B(a)P) – признанного индикатора ПАУ - прослеживается определенная закономерность: убывание содержания полиаренов с глубиной достаточно очевидно, несмотря на существенные количественные колебания от площадки к площадке на территории разных МСМ (рис.4.4).

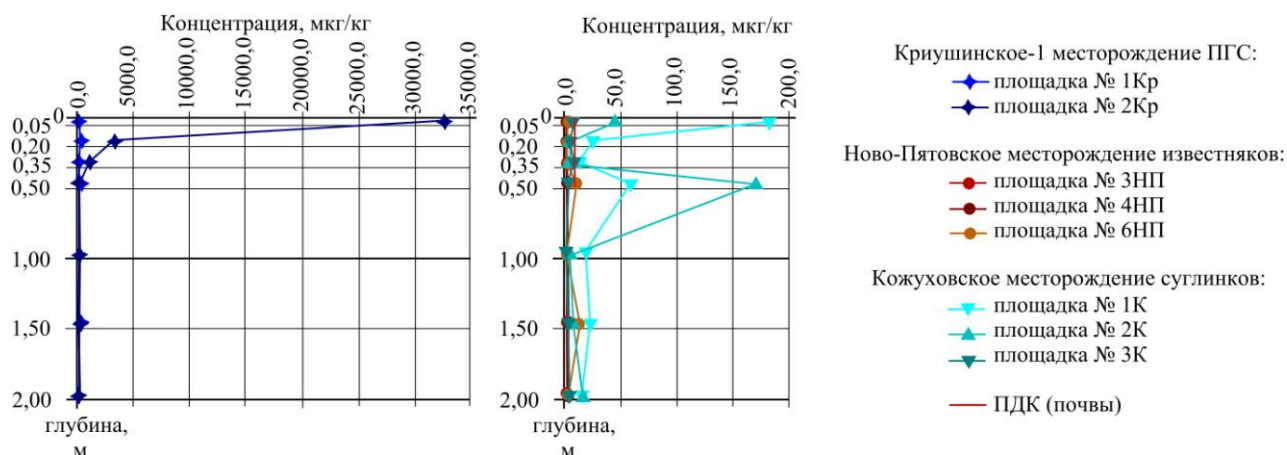


Рис.4.4. Распределение B(a)P по глубине

Подобная закономерность распределения фиксируется и для суммы ПАУ (рис.4.5).

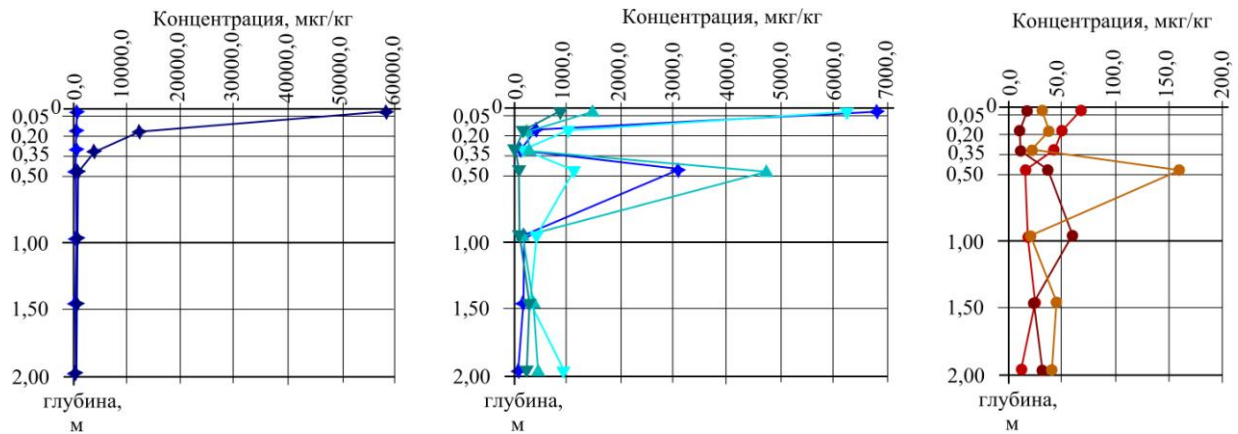


Рис.4.5. Распределение Σ ПАУ по глубине (условные обозначения см. рис.4.4)

При сравнении методов необходимо отметить, что единичные всплески пиковых содержаний ТМ, которые интерпретируются как безусловно техногенные, наблюдаются на площадках, где содержание ПАУ чрезвычайно высоко и значительно превосходит их содержание на других площадках, что свидетельствует в пользу метода определения ПАУ как более чувствительного (рис.4.3).

Примечательно, что при сравнении результатов двух рассматриваемых методов в ряде случаев удастся вычлени причины аномальных значений какого-либо химического элемента, не имеющие отношения к разработке месторождения, хотя и техногенной природы. Так, например, локальная аномалия содержания стронция в почвенном слое площадки №6 на Ново-Пятовском месторождении строительных известняков, скорее всего, связана с Чернобыльской аварией 1986 г. По крайней мере, экспозиция площадки по отношению к направлению двигавшегося тогда факела выброса от пожара на ЧАЭС свидетельствует в пользу подобного предположения (рис. 4.3, а).

Условно к недостаткам применения метода определения ПАУ стоит отнести отсутствие установленных значений предельно допустимых концентраций для подстилающих почвенный слой грунтов, что затрудняет оценку в настоящее время.

Как уже упоминалось, данный метод позволяет определить именно техногенное воздействие, поскольку основными источниками поступления ПАУ в окружающую среду является человеческая деятельность [111, 161, 174, 184, 194].

Из природных источников возможного поступления ПАУ выделяются извержения вулканов и пожары [111, 163, 174]. При этом природные источники характеризуются большим площадным покрытием однотипными ПАУ, а, следовательно, в случае подобного воздействия пиковые значения содержания ПАУ должны быть близкими на близкой глубине от площадки к площадке на территории конкретного месторождения. К тому же, так как все рассмотренные в данной работе породы, перекрывающие продуктивные залежи МСМ и именуемые «вскрышными» относятся к четвертичным отложениям и формировались в платформенных

условиях, вулканы как источник активного воздействия допустимо исключить. Воздействию же удаленных от рассматриваемой территории вулканов присущи незначительные уровни ПАУ. Это подтверждается данными, полученными НПО «Тайфун» (г. Обнинск, Калужской области) в период извержения исландского вулкана Эйяфьятлаёкюдль (пятого по величине, расположенного в 200 км к востоку от г. Рейкьявика), слабое извержение которого началось 20.03.2010, а сильное извержение – 14.04.2010 [163] (табл.4.2.).

Таблица 4.2. Содержание ПАУ в воздухе г. Обнинска в период извержения вулкана, нг/м³

Дата	15- 16.04	16- 17.04	18- 19.04	19- 20.04	20- 21.04	21- 22.04	22- 23.04	23- 24.04	24- 25.04	25- 26.04	26.04- 01.05
Σ ПАУ	68	28	404	87	84	89	23	14	19	61	18±13

По тем же данным НПО «Тайфун» уровни содержания ПАУ при торфяных пожарах в Московской области в 2010 г. приведены в табл.4.3.

Таблица 4.3. Содержание ПАУ в воздухе г. Обнинска в период смога, нг/м³

Дата	30- 31.07	31.07- 01.08	01- 02.08	02- 03.08	03- 04.08	04- 05.08	05- 06.08	06- 07.08	07- 08.08	08- 09.08
Σ ПАУ	4	37	20	1	41	80	85	76	31	

При этом уровни ПАУ, характерные для техногенных источников загрязнения, существенно превышают приведенные в таблицах значения – только содержание бенз(а)пирена, входящего в суммарные значения ПАУ, составляет при техногенном воздействии от первых десятков до первых сотен и более нг/м³.

4.4. Эколого-геологическое обоснование структуры мониторинга территорий месторождений строительных материалов

На основе вышеизложенного можно обосновать общую структуру мониторинга территорий МСМ. Структура геоэкологического мониторинга территорий МСМ приведена на рис. 4.6.

Между тем, в случае МСМ этапы геоэкологического мониторинга МСМ имеют жесткую привязку к этапам хозяйственного освоения территории, с одной стороны, а с другой, - очевидна экономическая целесообразность проведения эколого-геологических изысканий, соответствующих начальному этапу, необходимого для набора первичной информации о состоянии исходных эколого-геологических условий, одновременно с геологоразведочными работами (ГРП) (рис.4.7).

К началу функционирования (рабочий этап) геоэкологический мониторинг приобретает определенный код, соответствующий этапу промышленного освоения и параметрам самого мониторинга - например, **ЗК₁(+)** означает, что для данного МСМ, находящегося в активной отработке, принята комбинированная система ежегодного опробования по сети СППИНФ высокой плотности.



Рис. 4.6. Общая структура геоэкологического мониторинга районов МСМ.

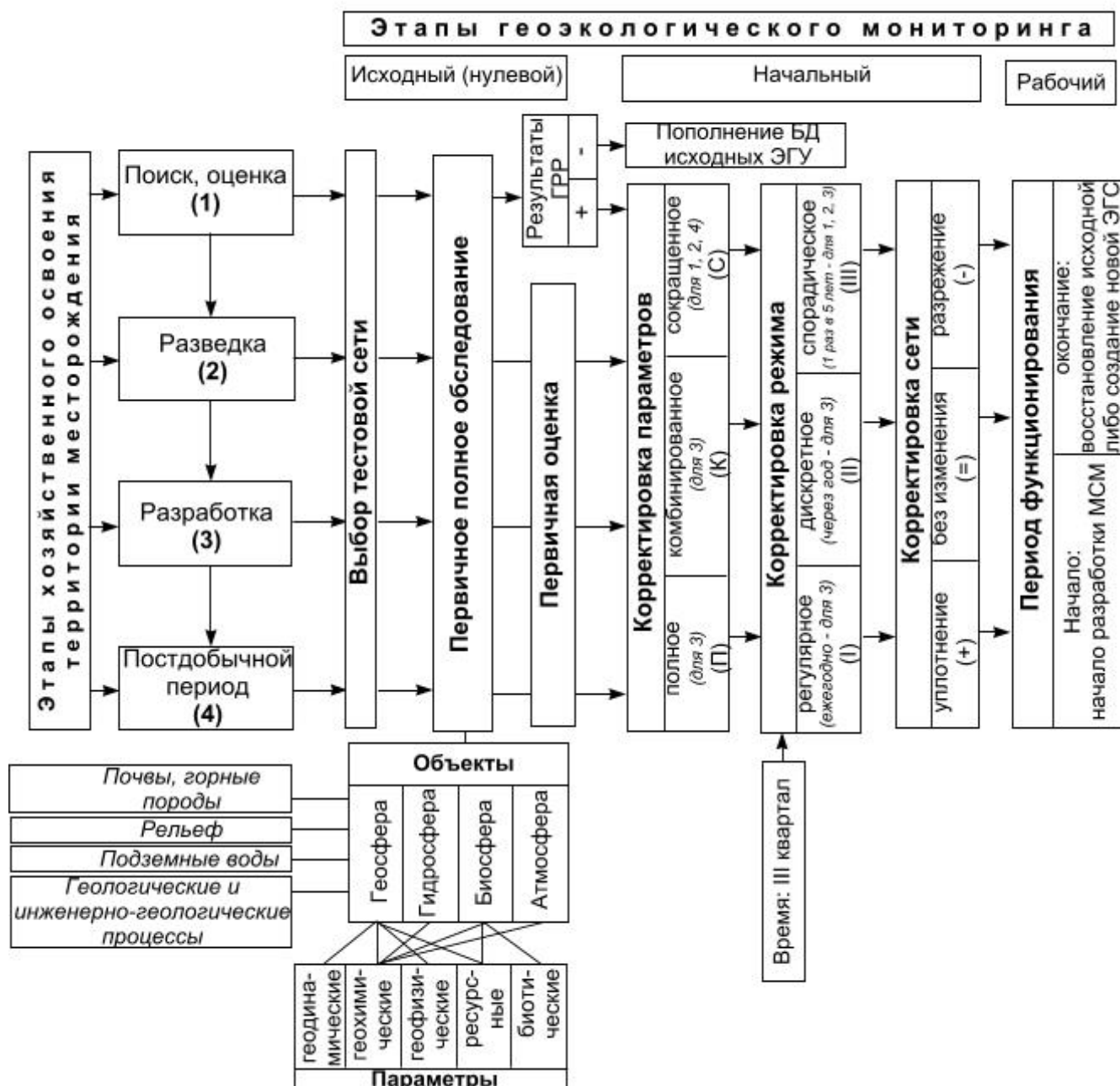


Рис. 4.7. Схема организации геоэкологического мониторинга территорий МСМ.

4.5. Эколого-геологическое обоснование восстановления нарушенных эксплуатацией месторождений строительных материалов

Восстановление и рекультивация территорий, нарушенных при разработке МСМ, является основным видом реализации управляющих решений, получаемых в ходе геоэкологического мониторинга. Проблема отсутствия рекультивации отработанных месторождений стоит наиболее остро. И если для крупных и уникальных месторождений, отработка которых сопровождается использованием агрессивных в отношении окружающей среды технологий и носит масштабный характер, этот аспект находится под постоянным контролем местных (а зачастую и федеральных) органов надзора, то для малых месторождений нейтральных к

окружающей среде (и по извлекаемому сырью, и по технологии отработки) строительных материалов (МСМ) эта проблема чрезвычайно актуальна. Между тем именно для МСМ характерны быстрая отработка и, следовательно, постоянное освоение всё новых площадей, пусть и малых в частности, но чувствительных по своему количеству для среды обитания социума. При ориентировочных объемах добычи полезных ископаемых, исчисляемых в млрд.т/г (табл.4.4), количество отработанных и оставшихся без восстановления территорий из года в год увеличивается (табл.4.5).

Таблица 4.4. Объемы и структура годовой добычи полезных ископаемых согласно [149]*

Вид сырья	Доля в общей добыче, %	Объем добычи, млрд. т/г	Объем извлечения попутных пород, млрд. т/г	Объем отходов переработки		Общий объем отходов, млрд.т/г	Удельный объем твердых отходов, т/т
				%	Млрд.т/г		
Рудное, в т. ч.:	14,6	41,0	274,0	62,0	25,74	299,74	7,30
<i>Черные металлы</i>	9,9	27,9	186,3	50,0	13,95	200,25	7,17
<i>Цветные металлы</i>	4,7	13,1	87,7	90,0	11,79	99,49	7,59
Нерудное, в т.ч.:	62,9	176,0	202,4	-	-	202,40	1,15
<u>Стройматериалы</u>	<u>58,1</u>	<u>163,0</u>	<u>179,3</u>	-	-	<u>179,30</u>	<u>1,10</u>
<i><u>Песок</u></i>	<u>25,4</u>	<u>71,4</u>	<u>78,5</u>	-	-	<u>78,50</u>	<u>1,10</u>
<i><u>Щебень</u></i>	<u>28,4</u>	<u>79,7</u>	<u>87,7</u>	-	-	<u>87,70</u>	<u>1,10</u>
<i><u>Прочие виды</u></i>	<u>4,3</u>	<u>11,9</u>	<u>13,1</u>	-	-	<u>13,10</u>	<u>1,10</u>
<i>Неметаллическое сырье</i>	4,8	13,0	23,1	-	-	23,10	1,70
Энергетическое, в т.ч.:	22,5	363,0	132,3	16,7	10,50	142,80	2,27
<i>уголь</i>	10,7	30,0	90,0	35,0	10,50	100,50	3,35
Всего	100,0	280,0	608,7	12,9	36,24	644,94	2,30

* Данные в таблице соответствуют 2002 г.

Таблица 4.5. Площади нарушенных и рекультивированных земель по РФ[26], га

год	Наличие нарушенных земель на начало года	нарушено	отработано	рекультивировано
2000		55000	47000	68000
2001		62000	48000	58000
2002		45000	52000	57000
2003		63000	57000	70000
2004		59000	54000	52000
2005		35094	32615	39391
2006		47676	31672	30379
2007	919034	46172	28735	29484
2010	1000300	-	-	-

При этом для Центрального федерального округа преобладают площади, нарушаемые в связи с добычей именно строительных материалов (табл.4.6).

Таблица 4.6. Площади, нарушенные предприятиями отдельных отраслей промышленности,

по федеральным округам РФ в 2004 г., в % [26]

Территория	Всего	по отраслям промышленности					
		нефте- добывающая	газовая	угольная и торфяная	металлургия		строит. мате- риалы
					черная	цветная	
Россия	100	45,4	13,1	2,8	1,3	35,7	1,7
Центральный ФО	100	-	-	14,0	12,4	-	73,6
Северо-Западный ФО	100	14,2	8	17,8	8,3	5,2	46,5
Южный ФО	100	51,8	10,2	-	-	-	38,0
Приволжский ФО	100	80,1	11,0	0,1	2,5	2,1	4,2
Уральский ФО	100	72,9	24,7	-	0,3	2,0	0,1
Сибирский ФО	100	21,3	0,9	12,6	5,3	59,2	0,7
Дальневосточный ФО	100	1,4	0,2	2,3	-	96,1	-

Для Калужской области процентное соотношение разрабатываемых и рекультивируемых карьеров составляет не более 5% (табл.4.7).

Таблица 4.7. Статистика рекультивации карьеров месторождений строительных материалов

область	источник сведений, период обследования	Количество карьеров	
		всего	из них рекультивировано
Калужская	Есипов В.П., АООТ «Калугагеология», Калуга, 1998 [197]	349 (в т. ч. 109 выявлено в период обследования)	полностью – 3; частично - 11
	Цыбулин А.Н., ПК «ГЕО», Калуга, 2003	372	частично – 17
Московская	Каталог карьеров, 2000[96]	1212	541

Эти цифры справедливы для начала XXI века, но с тех пор ситуация изменилась несущественно. Целенаправленных плановых масштабных рекультивационных мероприятий на уровне области за прошедшее время не проводилось, а предусмотренные и записанные в Лицензионные условия недропользования пункты, касающиеся рекультивации, недропользователи предпочитают не выполнять вплоть до отказов от самой Лицензии.

Наиболее распространенными негативными последствиями, помимо автоматического исключения нарушенных и нереккультивированных площадей из дальнейшего хозяйственного освоения, являются неконтролируемое развитие различных гравитационных и эрозионных процессов в бортах карьеров и вторичное техногенное химическое загрязнение вскрытого карьерного поля бытовыми и промышленными отходами.

Развитие гравитационных и эрозионных процессов обусловлено отсутствием выполаживания бортов добычных и вскрышных уступов. При этом углы рабочих бортов карьеров превышают естественные углы откосов, характерные для вскрытых отложений. Поэтому вне зависимости от срока давности, прошедшего с момента закрытия того или иного

карьера, в ряде случаев на поверхностях склонов техногенных форм рельефа не наблюдается даже пионерной растительности. Также достаточно часто в карьерах наблюдается стихийное подтопление и заболачивание.

Близость к населенным пунктам, транспортным коммуникациям и одновременно безнадзорность брошенных или оставленных без рекультивации карьеров провоцируют образование в них стихийных свалок ТБО, а следовательно, вторичное загрязнение среды.

Проблема отсутствия рекультивации нарушенных горно-добычными мероприятиями территорий обусловлена достаточно очевидными причинами (табл.4.8).

Таблица 4.8. Причины отсутствия рекультивации

причины	примечания
Законодательно закреплена возможность отказа от лицензии на добычу без проведения рекультивации ввиду недоизвлечения полезного ископаемого	обязанности по восстановлению территории автоматически переходят к государству
Заккрытие предприятия-разработчика	
Недопонимание различия между терминами «собственность на землю» и «недропользование»	нет отлаженного инструментария для воздействия

Однако, основной причиной является специфика подхода контролирующих органов, заинтересованных во введении штрафных санкций, а не в снижении негативного воздействия (табл.4.9).

Таблица 4.9. Подход контролирующих органов к своим функциям

аспект	фактическое	оптимальное
цель	<u>Наказание</u> виновных через систему штрафов без отслеживания изменений	<u>Исправление нарушения</u> путем лишения недропользователя прибыли (остановки предприятия) до устранения нарушения
контроль	Строгое соответствие <u>документации</u> (проектов разработки) требованиям экологической безопасности	Соответствие <u>хода</u> отработки МСМ проектной документации и нормам экологической безопасности
отчетность	По <u>количеству</u> выявленных нарушений и наложенных взысканий	Документально подтвержденное <u>улучшение/изменение</u> ситуации с полной выкладкой материалов в свободном доступе

Введение геоэкологического мониторинга должно послужить улучшению сложившейся практики на основе обоснования управляющих решений, получаемых в ходе мониторинга. В первую очередь, необходимость длительного финансирования системы мониторинга за счет недропользователя должна стимулировать компанию к своевременному выполнению рекультивации нарушенной территории.

Кроме того, отслеживание ситуации хотя бы на пилотных месторождениях позволит избежать в будущем некоторых ошибок, в настоящее время допускаемых еще при проектировании добычных работ – таких, как расположение складов почвенно-растительного

слоя с подветренной стороны от карьера по причине дефицита альтернативного места для их размещения. В табл.4.10 приведены наиболее часто встречаемые негативные проявления и пути их ликвидации.

Также очевидна необходимость изменения требований к проектам в части контролируемых и рассчитываемых негативных последствий разработки месторождений строительных материалов для окружающей среды. В настоящее время из-за отсутствия базы данных фактического материала при написании тома «Охрана окружающей среды» используются справочные параметры технических характеристик применяемой техники, указанные в паспортах, без учета реального ее состояния. Более того, один из существенных параметров, каковым для дизельных двигателей является уровень выброса в окружающую среду бенз(а)пирена, не учитывается никоим образом.

Выводы

На основе изложенного материала и его анализа можно сделать следующие выводы:

- 1) обоснована необходимость и целесообразность ведения геоэкологического мониторинга как инструмента контроля и оптимизации добычных и восстановительных мероприятий на территории не только разрабатываемых, но и оставленных без рекультивации отработанных МСМ;
- 2) выявлены особенности и характерные параметры мониторинга МСМ, основанные на эколого-геологическом анализе и оценке этих территорий;
- 3) восстановление исходных эколого-геологических условий (либо создание оптимальных в новых условиях для территории) на площади разрабатываемых МСМ в заключительный период их эксплуатации невозможно без проведения первичного обследования в период, предшествующий эксплуатации, и последующих рекультивационных работ;
- 4) проведение опережающего начало эксплуатации первичного обследования на территории МСМ, подлежащего отработке, позволит избежать возникновения неожиданных негативных воздействий, не предусмотренных проектом разработки.

Таблица 4.10. Мероприятия по профилактике нарушений и рекультивации

Источник	Воздействие	Проявление	Мероприятия по этапам		Стимулирование
			эксплуатация	постдобычной	
Снятие почвенно-растительного слоя (ПРС) с остальными вскрышными породами	Истощение ресурса живого вещества	Полное уничтожение ПРС и гумуса	Раздельное снятие и хранение ПРС согласно техническому проекту	Воссоздание ПРС посредством биологической рекультивации	Оперативный контроль со стороны контролирующих органов за выполнением проектных решений
Использование техники, выработавшей ресурс	Неполное сгорание дизельного топлива, превышающее допустимые значения	Высокие уровни концентраций ПАУ в природных составляющих ЭГС	Замена оборудования	Биологическая очистка	Льготное налогообложение при использовании техники, соответствующей требованиям экологической безопасности
Отсутствие непрерывного технологического цикла	Высокая частота запуска/остановки дизельных двигателей в технологическом процессе		Альтернатива отсутствует		-
Нарушение целостности массива; Превышение в бортах естественных углов откосов	Развитие гравитационных процессов	1) Отсутствие возможности появления растительности на склонах; 2) Возникновение несчастных случаев	-	Выполнение бортов до естественных углов откоса; террасирование	Оперативный контроль за выполнением Лицензионных условий недропользования и соблюдение технического проекта
Вскрытие первых от поверхности горизонтов подземных вод	Подтопление и заболачивание (при $H_{\text{воды}} \leq 1,0 \text{ м}$)	Накопление воды в искусственной выемке	1) Откачка; 2) Заглубление выработки в водоносный горизонт более 1,5 м; 3) Строительство нагорной канавы	1) Осушение; 2) Переуглубление; 3) Комбинированная рекультивация	Оперативный контроль за выполнением Лицензионных условий недропользования, соблюдение технического проекта и корректировка проекта при необходимости
Нарушение режима поверхностных вод					
Отсутствие стока					
Стихийная свалка	Комплексное загрязнение	Скопление бытовых и промышленных отходов	Вывоз мусора	1) Перекрытие доступа в карьер; 2) Видеонаблюдение	Система штрафов для недропользователей и лиц, причастных к устройству несанкционированной свалки

Изложенный выше материал позволяет сформулировать **третье защищаемое положение:** предложена схема комплексного геоэкологического мониторинга состояния территорий разработки месторождений строительных материалов, необходимого для обоснования и принятия управляющих решений по реабилитации отработанных месторождений и восстановления экосистем; при этом основным индикатором техногенной трансформации территорий месторождений строительных материалов является содержание ПАУ в различных средах.

Заключение

В результате проведенных исследований решены следующие задачи:

- 1) Выявлены особенности исходных эколого-геологических условий Калужской области;
- 2) Установлено существенное нарушение исходных эколого-геологических условий на территориях МСМ, в том числе и трансформация геохимической составляющей, в результате их горнопромышленного освоения;
- 2) Выявлена зависимость интенсивности и уровня воздействия разработки МСМ от вида добываемого сырья;
- 3) Разработана классификация месторождений строительных материалов по состоянию эколого-геологических условий и экологическим последствиям их разработки;
- 4) Обоснована методика, позволяющая комплексно оценить состояние эколого-геологических условий МСМ;
- 5) Обоснована и экспериментально доказана целесообразность определения ПАУ в качестве индикатора техногенного воздействия при оценке эколого-геохимической составляющей эколого-геологических условий МСМ в комплексе эколого-геологических изысканий;
- 6) Подтверждена необходимость эколого-геохимического изучения подпочвенных грунтов до глубины не менее 2,0 м для корректной интерпретации получаемых данных;
- 7) Обоснована необходимость и целесообразность ведения геоэкологического мониторинга как инструмента контроля и оптимизации добычных и восстановительных мероприятий на территории не только разрабатываемых, но и оставленных без рекультивации отработанных МСМ.
- 8) Выявлены особенности и характерные параметры мониторинга территорий МСМ, основанные на эколого-геологическом анализе и оценке этих территорий.

Поскольку эколого-геологические условия территории Калужской области в целом являются типичными для центра европейской части России, а выявленные закономерности техногенного воздействия от разработки МСМ характерны для любых эксплуатируемых МСМ с аналогичными видами добываемого сырья, результаты работы представляют интерес и могут быть применены не только на территории ЦФО, но и других регионов.

Список используемых сокращений

АТ – антропогенная трансформация

ВЭЖХ – высоко эффективная жидкостная хроматография

МСМ – месторождения строительных материалов

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПГС – песчано-гравийная смесь

ПТС – природно-техническая система

ТМ – тяжелые металлы

ЭГО – эколого-геологическое обследование

ЭГП – экзогенные геологические процессы

ЭГС – эколого-геологическая система

ЭГУ – эколого-геологические условия

Список литературы

1. Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Кантемиров В.В., Статова Ю.Г. Прогнозирование экологической опасности добычи руд в условиях горных территорий. – Устойчивое развитие горных территорий, № 3 (9), 2011. – с.7-13.
2. Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г. Экоформирующие факторы при добыче и переработке руд. – Устойчивое развитие горных территорий, № 2 (4), 2010. – с.39-45.
3. Александрова Т.Н., Липина Л.Н., Грехнев Н.И. Геоэкологическая оценка состояния компонентов природной среды с использованием геоинформационных технологий в зоне горноперерабатывающего предприятия. – Горная экология, ФТПРПИ, №1, 2013. – с.185-193.
4. Александрович И.П., Давыдов В.Б., Маркелов Ю.И., Тетерин А.Ф. Изменение содержания тяжелых металлов в лесной растительности под воздействием открытых горных работ. – Экологические системы и приборы, № 7, 2009. – с.3-7.
5. Арчегова И.Б., Лиханова И.А. Проблема биологической рекультивации и ее решение на европейском северо-востоке на примере Республики Коми. – Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 1(9). Сыктывкар, 2012. – с.29-34.
6. Бадмаева З.Б. Экологическая оценка почвенного и растительного покрова карьеров Республики Калмыкия: Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. – Саратов, 2012 – 20 с.
7. Базарский О.В., Курьшев А.А., Шабанов В.В. Оптимальное размещение сети точек пробоотбора при эколого-геологических исследованиях. – Вестн. ВГУ, серия Геология, 2010, № 2. – с. 296 – 301.
8. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. / Осипов В.И., Королёв В.А., Мамаев Ю.А., Рагозин А.Л. и др. - М., МГФ "Знание", 1999, - 672 с.
9. Бобров С.П. Тектоника и минералогия Калужской области и прилегающих к ней территорий. Калуга:ООО ППП «Притяжение», 2006. – 336 с.
10. БСТ-МВИ-03 Методика выполнения измерений массовой доли бенз(а)пирена в продовольственном сырье, пищевых продуктах и почве методом высоко эффективной жидкостной хроматографии. –М.: ЗАО «БиоХимМак СТ», 2003. – 20 с.
11. Викторов С.Д., Галченко Ю.П. О структуре техногенного воздействия добывающих предприятий на биоту горных территорий. – Устойчивое развитие горных территорий, № 1 (7), 2011. – с.51-59.
12. Вольберг Н.Ш. Пассивный пробоотбор при определении загрязнения атмосферного воздуха. Журнал Экологическая Химия, 1995, 4, с.129-140.
13. Галанина Т.В., Любимова К.В. Проблемы рекультивации и восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений./ Горный информационно-аналитический бюллетень, №8/2010, Неделя горняка-2008, с.256 – 259 - <http://www.giab-online.ru/catalog/10300>
14. Галицкая И.В., Позднякова И.А. К проблеме загрязнения подземных вод и пород зоны аэрации нефтепродуктами и ПАУ на городских территориях. – Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2011. № 4. С. 337-343.

15. *Галкин А.Н.* Особенности проявления инженерно-геологических процессов на территории Беларуси. – Літасфера, Геалогія, № 1 (24), 2006. –с.95-100.
16. *Галченко Ю.П.* Геоэкологические проблемы освоения минеральных ресурсов недр при развитии технократической цивилизации. - Экологические системы и приборы, № 8, 2010. – с.26-30.
17. *География* Калужской области. – Тула: Приокское книжное издательство, 1975, 128 с.
18. *Геологический атлас* Калужской области. – Калуга: ООО ПГП «Притяжение», 2007. - 70 с.
19. *Геология.* Большая Советская Энциклопедия. – www.enc-dic.com
20. *Голодковская Г.А., Воронкевич С.Д., Гольдберг В.М., Еришов Э.Д.* Проблемы рационального использования, управления и охраны геологической среды // Проблемы рационального использования геологической среды / Сборник научных трудов / Отв. ред. акад. Е.М. Сергеев, д.г.-м.н. В.Т. Трофимов. - М.: Наука, 1988.-С. 103-116.
21. *Голодковская Г.А., Королёв В.А., Куринов М.Б.* Методологические основы оценки эколого-геологического состояния территорий промышленных регионов. - Геология 2. (“Университеты России”)/ Ред. колл.: А.Н.Тихонов, В.А.Садовничий и др. - М., Изд-во МГУ, 1995. - с. 102-108.
22. *Голодковская Г.А., Королёв В.А., Куринов М.Б.* Эколого-геологический мониторинг: концепция, методические основы и пути реализации. - Тр. Всерос. научн.-практ. конф. “Экологический мониторинг: проблемы создания и развития ЕГСЭМ” (25-27 ноября 1996 г). - М., Гос. ин-т прикладной экологии, 1996, с. 17-18.
23. *Голодковская Г.А., Куринов М.Б.* К методике составления эколого-геологических карт городов // Новые типы инженерно-геологических и эколого-геологических карт: Труды Международной научной конференции 29-30 мая 2001 г., Москва, МГУ. / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. -М.: Изд-во МГУ, 2001. - С. 128-129.
24. *Голодковская Г.А., Куринов М.Б.* Опыт функционального анализа эколого-геологических систем промышленных регионов // Геоэкология, 1999, № 5.-С. 339-407.
25. *Горюхин М.В.* Перспективы эксплуатации карьеров по добыче строительных материалов на территории г. Биробиджана Еврейской автономной области. Региональные проблемы. 2010, Т.13, №2. С. 52 – 55.
26. *Госкомстат РФ* - www.gks.ru
27. *ГОСТ 8267-93* «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия», М.: ИПК изд-во стандартов, 1995, 17 с.
28. *Гуман О.М., Колосницына О.А., Макаров А.Б., Антонова И.А.* Геоэкологическая оценка природно-технологических систем на регрессивной стадии техногенеза (на примере месторождения Яман-Касы). - Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 6 (155). С. 99-102.
29. *Гущенко В.В.* Добыча песчано-гравийной смеси и рекультивация нарушенных территорий. - <http://www.miningexpo.ru/articles/509>
30. *Доклад «О состоянии окружающей природной среды Калужской области в 1998 году»* - Калуга, 1999, 118 с.
31. *Доклад «О состоянии окружающей природной среды Калужской области в 2001 году»* - Калуга, 2002, 167 с.
32. *Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2010 году.* - Калуга: Правительство Калужской области. Министерство природных ресурсов, экологии и благоустройства Калужской области, 2011, 195 с. - [_upload_minekolog_golovatskay_Doklad2010.pdf](http://upload_minekolog_golovatskay_Doklad2010.pdf)

33. Дьяченко Н.П., Хаванская Н.М. Геоэкологическая оценка добычи песчаного материала (на примере песчаных карьеров Волгоградской области). – Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011, № 2. – С. 81-85.
34. Евлампиева Е.М., Панин М.С. Эколого-геохимическая характеристика вскрышных пород углераза «Каражыра» Восточно-Казахстанской области. - Экологические системы и приборы, № 11, 2009. – с.24-27.
35. Жигалин А.Д. Техногенные физические поля и их роль в изменении геологической среды городов // Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов. — М.: Наука, 1989. — С.31-38.
36. Заболеваемость населения Калужской области по основным классам болезней - http://www.kalugastat.ru/digital/region13/DocLib/zdr_4.mht
37. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Просунцова Н.С. и др. Геоэкологические исследования и оценка урбанизированных территорий // Геоэкология, 2000, №5.-С. 410-421.
38. Закон РФ № 2395-1 «О недрах» от 21.02.1992 (ред. от 29.12.2014) - <http://base.garant.ru/10104313/>
39. Закруткин В.Е., Скляренко Г.Ю., Гибков Е.В. Оценка воздействия на окружающую среду предприятий газодобывающей промышленности - Стратегия устойчивого развития регионов России. 2012. № 12. С. 79-82.
40. Закрытые шахты России. - <http://miningwiki.ru/>
41. Заридзе М.Г. Эколого-геологическая оценка воздействия комплексов по добыче и переработке карбонатного сырья на природную окружающую среду (на примере Центральной России): Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. – Воронеж, 2014 – 22 с.
42. Захаров А.В., Гуман О.М., Макаров А.Б., Антонова И.А., Ли Т.И. Экологическое состояние окружающей среды отвалов черной металлургии (по результатам мониторинга шлакового отвала НТМК) - Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 3 (35). С. 51-56.
43. Зинюков Ю.М., Бартенев В.К., Горюшкин В.В. Мониторинг геологической среды территории Латненского месторождения огнеупорных глин. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.244-247.
44. Иллюстрированный справочник. Полевые цветы./ Под ред. С.Раделова. – Вильнюс: UAB «BESTIARY», 2012. – 144 с.
45. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям песка и гравия. – М, ГКЗ СССР, 1983, 45 с.
46. История Калужской области. - http://protown.ru/russia/obl/history/history_401.html
47. История Калужской области от вятичей до наших дней. - <http://kromino.my1.ru/publ/1-1-0-12>
48. Калабин Г.В., Моисеенко Т.И., Горный В.И., Крижук С.Г., Соромотин А.В. Спутниковый мониторинг природной среды при открытой разработке Олимпиадинского золоторудного месторождения. – Горная экология, ФТПРПИ, №1, 2013. – с.177-184.
49. Кац Я.Г., Козлов В.В., Комарова Н.Г., Ушаков С.А. Геоэкологическая оценка урбанизированных территорий по степени природных и техногенных рисков // Сергеевские чтения. Вып. 3 / Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22-23 марта 2001 г.). - М.: ГЕОС, 2001. -С. 221-224.

50. Кизеев А.Н. Оценка состояния эколого-геологических систем в районе ОАО «Кольская ГМК» (Мурманская область).// Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.115-118.
51. Кириченко Ю.В., Ческидов В.В. Геомеханическое обеспечение учебно-рекреационной рекультивации карьеров и отвалов. - http://giab-online.ru/files/Data/2006/8/2_Kirichenko_CHeskidov1.pdf
52. Ковшов С.В., Бульбашев А.А. Биогенные способы снижения пылевой нагрузки на карьерах строительных материалов / Записки горного института. – 2010. – Т. 186. – С. 54-58.
53. Ковшов В.П., Якубовский М.М., Ковшов С.В. Водохозяйственная рекультивация песчаных карьеров Ленинградской области как комплексный способ решения экологических проблем региона. - spmi.ru/system/files/lib/obyavl/kovshov.doc
54. Королев В.А., Медведева С.Г. Влияние разработки месторождений суглинков на эколого-геологические условия прилегающих территорий, М.: «Инженерные изыскания» № 3, 2013, с.12-26.
55. Королев В.А., Медведева С.Г. Влияние разработки месторождений строительных известняков на эколого-геологические условия прилегающих территорий, М.: «Инженерная геология» № 5, 2012, с.60-74.
56. Королев В.А., Медведева С.Г. Эколого-геологические условия территорий разработки месторождений строительных материалов Калужской области и их оценка, М.: «Инженерные изыскания» № 3, 2012, с.46-60.
57. Королев В.А. Мониторинг геологических, литологических и эколого-геологических систем: учебное пособие./ Под ред. В.Т.Трофимова. – М.: КДУ, 2007. – 416 с.
58. Королев В.А. Современные проблемы экологической геологии // Соросовский образовательный журнал, 1996, №4, с. 60-68.
59. Косинова И.И., Гоппен Т.С. Экономический механизм оценки экологических последствий горнодобывающей деятельности. – Вестн.ВГУ, серия Геология, 2006, № 1. – С. 165 – 174.
60. Косинова И.И., Заридзе М.Г. Оценка степени преобразования отдельных элементов эколого-геологической системы в районе разработки Ситовского карьера Сокольско-Ситовского месторождения известняков. – Вестник ВГУ, серия Геология, 2010, № 1. - с.264 – 269.
61. Косинова И.И., Крутских Н.В. Эколого-геологическое районирование территории г. Воронежа // Вестн. Воронежского университета. Сер. Геология, 2001, №12. - С. 205-212.
62. Косинова И.И. Общая иерархия эколого-геологических объектов // Вестн. Воронежского университета. Сер. Геология, №3, 2000. - С. 237-241.
63. Косинова И.И. Становление экогеологии как нового естественнонаучного направления // Вестн. Воронежского университета. Сер. геол., 1998, №5. - С. 173-176.
64. Косинова И.И. Теория и методология крупномасштабных эколого-геологических исследований // Автореф. дис. докт. геол.-минер. наук: 04.00.24 / Москва, 1999. - 44 с.
65. Котович А.А., Гуман О.М. Оценка потенциального плодородия делювиальных суглинков уральского региона для рекультивации нарушенных земель. - Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2 (34). С. 19-24.
66. Кофф Г.Л., Кожевина Л.С., Жигалин А.Д. Общие принципы оценки устойчивости городской экосистемы // Геоэкология, 1997, № 4. - С. 54-63.
67. Кофф Г.Л., Минакова Т.Б., Котлов В.Ф. и др. Методические основы оценки техногенных изменений геологической среды городов. - М.: Наука, 1990.-196 с.

68. *Красовская И.А., Королев В.А.* Особенности территорий различного функционального использования в связи с оценкой эколого-геологической обстановки (на примере г. Гомеля) // Научные чтения им. акад. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга: Материалы III Международной научной конференции «Экологическая геология и рациональное недропользование (Экогеология -2003)» / Под ред. В.В. Куриленко - СПб: Изд-во С-ПбГУ, 2003. - С.55-57.
69. *Крутских Н.В., Светов С.А.* Оценка техногенного воздействия нерудного горного комплекса на состояние природной среды. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.142-144.
70. *Куриленко В.В., Зайцева О.В., Новикова Е.А. и др.* Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем. / Под ред. Куриленко В.В. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. 448 с.
71. *Куриленко В.В., Хайкович И.М.* Структура экологической геологии и ее взаимосвязь с естественными науками. - Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Серия 7: Геология. География. 2012. № 4. С. 65-78.
72. *Леоненко А.В., Дербенцева А.М., Крупская Л.Т., Чумаченко Е.А.* Оценка влияния техногенной системы на загрязнение снежного покрова, почв и растительности химическими элементами в процессе золотодобычи (на примере Кербинского прииска Хабаровского края). - Экология промышленного производства, Вып. 3, 2012. — С. 12-15.
73. *Лошкарёва А.А.* Эколого-геологические условия Шанучского полиметаллического месторождения (Западная Камчатка), их трансформации при разведке и добыче полезных ископаемых и влияние на систему «река-водосбор»: Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. геол.-минералог. наук. – Москва, 2009 – 21 с.
74. *Маврищев В.В.* Основы экологии. 3-е изд., испр. и доп. – Минск: Высш. шк., 2007. – 447 с.
75. *Мамаев Ю.А., Куринов М.Б.* Вопросы методологии в оценке устойчивости территории. // Геоэкология, 1998, № 5. - С. 109-126.
76. *Медведева С.Г.* Анализ содержания ПАУ как индикатор техногенного химического загрязнения прилегающих к местам отработки карьерами территорий.// Тезисы докладов VIII Научно-практической конференции молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве», Москва, ПНИИИС, 27 апреля 2012, с.34-37.
77. *Медведева С.Г.* Геохимия четвертичных отложений при оценке техногенного воздействия. // Материалы VIII Университетских геол. чтений «Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений», 3-4 апр.2014 г., Минск, Беларусь / редкол. А.Ф. Санько (отв.ред.) [и др.] в 2-х частях. – Минск: «Цифровая печать», 2014 г., Ч.2. – с.62-64.
78. *Медведева С.Г.* Влияние разработки месторождений строительных материалов на окружающую среду (на примере Калужской области).// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии», Грозный, ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, 25-28 марта 2013 г. – Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.), 2013, с 284-287.
79. *Медведева С.Г.* Воздействие разработки месторождений строительных материалов на окружающую среду (на примере Калужской области).// Тезисы докладов Научно-практической конференции молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве», Москва, ПНИИИС, 22 апреля 2011. – М., ОАО «ПНИИИС», 2011, с.71-74.
80. *Медведева С.* Карьеры строительных материалов: особенности, проблемы, пути решения, ISBN 978-3-659-31844-3, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, 65 с.
81. *Медведева С.Г.* К вопросу о рекультивации карьеров строительных материалов.// Материалы III Международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», Воронеж, ФГБОУ ВПО «ВГУ», 20-22 ноября 2013 г. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013г. – с.160-162.

82. *Медведева С.Г., Королёв В.А.* Воздействие разработки месторождений строительных материалов на окружающую среду (на примере Ново-Пятовского карьера, Калужская область).//Материалы XXII конференции молодых учёных, посвящённой памяти чл.-корр. АН СССР К.О.Кратца, «Геология и геоэкология: исследования молодых», Апатиты, КНЦ РАН, 8-10 ноября 2011. - Апатиты; Изд-во КНЦ РАН, 2011, с.27-30.
83. *Медведева С.Г., Королёв В.А.* О необходимости проведения инженерно-экологических изысканий на предпроектной стадии строительства карьеров.// Материалы годичной сессии Научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии «Четырнадцатые Сергеевские чтения» на тему «Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий», секция «Совершенствование нормативной базы инженерных изысканий на предпроектных этапах строительства», Москва, ИГЭ РАН, 22 марта 2012.- М.: РУДН, 2012, с.345-349.
84. *Медведева С.Г., Королев В.А.* О рациональном недропользовании в районах разработки месторождений строительных материалов. // Материалы V Международной научной конференции «Экологические проблемы недропользования, наука и образование», Санкт-Петербург, СПбГУ, 19-24 ноября 2012 г. – СПбГУ, 2012, с. 189-192.
85. *Медведева С.Г., Королев В.А.* Особенности техногенного загрязнения прилегающих к действующим карьерам территорий. // Тезисы докладов IV Международной научной конференции «Геоэкологические проблемы современности», Владимир, ВГГУ, 20-22 сентября 2012 – Владимир, ВлГУ, 2012, с.133-134.
86. *Медведева С.Г., Королёв В.А., Самарин Е.Н.* Воздействие разработки месторождений строительных материалов на эколого-геологические условия.// Материалы конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 300-летию со дня рождения М.В.Ломоносова, секция «Инженерная и экологическая геология», Москва, МГУ, 16 ноября 2011. – <http://geo.web.ru/conf/>
87. *Медведева С.Г., Королёв В.А.* Содержание тяжёлых металлов и полициклических ароматических углеводородов в системе «растение-почва-подстилающий грунт» на Ново-Пятовском карьере известняков (Калужская область).//Материалы второй международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», Воронеж, ВГУ, 4-6 октября 2011. - Воронеж: «КОМПЕР» Центр документации, 2011, с.166-168.
88. *Медведева С.Г., Королёв В.А.* Экология и защита окружающей среды на территориях месторождений строительных материалов Калужской области. // Тезисы докладов X международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», Москва, РГГРУ, 12-15 апреля 2011, с.33. - М., РГГРУ, 2011, с. 33.
89. *Медведева С.Г., Королёв В.А.* Эколого-геологические особенности разработки месторождений строительных материалов. // Материалы XI межвузовской молодёжной научной конференции «Школа экологической геологии и рационального недропользования», Санкт-Петербург, СПбГУ, 30 мая-3 июня 2011. - СПбГУ, 2011, с. 254-256.
90. *Медведева С.Г.* Некоторые особенности осадконакопления в эпоху интенсивного техногенеза.// Сборник статей VIII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований», Ростов, ЮНЦ РАН, июнь 2013 г. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013, с.441-442.
91. *Медведева С.Г.* Особенности воздействия карьеров строительных материалов на биоразнообразие.// Материалы VII международной научной конференции «Биоразнообразие и роль животных в экосистемах», Украина, Днепропетровск, 21-24 октября 2013г. - Днепропетровськ: Адверта, 2013. – С. 15-17.

92. *Медведева С.Г.* О некоторых аспектах оценки экологического риска при разработке месторождений строительных материалов Калужской области. // Материалы Международной научно-практической конференции по проблемам снижения природных опасностей и рисков «ГЕОРИСК – 2012», Москва, ВНИИ ГОЧС, 18-19 октября 2012. – М.: РУДН, 2012, т.2, с.260-264.
93. *Медведева С.Г.* Разработка карьеров строительных материалов как индикатор зрелости человечества.// Материалы международной научной конференции «Православный ученый в современном мире: проблемы и пути их решения», Воронеж, 14-16 ноября 2012 г. – Воронеж: изд-ль Алейников О.Ю., 2013, часть II, с.64-68.
94. *Медведева С.Г.* Техногенное химическое загрязнение окружающей среды вследствие разработки месторождений строительных материалов открытым способом.// Материалы IX научной конференции «Аналитика Сибири и Дальнего Востока», Красноярск, СФУ, 8-13 октября. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2012, с.263.
95. *Медведева С.Г.* Четвертичные отложения и месторождения строительных материалов Калужской области.// Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода «Квартер во всём его многообразии», Апатиты, КНЦ РАН, 12-17 сентября 2011. – Апатиты; СПб, «Реноме», 2011, с. 82-84.
96. *Медведева С.Г., Шилина А.И.* Большие проблемы маленьких карьеров. // Материалы V Международной научно-практической конференции «Науки о Земле на современном этапе», Москва, 25 июля 2012.- М.: Изд-во: «Спутник+», 2012, с.95-100.
97. *Методика* выполнения измерений массовой доли бенз(а)пирена в почвах, грунтах и осадках сточных вод методом ВЭЖХ. Св-во № 27-08 от 04.03.2008 ФР.1.31.2005.01725. – <http://www.prochrom.ru/ru/?idp=met&id=8>
98. *Методические* указания выполнения измерений массовой доли металлов в кормах и биологических объектах методом рентгенофлуоресцентного анализа. – ООО НПО «Спектрон», СПб, 2003 г., -9с.
99. *Месяц С.П.* Технология восстановления нарушенных земель. //Инновационные технологии и современные методы инженерного обеспечения горно-обогатительного производства: сб. инновационных проектов. – Апатиты; СПб.: Реноме, 2010. – С. 41-44.
100. *Микляев П.С., Петрова Т.Б., Дорожко А.Л., Макеев В.М.* Принципы оценки потенциальной радоноопасности территорий на предпроектных этапах строительства // Материалы годичной сессии Научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии «Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий», Москва, ИГЭ РАН, 22 марта 2012. Сергеевские чтения. Вып. 14. – М.: РУДН, 2012, с.350-355.
101. *Мишустин Е.Н., Петрова А.Н.* Определение биологической активности почвы. – Микробиология, Т.XXXII, Вып.3, 1963. – с.479-483.
102. *Мовчан В.Н.* Недропользование и методы экологической оценки состояния природной среды. // Материалы V международной научной конференции «Экологические проблемы недропользования. Наука и образование», СПбГУ, 2012 – Изд-во СПбГУ, с. 201-203.
103. *Мосин О.В.* Древнейшие поселения Калужской области. - http://samlib.ru/o/oleg_w_m/cdocumentsandsettingsolegmoidokumentydvnostrtf.shtml
104. *Москаленко С.В., Бобровский М.В.* Расселение лесных видов растений из старовозрастных дубрав на брошенные пашни в заповеднике «Калужские засеки». – Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012, Т. 14, № 1 – 5. – С. 1332 – 1335.

105. Назаренко Н.В., Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. Проблемы рекультивации нарушенных земель на карьерах общераспространенных полезных ископаемых в Белгородской области и пути их решения. - Природопользование, 2011, № 2. – с. 177 – 183.
106. Назаренко Н.В., Петин А.Н., Фурманова Т.Н. Воздействие разработки месторождений по добыче общераспространенных полезных ископаемых на окружающую природную среду. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: www.science-education.ru/106-7401
107. Науки о Земле: учебное пособие / В.В. Дьяченко, Л.Г. Дьяченко, В.А. Девисилов; под ред. В.А. Девисилова. – М.: КНОРУС, 2010. – 304 с.
108. Неронов В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: Методическое пособие. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.
109. Несчастные случаи на заброшенных песчаных карьерах - <http://volgograd.bezformata.ru/listnews/pogib-pod-zavalom-peska/6340886/>, <http://bnkomi.komiinform.ru/data/news/14074>, <http://www.vsesmi.ru/news/1808868/>, <http://reporter-ua.com/2011/09/19/v-kharkovskoi-oblasti-12-letnii-malchik-pogib-v-zabroshennom-karere>, <http://www.belaruspartisan.org/life/142863/>
110. Низамутдинова Н.Р., Кутляхметов А.Н., Сафарова В.И., Шайдулина Г.Ф. Геоэкологические аспекты деятельности современных золотодобывающих предприятий (на примере Республики Башкортостан). // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.175-176.
111. Никитин В.А., Коноплев А.В., Самсонов Д.П., Хомушку Г.В., Черник Г.В., Рычков А.М. Полициклические ароматические углеводороды в атмосфере дальневосточной российской Арктики. – Метеорология и гидрология, № 4, 2006. – с.70-78.
112. Облицов Д.С., Опрышко Д.С. Современные подходы к горнотехнической рекультивации. С.191-194 - <http://spmi.ru/system/files/lib/obyavl/opryshko.doc>
113. Одум Ю. Экология. Т.1. - М.: Мир, 1986. - 328 с.
114. Озарян Ю.А. Влияние абиотических факторов на элементы биоты экосистем при открытой разработке месторождений строительных материалов (на примере ОАО «Корфовский каменный карьер»): Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Пермь, 2012 – 23 с.
115. Озарян Ю.А., Вовчук Е.Е. Специфические особенности восстановления земель, нарушенных в процессе добычи строительных материалов (на примере ОАО «Корфовский каменный карьер»). – Землепользование, землеустройство и ландшафтное планирование, 2010, № 3. – с. 141 – 144.
116. Озарян Ю.А. Исследование экологической устойчивости экосистем на территории горнопромышленного освоения. - Экологические системы и приборы, № 1, 2012. - С. 38-41.
117. Осипов В.И. Геоэкология: понятие, задачи, приоритеты // Геоэкология. 1997. № 1.С. 3-11.
118. Осипов В.И. Регулирование градостроительства с учетом геологического и экологического рисков // Сергеевские чтения. Вып. 3 / Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. - М.: ГЕОС, 2001. - С.241-244.
119. Оценка изменений геологической среды под воздействием угледобывающего комплекса / Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Матюшина Е.С., Соболева А.Н., Соколовский В.В.//Сергеевские чтения - М.: ГЕОС, 2004, С. 11-15.

120. *Пансков С.А.* Моделирование эколого-экономических аспектов землепользования на месторождении общераспространенных полезных ископаемых. – Вестн. МГОУ, серия «Естественные науки», 2011, № 3. – С. 127 – 131.
121. *Патичев В.И., Прошляков А.Н.* Оценка потребления ресурсов почвы карьерными отвалами. - Экологические системы и приборы, № 12, 2012. – с.51-56.
122. *Петин А.Н., Петина В.И., Белоусова Л.И., Гайворонская И.И.* Геодинамические и экологические особенности формирования и функционирования горнопромышленных ландшафтов в регионе КМА. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.183-185.
123. *Петров В.Г.* Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области. - Калуга, 2003, 439 с.
124. *Пивоваров С.П., Ефременко М.А., Калинина Э.В.* Промышленные взрывы в Липецко-Елецкой зоне и их сейсмические эффекты. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.186-188.
125. *Полевые методы* гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и эколого-геологических исследований./ Учебное пособие// Под ред Королёва В.А. и др. - М., Изд-во МГУ, 2000, - 352 с.
126. *Понятие экосистемы.* - <http://freqlist.ru/ekologiya/teoreticheskaya-ekologiya-briginec/ponyatie-ekosistemi.html>
127. *РД 52.44.589-97* Методические указания. Определение массовой концентрации приоритетных полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе. Методика выполнения измерений методом обращенной жидкостной хроматографии. – Росгидромет, Москва, 1997. – 38 с.
128. *РД 52.44.590-97* Методические указания. Определение массовой концентрации приоритетных полициклических ароматических углеводородов в атмосферных осадках и поверхностных водах. Методика выполнения измерений методом обращенной жидкостной хроматографии. – Росгидромет, Москва, 1997. – 38 с.
129. *Рельеф Калужской области.* - http://ecology.gpntb.ru/ecolibworld/project/regions_russia/center/Kaluga/
130. *Репина Е.М., Бережная Н.А.* Геоэкологическая характеристика территории, прилегающей к карьере по разработке нерудного сырья на примере Липецкого промышленного района. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.189-191.
131. *Репто Э.-Х.А.* Авторское свидетельство на изобретение № 682183 от 30.08.79 «Способ определения фитотоксичности почвы»
132. *Сабянин Г.В.* Экологические аспекты техногенного изменения недр при добыче полезных ископаемых. – Экологические системы и приборы, № 8, 2010. – с.3-9.
133. *Семенова Т.В.* Некоторые аспекты зарубежного опыта решения проблем загрязненных земель. Вестн. Удмуртского ун-та. Биология. Науки о Земле, 2012, Вып. 2. – с. 136 – 141.
134. *Смирнова О.В., Турубанова С.А., Бобровский М.В., Коротков В.Н., Ханина Л.Г.* Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия. – Успехи современной биологии, 2001, Т. 121, № 2. – С. 144 – 159.
135. *Соломатин А.Н.* Устойчивое развитие добывающих регионов и экологические проблемы: энтропийный подход. - Экология промышленного производства, № 3, 2012. - С. 72-79.

136. *Статистика* климатических данных. - http://www.atlas-yakutia.ru/weather/climate_russia-III.html
137. *Солова О.Г.* О проблемах рекультивации отработанных рудников и карьеров отрасли неметаллов и перспективах их целевого использования. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.212-215.
138. *Стрельцов А.Б., Логинов А.А., Шпынов А.В., Константинов Е.Л., Горбачева Н.В., Мустафаева З.М.* Влияние экологической обстановки Калужской области на жизнедеятельность человека. - Тр. регионального конкурса научн. проектов в области гуманитарных наук. - Калуга: «Эйдос», 2003 – Вып.4 – С.652-669.
139. *Сукачев В.Н.* Основы типологии и биогеоценологии (Избранные труды). Т.1. – Л.:Наука, 1972. 332 с.
140. *Сумина О.И., Концева Е.М.* Разнообразие и динамика растительности карьеров в лесотундре Западной Сибири (окрестности г. Лабытнанги, Ямало-Ненецкий АО) – Растительность России. СПб, 2004, № 6. - С.83 -103.
141. *Сухоchenков А.С.* Влияние предприятий угольной промышленности на состояние атмосферного воздуха. – Инженерные изыскания, № 11, 2009, с.34-36.
142. *Сысоев Ю.А.* Эколого-геологическая оценка урбанизированных территорий (на примере пригородов Санкт-Петербурга): Автореф. дис....канд. геол.-минер. наук: 04.00.01, 04.00.24 / Москва, 2000. - 26 с.
143. *Тажетдинова Н.С., Иолин М.М.* Геоэкологическая оценка и контроль антропогенного воздействия при добыче минерального сырья. - Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 2. - С. 235-242.
144. *Температуры* поверхностного слоя Земли. - <http://bitel.kg/osnovygeologii/536-temperatura-poverhnostnogo-sloya-zemli.html>
145. *Теория* и методология экологической геологии / Под ред. В.Т.Трофимова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997, 368 с.
146. *Терехова Э.Б.* К вопросу о миграции микроэлементов в системе почва-растение при использовании вскрышных пород //Труды III Всесоюзного совещания «Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах», Обнинск, ИЭМ, сентябрь 1981 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1985, с.139-142.
147. *Требования* к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: МПР России, 2000. – 30 с.
148. *Трегуб А.И., Юрина Н.В.* Морфоструктурный каркас Старооскольского рудного района как основа для геолого-экологических исследований. // Материалы III-ей междунар. научно-практич. конф-ции, Воронеж, 2013. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. – с.225-227.
149. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др.* Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза. – М.: Ноосфера, 2006. – 720с.
150. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Инженерная геология и экологическая геология: теоретико-методологические основы и взаимоотношение - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. - 120 с.
151. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология / Учебник. - М.: ЗАО Геоинформмарк, 2002, 415 с.
152. *Трофимов В.Т., Королев В.А., Харьковина М.А. и др.* Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов.// Под ред. В.Т.Трофимова. – М.: ООО

«Геомаркетинг», 2012. – 320с.

153. Трофимов В.Т. Лекции по экологической геологии. Лекции 6-10. – М.: Изд-во Моск. ун-та. 2009. – 152с.

154. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, её типы и положение в структуре экосистемы. - Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2009, №2. С.48-52.

155. Трофимов В.Т. Эколого-геологические условия и факторы их формирования // Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2010, №1. С.52-55.

156. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. III. - Л.: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1937 - 504 с.

157. Физическая география и природа Калужской области. – Калуга: издательство Н.Бочкаревой, 2003, 272 с.

158. Филиппович В.Ф. Природа и геологическое строение Калужской области. – Калуга: «Эйдос», 2013 г. – 188 с.

159. Хованская М.А., Косинова И.И. Влияние горнодобывающей и перерабатывающей деятельности на почвы Айхальского района (Саха-Якутия). – Вестн. ВГУ, Серия Геология, 2010, № 1. – С.282 – 285.

160. Цымбалюк К.К., Деньга Ю.М., Антонович В.П. Определение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в объектах окружающей среды (Обзор). – Методы и объекты химического анализа, т.8, № 2, 2013. – с.50-62.

161. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. – М.: «Медицина», 1973, - 368 с.

162. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. 3-е изд. – М: КМК, 2009. – 470 с.

163. Шилина А.И. Содержание ПАУ в воздухе г. Обнинска в период извержения вулкана и торфяных пожаров 2010 г./ Материалы II отраслевой конференции «Вентиляция, газоочистка и аэрозольный контроль на предприятиях атомной отрасли», СПб, 2011 – с.108-110

164. Экзарьян В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды. Москва "Экология" 1997. 171с.

165. Application of passive sampler for monitoring of POPs in ambient air. Part II. Pilot study for development of the monitoring network in Central and Eastern Europe (MONET_CEEC), 2006 - Masaryk University, Brno, 2008, 179 p.

166. Bell F.G. Geological hazards: their assessment, avoidance and mitigation. – London and New York, E&FN Spon, 1999. – 631p.

167. Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen // Herausgegeben von Rudolf Schubert // Bearbeitet von einem Autorenkollektiv. – VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1985, 348p.

168. Bowen H.J.M. Enviromental Chemistry of The Elements. Academical Press 1979. London-New-York. 250 с.

169. Chakraborty, M.K.; Ahmad, M.; Singh, R.S.; Pal, D.; Bandopadhyay, C.; Chaulya, S.K. Determination of the emission rate from various opencast mining operations. *Environmental Modelling & Software* 2002, 17, 467-480.

170. Cooke J.A., Johnson M.S. Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: A review of theory and practice. - Environ. Rev. Vol. 10, 2002. - p.41-71.

171. Cresswell D. Risk Management Don't Lose Your Head // ASIS International. Security Management. - L., 2002. - P. 152-157.

172. *Fahle W.* Reclamation and remediation in the eastern German lignite regions. — Krakow, 2003. —220p.
173. *Gorecki Tadeusz, Namiesnik Jacek.* Passive sampling. TRAC: Trends Anal. Chem. 2002. 21, № 4, c. 276–291.
174. *Hase A. And Hites R.A.* On the origion of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments: biosynthesis by anaerobic bacteris. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1976, Vol.40, No.9, pp.1141-1143.
175. *Jancura P., Belacek B.* Quarry revitalization through form of symbolic landscape. — Krakow, 2003. — 45p.
176. *Keller E.A.* Environmental Geology. - 9-th edition, Pearson Education, Inc., 2011. 624 p.
177. *Kromidas S.* Practical Problem Solving in HPLC. - New York: Wiley, 2000, pp. 194.
178. *La Perriere J.D., Wagener S.M., Bjerklie DM.* 1985. Gold-mining effects on heavy metals in streams, Circle Quadrangle, Alaska. - *Water Resources Bulletin*, v. 21, N2, p. 245-252.
179. *Lee Robert E., Darryl J. von Lehmden.* Trace metal pollution in the environment. J. of the Air Pollution Contr., Ass., vol.23, No.10, 1973.
180. *Management of Mining, Quarring and Ore-Processing Waste in the European Union./* Study made for DG Environment, European Commission / Co-ordination by P. Charbonnier. - December 2001. - BRGM/RP-50319-FR. – 82p.
181. *Matejcek L., Janour Z., Benes L., Bodnar T., Gulikova E.* Spatio-Temporal Modelling of Dust Transport over Surface Mining Areas and Neighbouring Residential Zones. – *Sensors*, 2008, 8, p.3830-3847; DOI: 10.3390/s8063830.
182. *Merritts D., Menking K., A.De Wet.* Environmental Geology: An Earth System Science Approach (Unabridged. Edition) - Unknown, Published 1998, 550 p.
183. *Montgomery C.W.* [Environmental Geology](#)(9th Edition) - Paperback, Published 2010 by McGraw Hill Higher Education, 576 p.
184. *Organic contaminants in Welsh soils: polycyclic aromatic hydrocarbons I K.C. Johnes, J.A. Stratford, K.S. Waterhouse, N. Vogt II* Environ. Sci. Technol. - 1989. -V. 23.-P. 540-550.
185. *Poole S.K. et al.* Sample preparation for chromatographic separations: an overview, *Anal. chim.acta*, 1990, v.236, p. 3 – 42.
186. *Rates, trends, causes, and consequences of urban land-use change in the United States / ed. by Acevedo W. et al.* - Washington: U.S. Geological Survey, 2006. - iv, 200 p. - (U.S. Geological survey. Professional paper; 1726). - ISBN 1-411-31046-2.
187. *R. de Bury.* Philobiblon, 1344. - translated by E. C. Thomas; from the Chatto & Windus Publication, London, 1909. - <http://historymedren.about.com/library/text/bltxtphilobibmain.htm>
188. *Schmidt T.S., Church S.E., Clements W.H., Mitchell K.A., Fey D.L., Wanty R.B., Verplanck P.L., San Juan C.A., Klein T.L., DeWitt E.H., Rockwell B.W.* Aquatic Ecosystems in Central Colorado Are Influenced by Mineral Forming Processes and Historical Mining.// The Third Interagency Conference on Research in the Watersheds, 8-11 September 2008, Estes Park, CO. – p.195-205.
189. *Shilina A.I.* On the Environmental Pollution with Carcinogens. – Meteorological Aspects of Air Pollution//Reports Delivered at the International Symposium in Leningrad, March, 1977. – M.: Moscow Branch of the State Publishing House, 1982, v.II, p.141-148.
190. *Shoeib M., Harner T.* Characterization and comparison of three passive air samplers for persistent organic pollutants // *Environ. Sci. Technol.* 2002. V. 36. P. 4142-4151.
191. *Sidle R.C., Sharpley A.N.* 1991. Cumulative effects of land management on soil and water

resources: an overview. - J. Environ. Qual., v. 20, N1, p. 1-3.

192. *Singh G., Mehta K.K., Sharma R.C., Chawla K.L., Joshi P.K., Yaduvanshi N.P.S.* SAND: mining or no mining in agricultural fields in Haryana. - Technical Bulletin 5/2007 Central Soil Salinity Research Institute Karnal -132 001, Haryana, India, 2007.

193. *Uberman R., Ostręga A.* Applying the analytic hierarchy process in the revitalization of post-mining areas field./ ISAHp 2005, Honolulu, Hawaii, July 8-10, 2005. - 10p.

194. *Van Veen J.A., Paul E.A.* Organic carbon dynamics in grassland soil. I. Background information and computer simulation // Canad. J. Soil Sci. 1981 Vol. 61 P. 185-201.

Фондовые материалы

195. *Вардугин В.Н.* Отчет о проведении работ «Ведение объектного мониторинга геологической среды при эксплуатации Ново-Пятовского участка Пятовского месторождения известняков в Дзержинском районе», ООО ПГП «Притяжение», Калуга, 2002 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2086

196. *Денисов В.М.* Отчет о поисково-оценочных работах на кирпичное сырьё на Кожуховском участке в Дзержинском районе Калужской области, ООО ПГП «Притяжение», Калуга, 2006 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2786

197. *Есипов В.П.* Отчет по ревизионному обследованию действующих и заброшенных карьеров по добыче сырья для производства строительных материалов для лицензирования на территории Калужской области, АОТ «Калугагеология», Калуга, 1998 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2713

198. *Коваленко В.А.* Отчет о геолого-экологических исследованиях территории Калужской области масштаба 1:500 000, АОТ «Калугагеология», Калуга, 1997, КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2687

199. *Медведева С.Г.* Отчет о геологоразведочных работах на месторождении Бахмутовское строительного песка и гравия в Барятинском районе Калужской области, ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, 2010 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2987

200. *Медведева С.Г.* Отчет «Геологическое изучение (поиски, оценка) и разведка строительных песков на Галкинском участке в Дзержинском районе Калужской области», ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, 2013 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 3135

201. *Медведева С.Г.* Отчет «Доразведка флангов и ревизия запасов строительных известняков Полотняно-Заводского IV месторождения в Дзержинском районе Калужской области», ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, 2013 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 3148

202. *Медведева С.Г.* Отчет «Геологическое изучение (поиски и оценка) песчано-гравийной смеси на участке Болобоновский в Дзержинском районе Калужской области», ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, 2013 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 3192

203. *Федюкин Ю.М.* Отчет о геологоразведочных работах на северо-западном фланге Коллонтаевского месторождения строительных песков (участок УМ СМП ПМК-1) в Малоярославецком районе Калужской области, ООО НПП «Центр-Недра», Калуга, 2008 г., КФ ФБУ «ТФГИ по ЦФО», № 2863

Список иллюстраций

Рис. 1.1. Схема биогеоценоза по В.Н.Сукачеву	14
Рис. 1.2. Схема структуры экосистемы и место в ней эколого-геологической системы.....	14
Рис. 1.3. Структура научного метода экологической геологии в общем виде.....	17
Рис. 1.4. Структурная схема используемых методов сопредельных геологических наук на уровне разделов экологической геологии.....	18
Рис. 1.5. Функциональная структура эколого-геологических исследований.....	19
Рис. 2.1. Карта-схема прогнозных площадей и зон рентабельности.....	26
Рис. 2.2. Генерализованная схема взаимосвязи и взаимовлияний экологических функций литосферы.....	27
Рис. 2.3. Взаимосвязь между экологическими функциями литосферы и компонентами эколого-геологических условий.....	28
Рис. 2.4. Карта распространения каменноугольных терригенно-карбонатных Калужской области, рентабельных для открытой разработки.....	46
Рис. 2.5. Характерный годовой ход температуры воздуха на поверхности почвы в районе г. Сухиничи по среднегодовым данным.....	43
Рис. 2.6. Распределение температур по глубине.....	44
Рис. 2.7. Карта геохимических аномалий в почвенном слое	48
Рис. 2.8. Распределение химических элементов в зависимости от глубины.....	49
Рис. 2.9. Схема радоносности территории.....	50
Рис. 2.10. Схема радиационного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС.....	52
Рис. 2.11. Характерный годовой ход выпадения осадков в р-не г.Сухиничи.....	55
Рис. 2.12. Заращение брошенных полей.....	59
Рис. 2.13. Схема распределения техногенной нагрузки.....	61
Рис. 2.14. Карта-схема эколого-геологических условий области.....	64
Рис. 2.15. Карта-схема эколого-геологических условий вероятных территорий разработки Месторождений строительных материалов Калужской области.....	65
Рис. 3.1. Динамика добычи строительных материалов Калужской области 1990-2013 гг.....	69
Рис. 3.2. Схема этапов разведки месторождения строительных материалов.....	71
Рис. 3.3. Схема Коллонтаевского месторождения песков с выделением зон воздействия.....	72
Рис. 3.4. Схема расположения объектов исследования.....	74
Рис. 3.5. Расположение площадок обследования (на примере Кожуховского карьера).....	75
Рис. 3.6. Схема для расчета показателя преобразования рельефа.....	77
Рис. 3.7. Схема методики обследования месторождений строительных материалов.....	79
Рис. 3.8. Планы объектов исследования (м-б 1:10 000).....	81
Рис. 3.9. Схематические геологические разрезы (м-бы: гор. 1:5000, верт.1:1000).....	83
Рис. 3.10. Распределение пылевой нагрузки.....	92
Рис. 3.11. Техногенные образования, разработку месторождений строительных материалов.....	93
Рис. 3.12. Сезонное подтопление карьера	97
Рис. 3.13. Площадное распределение В(а)Р в почвенном слое по интервалам глубин	100
Рис. 3.14. Закономерности распределения ТМ и В(а)Р в системе «почва-подстилающий грунт» на прилегающей к разработкам территориях	101
Рис. 3.15. Вторичное техногенное химическое загрязнение выработанного пространства.....	104
Рис. 3.16. Вторичное загрязнение карьерного пространства бытовым и промышленным мусором.....	106
Рис. 3.17. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах известняков.....	108
Рис. 3.18. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах песчано-гравийной смеси.....	110
Рис. 3.19. Развитие инженерно-геологических процессов на карьерах песков.....	110
Рис. 3.20. Схема замещения исходных фитоценозов по площади.....	112

Рис. 3.21. Распределение В(а)Р в растительности по площади.....	115
Рис. 3.22. Пылевое загрязнение приземной атмосферы при буровзрывных работах.....	119
Рис. 4.1. Схема расположения и ранжирование площадок наблюдения при организации геоэкологического мониторинга месторождений строительных материалов....	129
Рис. 4.2. Схема определения глубины обследования и опробования.....	131
Рис. 4.3. Распределение некоторых элементов и соединений по глубине на единичных площадках.....	135
Рис. 4.4. Распределение бенз(а)пирена по глубине.....	135
Оис. 4.5. Распределение суммы ПАУ по глубине.....	136
Рис. 4.6. Общая структура геоэкологического мониторинга районов месторождений строительных материалов.....	136
Рис. 4.7. Схема организации геоэкологического мониторинга районов месторождений строительных материалов.....	137

Список таблиц

Таблица 1.1. Факторы формирования и компоненты эколого-геологических условий.....	16
Таблица 2.1. Сравнительная характеристика геологического строения месторождений строительных месторождений по видам сырья.....	38
Таблица 2.2. Содержание некоторых химических элементов.....	45
Таблица 2.3. Сравнительная характеристика химического состава четвертичных суглинков различного генезиса.....	46
Таблица 2.4. Состояние радиационной обстановки территории до аварии на ЧАЭС.....	51
Таблица 2.5. Сравнительная характеристика строительных материалов по ЕРН.....	53
Таблица 2.6. Динамика миграции населения.....	59
Таблица 2.7. Военные действия на территории области.....	60
Таблица 2.8. Факторы формирования и компоненты эколого-геологических условий (модификация).....	62
Таблица 2.9. Распределение территории по классам состояний.....	62
Таблица 2.10. Состояние региональных эколого-геологических условий по категориям земель.....	63
Таблица 3.1. Состояние минерально-сырьевой базы Калужской области.....	68
Таблица 3.2. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых.....	69
Таблица 3.3. Эколого-геологические особенности разработки месторождений строительных материалов.....	73
Таблица 3.4. Классификация территории по состоянию фитоценозов.....	75
Таблица 3.5. Реестр геохимических исследований.....	78
Таблица 3.6. Соотношение объемов извлечения.....	93
Таблица 3.7. Содержание ПАУ в системе «растительность-почва-подстилающий грунт» прилегающих к карьерам территорий.....	102
Таблица 3.8. Состояние фитоценозов территории.....	112
Таблица 3.9. Характеристики состояния фитоценозов территории.....	113
Таблица 3.10. Определение скорости разложения целлюлозной пленки.....	114
Таблица 3.11. Содержание ПАУ в воде.....	117
Таблица 3.12. Содержание ПАУ в приземном слое атмосферы.....	119
Таблица 3.13. Сравнительная характеристика горнотехнических параметров и техногенного воздействия.....	120
Таблица 3.14. Классификация месторождений строительных материалов по состоянию эколого-геологических условий и экологическим последствиям их разработки.....	121
Таблица 4.1. Принципы геоэкологического мониторинга месторождений строительных материалов.....	125
Таблица 4.2. Содержание ПАУ в воздухе г. Обнинска в период извержения вулкана.....	137
Таблица 4.3. Содержание ПАУ в воздухе г. Обнинска в период смога.....	137
Таблица 4.4. Объемы годовой добычи полезных ископаемых.....	139
Таблица 4.5. Площади нарушенных и рекультивированных земель по России.....	140
Таблица 4.6. Площади, нарушенные предприятиями отдельных отраслей промышленности, по федеральным округам РФ.....	140
Таблица 4.7. Статистика рекультивации карьеров строительных материалов.....	140
Таблица 4.8. Причины отсутствия рекультивации.....	141
Таблица 4.9. Подход контролирующих органов к своим функциям.....	141
Таблица 4.10. Мероприятия по профилактике нарушений и рекультивации.....	143

Приложение I. Определение характеристик фитоценоза

Для определения проективного покрытия используется сетка Раменского (рис.1), при этом определение ведется в соответствии с эталоном градаций (рис.2).

Определение истинного покрытия производится с применением линейки длиной 1 м, которая кладется на поверхность почвы. При этом измеряется и фиксируется расстояние между основаниями растений (рис.3).

Также измеряется высота травостоя и в качестве характеристики видового разнообразия определяется количество видов без определения самих видов. При этом желательно ведение фотодокументации и использование определителей.

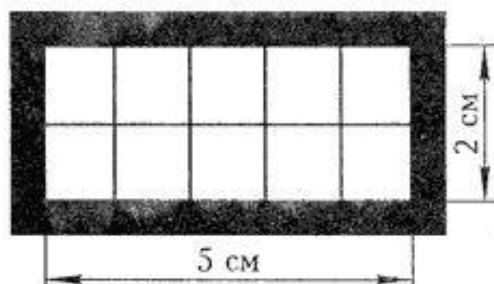


Рис.1. Сетка Раменского для определения проективного покрытия.

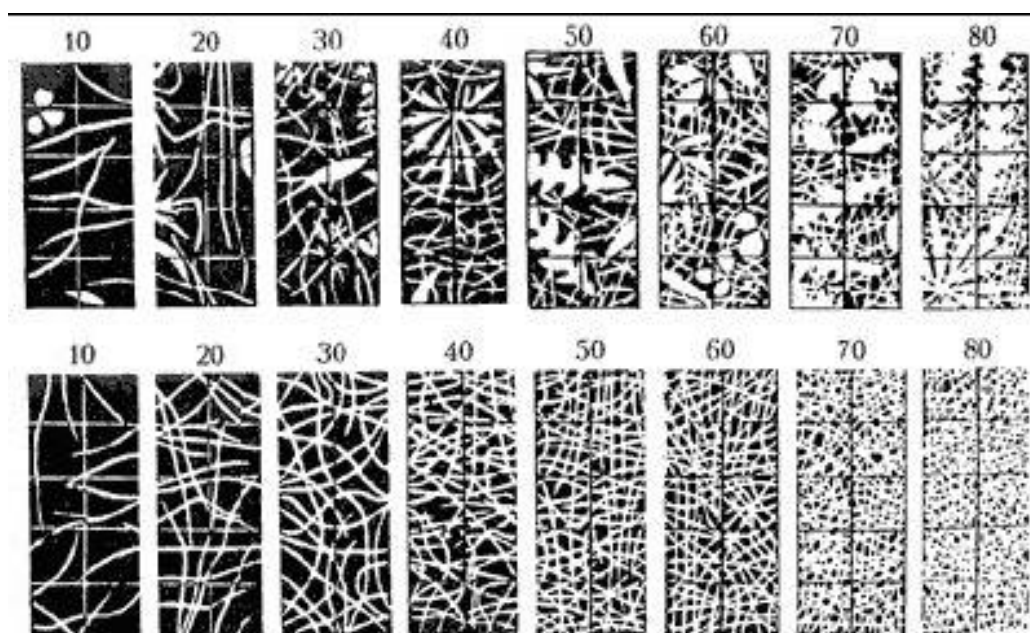


Рис.2. Эталоны градаций проективного покрытия травостоя, %

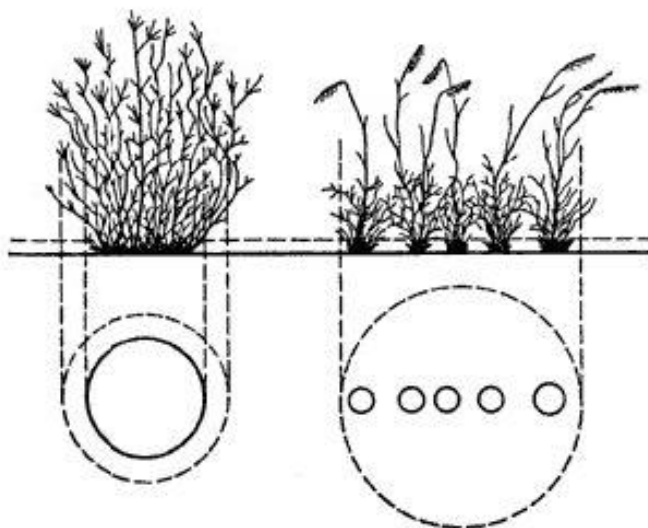


Рис. 3. Различие между проективным и истинным покрытием
(пунктирными кругами обозначено проективное покрытие; сплошной линией –
истинное).

Приложение II. Результаты лабораторных анализов по Ново-Пятовскому участку Пятовского карьера известняков (Дзержинский р-н)

№ площадки	№ пробы	Интервал, м	Содержание ПАУ, мкг/кг														описание грунта
			B(a)P	F	Phen	Antr	Flt	Pyр	BaA+Chrys	BbF+BkF	B(e)P	Peryl	Db(ah)A	I-Pyр	BPL	Σ ПАУ	
1НП	1-1P	растительность	0,6	0	46	1	2	13	5	1	0	0	0	0	1	69,6	-
	1-1A	0,00 - 0,05	0,6	0	4,3	1,7	2,6	8,6	2,8	0,7	0	0	0	0	0	21,3	-
	1-1Б	0,05 – 0,20	0,5	0	3,5	1,4	0,9	3	2,1	0,8	0	0	0	0	0	12,2	-
	1-2	0,20 – 0,35	0,8	0	5,7	2,3	0,8	3	1,4	0,5	0	0	0	0	0	14,5	суглинок светло-коричневый
2НП	2-1P	растительность	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-1A	0,00 - 0,05	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-1Б	0,05 – 0,20	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-2	0,20 – 0,35	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	супесь светло-серая
3НП	3-1P	растительность	1,4	0	114	6	60	85	4	3	0	0	0	0	3	276,4	-
	3-1A	0,00 - 0,05	2,2	0	16	6,4	10	32	2,7	1,2	0	0	0	0	0	70,5	-
	3-1Б	0,05 – 0,20	2,4	0	11,4	4,6	7	23	2,4	1	0	0	0	0	0	51,8	-
	3-2	0,20 – 0,35	2,3	0	10	4	6	20	2,3	0,9	0	0	0	0	0	45,5	супесь светло-серая
	3-3	0,45 - 0,50	2,0	90	3	2	0	7	2	0	0	0	3	0	3	112	супесь светло-серая, с остатками корней и включ. изв-ка
	3-4	0,95 - 1,00	1,0	0	3	0	0	11	0	0	0	0	4	0	5	24	суглинок красновато-коричневый, опесчаненный
	3-5	1,45 - 1,50	3,0	20	3	2	4	10	2	0	0	0	5	0	6	55	суглинок красновато-коричневый, сильно опесчаненный
	3-6	1,95 - 2,00	1,0	12	3	5	0	5	0	0	0	0	4	0	2	32	
4НП	4-1P	растительность	2,3	0	110	3	1	13	3	1	0	0	0	0	2	135,3	-
	4-1A	0,00 - 0,05	0,5	0	6,6	2,6	1,8	6	2,8	0,2	0	0	0	0	0	20,5	-
	4-1Б	0,05 – 0,20	0,4	0	4,7	1,9	0,9	3	0,8	0,6	0	0	0	0	0	12,3	-
	4-2	0,20 – 0,35	0,7	0	6,6	2,6	0,8	2,6	0,8	0,3	0	0	0	0	0	14,4	супесь светло-серая
	4-3	0,45 - 0,50	1,0	30	8	25	0	0	2	0	0	0	0	0	2	68	супесь светлая буровато-серая, с остатками корней и включ. изв-ка
	4-4	0,95 - 1,00	5,0	30	6	0	0	32	2	0	0	0	0	0	20	95	суглинок красновато-коричневый, сильно опесчаненный
	4-5	1,45 - 1,50	1,0	0	9	0	0	8	3	0	0	0	0	0	4	25	
	4-6	1,95 - 2,00	4,0	20	7	1	0	7	10	0	0	0	0	0	8	57	песок глинистый красновато-коричневый
6НП	6-1P	растительность	2,6	0	32	2	4	9	9	1	0	0	0	0	2	61,6	-
	6-1A	0,00 - 0,05	2,5	0	7,7	3,1	3,8	16	2,7	0,2	0	0	0	0	0	36	-
	6-1Б	0,05 – 0,20	2,4	0	9	3,6	5,5	18	1,6	0,5	0	0	0	0	0	40,6	-
	6-2	0,20 – 0,35	2,0	0	3,6	1,5	3,6	12	1,2	0,8	0	0	0	0	0	24,7	супесь светло-серая
	6-3	0,45 - 0,50	9,0	0	6	13	0	78	53	0	0	0	12	0	10	181	суглинок серого цвета с остатками корней, сильно опесчаненный
	6-4	0,95 - 1,00	1,0	30	2	4	0	10	2	0	0	0	3	0	3	55	суглинок красновато-коричневый
	6-5	1,45 - 1,50	14,0	0	19	2	0	14	10	0	0	0	2	0	1	62	суглинок красновато-коричневый, опесчаненный
	6-6	1,95 - 2,00	3,0	26	10	2	0	12	14	0	0	0	2	0	3	72	песок глинистый красновато-коричневый

Площадка, №	Проба, №	Интервал, м	г/кг	мг/кг																		
			S	Cr	Cs	Rb	Sc	Sr	V	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	Cd	Sn	Hg	As	Fe	Mn	W
1НП	1-1Р	растительность	0,00	2,7	0	0	0	0	0	0,0	189,2	0,0	36,5	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	909,5	0	19,4
	1-1А	0,00-0,05	0,55	65,6	4,6	71,7	11,6	102,1	84,9	8,6	20,3	0,0	10,1	53,6	90,0	0,62	2,3	0,07	11,2	15088,9	1059,0	0
	1-1Б	0,05-0,20	0,59	55,5	4,8	71,2	9,2	95,8	54,0	4,8	10,1	1,6	2,5	16,6	52,7	0,29	0,0	0,06	8,9	12827,7	963,5	0
	1-2	0,20-0,35	0,62	56,1	5,2	61,5	7,7	95,7	49,6	2,1	3,2	2,1	0,0	18,6	42,1	0,2	0,1	0,07	9,4	11752,0	886,6	0
2НП	2-1Р	растительность	0,00	2,2	0	0	0	0	0	0,0	185,1	0,0	35,6	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	715,3	0	20,1
	2-1А	0,00-0,05	0,62	56,5	4,1	65,4	9,0	99,5	51,2	5,3	0,0	2,6	0,0	18,5	34,9	0,1	0,0	0,05	9,7	12546,5	841,8	0
	2-1Б	0,05-0,20	0,56	71,2	4,8	64,6	11,9	106,6	64,3	12,9	9,0	0,8	0,5	15,0	45,6	0,1	0,0	0,04	7,6	12338,8	788,9	0
	2-2	0,20-0,35	0,59	52,9	6,1	66,6	9,5	97,1	67,6	10,3	5,7	1,7	0,0	24,5	65,2	0,4	0,0	0,06	9,8	12607,4	813,9	0
3НП	3-1Р	растительность	0,00	2,6	0	0	0	0	0	0,0	172,0	0,0	38,7	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	974,89	0	13,6
	3-1А	0,00-0,05	0,53	52,9	4,9	54,0	6,0	127,0	56,9	5,3	21,5	1,7	13,1	31,1	54,3	0,9	0,0	0,05	6,5	15358,1	570,1	0
	3-1Б	0,05-0,20	0,54	56,1	3,5	55,9	5,4	131,3	57,1	4,9	17,7	1,5	9,6	29,2	60,9	1,0	1,1	0,06	7,3	14755,9	637,6	0
	3-2	0,20-0,35	0,52	68,0	0,9	58,7	9,8	123,3	57,8	17,1	12,5	2,1	4,9	3,0	73,5	0,9	0,0	0,02	3,6	15482,6	759,8	0
	3-3	0,45-0,50	0,56	60,1	4,0	68,2	10,3	125,2	80,4	14,7	25,5	2,7	17,6	44,0	43,0	0,2	1,8	0,07	10,3	13395,6	990,6	0
	3-4	0,95-1,00	0,51	69,1	5,1	67,3	13,4	97,8	74,2	18,1	39,8	1,4	30,0	46,0	50,7	0,1	0,2	0,07	8,9	19875,6	159,7	0
	3-5	1,45-1,50	0,54	53,6	5,2	58,3	12,4	103,2	41,6	17,5	32,7	0,7	22,5	47,2	44,6	0,1	0,9	0,06	10,0	12390,6	149,1	0
	3-6	1,95-2,00	0,52	94,4	2,8	66,0	10,0	148,5	76,4	17,7	28,3	4,9	22,4	48,1	59,8	1,1	2,7	0,06	7,9	23561,4	506,4	0
4НП	4-1Р	растительность	0,00	5,4	0	0	0	0	0	1,7	168,4	0,0	33,9	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	2195,1	0	0,5
	4-1А	0,00-0,05	0,58	61,7	5,5	70,8	10,4	96,9	71,9	5,6	7,7	1,4	0,0	21,1	43,6	0,2	0,0	0,05	8,6	13359,9	702,4	0
	4-1Б	0,05-0,20	0,57	58,2	6,9	69,7	10,7	104,3	79,1	7,7	9,1	1,7	1,2	28,6	46,0	0,2	0,0	0,06	8,9	13356,4	746,2	0
	4-2	0,20-0,35	0,57	54,0	7,0	67,5	10,2	100,2	74,2	2,2	11,2	1,6	3,0	24,2	37,4	0,1	0,9	0,06	8,6	14071,9	883,6	0
	4-3	0,45-0,50	0,57	70,9	2,1	63,5	12,9	100,2	52,2	21,0	5,9	2,0	0,0	20,9	55,9	0,3	0,0	0,04	7,7	11823,4	153,6	0
	4-4	0,95-1,00	0,51	81,9	11,0	73,7	13,8	107,5	107,7	31,3	32,8	2,9	24,5	58,9	42,1	0,1	3,9	0,08	10,0	26954,9	310,9	0
	4-5	1,45-1,50	0,53	70,3	2,5	62,6	13,8	98,5	49,8	31,1	19,1	1,4	10,6	37,4	50,6	0,2	0,0	0,06	8,2	17029,0	316,1	0
	4-6	1,95-2,00	0,40	51,4	4,8	54,1	8,8	81,7	37,4	7,2	14,1	1,7	6,7	49,6	27,3	0,0	2,4	0,08	11,8	12714,4	167,3	0
6НП	6-1Р	растительность	0,00	3,1	0	0	0	0	0	0,0	187,6	0,0	40,3	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1321,3	0	31,2
	6-1А	0,00-0,05	0,46	66,4	2,4	34,3	0,0	306,2	52,1	0,0	11,4	9,0	11,5	41,3	95,6	3,6	2,9	0,05	8,7	19320,2	560,1	0
	6-1Б	0,05-0,20	0,45	56,6	0,0	26,8	0,0	307,4	45,7	0,0	20,8	7,4	18,6	42,6	81,7	3,6	0,0	0,03	17,1	16649,2	485,6	0
	6-2	0,20-0,35	0,46	58,3	2,0	34,1	0,0	266,4	44,4	0,0	27,9	6,4	23,8	40,2	67,3	2,9	0,7	0,03	13,0	18843,2	486,5	0
	6-3	0,45-0,50	0,49	71,5	0,0	30,0	0,0	302,9	55,0	0,5	20,4	9,0	19,8	52,7	71,7	3,5	5,0	0,05	13,1	15116,8	505,0	0
	6-4	0,95-1,00	0,57	78,2	3,2	63,5	11,7	83,7	64,9	20,1	17,1	2,5	9,8	29,4	40,2	0,1	0,0	0,04	7,8	18024,2	295,0	0
	6-5	1,45-1,50	0,51	89,4	3,0	79,2	13,9	122,6	72,8	36,4	38,7	2,8	30,1	45,8	59,5	0,3	0,0	0,05	6,4	24681,8	540,6	0
	6-6	1,95-2,00	0,55	64,7	4,4	60,3	12,4	87,6	47,1	19,1	23,9	0,5	14,7	34,9	44,0	0,1	0,0	0,05	8,6	14579,0	235,0	0

Приложение III. Результаты лабораторных анализов по Криушинскому-1 карьеру песчано-гравийной смеси (Ферзиковский р-н)

№ площадки	№ пробы	Интервал, м	Содержание ПАУ, мкг/кг														описание грунта
			B(a)P	F	Phen	Antr	Flt	Pyр	BaA+Chrys	BbF+BkF	B(e)P	Peryl	Db(ah)A	I-Pyр	BPL	Σ ПАУ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1Кр	Кр1С	смыв с раст.	1,9 нг/г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-	-
	Кр1Р	растительность	75,0	1750,0	0,0	0,0	580,0	2880,0	390,0	230,0	1150,0	230,0	0,0	0,0	23,0	7233,0	-
	Кр1К	корни	61,0	1240,0	0,0	0,0	60,0	360,0	195,0	72,0	360,0	72,0	7,0	46,0	16,0	2428,0	-
	Кр11	0,00 - 0,05	42,0	5400,0	0,0	0,0	90,0	426,0	262,0	73,0	360,0	73,0	75,0	39,0	3,0	6801,0	почвенно-растительный слой
	Кр12	0,05 – 0,20	50,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	53,0	38,0	190,0	80,0	0,0	0,0	0,0	389,0	
	Кр13	0,20 – 0,35	10,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,0	53,0	песок м/з ржавого цвета
	Кр14	0,45 - 0,50	4,0	0,0	40,0	1,0	10,0	0,0	36,0	25,0	2500,0	500,0	0,0	0,0	0,0	3112,0	
	Кр15	0,95 - 1,00	3,0	100,0	0,0	0,0	9,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	132,0	
	Кр16	1,45 - 1,50	1,0	66,0	0,0	0,0	7,0	0,0	10,0	3,0	30,0	6,0	0,0	0,0	0,0	122,0	суглинок красновато-коричневый, моренный, плотный
	Кр17	1,95 - 2,00	12,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	37,0	0,0	0,0	0,0	34,0	0,0	0,0	77,0	
2Кр	Кр2С	смыв с раст.	0,4 нг/г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Кр2Р	растительность	1000,0	2010,0	480,0	12,0	140,0	500,0	330,0	120,0	600,0	120,0	19,0	0,0	100,0	4431,0	-
	Кр2К	корни	12740,0	148400,0	29400,0	740,0	1840,0	1090,0	64600,0	42500,0	41500,0	4250,0	6560,0	3700,0	5520,0	350100,0	-
	Кр21	0,00 - 0,05	32210,0	199800,0	47520,0	860,0	24190,0	4600,0	125400,0	86000,0	43012,0	10002,0	10500,0	16200,0	10700,0	578784,0	почвенно-растительный слой
	Кр22	0,05 – 0,20	3520,0	15000,0	3700,0	90,0	3650,0	0,0	19270,0	9550,0	48000,0	9500,0	3100,0	3700,0	1530,0	117090,0	
	Кр23	0,20 – 0,35	1240,0	12500,0	1340,0	50,0	1150,0	0,0	6040,0	1250,0	6500,0	3200,0	290,0	960,0	120,0	33400,0	суглинок светло-коричневый, покровный
	Кр24	0,45 - 0,50	53,0	1120,0	140,0	3,0	140,0	340,0	490,0	170,0	850,0	100,0	10,0	20,0	10,0	3393,0	
	Кр25	0,95 - 1,00	12,0	1160,0	90,0	2,0	90,0	460,0	390,0	290,0	1700,0	280,0	4,0	40,0	10,0	4516,0	
	Кр26	1,45 - 1,50	15,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0	
	Кр27	1,95 - 2,00	2,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	11,0	6,0	30,0	6,0	0,0	0,0	11,0	68,0	-
3Кр	Кр3Р	растительность	110,0	17380,0	616,0	62,0	101,0	0,0	383,0	53,0	270,0	53,0	0,0	0,0	0,0	18918,0	-
	Кр31	0,00 - 0,05	44,0	11083,0	320,0	92,0	159,0	0,0	394,0	114,0	370,0	64,0	0,0	0,0	0,0	12596,0	почвенно-растительный слой
	Кр32	0,05 – 0,20	1,0	239,0	0,0	30,0	6,0	0,0	13,0	1,0	10,0	1,0	13,0	39,0	6,0	358,0	
	Кр33	0,20 – 0,35	5,0	550,0	0,0	9,0	19,0	0,0	44,0	2,0	20,0	2,0	0,0	0,0	0,0	646,0	песок мелкозернистый
4Кр	Кр4Р	растительность	10,0	119,0	0,0	0,0	11,0	9,0	17,0	35,0	145,0	32,0	0,0	0,0	0,0	368,0	-
	Кр41	0,00 - 0,05	9,0	78,0	0,0	0,0	2,0	4,0	31,0	37,0	160,0	40,0	2,0	13,0	9,0	376,0	почвенно-растительный слой
	Кр42	0,05 – 0,20	4,0	12,0	0,0	0,0	3,0	0,0	18,0	6,0	40,0	8,0	2,0	3,0	6,0	98,0	
	Кр43	0,20 – 0,35	5,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	21,0	7,0	15,0	3,0	0,0	5,0	0,0	55,0	песок мелкозернистый
5Кр	Кр5Р	растительность	54,0	1050,0	0,0	0,0	280,0	880,0	270,0	110,0	450,0	70,0	0,0	2,0	13,0	3125,0	-
	Кр51	0,00 - 0,05	32,0	2400,0	0,0	0,0	43,0	372,0	262,0	93,0	310,0	95,0	5,0	10,0	4,0	3594,0	почвенно-растительный слой
	Кр52	0,05 – 0,20	10,0	3,0	0,0	0,0	17,0	0,0	44,0	28,0	73,0	30,0	0,0	0,0	0,0	195,0	
	Кр53	0,20 – 0,35	7,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,0	47,0	песок мелкозернистый
6Кр	Кр6Р	растительность	120,0	13380,0	576,0	102,0	100,0	110,0	353,0	83,0	290,0	55,0	0,0	0,0	0,0	15049,0	-
	Кр61	0,00 - 0,05	64,0	12270,0	340,0	98,0	165,0	150,0	370,0	121,0	402,0	70,0	2,0	11,0	0,0	13999,0	почвенно-растительный слой
	Кр62	0,05 – 0,20	10,0	357,0	10,0	41,0	12,0	30,0	25,0	10,0	130,0	11,0	0,0	10,0	3,0	639,0	
	Кр63	0,20 – 0,35	5,0	370,0	0,0	11,0	18,0	0,0	30,0	8,0	50,0	2,0	0,0	0,0	0,0	489,0	песок мелкозернистый
7Кр	Кр7Р	растительность	76,0	1750,0	0,0	0,0	480,0	2180,0	290,0	210,0	550,0	215,0	0,0	0,0	27,0	5702,0	-
	Кр71	0,00 - 0,05	62,0	3410,0	0,0	0,0	490,0	1439,0	322,0	273,0	370,0	273,0	15,0	9,0	32,0	6633,0	почвенно-растительный слой
	Кр72	0,05 – 0,20	15,0	0,0	0,0	0,0	128,0	120,0	75,0	58,0	170,0	95,0	0,0	2,0	10,0	658,0	
	Кр73	0,20 – 0,35	10,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	39,0	2,0	13,0	0,0	0,0	12,0	3,0	75,0	песок мелкозернистый

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8Кр	Кр8Р	растительность	20,0	232,0	0,0	0,0	31,0	23,0	45,0	70,0	257,0	65,0	0,0	0,0	0,0	723,0	-
	Кр81	0,00 - 0,05	29,0	273,0	0,0	0,0	6,0	10,0	62,0	84,0	310,0	71,0	1,0	21,0	25,0	863,0	почвенно-растительный слой
	Кр82	0,05 – 0,20	8,0	24,0	0,0	0,0	7,0	0,0	34,0	22,0	87,0	23,0	8,0	9,0	4,0	218,0	
	Кр83	0,20 – 0,35	3,0	0,0	0,0	0,0	6,0	2,0	29,0	15,0	34,0	7,0	1,0	6,0	5,0	105,0	песок мелкозернистый
9Кр	Кр9Р	растительность	10,0	110,0	0,0	29,0	101,0	0,0	183,0	52,0	250,0	33,0	3,0	0,0	0,0	761,0	-
	Кр91	0,00 – 0,05	14,0	183,0	0,0	32,0	109,0	0,0	324,0	114,0	370,0	64,0	10,0	3,0	4,0	1213,0	почвенно-растительный слой
	Кр92	0,05 – 0,20	4,0	239,0	120,0	30,0	6,0	0,0	113,0	37,0	210,0	21,0	33,0	49,0	16,0	874,0	
	Кр93	0,20 – 0,35	4,0	550,0	39,0	9,0	12,0	0,0	44,0	12,0	20,0	9,0	27,0	11,0	15,0	748,0	песок мелкозернистый

Площадка, №	Проба, №	Интервал, м	г/кг											мг/кг															
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba	S	Cr	Cs	Rb	Sc	Sr	V	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	Cd	Sn	Hg	As
1Кр	Кр11	растительность	736,0	2,1	70,3	5,4	0,60	20,4	1,3	11,9	1,03	0,45	0,49	84,9	0,0	41,0	26,3	81,7	10,9	27,2	17,1	1,2	12,3	74,2	82,8	0,38	12,9	0,12	16,6
	Кр12	0,00-0,05	716,3	2,4	67,3	6,1	0,69	25,4	1,7	11,0	1,05	0,56	0,49	89,6	7,7	42,0	27,4	78,5	17,6	40,3	31,4	2,2	23,4	20,2	98,3	0,64	4,2	0,08	24,4
	Кр13	0,05-0,20	718,5	1,8	61,1	6,7	0,27	28,9	1,8	10,3	0,78	0,56	0,51	91,3	18,7	36,0	26,8	68,3	16,4	47,1	39,5	2,4	29,0	0,0	103,6	0,76	0,0	0,05	22,9
	Кр14	0,20-0,35	783,5	1,1	40,1	5,9	0,06	23,6	0,9	9,4	0,68	0,35	0,57	74,5	0,0	33,9	16,1	68,6	1,3	23,8	38,1	2,8	23,1	47,7	51,6	0,23	13,0	0,12	40,7
	Кр15	0,45-0,50	648,2	1,8	84,7	7,4	0,13	13,8	1,2	11,1	0,58	0,49	0,44	83,5	17,6	39,4	31,9	80,9	15,2	42,8	32,1	1,6	28,3	1,4	140,0	1,01	1,0	0,05	4,9
	Кр16	0,95-1,00	629,3	7,9	125,7	30,1	0,15	37,4	5,7	23,2	0,89	0,77	0,38	124,3	3,6	73,3	12,5	124,6	79,3	51,3	60,0	4,4	68,5	102,9	119,6	0,74	15,2	0,10	9,3
	Кр17	1,45-1,50	614,1	6,4	133,6	27,0	0,64	37,4	5,2	20,8	0,87	0,81	0,34	102,9	4,6	69,5	12,8	130,0	70,2	58,1	48,8	3,1	60,9	119,0	106,3	0,51	17,0	0,12	10,1
	Кр21	1,95-2,00	712,7	3,2	83,0	12,0	0,55	80,9	7,9	12,8	2,82	0,46	0,39	72,7	0,7	40,4	0,0	88,0	14,1	28,3	36,8	2,7	38,5	186,3	129,9	1,11	22,1	0,16	19,0
2Кр	Кр22	растительность	683,7	5,1	103,9	13,6	1,25	36,2	4,1	17,5	0,95	0,66	0,39	83,3	5,5	54,4	9,2	87,4	33,9	35,0	27,7	2,1	34,5	96,6	99,8	0,49	18,7	0,12	21,6
	Кр23	0,00-0,05	710,8	2,5	82,5	5,7	0,96	29,1	1,8	10,4	0,66	0,42	0,44	77,5	0,0	37,0	13,1	68,6	0,5	27,4	18,4	1,7	18,9	119,6	86,3	0,35	16,4	0,14	16,8
	Кр24	0,05-0,20	701,0	5,3	81,5	12,0	0,34	35,6	2,3	14,6	0,75	0,72	0,46	84,7	0,0	50,4	15,0	87,6	37,9	34,5	32,8	3,5	30,2	109,6	70,3	0,26	15,6	0,13	20,6
	Кр25	0,20-0,35	638,2	8,4	120,4	30,0	0,32	41,6	5,8	18,5	1,41	0,75	0,39	115,9	3,2	67,0	12,5	117,9	75,4	51,0	51,9	5,1	55,7	108,7	97,7	0,54	17,7	0,12	14,3
	Кр26	0,45-0,50	634,5	9,2	133,4	32,3	0,42	49,6	7,1	21,9	1,45	0,87	0,37	116,6	3,8	78,3	10,7	146,2	87,4	46,4	54,0	4,9	61,9	145,5	103,4	0,59	20,8	0,13	13,2
	Кр27	0,95-1,00	608,7	10,1	135,5	32,6	0,34	49,5	7,8	25,2	1,74	0,82	0,34	125,2	3,9	81,4	10,6	145,4	78,5	62,6	57,3	4,4	67,5	112,3	113,3	0,70	20,7	0,13	11,2
	Кр11	1,45-1,50	736,0	2,1	70,3	5,4	0,60	20,4	1,3	11,9	1,03	0,45	0,49	84,9	0,0	41,0	26,3	81,7	10,9	27,2	17,1	1,2	12,3	74,2	82,8	0,38	12,9	0,12	16,6
	Кр12	1,95-2,00	716,3	2,4	67,3	6,1	0,69	25,4	1,7	11,0	1,05	0,56	0,49	89,6	7,7	42,0	27,4	78,5	17,6	40,3	31,4	2,2	23,4	20,2	98,3	0,64	4,2	0,08	24,4

Приложение IV. Результаты лабораторных анализов по Коллонтаевскому карьеру строительных песков (Малоярославецкий р-н)

№ площадки	№ пробы	Интервал, м	Содержание ПАУ, мкг/кг														описание грунта
			B(a)P	F	Phen	Antr	Flt	Pyр	BaA+Chrys	BbF+BkF	B€P	Peryl	Db(ah)A	I-Pyр	BPL	Σ ПАУ	
1Кл	Кл1Р	растительность	2,0	400,0	0,0	32,0	64,0	127,0	58,0	12,0	60,0	12,0	0,0	0,0	0,0	765,0	-
	Кл1К	корни	2,0	370,0	11,0	18,0	33,0	100,0	41,0	9,0	55,0	10,0	0,0	0,0	0,0	647,0	-
	Кл11	0,00 - 0,05	4,0	627,0	51,0	1,0	0,0	124,0	60,0	17,0	80,0	17,0	4,0	0,0	0,0	981,0	почвенно-растительный слой
	Кл12	0,05 – 0,20	5,0	330,0	270,0	1,0	2,0	92,0	7,0	4,0	40,0	4,0	0,0	0,0	0,0	750,0	
	Кл13	0,20 – 0,35	3,0	990,0	30,0	1,0	33,0	160,0	40,0	16,0	80,0	16,0	0,0	0,0	0,0	1366,0	песок м/з ржавого цвета
1аКл	Кл1аР	растительность	21,0	1620,0	0,0	31,0	62,0	180,0	80,0	53,0	26,0	53,0	12,0	15,0	14,0	2146,0	-
	Кл1аК	корни	12,0	327,0	0,0	7,0	42,0	165,0	70,0	42,0	22,0	12,0	0,0	0,0	0,0	687,0	-
	Кл1а1	0,00 - 0,05	106,0	420,0	0,0	22,0	3,0	126,0	39,0	6,0	30,0	6,0	0,0	0,0	0,0	652,0	почвенно-растительный слой
	Кл1а2	0,05 – 0,20	3,0	460,0	0,0	1,0	3,0	158,0	38,0	14,0	70,0	14,0	0,0	0,0	0,0	758,0	
	Кл1а3	0,20 – 0,35	10,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,0	53,0	песок м/з ржавого цвета
1бКл	Кл1бР	растительность	2,0	73,0	10,0	0,0	2,0	10,0	12,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	111,0	-
	Кл1бК	корни	3,0	92,0	56,0	1,0	3,0	38,0	16,0	11,0	112,0	22,0	0,0	0,0	0,0	351,0	-
	Кл1б1	0,00 - 0,05	1,0	230,0	70,0	10,0	10,0	127,0	14,0	54,0	540,0	108,0	0,0	0,0	0,0	1163,0	почвенно-растительный слой
	Кл1б2	0,05 – 0,20	7,0	500,0	348,0	9,0	17,0	536,0	101,0	30,0	30,0	66,0	0,0	0,0	0,0	1637,0	
	Кл1б3	0,20 – 0,35	10,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,0	53,0	песок м/з ржавого цвета
2Кл	Кл2Р	растительность	44,0	630,0	0,0	9,0	18,0	0,0	63,0	89,0	440,0	36,0	0,0	0,0	10,0	1295,0	-
	Кл2К	корни	42,0	370,0	0,0	1,0	7,0	9,0	56,0	50,0	100,0	27,0	0,0	0,0	0,0	620,0	-
	Кл21	0,00 - 0,05	48,0	775,0	10,0	10,0	10,0	124,0	60,0	17,0	108,0	27,0	0,0	0,0	0,0	1141,0	почвенно-растительный слой
	Кл22	0,05 – 0,20	1,0	260,0	22,0	1,0	9,0	0,0	16,0	17,0	85,0	17,0	0,0	0,0	0,0	427,0	
	Кл23	0,20 – 0,35	4,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	9,0	45,0	9,0	0,0	0,0	0,0	273,0	супесь светло-коричневая
	Кл24	0,35 – 0,50	2,0	294,0	11,0	0,0	0,0	55,0	21,0	9,0	5,0	9,0	0,0	0,0	0,0	404,0	
3Кл	Кл3Р	растительность	7,0	530,0	0,0	20,0	39,0	126,0	0,0	26,0	130,0	26,0	0,0	0,0	0,0	897,0	-
	Кл3К	корни	3,0	65,0	56,0	10,0	14,0	10,0	23,0	13,0	110,0	21,0	0,0	0,0	0,0	322,0	-
	Кл31	0,00 - 0,05	2,0	180,0	344,0	9,0	20,0	34,0	42,0	19,0	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	708,0	почвенно-растительный слой
	Кл32	0,05 – 0,20	3,0	540,0	830,0	4,0	10,0	100,0	79,0	10,0	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0	1633,0	
	Кл33	0,20 – 0,35	2,0	220,0	88,0	2,0	34,0	0,0	17,0	10,0	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0	431,0	песок мелкозернистый
4Кл	Кл4Р	растительность	9,0	730,0	0,0	18,0	37,0	0,0	57,0	18,0	90,0	18,0	0,0	0,0	0,0	968,0	-
	Кл4К	корни	8,0	173,0	21,0	30,0	29,0	0,0	38,0	14,0	30,0	13,0	0,0	0,0	0,0	348,0	-
	Кл41	0,00 - 0,05	8,0	180,0	48,0	31,0	24,0	120,0	30,0	10,0	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0	503,0	почвенно-растительный слой
	Кл42	0,05 – 0,20	3,0	600,0	146,0	4,0	48,0	240,0	33,0	11,0	60,0	11,0	0,0	0,0	0,0	1153,0	
	Кл43	0,20 – 0,35	9,0	290,0	0,0	10,0	200,0	1560,0	37,0	46,0	180,0	46,0	0,0	0,0	0,0	2369,0	песок мелкозернистый

Приложение V. Результаты лабораторных анализов по Кожуховскому карьере кирпичных суглинков (Дзержинский р-н)

№ площадки	№ пробы	Интервал, м	Содержание ПАУ, мкг/кг														описание грунта
			B(a)P	F	Phen	Antr	Flt	Pyт	BaA+Chrys	BbF+BkF	B(e)P	Peryl	Db(ah)A	I-Pyт	BPL	Σ ПАУ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1К	K1-смыв	смыв с растительности	1,9нг/г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K1P	растительность	98,0	4560,0	3910,0	98,0	180,0	310,0	250,0	110,0	550,0	110,0	22,0	0,0	90,0	10288,0	-
	K1K	корни	44,5	1400,0	0,0	0,0	10,0	80,0	10,0	30,0	150,0	30,0	0,0	0,0	0,0	1754,5	-
	K11	0,00 - 0,05	180,0	1700,0	270,0	7,0	200,0	0,0	900,0	400,0	2000,0	400,0	60,0	70,0	15,0	6202,0	почвенно-раст-ительный слой
	K12	0,05 – 0,20	25,0	0,0	80,0	2,0	14,0	0,0	270,0	80,0	400,0	80,0	15,0	15,0	14,0	995,0	
	K13	0,20 – 0,35	13,0	0,0	120,0	2,0	3,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	152,0	
	K14	0,45 - 0,50	60,0	0,0	50,0	0,0	70,0	56,0	340,0	80,0	380,0	80,0	0,0	0,0	0,0	1116,0	суглинок светло-коричневый, покровный, пластичный, без включений
	K15	0,95 - 1,00	18,0	102,0	38,0	9,0	0,0	57,0	90,0	7,0	80,0	6,0	0,0	0,0	0,0	407,0	
	K16	1,45 - 1,50	24,0	90,0	18,0	1,0	30,0	0,0	70,0	10,0	40,0	10,0	0,0	0,0	0,0	293,0	
	K17	1,95 - 2,00	17,0	90,0	22,0	1,0	60,0	0,0	34,0	110,0	500,0	100,0	4,0	0,0	0,0	938,0	
2К	K2-смыв	смыв с растительности	14нг/г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K2P	растительность	102,0	1690,0	1940,0	50,0	230,0	120,0	100,0	100,0	500,0	100,0	0,0	0,0	25,0	4957,0	-
	K2K	корни	55,0	1560,0	0,0	0,0	68,0	0,0	290,0	0,0	0,0	0,0	230,0	0,0	0,0	2203,0	-
	K21	0,00 - 0,05	45,0	96,0	10,0	1,0	30,0	86,0	190,0	120,0	600,0	130,0	80,0	20,0	20,0	1428,0	почвенно-растительный слой
	K22	0,05 – 0,20	3,0	126,0	0,0	0,0	8,0	0,0	18,0	10,0	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0	225,0	
	K23	0,20 – 0,35	3,0	70,0	14,0	0,0	80,0	0,0	60,0	10,0	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0	297,0	
	K24	0,45 - 0,50	170,0	250,0	320,0	10,0	110,0	380,0	650,0	410,0	2000,0	400,0	50,0	4,0	2,0	4756,0	суглинок светло-коричневый, покровный, пластичный, без включений
	K25	0,95 - 1,00	4,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	20,0	10,0	60,0	10,0	0,0	0,0	3,0	117,0	
	K26	1,45 - 1,50	6,0	70,0	130,0	3,0	10,0	0,0	20,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0	349,0	
	K27	1,95 - 2,00	17,0	73,0	0,0	0,0	190,0	0,0	30,0	13,0	60,0	13,0	0,0	0,0	0,0	396,0	
3К	K3-смыв	смыв с растительности	5,6нг/г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K3P	растительность	130,0	1530,0	0,0	10,0	40,0	2000,0	130,0	10,0	50,0	20,0	0,0	0,0	430,0	4350,0	почвенно-растительный слой
	K3K	корни	136,0	1350,0	0,0	0,0	23,0	0,0	100,0	25,0	14,0	27,0	0,0	0,0	0,0	1675,0	
	K31	0,00 - 0,05	5,0	0,0	680,0	14,0	0,0	50,0	30,0	10,0	40,0	10,0	0,0	0,0	0,0	839,0	суглинок светло-коричневый, покровный, пластичный, без включений
	K32	0,05 – 0,20	3,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	12,0	10,0	50,0	19,0	0,0	0,0	0,0	102,0	
	K33	0,20 – 0,35	7,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	24,0	
	K34	0,45 - 0,50	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	8,0	3,0	14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	34,0	
	K35	0,95 - 1,00	1,0	8,0	0,0	0,0	1,0	0,0	5,0	4,0	20,0	4,0	0,0	0,0	1,0	44,0	
	K36	1,45 - 1,50	3,0	210,0	0,0	0,0	4,0	0,0	11,0	7,0	35,0	7,0	0,0	0,0	0,0	277,0	
	K37	1,95 - 2,00	3,0	90,0	0,0	0,0	4,0	26,0	16,0	5,0	25,0	5,0	0,0	0,0	0,0	174,0	
4К	K4P	растительность	79,0	990,0	1340,0	42,0	102,0	120,0	100,0	95,0	470,0	90,0	8,0	0,0	32,0	3468,0	-
	K41	0,00 - 0,05	29,0	296,0	110,0	31,0	125,0	49,0	77,0	105,0	380,0	60,0	10,0	0,0	20,0	1292,0	почвенно-растительный слой
	K42	0,05 – 0,20	14,0	16,0	3,0	0,0	5,0	0,0	4,0	10,0	70,0	10,0	0,0	0,0	0,0	132,0	
	K43	0,20 – 0,35	6,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	суглинок покровный
5К	K5P	растительность	19,0	128,0	138,0	11,0	102,0	120,0	94,0	76,0	160,0	87,0	5,0	0,0	18,0	958,0	-
	K51	0,00 - 0,05	23,0	306,0	180,0	31,0	131,0	159,0	127,0	100,0	210,0	90,0	8,0	0,0	20,0	1385,0	почвенно-растительный слой
	K52	0,05 – 0,20	10,0	26,0	33,0	9,0	15,0	60,0	54,0	50,0	80,0	30,0	2,0	0,0	6,0	375,0	
	K53	0,20 – 0,35	9,0	10,0	2,0	6,0	5,0	10,0	0,0	12,0	21,0	7,0	0,0	0,0	0,0	82,0	суглинок покровный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6К	K6P	растительность	144,0	1580,0	1310,0	70,0	240,0	1200,0	110,0	90,0	350,0	75,0	5,0	0,0	280,0	5454,0	-
	K61	0,00 - 0,05	153,0	1206,0	1080,0	101,0	231,0	1109,0	117,0	103,0	310,0	90,0	8,0	0,0	10,0	4518,0	почвенно-растительный слой
	K62	0,05 – 0,20	9,0	122,0	230,0	39,0	85,0	160,0	41,0	40,0	180,0	130,0	12,0	10,0	7,0	1065,0	
	K63	0,20 – 0,35	8,0	30,0	42,0	26,0	15,0	110,0	20,0	18,0	61,0	57,0	4,0	1,0	0,0	392,0	суглинок покровный
7К	K7P	растительность	219,0	1328,0	938,0	91,0	302,0	1090,0	194,0	176,0	460,0	127,0	25,0	0,0	118,0	5068,0	-
	K71	0,00 - 0,05	123,0	1396,0	1800,0	131,0	320,0	150,0	187,0	190,0	510,0	140,0	38,0	11,0	120,0	5116,0	почвенно-растительный слой
	K72	0,05 – 0,20	70,0	1426,0	209,0	49,0	35,0	50,0	56,0	70,0	90,0	40,0	15,0	0,0	16,0	2126,0	
	K73	0,20 – 0,35	10,0	100,0	72,0	36,0	23,0	20,0	10,0	15,0	27,0	17,0	3,0	6,0	3,0	342,0	суглинок покровный
8К	K8P	растительность	3,0	170,0	116,0	5,0	11,0	73,0	15,0	35,0	350,0	70,0	0,0	0,0	0,0	848,0	-
	K81	0,00 - 0,05	2,0	180,0	60,0	2,0	3,0	15,0	11,0	4,0	40,0	8,0	0,0	0,0	0,0	325,0	почвенно-растительный слой
	K82	0,05 – 0,20	2,0	150,0	26,0	2,0	2,0	25,0	12,0	5,0	35,0	10,0	0,0	0,0	0,0	269,0	
	K83	0,20 – 0,35	3,0	10,0	17,0	3,0	3,0	20,0	9,0	3,0	27,0	7,0	0,0	0,0	0,0	102,0	суглинок покровный
9К	K9P	растительность	6,0	25,0	12,0	4,0	7,0	9,0	21,0	16,0	67,0	32,0	0,0	0,0	0,0	199,0	-
	K91	0,00 - 0,05	4,0	98,0	30,0	1,0	2,0	20,0	18,0	6,0	60,0	10,0	0,0	0,0	0,0	249,0	почвенно-растительный слой
	K92	0,05 – 0,20	4,0	100,0	55,0	3,0	10,0	37,0	14,0	3,0	30,0	6,0	0,0	0,0	0,0	262,0	
	K93	0,20 – 0,35	3,0	26,0	8,0	2,0	4,0	11,0	7,0	2,0	21,0	5,0	0,0	0,0	0,0	89,0	суглинок покровный

Площадка, №	Проба, №	Интервал, м	г/кг	мг/кг																
			S	Cr	Cs	Rb	Sc	Sr	V	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	Cd	Sn	Hg	As	
1К	K11	0,00 - 0,05	0,32	125,7	3,6	79,6	12,1	144,5	97,3	52,3	60,3	5,0	71,0	119,7	129,5	0,84	18,3	0,11	10,7	
	K12	0,05 – 0,20	0,36	100,1	2,6	73,9	9,9	137,7	79,2	40,8	57,1	5,0	66,0	92,0	97,8	0,53	19,0	0,11	11,3	
	K13	0,20 – 0,35	0,34	103,2	3,4	77,9	9,7	149,2	87,7	41,0	58,6	5,1	67,9	120,6	85,8	0,39	19,6	0,11	11,7	
	K14	0,45 - 0,50	0,34	122,2	5,0	80,4	11,6	149,6	74,7	52,9	64,5	5,1	78,2	142,3	114,0	0,65	19,9	0,12	10,6	
	K15	0,95 - 1,00	0,34	121,4	5,1	84,5	11,9	156,7	76,8	61,6	73,2	5,1	85,3	131,7	111,4	0,66	20,6	0,13	10,5	
	K16	1,45 - 1,50	0,31	126,5	4,9	87,8	12,1	162,0	115,2	73,8	74,2	4,9	91,0	116,8	143,8	0,96	17,3	0,10	8,7	
	K17	1,95 - 2,00	0,38	128,0	4,4	80,8	11,3	151,5	101,4	57,4	75,9	5,3	83,9	101,5	109,0	0,71	20,2	0,11	9,9	
2К	K21	0,00 - 0,05	0,31	125,7	3,3	82,1	12,5	150,1	100,7	46,6	67,3	5,1	79,6	98,9	136,6	0,92	16,7	0,10	8,1	
	K22	0,05 – 0,20	0,33	93,0	3,9	76,7	10,3	149,6	63,6	46,8	61,0	4,5	74,1	128,7	101,1	0,50	20,6	0,11	11,0	
	K23	0,20 – 0,35	0,34	120,7	4,0	83,2	11,6	152,4	98,1	49,9	64,4	5,1	75,7	134,0	110,6	0,64	20,5	0,12	10,2	
	K24	0,45 - 0,50	0,34	138,1	3,7	86,7	12,5	156,9	112,0	61,5	71,3	5,2	80,8	108,3	121,6	0,77	16,3	0,10	7,3	
	K25	0,95 - 1,00	0,32	123,9	5,5	88,4	12,1	155,0	68,3	64,2	71,1	4,6	87,5	128,1	124,5	0,74	22,5	0,12	12,1	
	K26	1,45 - 1,50	0,35	123,7	5,7	79,8	12,1	152,3	117,9	70,6	73,1	5,0	82,4	105,6	109,5	0,67	19,1	0,11	8,9	
	K27	1,95 - 2,00	0,37	115,5	5,8	85,5	11,1	149,3	77,9	54,3	68,8	5,0	78,4	109,2	103,6	0,61	22,1	0,12	10,3	
3К	K31	0,00 - 0,05	0,33	121,9	3,9	79,1	10,9	145,9	76,3	46,3	65,0	5,0	74,3	112,3	131,0	0,90	19,0	0,12	11,1	
	K32	0,05 – 0,20	0,27	118,5	3,7	85,7	11,0	163,2	101,8	58,4	57,7	4,1	75,4	100,8	130,2	0,80	17,1	0,10	9,4	
	K33	0,20 – 0,35	0,30	124,0	4,5	82,0	11,2	152,4	61,5	54,9	57,8	4,5	70,8	82,7	116,5	0,68	13,0	0,09	10,3	
	K34	0,45 - 0,50	0,29	133,0	5,8	86,6	12,7	179,2	105,1	78,6	81,0	5,1	95,8	91,8	142,3	0,99	14,4	0,09	7,3	
	K35	0,95 - 1,00	0,33	127,6	5,7	88,0	12,5	174,6	74,1	65,4	72,1	4,7	82,5	102,5	117,3	0,76	18,0	0,11	7,9	
	K36	1,45 - 1,50	0,36	115,0	3,9	75,7	10,5	157,6	111,8	48,5	74,8	5,3	83,1	117,5	105,3	0,72	21,8	0,12	10,2	
	K37	1,95 - 2,00	0,38	111,6	4,2	72,1	8,4	152,2	77,2	50,3	64,4	5,1	69,2	109,5	99,9	0,75	19,4	0,11	9,1	

Приложение VI. Некоторые особенности воздействия В(а)Р на растительность

Для установления взаимосвязи между уровнями В(а)Р и потенциальным плодородием подпочвенных грунтов был поставлен эксперимент в камеральных условиях (табл.1).

Для всех проб характерно малое количество проросших зерен по сравнению с контрольным образцом питательного грунта – от 20 до 60 % при 90 % в контрольном образце. Также наблюдается зависимость между высокими концентрациями В(а)Р в грунте и усвоенными растениями при прорастании (проба Кр2-1).

Также подтверждается установленный ранее факт воздействия В(а)Р как стимулятора роста. Однако концентрации, для которых это утверждение справедливо варьируют в интервале 14 – 180 мкг/кг. Безусловно, при анализе необходимо учитывать структуру образца грунта – в случае Кожуховского карьера преобладает суглинистая разность, что дополнительно осложняет условия прорастания зерен пшеницы.

Отмечаемое существенное уменьшение концентраций В(а)Р по сравнению с исходным количеством, вероятно, обусловлено механической миграцией соединения в результате регулярного полива, с одной стороны, и окислением В(а)Р до хинона, не люминисцирующего при данном методе анализа, с другой.

Таблица 1. Эксперимент на биологическую активность почв

Исходные параметры			Кол-во ростков по дням, шт														В(а)Р, мкг/кг		
Карьер	Проба №	Условия проращивания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ	Зеленая масса раст-й	почвы	
																		до	после
Кожухов-ский	К2-1	б/замачивания			1			+1								2	40,8	45	28
		замачивание						1								1			
	К1-1	б/замачивания				2	+1									3	32,0	180	22
		замачивание				3										3			
Криушин-ский-1	Кр2-1	б/замачивания				1		+1								2	1324	32210	1190
		замачивание					1									1			
	Кр1-1	б/замачивания				4			+1		+1					6	86	42	43
		замачивание				1		+3								4			
Ново-Пятовский	НП4-1	б/замачивания			2		+3		+1							6	90	0,5	14
		замачивание				1		+1		+1						3			
	НП6-1	б/замачивания				4										4	51	2,5	10
		замачивание			2		+1									3			
Питательная среда			б/замачивания			1		+1		+1		+1		+5		9	62	65	58
			замачивание			1		+1	+2			+1	+1	+1					

Смыв с контрольных зерен пшеницы В(а)Р = 0,9 мкг/кг

В зернах пшеницы В(а)Р=7,3 мкг/кг

Пшеница посевная – *Triticum sativum*