

*На правах рукописи*



**Коробова Ирина Валерьевна**

**СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТОКМОВСКОГО ПОДНЯТИЯ  
И ЕЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Специальность 1.6.21 Геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 2024

**Работа выполнена** в лаборатории эндогенной геодинамики и неотектоники им. В.И. Макарова ФГБУН Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук.

**Научный руководитель:**

**Макеев Владимир Михайлович** - доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией эндогенной геодинамики и неотектоники им. В.И. Макарова ФГБУН Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

**Полякова Елена Викторовна** - доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории глубинного геологического строения и динамики литосферы Института геодинамики и геологии ФГБУН Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН).

**Сенцов Алексей Андреевич** - кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии №703 ФГБУН Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН).

**Ведущая организация:** ФГБУН Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук (ИДГ РАН).

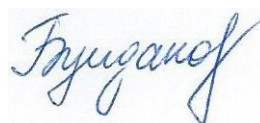
Защита состоится «25» сентября 2024 года в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 24.1.054.01 на базе ФГБУН Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук по адресу: 109004, Москва, ул. Николаямская, д 51.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГЭ РАН по адресу: 101000, Москва, Уланский пер., д 13, стр. 2. и на интернет-сайте: <https://geoenv.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат географических наук



Е.В. Булдакова

**Актуальность исследований.** Выбор объекта исследований, расположенного в северо-западной части Приволжской возвышенности, на сопряжении Токмовского новейшего поднятия с Окско-Донским новейшим прогибом обусловлен нахождением его среди различных зон эрозионно-тектонических поднятий и опусканий и интенсивных экзогенных геологических процессов (Макаров, 2003; Макарова и др., 2012).

Геодинамически активные зоны (ГдАЗ), рассматриваемые как геэкологически значимые, принципиальны для оценки безопасности территорий проектирования инженерных объектов. В ГдАЗ отмечается концентрация повышенных напряжений и деформаций (Макаров, 1996-2011; Суханова, 2000, 2002; Макарова, 2016; Макеев, 2012), часто с зонами связывается развитие интенсивных экзогенных процессов (Дорожко, 2013), повышенный поток радона (Микляев, 2015; Микляев и др., 2016) и платформенная сейсмичность (Попова и др., 2019). На основе дешифрирования космоснимков высокого разрешения выделяются структурные линии (линеаменты), которые могут рассматриваться как ГдАЗ. Подобного типа зоны выделяются на Нижегородской АЭС (Иванченко, Горбунова, 2015).

Несмотря на относительно высокую степень структурно-геоморфологической (неотектонической) изученности Восточно-Европейской платформы (ВЕП), неотектонические исследования достаточно противоречивы. Одним из основоположников платформенной неотектоники, В.И. Бабаком в 70-х годы XX в. впервые на Восточно-Европейской платформе были выделены блоки и блокоразделы (Бабак, 1980; Бабак, Николаев, 1983). Последние рассматривались как зоны разрывных нарушений, картографирование которых оказалось проблематичным по причине их отсутствия.

В.И. Макаров в 90-х годах прошлого столетия разработал новые методы исследования платформ с позиции развития изгибных структур (поднятий, прогибов, флексур) и геодинамически активных зон (ГдАЗ), как неразломных образований (Макаров, 2003, 2008, 1999). В основу были положены представления о глубинных структурно-геодинамических системах. Важным условием объективности их выделения являлась связь с источниками неотектонических напряжений. Новый методологический подход для решения научных и практических задач применяется ныне целым рядом исследователей (Зыков, Полещук, 2016; Юдахин, 2002 и мн. др.).

Картографирование неотектонических структур основывается на структурно-геоморфологическом методе, разработанном при исследованиях сначала новейших горно-складчатых орогенов (Костенко, 1972; Макарова, 2007; Несмеянов, 2017, 2012) и усовершенствованном для изучения малоамплитудных платформенных структур (Макарова, 2003, 2012; Макарова и др., 2011). Особенно эффективен метод в условиях, когда плохо сохраняются или отсутствуют коррелятивные новейшему этапу олигоцен-неогеновые отложения, что характерно для центральных частей платформ. «Изучение эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания является почти единственным прямым методом восстановления тектонических движений областей суши кайнозойского и мезозойского времени» (Хаин, 1973).

В рельефе под влиянием неотектонического (эндогенного) фактора и экзогенных процессов образуются эрозионно-денудационные ступени и речные террасы. Эрозионные и аккумулятивные процессы являются признаком развития неотектонических деформаций. Циклический характер их развития позволяет оценить амплитуды и скорости новейших поднятий за интервалы времени (стадии) разной продолжительности. Особенно это актуально для платформенных территорий, где эти движения малоамплитудны и сложны в идентификации из-за наличия экзогенных процессов, а необходимость оценки эндогенного фактора имеет актуальное значение.

Структурно-геоморфологический метод позволяет не только выделить или распознать в рельефе различные деформации, но и определить морфологию, возраст и условия формирования, а также тенденции их развития. Под структурно-геоморфологической зональностью подразумевается типизация рельефа по морфологии, возрасту и происхождению. По В.И. Макарову, зональность вызвана различными по происхождению неотектоническими напряжениями, приводящими к формированию последовательно чередующихся серий (зон) эрозионно-тектонических поднятий и опусканий (Макаров, 2003). С учетом особенностей геологического строения и состава пород возможна активизация экзогенных процессов, в т.ч. скрытого характера по погребенным формам рельефа (Нововоронежская АЭС, Нижегородская и др. АЭС). Изучение закономерностей и особенностей их локализации и развития крайне актуально для решения инженерно-геологических и геоэкологических задач.

Актуальной является оценка активности погребенных (древних) зон нарушений кристаллического фундамента в связи с сейсмотектоническими исследованиями. В данном случае эффективным способом является определение соотношения (согласованности) структурно-геоморфологической (неотектонической) зональности с древними докайнозойскими зонами нарушений, локализованными, как правило, в докембрийском кристаллическом фундаменте Восточно-Европейской платформы. В противном случае дешифрирование жесткой прямолинейности и геометризации исключительно по эрозионным и аккумулятивным формам рельефа без учета геологического строения приводит к выделению проблемных для ВЕП активных разломов без всяких на это оснований (Карта..., 1996; [http://neotec.ginras.ru/index/database/database\\_map.html](http://neotec.ginras.ru/index/database/database_map.html)).

На Восточно-Европейской платформе и особенно в ее центральных частях выявление структурно-геоморфологической зональности, геодинамически активных зон и геологических процессов является одной из ключевых проблем в связи с обеспечением безопасности площадок особо ответственных и технически сложных инженерных сооружений, какими являются АЭС, ГЭС, резервуары радиоактивных и химических отходов и др. сооружения различной категории ответственности. Площадки объектов, опасных для окружающей среды, могут подвергаться воздействию процессов, связанных с суффозией, оползне- и карстообразованием и т.п. Это приводит к развитию просадок и уклонов, опасных для основных реакторных зданий и сооружений (Балаковская, Нововоронежская, Ростовская и др. АЭС) (Макарова и др., 2023). В этом аспекте геодинамически активные зоны, в которых

локализуются негативные геологические процессы, рассматриваются как геозекологически значимые. В районе исследований в северо-западной части Токмовского поднятия планировалось строительство Нижегородской АЭС (с. Монаково, с. Чудь), но было приостановлено в связи с активностью карстово-суффозионных и оползневых процессов (Аникеев, Леоненко, 2013).

**Цель исследований** выявление и оценка платформенной структурно-геоморфологической зональности и ее геозекологической значимости.

**Задачи исследований:**

1. Выявление эрозионно-денудационных ступеней, определение их происхождения, возраста и высотного положения. Оценка суммарных и поэтапных амплитуд и скоростей новейших поднятий.

2. Выделение неотектонических структур и геодинамически активных зон. Дешифрирование линеаментов и заверка в полевых условиях.

3. Определение соотношения неотектонических структур (поднятий, прогибов и геодинамически активных зон) и погребенных докайнозойских структур осадочного чехла и кристаллического фундамента.

4. Анализ особенностей распределения интенсивных экзогенных геологических процессов в связи со структурно-геоморфологической зональностью (типизация рельефа по морфологии, возрасту и происхождению)

5. Геозекологическая значимость интенсивных геологических процессов связи с обеспечением безопасности территории размещения инженерных объектов различной категории ответственности (в т.ч. законсервированной Нижегородской АЭС).

**Научная новизна.** Для территории исследования впервые построена структурно-геоморфологическая карта масштаба 1: 100 000, в том числе, на основе структурно-геоморфологических профилей. На ней показаны разновозрастные эрозионно-денудационные и эрозионно-аккумулятивные цикловые ступени, террасы и экзогенные процессы. Впервые выделена структурно-геоморфологическая (неотектоническая) зональность двух простираний: 1) субширотного и 2) субмеридионального. Первая формируется под влиянием окско-донских напряжений растяжения, вторая – под воздействием токмовских напряжений сжатия. На сочленении разнотипных по происхождению зональностей выявлены зоны несогласий – специфические неразломного типа геодинамически активные зоны. Они рассматриваются как геозекологически значимые.

Геодинамически активные зоны, как концентраторы напряжений и деформаций, определяют интенсивность развития экзогенных геологических процессов в окрестностях площадки Нижегородской АЭС.

**Методы исследования (методология):**

- Дешифрирование материалов дистанционного зондирования, включающих спутниковые снимки, цифровые модели рельефа и местности (DEM, SRTM) и выделения разнотипных линеаментов, которые интерпретируются с учетом полевых наблюдений как зоны повышенной трещиноватости.

- Структурно-геоморфологический - с построением геологических разрезов, направленный на изучение форм и типов рельефа, неоген-

четвертичных отложений и экзогенных геологических процессов. На основе этого метода рассматривается история формирования рельефа и выделяются неотектонические структуры.

- Структурно-геодинамический метод, нацеленный на определение происхождения неотектонических структур. На основе неотектонической зональности оцениваются неотектонические напряжения в регионе и их морфолого-кинематический тип. Выделяются обычные для платформ геодинамически активные зоны (ГДАЗ).
- Полевой метод, направленный на характеристику геологического строения, форм и типов рельефа, измерение высот геоморфологических ступеней с предварительной оценкой их возраста, картирование экзогенных процессов. Заверка линеаментов с измерением трещиноватости и оценкой их кинематических типов.

Методология исследований связана с признанием формирования в платформенных условиях структур изгибного типа (складок основания) разного происхождения, возраста и ранга. Разнородность структур является причиной образования геодинамически активных зон (ГДАЗ), как альтернативы активным разломам.

При построении карт использовались программы: MapInfo, Global Mapper, QGIS, SAGA GIS.

**Достоверность научных положений и выводов.** Разработанность научных основ и методов камеральных и полевых исследований, примененных в работе, является очень высокой. Эти методы апробированы на разных объектах, различающихся по геологическому строению. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых журналах и неоднократно докладывались на конференциях.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая (научная) значимость работы состоит в выявлении и оценке структурно-геоморфологической (неотектонической) зональности с новых методических позиций, связанных с признанием преимущественности изгибных деформаций (складок) над блоковыми разрывными.

Практическая значимость заключается в оценке геоэкологической безопасности территорий относительно впервые выявленных геодинамически активных зон, участков распространения интенсивных экзогенных процессов и явлений. Результаты исследований могут использоваться при оценке территорий в связи с проектированием и строительством различных инженерных объектов.

**Объекты исследования.** Новейшие структуры северо-западной части Токмовского поднятия и Окско-Донского активного прогиба, включая зону их сочленения.

**Предмет исследования.** Структурно-геоморфологическая зональность. Геоморфологические поверхности разного возраста и генезиса, неоген-четвертичные отложения и интенсивные экзогенные процессы.

**Защищаемые положения:**

1. В рельефе установлены разновозрастные эрозионно-денудационные и эрозионно-аккумулятивные цикловые ступени: среднего ( $N_1^2$ ) и позднего

миоцена-раннего плиоцена ( $N_{1-2}$ ), плиоцена ( $N_2$ ), эоплейстоцена (E), раннего ( $Q_1$ ), среднего неоплейстоцена ( $Q_2$ ), позднего неоплейстоцена ( $Q_3$ ) и голоцена. Оценены неотектонические суммарные и поэтапные амплитуды и скорости поднятий от минимальной 0,03 мм/год в среднем миоцене до максимальной 1,56 мм/год в голоцене.

2. Новейшие структуры представлены пологими поднятиями, прогибами и ступенями, развивающимися со среднего миоцена и поныне. Эти структуры образуют зоны субширотного и субмеридионального простирания (структурно-геоморфологическая зональность), на сочленении которых развиваются геодинамически активные зоны (ГДАЗ). Разновысотные и разновозрастные геоморфологические ступени указывают на стадийность развития неотектонических структур.

3. Определено геоэкологическое значение структурно-геоморфологической зональности и геодинамически активных зон, как одной из ее составляющих. К этим зонам приурочены интенсивные экзогенные геологические процессы, в том числе вызываемые выщелачиванием сульфатно-карбонатных пород. Их развитие установлено в окрестностях площадки Нижегородской АЭС, что явилось причиной приостановки ее строительства и уточнения структурно-геоморфологических условий.

**Личный вклад автора.** Анализ и систематизация данных по геологии, геоморфологии, неотектонике и современной геодинамике на основе опубликованных статей и монографий, а также фондовых материалов по буровым скважинам, геофизике и др. смежным дисциплинам.

Построение опорных и вспомогательных структурно-геоморфологических профилей и геологических разрезов с учетом буровых скважин и полевых наблюдений. Выявление геоморфологических ступеней, оценка их возраста и происхождения. Расчет суммарных амплитуд и поэтапных скоростей поднятий на основе метода С.А. Несмеянова.

Создание структурно-геоморфологических карт и схем при помощи компьютерных программ (ГИС). Полевые маршрутные работы с описанием состава новейших отложений, строения и генезиса, а также картирование суффозионно-карстовых и оползневых форм рельефа, заверка линеаментов, как проявлений зон повышенной трещиноватости.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на Сергеевских чтениях (Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций, Москва, 2015), конференции, посвященной экологической безопасности и строительству в карстовых районах (Пермь, 2015), конференции «Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей» (Москва, 2015), Сергеевских чтениях (Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии, Москва, 2018), конференции "Геориск - 2018" (Москва, 2018), Сергеевских чтениях (Эколого-экономический баланс природопользования в горнопромышленных районах Пермь, 2019), Всероссийской научной конференции, посвященной 110-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909-1984 гг.) (Прикладные аспекты динамической геологии, Москва, 2019); Сергеевских чтениях (Геоэкологические аспекты реализации национального

проекта „Экология“. Диалог поколений, Москва, 2020), Пятой тектонофизической конференции в ИФЗ РАН «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о земле» (Москва, 2020), на конференции «Молодые - наукам о Земле» (МГРИ, Москва, 2022), а также на семинаре ИГЭ РАН (Москва, 2022).

**Публикации.** По теме диссертации было опубликовано всего 22 работы. Статей в рецензируемых журналах ВАК 10 и в сборниках конференций 12.

**Структура работы.** Работа состоит из 5 глав, включает 47 рисунков, 3 таблицы, 122 стр.

**Благодарности:** Выражаю благодарность научному руководителю В.М. Макееву за поддержку и помощь в написании работы, всему коллективу лаборатории новейшей тектоники и современной геодинамики д.г.-м.н. П.С. Микляеву, д.г.-м.н. С.А. Несмеянову, Е.А. Фикри, О.А. Воейковой, к.г.-м.н. Е.А. Пикулик, к.г.-м.н. А.Л. Дорожко и С.Д. Васютинской за поддержку и советы; сотрудникам института д.г.-м.н. А.В. Анисееву и к.г.н. Е.А. Карфидовой за рекомендации и ценные советы; доцентам кафедры динамической геологии МГУ им. М.В. Ломоносова к.г.-м.н. Н.В. Макаровой и к.г.-м.н. Т.В. Сухановой за совместные полевые работы, помощь и советы. Своей семье за терпение, мотивацию и понимание.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе описывается физико-географическое положение северо-западной части Токмовского поднятия и прилегающей территории (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Физико-географическое положение исследуемого района. Красный квадрат - площадка АЭС.

Исследуемая территория расположена в северо-западной части Приволжской эрозионно-денудационной возвышенности, сопряженной с Окско-Донской аккумулятивной низменностью на западе и Низким Заволжьем



на севере (см. рисунок 1) (Геоморфологическое ..., 1980). Восточную часть территории, расположенную на правом берегу Оки, занимает северо-западная часть Приволжской возвышенности (Токмовское поднятие) (Юдахин и др., 2003). Окско-Донская низменность представлена отрогами Окско-Цнинского вала, Ковровско-Касимовским плато и Гороховецком отрогом. Низкое Заволжье – Лухской низменностью и Балахнинской низиной, приуроченных к левобережью Клязьмы и Оки. На западе территория захватывает отроги Окско-Цнинского вала, Гороховецкого отрога и Ковровско-Касимовское плато.

В непосредственной близости находятся такие крупные мегаполисы как Москва, Владимир и Нижний Новгород.

Территория характеризуется хорошо развитой речной, овражно-балочной сетью, многочисленными озерами различного происхождения.

**Во второй главе** описывается геологическое строение северо-западной части Токмовского поднятия.

В начале главы рассмотрена история изучения геологического строения, охватывающая период от второй половины XVIII в. до настоящего времени. В течение почти четырех веков были исследованы практически все аспекты геологического строения исследуемой территории.

Приводится характеристика строения кристаллического фундамента и его поверхности, докайнозойского и кайнозойского осадочного чехла

*Строение кристаллического фундамента и его поверхности.* Кристаллический фундамент представлен архейскими и раннепротерозойскими породами, сильно дислоцированными в виде складчато-разрывных структур. Архейские отложения сложены гранулитовыми и гранито-гнейсовыми породами. Глубина заложения фундамента составляет -1200–(-1400 м). Градиент деформаций - в среднем 0,004 м/км. Суммарная деформация, накопившаяся за весь фанерозой, незначительна, и, вероятно, вклад четвертичных деформаций (2,59 млн. лет) в суммарную деформацию еще меньше. Поверхность фундамента представляет собой сочетание разноранговых поднятий и прогибов.

*Строение докайнозойского осадочного чехла.* В осадочном чехле, залегающем на кристаллическом архейском фундаменте, выделяются раннепротерозойские, средне-верхнепалеозойские и мезозойские отложения.

Раннепротерозойские отложения представлены вендскими отложениями, (верхний неопротерозой, по международной классификации эдиакарий), которые с угловым несогласием залегают на архее. Представлены волынской и валдайской сериями, которые участвуют в строении обширного Балтийско-Московского бассейна. В нижней части серии залегают песчаники и аргиллиты с прослоями алевролитов и мергеля. Верхняя часть сложена алевролитами с тонкими прослоями глин, аргиллитами с прослоем известняка.

Средне-верхнепалеозойские отложения являются средне- и верхнедевонскими, каменноугольными и пермскими.

Средне- и верхнедевонские отложения несогласно и с большим перерывом залегают на вендских. Они представлены средним и верхним отделами. В разрезе выделяется глинисто-терригенная и карбонатная толщи. Общая мощность более 750 м.

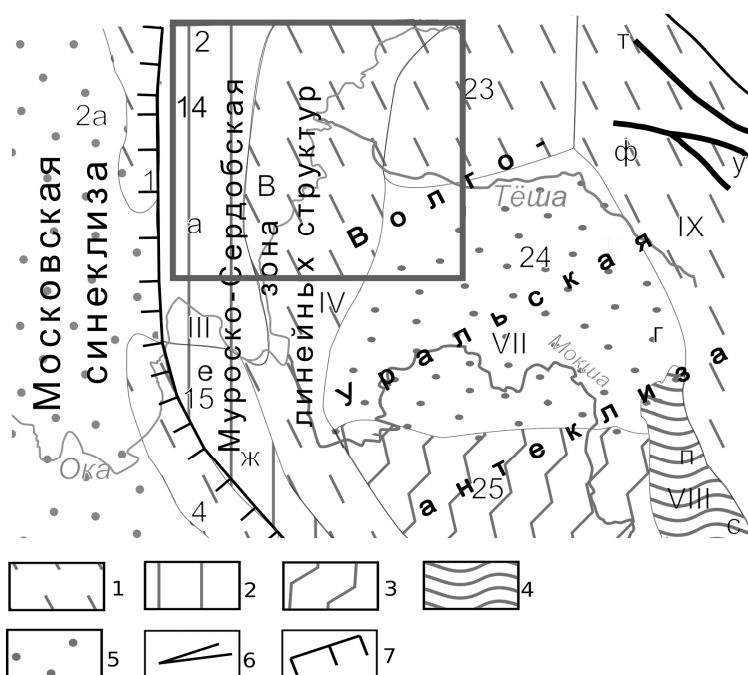
Каменноугольные отложения представлены всеми тремя отделами, сложенными карбонатно-известняковыми и терригенными отложениями общей мощностью более 250-500 м.

Пермские отложения представлены тремя отделами, сложенными карбонатно-сульфатно-глинистой толщей общей мощностью более 300 м.

В конце средней перми произошло поднятие территории, которое не прекращалось до юрско-мелового времени. В это время.

В эпоху герцинского тектогенеза в зоне сопряжения Московской синеклизы и Токмовского свода начали формироваться Окско-Цнинский вал и сопряженные с ним поднятия и прогибы, а также Муромско-Сердобской складчатая зона. В состав зоны входит северная часть Муромско-Пензенского прогиба, расположенного в пределах меридионального участка Оки, и Клязьминско-Цнинская система валов, разделенная на ряд более мелких структур. Среди этих структур различаются: Клязьминско-Окский вал и входящее в его состав Щелковское поднятие, Окско-Баландинский вал и локальные Гремячевско-Азовский и Ламшинско-Увязовский валы (рисунок 2).

Восточную и южную части изучаемой территории занимает Токмовско-Павловская система структур, в которую входит Павловский прогиб, Ардатовская моноклираль и вершина Токмовского свода. Последняя (вершина) расположена за границей изучаемой территории.



**Рисунок 2.** Структурная схема осадочного чехла зоны сопряжения Московской и Волго-Уральской антекклизы (Фадеева, 1999).

1 - прогибы и впадины; 2 - поднятия и валы; 3 - вершина свода; 4 - Дальнеконстантиновско-Шишкеевская система структур в пределах поднятия. 5 - моноклинали; 6 - валы третьего порядка; 7 - основные флексуобразные перегибы. Буквами и цифрами обозначены: В - Муромско-Сердобская зона линейных структур, Г - юго-западная часть Волго-Уральской антекклизы (Токмовский свод); III - Клязьминско-Цнинская система валов; IV - Муромско-Пензенский прогиб; VII - Токмовско-Павловская система структур; VIII - Дальнеконстантиновско-Шишкеевская система структур; IX - Сурско-

Мокшинская система структур. 1 - Судогодский прогиб; 2а - Московско-Рязанская моноклираль; 4 - Шиловский прогиб; 14 - Клязьминско-Окский вал; 15 - Окско-Баландинский вал; 23 - Павловский прогиб; 24 - Ардатовская моноклираль. 25 - Вершина Токмовского свода: а) Щелковское поднятие, ж) Гремячевско-Азовский вал, е) Ламшинско-Увязовский вал, п) Сивинское поднятие, с) Сурско-Мокшинский вал, т) Вельденяковское поднятие, у) Борисовопольско-Ичаловское поднятие, ф) Дубенско-Силяинское поднятие. Серой рамкой обозначена территория исследований.

Мезозойские отложения представлены триасом, юрой и мелом.

Триас представлен исключительно нижним отделом, сложенным терригенными отложениями (песками, песчаниками, конгломератами и алевролитами) мощностью до 60 м.

Юра представлена средним и верхним отделами, отложения которых залегают трансгрессивно на подстилающих отложениях. Породы, главным образом, терригенные (пески, глины, алевролиты) мощностью около 55 м. Отложения этого возраста (батский ярус) сохранились в карстовых воронках, образованных в каменноугольных отложениях.

В средне-, позднеюрскую эпоху произошла кратковременная трансгрессия моря из-за тектонической активности в Каспийско-Причерноморском бассейне и перикратонных опусканий. В последующее время территория снова испытала поднятие, которое продолжается поныне. Континентальные условия привели к частичному размыву мезозойских и пермских отложений и интенсивным эрозионным процессам. Карбонатно-сульфатная толща перми подверглась выщелачиванию и процессу карстообразования.

Мел представлен нижним отделом. Сложен континентальными глинами, песками и алевролитами мощностью до 32 м.

*Строение кайнозойского осадочного чехла.* Отложения представлены неогеновой и четвертичной системами.

Неоген выделен в пределах Приволжской возвышенности. Отложения представлены континентальными миоценовыми и плиоценовыми песками, расположенными на высоких водораздельных поверхностях правого берега р. Оки.

Четвертичный период, начавшийся 2,59 млн. лет назад, представлен плейстоценовым и голоценовым отделами. Плейстоценовый отдел состоит из палеоплейстоценового, эоплейстоценового и неоплейстоценового разделов.

Палеоплейстоценовый раздел (воеводский горизонт, афонинская свита) сложен песками, глинами с прослоями алевролитов мощностью до 30 м.

Эоплейстоценовый раздел представлен аллювиально-коллювиальными песками, глинами и щебнем, заполняющими карстовые впадины (Бобров, 1980) и аллювиальными песками мощностью более 50 м, приуроченными к прадолинам р. Ока.

Неоплейстоценовый раздел является самым представительным. Отложения являются разными по генезису, составу и строению. Часть из них выполняют карстовые полости и впадины.

Голоцен представлен пойменными аллювиальными песками с гравием, галькой и суглинками мощностью до 26 м.

**В третьей главе** рассматривается история изучения новейшей тектоники, геоморфологии Токмовского поднятия и сопредельных территорий и ее геоэкологическая значимость.

Изучением геоморфологической и структурно-неотектонической зональности Восточно-Европейской платформы занимались многие исследователи: Бабак В.И., Макаров В.И., Макарова Н.В., Макеев В.М., Копп М.Л., Костенко Н.П., Корчуганова Н.И., Суханова Т.В., Хаин В.Е., Щукин Ю.К. и др.

Исследования неотектонического строения с применением автоматизированных систем обработки линеаментов проводят Л.В. Панина, В.А. Зайцев, А.А. Сенцов и др.

В.И. Макаровым, Н.В. Макаровой и Т.В. Сухановой впервые были выделены геодинамически активные зоны. ГдАЗ представляют пространственно изолированные линейные или изометричные объемы (участки) земной коры разного масштабов, в которых в силу разных причин имеются или могут возникнуть условия для концентрации и разрядки тектонических напряжений и повышенных градиентов деформаций пород (Макаров и др., 2007). Они также служат границами разнородных неотектонических структур и зонами концентрации напряжений.

*Геоэкологическая значимость неотектонической зональности* состоит в снижении ущерба окружающей среде от природных и природно-техногенных катастроф и обеспечение безопасного проживания людей (Осипов, 1993). В связи с этим, вопросы геоэкологии и рационального природопользования особенно актуальны. При проектировании особо сложных и ответственных объектов (АЭС) необходимо минимизировать ущерб, наносимый окружающей среде при их строительстве и эксплуатации. При проведении исследований необходимо, помимо геологического строения, учитывать структурно-геоморфологическую зональность территории, наличие ГдАЗ и линеаментов.

На основе данных, полученных при тщательном изучении территории предполагаемого строительства, выделяются участки наиболее подверженные распространению опасных процессов и относительно безопасные. Для каждого планируемого объекта необходимо, помимо прочего, проводить детальное крупномасштабное изучение структурно-геоморфологической зональности и выяснение структурно-геодинамических условий территории, поскольку они являются значимыми для безопасного размещения техногенных объектов (Макеев и др., 2015).

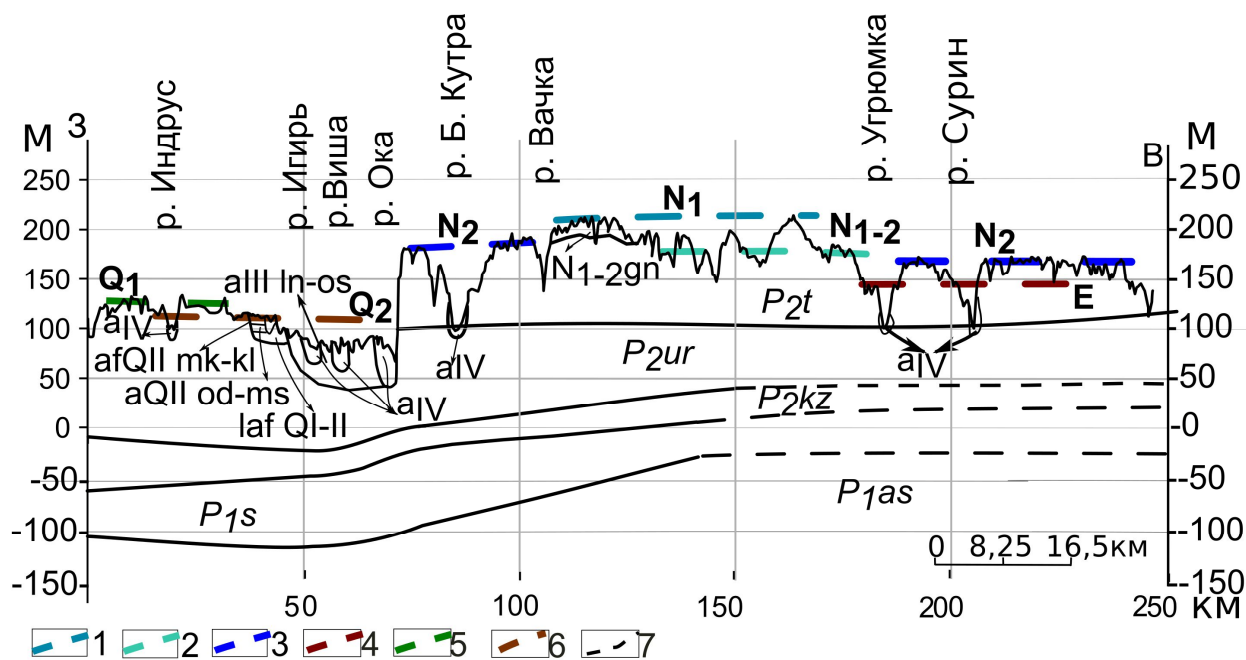
**Четвертая глава** посвящена изучению структурно-геоморфологической зональности северо-западной части Токмовского поднятия, основанной на анализе рельефа и геологического строения. В главе рассматриваются геоморфологические ступени, новейшие структуры, геодинамически активные зоны и линеаменты, метод расчета скоростей и амплитуд неотектонических движений и соотношение докайнозойских и неотектонических структур.

*Геоморфологические ступени.* Для их выделения построена серия структурно-геоморфологических разрезов (рисунок 3), на основании которых

создана структурно-геоморфологическая карта масштаба 1:100 000 (рисунок 4). Для ее построения также использованы топокарты, цифровые модели рельефа (ЦМР) и космоснимки с учетом геологического строения. В результате анализа выделено шесть эрозионно-денудационных поверхностей и четыре надпойменные террасы.

Согласно неоген-четвертичному строению территории, все поверхности продатированы. Абсолютный возраст поверхностей согласован с современной стратиграфической шкалой (Борисов, 2010). При этом учтено изменение нижней границы четвертичных отложений с 1,8 млн. лет до 2,59 млн. лет.

Возраст поверхностей определен как миоцен-среднеплейстоценовый, а террас - среднеплейстоцен-голоценовый (рисунок 4).



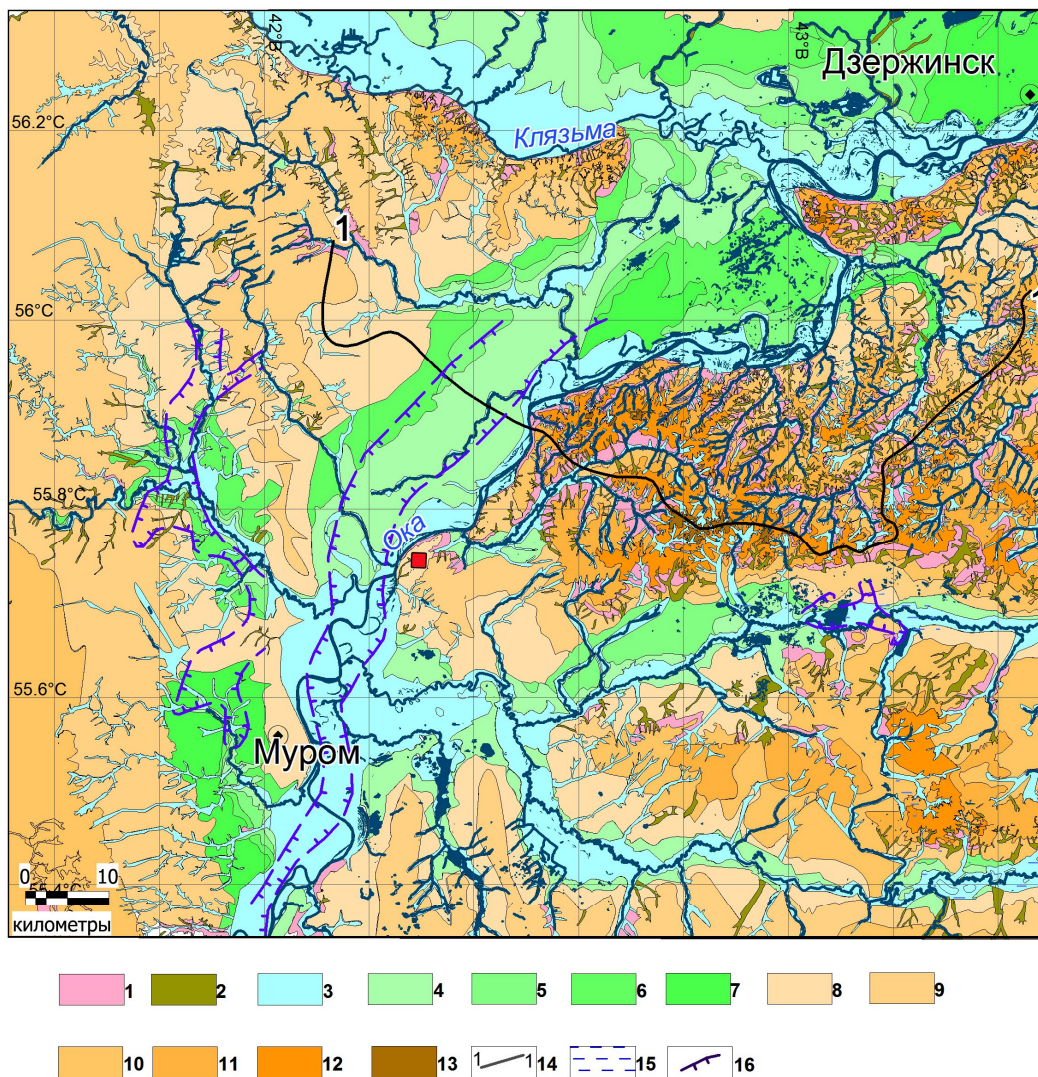
**Рисунок 3.** Структурно-геоморфологический разрез по линии 1-1 (положение разреза см. на рисунке 4).

Денудационные поверхности и их возраст: 1 – миоценовый ( $N_1$ ), 2 – миоцен-плиоценовый ( $N_{1-2}$ ), 3 – плиоценовый ( $N_2$ ), 4 – эоплейстоценовый (E), 5 – раннечетвертичный ( $Q_1$ ), 6 – среднечетвертичный ( $Q_2$ ); 7 – стратиграфические границы: пунктирные – предполагаемые, сплошные линии – достоверные. Пермские отложения. Нижний отдел:  $P_{1as}$  – ассельский и  $P_{1s}$  – сакмарский ярус. Средний отдел:  $P_{2kz1}$  – нижняя часть казанского яруса,  $P_{2kz}$  – казанский ярус,  $P_{2ur}$  – уржумский ярус и  $P_{2t}$  – татарский ярус. Миоценовые свиты:  $N_{1bs}$  – бушуевская и  $N_{1}^3gr$  – горелкинская. Речные террасы: aIII ln-os – первая (ленинградско-осташковский горизонт), afQII mk-kl – вторая (микулинско-калининский горизонт), aQII od-ms – третья (одинцовско-московский горизонт) и aIV – пойма. lafQI-II – нерасчлененные озерные, аллювиальные и флювиогляциальные отложения.

*Новейшие структуры.* Анализ структурно-геоморфологических поверхностей, в том числе речных террас (см. рисунок 4) позволил выделить новейшие структуры разных порядков (рисунок 5). Структурами первого порядка являются: Ковровско-Касимовское плато, Окско-Муромский прогиб, и

северо-западная часть Токмовского поднятия. Эти структуры, в свою очередь, делятся на ряд более мелких структур второго порядка.

Новейшие структуры рассматриваются как разнородные. Их формирование связано с воздействием неотектонических напряжений, наведенных со стороны одной из вершин Токмовского свода и Окско-Донского активного прогиба. Это приводит к формированию широтной и меридиональной зональности соответственно.



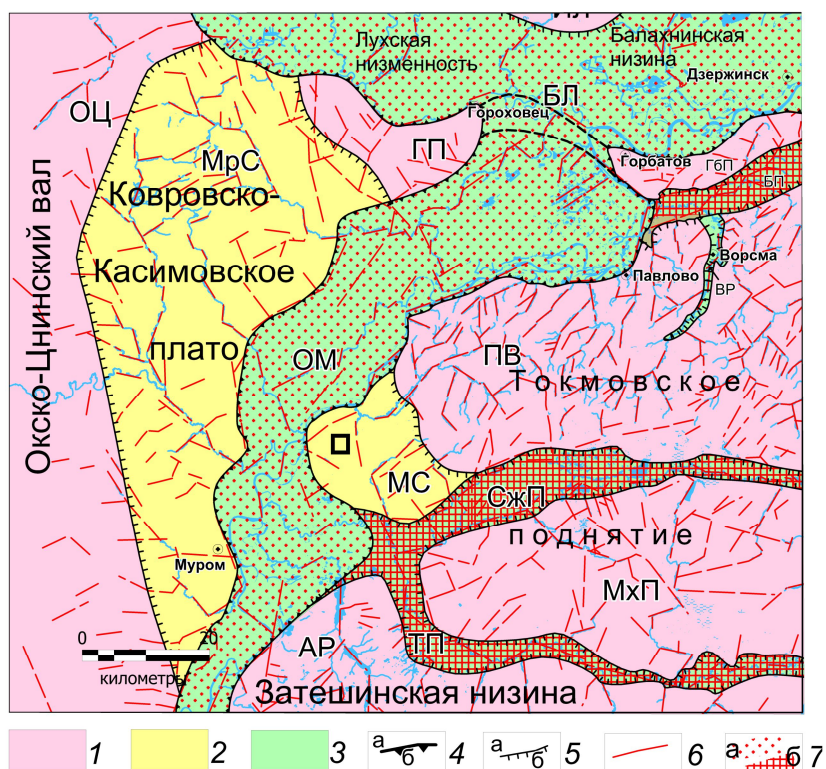
**Рисунок 4.** Структурно-геоморфологическая карта северо-западной части Токмовского поднятия.

1 - склоны, 2- овраги и ложбины, 3-пойма, 4-7 речные террасы: 4-I; 5-II; 6-III; 7-IV; 8-13- поверхности выравнивания: 8 - Q<sub>2</sub>; 9 - Q<sub>1</sub>; 10 – E; 11- N<sub>2</sub>; 12- N<sub>1-2</sub>; 13 - N<sub>1</sub><sup>2</sup>; 14- линия разреза; 15- заболоченные участки, 16- палеодолины.

Широтная зональность развивается в связи со смещением осадочного чехла от Темниковской вершины в северном направлении в сторону широтного участка рек Клязьмы и Оки. В рельефе это смещение выражено асимметричности широтных поднятий Токмовского свода: северные склоны пологие, южные – крутые.

Меридиональная зональность образуется под влиянием Окско-Донского активного прогиба, как внутрикорового источника напряжений (Корчуганова и

др., 2012; Суханова, 2000). Со стороны прогиба генерируются современные напряжения, которые распространяются, в том числе, и на склоны Токмовского поднятия.



**Рисунок 5.** Неотектоническая карта северо-западной части Токмовского поднятия с ГдАЗ.

1 - поднятия, 2 - структурные ступени, 3 - прогибы, 4 - границы структур I порядка, 5 - границы структур II порядка, 6 - линеаменты; 7 - ГдАЗ: а) региональные, б) локальные. Буквами обозначены. Поднятия: ОЦ - Окско-Цнинский вал, ГП - Гороховецкое, ПВ - Павловское, МхП - Мухтоловское, АР - Ардатовское, ГбП - Горбатовское. Ступени: МрС - Муромская, МС - Монаяковская. Прогибы: ОМ - Окско-Муромский, БЛ - Балахнинский, БП - Богородский, ВР - Ворсменский, СжП - Серезинский, ТП - Тешинский.

*Геодинамически активные зоны и линеаменты.* Такие зоны рассматриваются в качестве концентраторов повышенных напряжений, что выражается в образовании открытых трещин в пермских отложениях. Это подтверждается дешифрированием линеаментов и полевыми наблюдениями.

Выделено 2 типа ГдАЗ (см. рисунок 5): региональные и локальные.

Региональных зоны две: 1) Окско-Муромская СЗ простирания и 2) Окско-Клязьминская субширотная. Первая формируется в условиях несогласного сочленения окско-донских субмеридиональных структур растяжения и Токмовских широтных структур сжатия. Окско-Клязьминская трассируется по широтному участку Оки, Волги и Клязьмы. Она является частью глобальной Смоленско-Дмитровско-Ветлужской зоны сочленения Скандинавской и Альпийской (Кавказской) геодинамических систем (Юдахин и др, 2003). На сочленении Окско-Донского прогиба с Токмовским поднятием развивается Окско-Муромская зона сдвигового типа.

Локальных зон три. С ними согласуются широтные долины рек Кишма, Ворсма, Тёша и Серёжа, которые наследуют Богородский, Ворсменский, Серезинский и Тешинский прогибы соответственно. Происхождение этих зон связывается с тектоно-гравитационными смещениями осадочного чехла по поверхности кристаллического фундамента.

Региональные и локальные зоны активны в голоцене, что отражено в рельефе. В значительной степени они контролируют локализацию и развитие карстовых и суффозионных процессов.

*Метод расчета амплитуд и скоростей неотектонических движений.*

Оценка амплитуд и скоростей выполнена по формуле:

$v = A/t$ , где  $v$  – скорость поднятий (мм/год), суммарная за новейший этап или постадийная;  $A$  – амплитуда поднятия за этап (абс. отм. самой древней денудационной поверхности, мм) или за стадию (глубина циклового вреза террасы плюс высота эрозионного уступа). Если неизвестна высота эрозионного уступа, учитывалась мощность отложений;  $t$  – время, отвечающее продолжительности этапа или стадии (млн. лет) (Несмеянов, 2004; <https://stratigraphy.org/ICSchart/QuaternaryChart1.jpg>).

Глубина вреза и мощность отложений определялась по фондовым и опубликованным данным (Седайкин, 1985). Согласно полевым наблюдениям, относительная высота уступа денудационных поверхностей обычно не превышает 20 м, относительная высота уступа террас, составляет 1,5-2,5 м. У денудационных ступеней и у террас оценивалась абс. отм. и продолжительность стадий (таблица 1).

В тыловой части поверхностей часто накапливаются делювиальные и лессовые отложения, сглаживающие ступенчатость, что вызывает затруднения при их картографировании. Мощность покровных отложений вычитается при оценке амплитуд.

На основе оценки мощности четвертичных, неогеновых отложений и глубины врезов (см. таблица 1) установлено, что средняя скорость поднятия за четверичное время составляет около 1,52 мм/год. За неоген - 0,026 мм/год. Самые большие скорости в четвертичном периоде отмечены в голоцене – 1,56 мм/год, что согласуется с представлениями об общей региональной активизации движений.

**Таблица 1.** Оценка неотектонических движений Владимирско-Нижегородского региона.

Эрозионно-аккумулятивные циклы и их возраст	Продолжительность, млн. лет	Мощность аллювия, м	Абс. отм., м	Амплитуда поднятия, м	Скорость движения, мм/год
Речные террасы					
Пойма, aIV	0,01	13,6	70	16,6	1,56
Первая терраса, a <sub>1</sub> III ln-os	0,05	12,8	80-90	14,8	0,32
Вторая терраса, af <sub>2</sub> III mk-kl	0,07	4,3	90-100	6,3	0,09
Третья терраса, a <sub>3</sub> II od-ms	0,12	10,8	100-110	12,8	0,11
Четвертая терраса, a <sub>4</sub> II kž-ms	0,18	12,9	110-120	14,9	0,08



Денудационные поверхности выравнивания (ступени)					
Калужско-московский цикл, Q <sub>2</sub> (шестая ступень)	0,13	28	100-120	30	0,23
Мучкапско-окский цикл, Q <sub>1</sub> (пятая ступень)	0,78	32	120-140	34	0,04
Петропавловско-покровский цикл, E (четвертая ступень)	1,80	26	140-160	28	0,015
Афонинский цикл, N <sub>2</sub> (третья ступень)	1,30	30	160-180	32	0,025
Шешминско-челнинский цикл, N <sub>1-2</sub> (вторая ступень)	1,90	28	180-200	30	0,016
Бушуевский цикл, N <sub>1</sub> (первая ступень)	0,90	23	200-220	25	0,027

В неогене и эоплейстоцене скорости оставались довольно низкими – 0,03-0,02 мм/год. В первой половине среднего неоплейстоцена скорость поднятия увеличилась до 0,23 мм/год. Снижение скоростей характерно для первой половины среднего неоплейстоцена – 0,08 мм/год. Амплитуды и скорости поднятий оценены за неоген-четвертичный тектонический этап. Общая амплитуда – около 245 м. Средняя амплитуда поднятия за четвертичный период составляет 13,08 м, а за неоген – 29,8 м. Оценка скорости поднятий важна, поскольку с ней связана активизация экзогенных геологических процессов.

*Соотношение докайнозойских и неотектонических структур.* Сопоставление неотектонических и древних тектонических структур показало, что региональные неотектонические структуры в целом совпадают с однопорядковыми древними структурами поверхности кристаллического фундамента. Локальные структуры не находят своего выражения в структурах фундамента. Они являются наложенными. Разлом, выделенный по поверхности фундамента, также не проявлен в новейших структурах и в рельефе. Согласованные структуры, как правило, длительно и устойчиво развиваются. Несогласованные структуры являются концентраторами повышенных напряжений и деформаций.

**В пятой главе** описано геоэкологическое значение структурно-геоморфологической зональности, приведены определения терминов «карст», «карстово-суффозионный процесс», «суффозия», «оползень» и др., которые рассматриваются как индикаторы неотектонических зон деформаций.

*Опасные экзогенные геологические процессы, причины их развития и геоэкологическое значение.* В районе исследований опасные процессы - это карст, суффозия, оползень - и оврагообразование. В настоящее время изучением карстовых и суффозионных процессов занимаются А.В. Аникеев, М.В. Леоненко, В.Н. Хоменко, Н.В. Макарова и многие другие исследователи в связи с определением закономерностей их распространения и интенсивным техногенным освоением данной территории. Воронки и провалы могут быть местом стока загрязненных поверхностных вод и проникновению их в более глубокие горизонты, ухудшая качество подземных вод. В населенных районах эти процессы могут нанести серьезный ущерб местным жителям.

*Экзогенные процессы в северо-западной части Токмовского поднятия* проявляются наиболее активно во врезках неоген-четвертичных палеодолин и современных долин, в местах отсутствия пород уржумского яруса перми: глин, алевроитов и мергелей.

Овражная эрозия наиболее ярко выражена на сильно расчлененных возвышенных участках рельефа, например, на склонах Приволжской возвышенности. Процессам оползания подвержено множество крутых склонов, в особенности, правобережье Оки и ее притоков. Оползни часто приурочены к склонам речных долин и ручьев. Эрозия интенсивно перерабатывает рельеф в пределах сопряжения новейших положительных и отрицательных структурных форм.

Суффозионно-карстовый процесс развит практически повсеместно, за исключением геоморфологических поверхностей, сложенных моренными суглинками большой мощности. Процесс обусловлен наличием легкорастворимых пермских отложений (гипс, известняк), которые перекрыты маломощными водопроницаемыми отложениями (флювиогляциальными и аллювиальными). Там, где абс. отм. превышают 160 м, как правило, четвертичные отложения представлены донской мореной, которая играет роль водоупора и препятствует развитию суффозионно-карстовых процессов.

Одна из карстовых депрессий – Ворсминская, представлена обширным понижем на плоском водоразделе, который осложнен большим количеством современных и более древних карстовых озер и воронок. Плотность воронок по краям депрессии составляет 200 ед. на 1 км<sup>2</sup>.

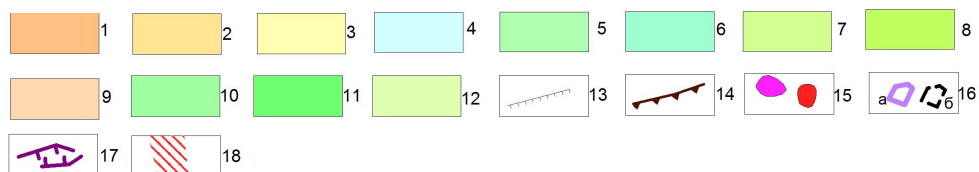
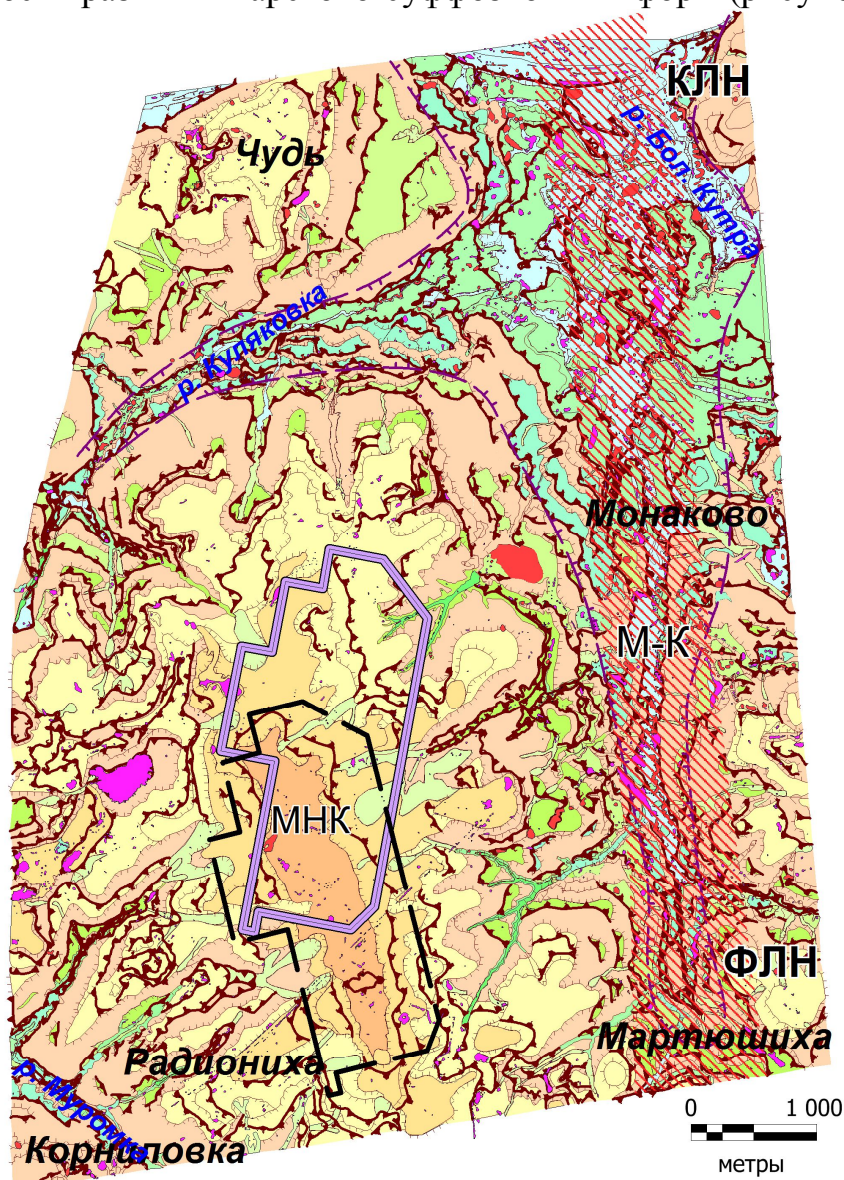
В настоящее время карст в районе исследований находится в стадии развития.

Новейшие тектонические движения вызывают развитие поднятий, прогибов и геодинамически активных зон, с которыми согласуются долины рек с речными террасами и склонами. Эндогенный фактор, как первичный, и экзогенный фактор, как вторичный, вызывают активизацию суффозионно-карстового процесса.

*Экзогенные процессы в окрестностях площадки Нижегородской АЭС* развиты на эрозионно-денудационной раннечетвертичной ступени и ее склонах. В новейшей тектонической структуре ступень является элементом строения Монаковского поднятия (см. рисунок 5). На востоке поднятие сопряжено с Монаковско-Кутринским прогибом, выраженным в рельефе долиной Монаковского ручья и долиной р. Б. Кутра, а на севере – с Окско-Муромским прогибом, к которому приурочена долина р. Оки. Наивысшие абс. отм. ступени – 130-131 м, а низшие – 70 м (урез р. Оки). Относительная амплитуда рельефа составляет 60 м. Ступень сложена породами уржумского яруса верхней перми (P<sub>2</sub>ur), перекрытыми четвертичными отложениями преимущественно ледникового и водноледникового генезиса, относящимися к раннеплейстоценовому донскому оледенению.

На площадке и в ее окрестностях (50 км<sup>2</sup>) проанализировано пространственное распределение всех замкнутых отрицательных форм рельефа глубиной более 1 м: провалов, воронок и западин. Всего было выявлено 649

понижений различного диаметра и глубины, а также определены закономерности развития карстово-суффозионных форм (рисунок 6).



**Рисунок 6.** Структурно-геоморфологическая карта площадки Нижегородской АЭС и ее окрестностей, отражающая субмеридиональную зональность территории.

Эрозионно-денудационные уровни: 1 - высокий (130-128 м), 2 - средний (127-125 м), 3 - низкий (125-120 м); 4 - пойма, 5 - 1-я терраса, 6 - 2-я терраса, 7 - 3-я терраса, 8 - 4-я терраса, 9 - склоны, 10 - склоны оврагов, 11 - дно оврагов, 12 - ложбины, 13 - бровки террас, 14 - тыловые швы террас, 15 - суффозионно-карстовые воронки и понижения; 16 - положение площадки АЭС: а) проектное, б) после корректировки; 17 - палеодолины, 18 - Монаковская линейная зона. Буквами обозначены: ФЛН - Филинское поднятие, МНК - Монаковское поднятие, КЛН - Клинское поднятие, М-К - Монаковско-Кутринский прогиб.

Установлено, что отрицательные формы приурочены:

1. К участкам полного или частичного размыва раннечетвертичных моренных суглинков и глин уржумского яруса верхней перми в днищах долин (пойма, I-я терраса).

2. К склонам древних и современных эрозионных врезов, где уржумские глины частично размывы и ослаблены трещиноватостью (II-IV террасы, частично II и III эрозионно-денудационные уровни с приуроченными к ним флювиогляциальными равнинами).

3. К зонам трещиноватости и раздробленности пород, выраженным линеаментами. Активизация карстово-суффозионных процессов в позднеплейстоцен-голоценовое время связывается, в том числе с увеличением скорости поднятия территории.

Эманационные исследования плотности радона в грунтах, проведенные д.г.-м.н. П.С. Микляевым на территории площадки АЭС и в окрестностях, дали следующие результаты:

1. Фоновые значения плотности потока радона составляют от 8 до 20 мБк/м<sup>2</sup>с, обычно не превышают фоновых значений, редко достигая 40 мБк/м<sup>2</sup>с.

2. Аномалии плотности потока радона связаны с зонами повышенной трещиноватости и раздробленности коренных пород, к которым приурочен повышенный водообмен.

3. Эманационными методами подтверждена Монаковская линеamentная зона на разных ее участках, например, в левом борту р. Бол. Кутра в районе с. Филинское.

Токмовское поднятие, геодинамически активные зоны (ГдАЗ) широтного и субмеридионального простирания, Окско-Донской активный прогиб и зоны повышенной трещиноватости, являющиеся концентраторами повышенных напряжений и деформаций, контролируют развитие интенсивных экзогенных процессов.

С ростом Токмовского поднятия связано увеличение относительного превышения водоразделов над врезами, крутизны склонов и изменение уровня грунтовых вод. К ГдАЗ и линеаментам, выраженным открытой трещиноватостью, приурочены участки долин рек, ручьев, оврагов и ложбин. Тыловые швы террас, оползневые склоны и овражная эрозия способствуют активизации суффозионно-карстовых процессов. Окско-Донской активный прогиб, как источник повышенных напряжений растяжения и деформаций (Макарова, 2003), распространяется на структуры Токмовского поднятия с формированием трещиноватых зон растяжения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате исследований геологического, геоморфологического и неотектонического строения территории выявлена структурно-геоморфологическая и неотектоническая зональность, выраженная в формировании широтных и меридиональных структур.

Впервые, по результатам построения структурно-геоморфологических профилей с учетом неоген-четвертичных отложений выделены и продатированы поверхности эрозионно-денудационного выравнивания. Это

позволило впервые создать структурно-геоморфологическую карту северо-западной части Токмовского поднятия. В рельефе выделены структуры изгибного типа и зоны повышенной трещиноватости. Установлены общие и поэтапные амплитуды и скорости неотектонических поднятий, рассмотрена связь интенсивно развивающихся экзогенных процессов с ГдАЗ.

При наличии в кристаллическом фундаменте большого количества разломов, в верхней части осадочного чехла и в рельефе они не установлены. Согласно полевым наблюдениям, подтверждается наличие большого количества зон трещиноватости, в основном, в пермских породах. Их индикаторами служат линеаменты и связанные с ними многочисленные родники, а также радон. Изучение эманаций радона проводилось в окрестностях площадки НижАЭС.

Согласно закономерностям развития неотектонических структур, впервые установлены региональные и локальные геодинамически активные зоны (ГдАЗ). Региональные связаны с зонами сочленения ортогонально сочленяющихся неотектонических структур. Локальные выделяются в зонах сопряжения асимметричных поднятий и прогибов Токмовского свода в связи с тектоно-гравитационными процессами. ГдАЗ наследуется долинами рек и связаны с интенсивным развитием экзогенных процессов.

При изучении состава и мощности отложений осадочного чехла установлено рассогласование каменноугольных и девонских структурных планов. В условиях неотектонических напряжений сжатия рассогласование структур активизируется и влияет на заложение зон повышенной трещиноватости, выраженных в рельефе линеаментами.

С целью возможной активизации зон разрывных нарушений изучено соотношение структур поверхности фундамента и неотектонических структур, выраженных в рельефе. Региональные и устойчиво развивающиеся неотектонические структуры, в основном, согласуются с однопорядковыми структурами поверхности кристаллического фундамента. У локальных структур такая согласованность отсутствует, что является одной из причин формирования субширотных ГдАЗ.

Геоэкологическое значение выявленной структурно-геоморфологической и неотектонической зональности состоит в повышенной активности ГдАЗ и опасных экзогенных процессов на территориях проектирования инженерных сооружений. Их развитие происходит под влиянием различных факторов: общего поднятия Токмовского свода и его дифференциации на локальные структуры (поднятия и прогибы), ГдАЗ и открытой трещиноватости, наличия сульфатно-карбонатных пород, вскрытых палео- и современными долинами, а также на участках отсутствия уржумских глинистых и моренных отложений.

Суффозионно-карстовый процесс проявляется интенсивно в пределах палеодолин и современных речных долин, местах отсутствия уржумских глинистых и моренных отложений, в том числе, в пределах плиоценовых поверхностей выравнивания, нарушенных зонами трещиноватости. Эти процессы практически не проявлены там, где присутствует значительная мощность глинистых отложений. Оползневые процессы развиваются на крутых склонах, в местах выходов на дневную поверхность пермских глин и распространения моренных суглинков.

В дальнейшем необходимо исследовать напряженное состояние и трещиноватость Окско-Муромской ГДАЗ, отвечающей несогласному сочленению структур Окско-Донского прогиба и Токмовского поднятия. Вследствие сочленения разнотипных структур, зона является источником дополнительных напряжений и деформаций, которые влияют на геоэкологическую безопасность территории размещения инженерных объектов различной категории ответственности (в т.ч. законсервированной Нижегородской АЭС).

### **Публикации по теме диссертации**

#### **Статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Коробова И.В., Макеев В.М. Оценка неотектонических движений в центральной части Восточно-Европейской платформы // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2021. - № 6. - С. 17-27.
2. Коробова И.В. Структурно-геоморфологическая зональность Владимирско-Нижегородского региона и ее геоэкологическое значение // Вестник Пермского университета. Геология. 2021. - Т. 20. - №1. - С. 63-74.
3. Макеев В.М., Суханова Т.В., Макарова Н.В., Коробова И.В. Геолого-геоморфологическое строение и геоэкологические условия Ногинско-Клязьминского района Московской области // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. - № 4. - С. 68-78.
4. Макарова Н.В., Макеев В.М., Дорожко А.Л., Суханова Т.В., Коробова И.В. Геодинамические системы и геодинамически активные зоны Восточно-Европейской платформы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2017. - Т. 91. - № 4-5. - С. 9-26.
5. Макеев В.М., Карфидова Е.А., Коробова И.В. Субгоризонтальные геодинамически активные зоны платформенной территории - методы выявления и оценка // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2016. - №4. - С. 16-22.
6. Макарова Н.В., Макеев В.М., Дорожко А.Л., Суханова Т.В., Коробова И.В. Геодинамические системы и геодинамически активные зоны восточно-европейской платформы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2016. - Т. 91. - № 4-5. - С. 9-26.
7. Макеев В.М., Макарова Н.В., Леденев В.Н., Дорожко А.Л., Суханова Н.В., Карфидова Е.А., Коробова И.В. Основы концепции геодинамической безопасности экологически опасных инженерных объектов // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2015. - № 2. - С. 99-110.
8. Макарова Н.В., Макеев В.М., Суханова Т.В., Дорожко А.Л., Коробова И.В., Карфидова Е.А. Неотектоника и геодинамика юго-западного крыла Воронежской антеклизы // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2015. - №1. - С. 10-19.
9. Григорьева С.В., Макеев В.М., Коробова И.В., Крылова В.С. Структурно-геодинамические условия Москвы // Разведка и охрана недр. 2014. - № 1. - С. 64-70.
10. Макарова Н.В., Макеев В.М., Суханова Т.В., Микляев П.С., Дорожко А.Л., Коробова И.В. Новейшая тектоника и геодинамика Нижнеокского района

(Русская плита) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2012. - № 4. - С. 3-11.

*Статьи в неперIODических изданиях и тезисы докладов*

1. Коробова И.В., Макеева Е.А., Макеев В.М. Оценка геологических факторов в связи с обеспечением безопасности территорий атомных станций. Молодые — наукам о Земле. — М.: РГГУ им. С. Орджоникидзе, 2022. - Т.3. С.163-168.
2. Свалова В.Б., Коробова И.В. Проблема геоэкологической оценки территорий для размещения объектов утилизации и глубокой переработки отходов. Сергеевские чтения. Геоэкологические аспекты реализации национального проекта „Экология“. Диалог поколений. М.: РУДН, 2020.- С. 152-159.
3. Коробова И.В., Макеев В.М. Современные экзогенные геологические процессы Приволжской возвышенности Восточно-Европейской платформы. В сб. Строение литосферы и геодинамика. — Иркутск: Институт земной коры Сибирского отделения РАН, 2017. — С. 127-129.
4. Коробова, И. В. Макеев В. М. Структурно-геоморфологические исследования для решения инженерно-геологических задач. Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата "ГЕОРИСК - 2018". — М: РУДН, 2018. — Том I. - С. 194-199.
5. Григорьева С.В., Макеев В.М., Коробова И.В. Крупномасштабное картирование структурно-геодинамических условий города для принятия проектно-планировочных решений. Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций. — М.: Вып. 17. РУДН, 2015. — С. 11-16.
6. Дорожко А.Л., Коробова И.В., Суханова Т.В. Структурно-геоморфологические условия карстово-суффозионных процессов Нижегородской области. Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах, Пермь: ПГНИУ, 2015. — С. 298-302.
7. Макарова Н.В., Макеев В.М., Дорожко А.Л., Суханова Т.В., Коробова И.В. Геодинамические системы и геодинамически активные зоны в новейшей структуре Восточно-Европейской платформы. Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле земли, интерпретация геофизических полей. — Екатеринбург: Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, 2015. — С. 233-237.
8. Макеев В.М., Макарова Н.В., Дорожко А.Л., Суханова Н.В., Коробова И.В., Карфидова Е.А., Леденев В.Н. Основы концепции геодинамической безопасности особо ответственных сооружений. Сергеевские чтения. Юбилейная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика Е.М. Сергеева. — М.: РУДН, 2014. - Вып. 16. — С. 590-595.
9. Коробова И.В., Григорьева С.В., Макеев В.М. Структурно-геодинамические условия - один из главных факторов стабильности территорий освоения (на примере Москвы). Сергеевские чтения. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты). — М.: РУДН, 2013. - Вып. 15. — С. 255-259.
10. Григорьева С.В., Макеев В.М., Коробова И.В. Оценка геодинамических опасностей территорий на предпроектных этапах строительного освоения.

Сергеевские чтения. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий.– М.: РУДН, Вып. 14. - 2012. – С. 18-22.

11. Макаров В.И., Макеев В.М., Дорожко А.Л., Микляев П.С., Григорьева С.В., Коробова И.В., Маренный А.М. Тектоника и радоновое поле Москвы. Сейсмологические наблюдения на территории Москвы и Московской области М.: ФГБУН Геофизическая служба РАН, 2012. – С. 52-61.

12. Макеев В.М., Макарова Н.В., Дорожко А.Л., Суханова Т.В., Микляев П.С., Коробова И.В. Структурно-геодинамический анализ зоны сопряжения Окско-Мокшинского прогиба и Приволжского поднятия как основа для изучения инженерно-геологических условий. Сергеевские чтения. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий.– М.: РУДН, Вып. 14. – 2012. - С. 119-123.