

На правах рукописи

ХРОМЫХ Оксана Владимировна

**ДОЛИННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ НИЖНЕГО ПРИТОМЬЯ:
СТРУКТУРА И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННАЯ
ДИНАМИКА**

25.00.23 – Физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

ТОМСК – 2006

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Томский государственный университет»

Научный руководитель: кандидат географических наук,
доцент Н.С. Евсеева

Официальные оппоненты: доктор географических наук,
профессор В.В. Козин

доктор биологических наук,
профессор В.А. Казанцев

Ведущая организация: Алтайский государственный университет (г. Барнаул)

Защита состоится 13 декабря 2006 г. в час. на заседании диссертационного
совета Д 212.267.15 в Томском государственном университете по адресу:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, Главный корпус, ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского
государственного университета по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 34.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные печатью, просим от-
правлять по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, ТГУ, учёному секретарю.
Факс: (3822) 529-585 или (3822) 529-749

Автореферат разослан

2006 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент

Т.В. Королёва

Введение

Актуальность темы. Изучение природных комплексов долин крупных рек имеет теоретическое и практическое значение, так как в этих долинах, часто пересекающих разные ландшафтные зоны и провинции, наблюдается ярко выраженная специфика ландшафтной структуры. С другой стороны, долины рек – это наиболее освоенные в хозяйственном отношении территории.

Долина нижней Томи характеризуется сложной ландшафтной структурой, что обусловлено её положением в зоне перехода от Алтае-Саянской горной страны к Западно-Сибирской равнине. Природные комплексы долины отличаются высокими темпами естественных изменений. Помимо этого, за период хозяйственного освоения многие геосистемы претерпели существенную антропогенную модификацию. Особенно интенсивные изменения геосистем в долине Томи наблюдаются с середины XX в. в связи с усилившейся промышленной и сельскохозяйственной деятельностью (добычей песчано-гравийной смеси в русле Томи, осушительной мелиорацией, распашкой земель), транспортным строительством и ростом селитебных зон.

Анализ литературных источников показал определённую нехватку работ с комплексной характеристикой природных систем долины нижней Томи и описанием их эволюции. Имеющиеся публикации базируются в основном на среднемасштабном ландшафтном картографировании, сделанном более 20 лет назад.

В то же время в связи с реализацией концепции устойчивого развития, широким внедрением систем экологического менеджмента и усилением внимания к задачам рационального природопользования и охраны окружающей среды назрела необходимость в крупномасштабных исследованиях структуры и динамики долинных геосистем Нижнего Притомья, а развитие в последние годы технологий геоинформационного картографирования и сложного пространственного анализа позволяют вывести такие исследования на новый уровень. Всё вышесказанное определило цель данного исследования.

Цель работы – характеристика ландшафтной структуры долины нижней Томи (в пределах Томской области), а также естественных и антропогенных изменений долинных геосистем с конца XIX в. Для достижения цели были поставлены и последовательно решены следующие задачи:

- изучить современное состояние природных компонентов ландшафтов долины нижней Томи;
- проанализировать историко-географические особенности хозяйственного освоения и антропогенной модификации ландшафтов Нижнего Притомья;
- разработать методику крупномасштабного геоинформационного картографирования долинных геосистем, создать на её основе географическую информационную систему (ГИС) долины нижней Томи и картографировать геосистемы в масштабах 1:10 000 – 1:25 000;
- изучить динамику и эволюцию геосистем на основе разновременных картографических источников, данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и материалов полевых исследований.

Объект исследования – долина нижней Томи.

Предмет исследования – внутريدолинная дифференциация геосистем (ранга местностей и урочищ), их современное состояние, естественная динамика, эволюция и антропогенная модификация за 100 лет (с конца XIX в.).

Теоретическая и методологическая основа исследования базируется на идеях и трудах в области географии, общего и прикладного ландшафтоведения А.Г. Исаченко, Ф.Н. Милькова, Н.Л. Беручашвили, В.Б. Сочавы, А.А. Крауклиса, В.С. Михеева, В.В. Козина, И.И. Мамай, К.Н. Дьяконова; учтён опыт региональных исследований А.А. Земцова, В.И. Булатова, В.С. Хромых, Н.С. Евсеевой, П.Н. Рязанова, В.В. Суркова, В.В. Хахалкина, О.Н. Барышниковой, Л.В. Шерстобитовой и др. С целью разработки методики крупномасштабного

геоинформационного картографирования долинных геосистем автором использовались теоретические концепции и практические рекомендации в области картографии, геоинформатики и моделирования геосистем Р.Ф. Томлинсона, П.А. Барроу, М.Н. ДеМерса, А.М. Берлянта, В.И. Кравцовой, В.С. Тикунова, А.В. Кошкарева, И.К. Лурье, А.К. Черкашина, А.Д. Китова, В.В. Хромых и др.

Информационная база исследования. Основной объём фактического материала получен автором в ходе полевых исследований в долине нижней Томи с 2001 по 2006 гг. Комплексные ландшафтные описания, включающие геоботанические площадки и почвенные разрезы (211 точек), проводились с применением GPS-съёмки и охватывали территорию от окрестностей с. Ярское до устья Томи площадью около 1 тыс. км². При создании ГИС использовались топографические карты масштаба 1:25 000 съёмок 1977–1981 гг. (31 карта), топографические планы землеустройства 1:10 000 съёмки 1998 г. (77 листов), топографические планы долины нижней Томи 1:10 000, составленные в 1896 г. (22 листа), топоплан Томска 1:10 000, составленный в 1930–1932 гг., карта почв и растительности окрестностей Томска 1928 г., карта растительности окрестностей Томска 1929 г., лоции Томи (94 листа), аэрофотоснимки (АФС) 1944–1973 гг. (158 снимков), космические снимки (КС) Terra (Aster) 2000–2004 гг. с пространственным разрешением 15 м (7 снимков) и Quick Bird II 2005 г. с пространственным разрешением 2,4 м (37 снимков). Кроме этого, были использованы фондовые материалы Томскнефтегазгеологии и ЗапсибНИИгипрозема.

Методы исследования. В работе применялись методы комплексных физико-географических исследований, включая полевые и дистанционные. При создании ГИС использовались математические методы моделирования и методы геоинформационного картографирования. При изучении динамики геосистем использовались сравнительно-картографический и историко-картографический методы. Программное обеспечение ГИС: полнофункциональный программный комплекс ArcGIS 9.0 (ESRI Inc.), пакет для работы с ДДЗ ERDAS Imagine 8.7 (Leica Geosystems Inc.), векторизатор EasyTrace 6.2 (EasyTrace Group).

Научная новизна работы:

1. Впервые создана геоинформационная система долины нижней Томи, включающая крупномасштабную (1:10 000 – 1:25 000) ландшафтную карту, цифровую модель рельефа, карты растительности и ландшафтов участков долины 1896, 1928, 1930, 1944, 1954, 1979 гг., тематические карты динамики гидросети и геосистем, а также базу данных полевых исследований.
На основе созданной ГИС проведён детальный ландшафтный анализ.
2. Адаптирована методика геоинформационного картографирования применительно к крупномасштабным ландшафтным исследованиям речных долин.
3. Впервые для долины нижней Томи на основе цифровой модели рельефа построена серия крупномасштабных карт ключевых показателей рельефа, создана трёхмерная модель долины, проведён углубленный морфометрический анализ долинных геосистем.
4. Выявлены основные факторы динамики и эволюции долинных геосистем, проанализированы естественные и антропогенные изменения ландшафтной структуры долины нижней Томи за последние 100 лет на основе сопоставления в ГИС разновременных крупномасштабных карт, АФС, космических снимков сверхвысокого разрешения и материалов полевых исследований.
5. Установлена степень антропогенной модификации различных геосистем и оценена направленность их изменений за период с конца XIX в.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Долина нижней Томи являет собой парагенетический ландшафтный комплекс, состоящий из сложного набора геосистем локального уровня. Выявленная на основе пространственного и морфометрического анализа ландшафтная структура долины включает пять типов местностей и 112 типов урочищ и обусловлена комплексным взаимодействием зональных и аazonальных факторов.

2. Геоинформационный анализ естественной динамики геосистем за 100 лет свидетельствует о явном преобладании в прирусловой и центральной пойме Томи изменений, связанных с эрозионно-аккумулятивной деятельностью реки, а на притеррасной пойме и надпойменных террасах – с болотообразованием. Последнее значительно усиливается в приустьевой части долины, где развитие геосистем направлено в сторону заболоченных комплексов южной тайги, в отличие от более дренированных геосистем верхнего участка долины.
3. Геосистемам долины присуща различная степень антропогенной модификации. Анализ исторических этапов освоения Нижнего Притомья позволяет сделать вывод о преобладании антропогенных путей развития природных комплексов южнее пос. Самусь. Вектор современной динамики геосистем здесь направлен в сторону значительного иссушения вследствие снижения уровня грунтовых вод, произошедшего из-за наложившихся друг на друга антропогенных факторов.

Практическая значимость работы. Материалы диссертации могут использоваться в природоохранных учреждениях при обосновании и экспертизе хозяйственных проектов, для картографо-информационного обеспечения оценки воздействия на окружающую среду и комплексного мониторинга, созданная цифровая ландшафтная карта – также в комитетах по землеустройству для учёта земельных ресурсов и кадастровых работ, а цифровая модель рельефа – в комитете по вопросам ГО и ЧС Томской Областной Администрации для оценки эрозионной опасности и прогноза зон затопления при паводках на Томи. Работа представляет интерес для краеведческих организаций и учителей школ. Отдельные разделы диссертации используются автором при проведении учебной географической практики, чтении лекционных и практических курсов «Компьютерная графика», «Настольные картографические системы», «Цифровые модели рельефа» в Томском государственном университете.

Апробация результатов исследования. Основные положения работы доложены автором на девяти научно-практических конференциях и пленумах, в т.ч. международных (I Сибирская конференция молодых учёных по наукам о Земле, Новосибирск, декабрь 2002 г.; XXVII Пленум Геоморфологической комиссии РАН, Томск, август 2003 г.; IX конференция пользователей ESRI и Leica Geosystems, Голицыно, октябрь 2003 г.; XI Ландшафтная конференция, Москва, август 2006 г.). Опубликовано 13 научных работ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и 29 приложений. Основной текст изложен на 181 странице и включает 12 таблиц, 145 рисунков. Список литературы содержит 301 источник.

Работа выполнена на кафедре географии Томского государственного университета под руководством к.г.н., доцента Н.С. Евсеевой, которой автор искренне признателен за помощь и ценные замечания. Автор также благодарит за консультации и постоянную поддержку сотрудников кафедры географии, чьи советы способствовали выполнению работы.

Глава 1. Общая характеристика природы долины нижней Томи

В данной главе на основе литературных источников и материалов, собранных автором, описаны природные факторы, оказывающие влияние на формирование долинных ландшафтов Нижнего Притомья.

Район исследования охватывает долину Томи в нижнем течении на крайнем юге Томской области. Его площадь составляет 1 250 км². Особенностью исследуемой территории является её расположение в районе сочленения Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны, граница между которыми условно проводится по реке Бол. Киргизке [Парначёв В.П., Евсеева Н.С., 2004]. Это накладывает отпечаток на структуру геосистем долины нижней Томи и обуславливает её разделение на два участка: верхний (южный) и нижний (северный). В пределах верхнего участка (до реки Бол. Киргизки) для рельефа характерна заметная расчлененность с перепадами высот до 60 м. Эта часть долины Томи имеет повышенные абсолютные высоты от 70 до 140 м. Томь здесь сохраняет некоторые черты полугорной реки с уклонами русла 0,1–0,5 ‰ и падением абсолютных отметок уреза воды от 80 до 69,5

м. На нижнем участке рельеф приобретает равнинный характер, а Томь становится типично равнинной рекой с уклонами русла 0,01–0,04 ‰. Урез воды в устье Томи – 67,8 м.

В долине нижней Томи выделяются следующие элементы: коренные борта, три надпойменные террасы и пойма. Ширина долины от 3 км у с. Ярское до 21 км в приустьевой части. Долина асимметрична и неоднородна по строению. В пределах верхнего участка отмечается преимущественный размыв правого борта, а на нижнем участке – левого.

Климат территории – континентально-циклонический умеренных широт [Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б., 1991]. Годовое количество осадков варьирует от 361 до 865 мм при средне-многолетней норме в 517 мм (г. Томск). Осадки тёплого полугодия преобладают (64–78 %). Средняя годовая температура воздуха отрицательна и составляет –0,5 °С (г. Томск). По величине поступающей радиации, изменениям в общей циркуляции атмосферы и состоянию подстилающей поверхности годовой цикл на территории можно разделить на две части: холодно-снежную и вегетационную. Вегетационная часть годового цикла включает две фазы весны – послезимье и предлетье, три фазы лета – умеренно-прохладное, умеренно-тёплое и спад лета, две фазы осени – становление и позднюю осень [Рутковская Н.В., 1979; Ромашова Т.В., 2004].

Территория исследуемого района в основном расположена в подзоне мелколиственных лесов (подтайге). Лишь в пределах нижнего участка долины крайняя северная часть правобережья Томи захватывает подзону южной тайги.

В районе преимущественно распространены суглинистые и супесчаные дерново-подзолистые, а также серые лесные оподзоленные почвы. Эти почвы приурочены к надпойменным террасам и склонам водораздельных равнин. В пойме Томи и её притоков преобладают аллювиальные дерновые и луговые почвы. В понижениях пойм и террас развиты болотные почвы.

Таким образом, геосистемы верхнего, повышенного участка исследуемой территории развиваются в условиях хорошей дренированности в обстановке подзоны мелколиственных лесов (подтайги), а для геосистем нижнего участка большую роль играют процессы болотообразования, характерные для выровненных слабодренируемых таёжных территорий Западно-Сибирской равнины.

Глава 2. Историко-географические особенности хозяйственного освоения и антропогенного воздействия на ландшафты Нижнего Притомья

За годы хозяйственного освоения и заселения долины нижней Томи под влиянием человека произошли существенные изменения многих природных компонентов геосистем. С точки зрения антропогенного воздействия на ландшафты можно выделить пять исторических этапов хозяйственного освоения Нижнего Притомья, для каждого из которых характерны свои особенности расселения, землепользования и взаимоотношений в системе «природа – человек»: 1) этап «гармонии человека и природы» (до начала XVII в.); 2) начало земледельческого освоения долины (XVII в.); 3) активное крестьянское заселение долины и начало транспортного строительства (начало XVIII в. – вторая половина XIX в.); 4) начало индустриализации (вторая половина XIX в. – начало 1940-х гг.); 5) интенсивное преобразование ландшафтов в результате индустриализации, развития транспорта и интенсификации сельского хозяйства (с 1940-х гг.). Наибольшие изменения геосистемы претерпели в пятый этап. Они связаны со строительством в 1940–1950-х гг. предприятия ядерного цикла – Сибирского химического комбината и г. Северск, активизировавшим процессы урбанизации и субурбанизации, расширением территорий распаханных и садово-дачных участков, осушительной мелиорацией, добычей с 1950-х гг. песчано-гравийной смеси из русла Томи, деятельностью Томского водозабора (с 1973 г.), интенсивным развитием транспорта (прокладкой автодорог, магистральных трубопроводов, ЛЭП, сооружением двух мостов через р. Томь, обустройством портовых и судоремонтных сооружений, дноуглубительными работами на Томи). Всё вышеперечисленное оказало сильное влияние на геосистемы долины Томи.

Глава 3. Ландшафтный анализ долины нижней Томи на основе геоинформационного картографирования

В данной главе описана методика и обобщены результаты крупномасштабного геоинформационного картографирования долинных геосистем Нижнего Притомья, нашедшие своё отражение в первом защищаемом положении.

В геосистемах речных долин ярко выражены межкомплексные (горизонтальные) взаимосвязи. Подобные системы Ф.Н. Мильков (1966), а позднее В.В. Козин (1979) предложили именовать парагенетическими ландшафтными комплексами – динамическими системами сопряженных ландшафтных комплексов, общность которых обусловлена как генетическим единством, так и генетическим сопряжением, а функционирование определяется особенностями интеграции или дезинтеграции системоформирующих потоков вещества или энергии в градиентной зоне.

Долина нижней Томи являет собой парагенетический ландшафтный комплекс, состоящий из сложного набора геосистем локального уровня – местностей и урочищ, которые и являются объектами авторского ландшафтного анализа. При этом изменения урочищ (естественные и антропогенные) происходят порой настолько быстро, что их можно проследить по разновременным картографическим источникам и снимкам. Поэтому, помимо использования «классического» комплекса методов физико-географических исследований (сравнительно-географического, историко-географического, районирования, математических, полевых, дистанционных и т.п.), особое внимание в данной работе уделено методике геоинформационного картографирования и моделирования.

Авторская методика геоинформационного картографирования базируется на теоретических концепциях и практических разработках А.М. Берлянта (2001, 2005), Н.Л. Беручашвили (1986, 1992), П.А. Барроу (1996) и др. и была адаптирована применительно к крупномасштабным ландшафтными исследованиям речных долин. Она основана на привлечении максимально возможного количества разновременных крупномасштабных картографических источников, данных дистанционного зондирования, полевых материалов с GPS-привязкой, интегрированных в единой картографической проекции и системе координат, а также на применении новейших технологий сложного пространственного анализа. Геоинформационное картографирование долинных природных территориальных комплексов (ПТК) автором проводилось в несколько этапов:

- перевод всех картографических источников и ДДЗ в цифровую форму с привязкой к топооснове в проекции Гаусса-Крюгера (15-я зона);
- создание единой базы геоданных, объединяющей картографическую информацию и атрибутивную (материалы полевых исследований);
- построение цифровой модели рельефа (ЦМР) на основе высотных данных топографических карт 1:25 000 и полевых съёмок;
- морфометрический анализ района с помощью ЦМР и «алгебры карт»;
- дифференциация крупных геоморфологических элементов долины на основе результатов морфометрического анализа, карты четвертичных отложений, космических снимков Terra (сканер Aster), материалов полевых исследований и картографирование типов местностей;
- углубленная дифференциация растительного и почвенного покрова внутри крупных геоморфологических элементов долины на основе топографических карт 1:25 000, топографических планов 1:10 000, АФС, КС Terra, Quick Bird, полевых описаний и картографирование типов урочищ;
- пространственный и статистический анализ показателей геосистем (средняя площадь, углы наклона, экспозиции склонов и т.п.) и их взаиморасположения (преобладающие «соседи» по общим границам);
- анализ динамики и эволюции долинных геосистем путём сопоставления разновременных карт, ДДЗ и материалов полевых наблюдений.

Цифровая модель рельефа долины нижней Томи создавалась автором в ArcGIS 3D Analyst методом триангуляции Делоне и представляет собой нерегулярную триангуляционную сеть (TIN), состоящую из 1 042 373 треугольников с диапазоном абсолютных высот от 67,8 до 195 м. Это гигантская база данных (34,7 Мб) по рельефу долины, где помимо высот для каждого треугольника сети хранится информация об угле наклона и экспозиции склона. На основе ЦМР впервые для долины нижней Томи построена серия крупномасштабных карт ключевых показателей рельефа: гипсометрическая карта, карты крутизны и экспозиций склонов, что позволило провести углубленный морфометрический анализ. Анализ показал, что наибольшие площади (25,9 %) занимают участки с абсолютными высотами менее 80 м. В большинстве своём эти участки относятся к зоне затопления, что свидетельствует о преобладании поймы над остальными элементами рельефа долины. Более половины площади долины (57,4 %) составляют практически плоские участки с углами наклона менее $0,3^\circ$. Доля участков с крутизной склонов более 60° крайне мала (0,005 %). В долине преобладают выровненные поверхности без выраженной экспозиции (35,2 %) и участки с уклонами северо-западной (10,4 %) и западной (10,2 %) экспозиции, что объясняется общим небольшим наклоном долины на северо-запад, а также большей площадью правобережья с господствующими склонами западной экспозиции.

С помощью пространственного анализа гипсометрической карты по углам наклона на нижнем участке долины (как наиболее «равнинном») был вычислен средний уклон для каждого диапазона высот с шагом 1 м. В результате была установлена взаимосвязь между абсолютными высотами и уклонами. Анализ показал четыре явных уступа рельефа со средними уклонами более 1° на абсолютных высотах 70–72 м (уступ центральной поймы), 76–79 м (уступ первой надпойменной террасы), 83–89 м (уступ второй надпойменной террасы) и 95–102 м (уступ третьей надпойменной террасы). С высот 110–111 м начинается склон водораздела, имеющий с ростом высоты почти постоянный уклон $0,8\text{--}0,9^\circ$. Таким образом, с помощью автоматизированного морфометрического анализа было проведено предварительное выделение высотных границ элементов долины.

В программе ArcScene ГИС-пакета ArcGIS на основе ЦМР была создана трёхмерная модель долины нижней Томи. При увеличении вертикального масштаба в десять раз относительно горизонтального на такой модели отчётливо видны резкие перепады и уступы рельефа (см. вклейку).

Предварительное выделение элементов долины Томи на основе морфометрического анализа послужило прологом ландшафтного картографирования. Задача дифференциации геосистем долины сводится к выделению комплексов, отчётливо различимых по морфологии и параметрам составляющих компонентов. Такими комплексами в пределах долины нижней Томи, на взгляд автора, являются геосистемы ранга местностей. Для их картографирования использовались результаты морфометрического анализа, карта четвертичных отложений, описания геологических скважин, КС Terra (Aster), а также материалы полевых исследований автора. При дифференциации местностей главенствующая роль была отведена, согласно Н.А. Солнцеву (1960), геологическому и геоморфологическому факторам, отражающим генетическую общность всех природных комплексов более низкого ранга (урочищ), входящих в состав местностей. Поэтому ключевыми параметрами дифференциации были приняты относительная высота над урезом воды Томи и характер четвертичных отложений. Использовались и косвенные признаки: сгущения горизонталей на топокарте (за исключением логов и конусов выноса), характер гидросети (форма озёр, резкая смена направления и характера меандрирования малых рек), изменения спектральной яркости и цветовых оттенков на космических снимках.

Все местности были сгруппированы в пять типов, для каждого из которых характерно особое сочетание форм мезорельефа, а также позиционное и генетическое единство слагающих его урочищ:

- гивно-ложбинный лесо-луговой тип местности поймы Томи (41,3 % площади долины);

- мелкогребистый берёзово-еловый тип местности пойм крупных притоков Томи (1,6 %);
- плоскостной болотно-лесной тип местности первой надпойменной террасы Томи и её крупных притоков (10,6 %);
- бугристо-западинный боровой тип местности второй надпойменной террасы Томи (26,6 %);
- пологоволнистый сосново-мелколиственный тип местности третьей надпойменной террасы Томи (20 %).

Поскольку геосистемы склонов междуречной равнины (особенно верхних частей склонов) морфологически и генетически больше связаны с местностями междуречья, чем речной долины, автор ограничился картографированием лишь геосистем нижних частей склонов, отнеся их к присклоновым частям террас и не выделяя в отдельный тип местности.

При дифференциации геосистем ранга урочищ наряду с особенностями мезорельефа большое значение придавалось различиям в характере растительного и почвенного покрова, динамической стадии развития геосистем, а также степени антропогенной модификации [Исаченко А.Г., 2003]. В зависимости от степени антропогенной модификации все геосистемы Нижнего Притома автором были сгруппированы в три группы: геосистемы с низкой, высокой и очень высокой степенью антропогенной модификации. Геосистемы с низкой степенью антропогенной модификации испытывают слабую антропогенную нагрузку или восстанавливаются после небольшого воздействия. Геосистемы с высокой степенью отличаются существенным изменением какого-то компонента (как правило, растительности) и функционируют лишь при постоянной антропогенной поддержке, восстанавливаясь после потери таковой. У геосистем с очень высокой степенью антропогенной модификации серьёзно изменены почти все компоненты (прежде всего, литогенная основа). Эти геосистемы характеризуются сменой инварианта. Подобный подход позволяет наиболее адекватно охарактеризовать современные ландшафтные системы долины Томи, избежав не совсем оправданного разделения их на природные и антропогенные.

Основными источниками геоинформационного картографирования урочищ являлись полигональные векторные слои типов растительности, оцифрованные с топокарт 1:25 000 и топланов 1:10 000, типов почв, оцифрованные с почвенной карты 1:100 000, АФС, космические снимки сверхвысокого разрешения QuickBird II, ландшафтные профили и комплексные ландшафтные описания (211 точек). В результате крупномасштабного ландшафтного картографирования были выделены 5 147 контуров урочищ, разбитых на 112 типов. Фрагменты итоговой ландшафтной карты уменьшенного масштаба для верхнего и нижнего участков долины (исходные масштабы картографирования 1:10 000 – 1:25 000), представлены на рис. 1 и 2.

В ГИС был проведён пространственный анализ выделенных урочищ, в результате которого рассчитаны такие показатели, как количество урочищ каждого типа, средняя площадь и доля в общей площади долины. С помощью модуля ArcGIS Spatial Analyst рассчитана зональная статистика для урочищ по карте крутизны склонов, и определён средний уклон каждого типа урочищ, что позволило оценить степень дренированности и снизить субъективизм при характеристике рельефа в названии урочища. Так, урочища со средним уклоном менее 0,2° были определены как плоские участки, 0,2–0,5° – выровненные участки и более 0,5° – пологонаклонные участки. Также был сделан вывод о лучшей дренированности геосистем верхнего участка долины, где средний уклон геосистем составил 0,92° против 0,58° у геосистем нижнего участка. На основе сложного пространственного анализа для урочищ были определены преобладающие «соседи» по общим границам, т.е. было изучено взаиморасположение урочищ, что помогло в ряде случаев (особенно в прирусловой пойме) проследить парагенетические ряды геосистем с учётом генетического единства и сопряжения.

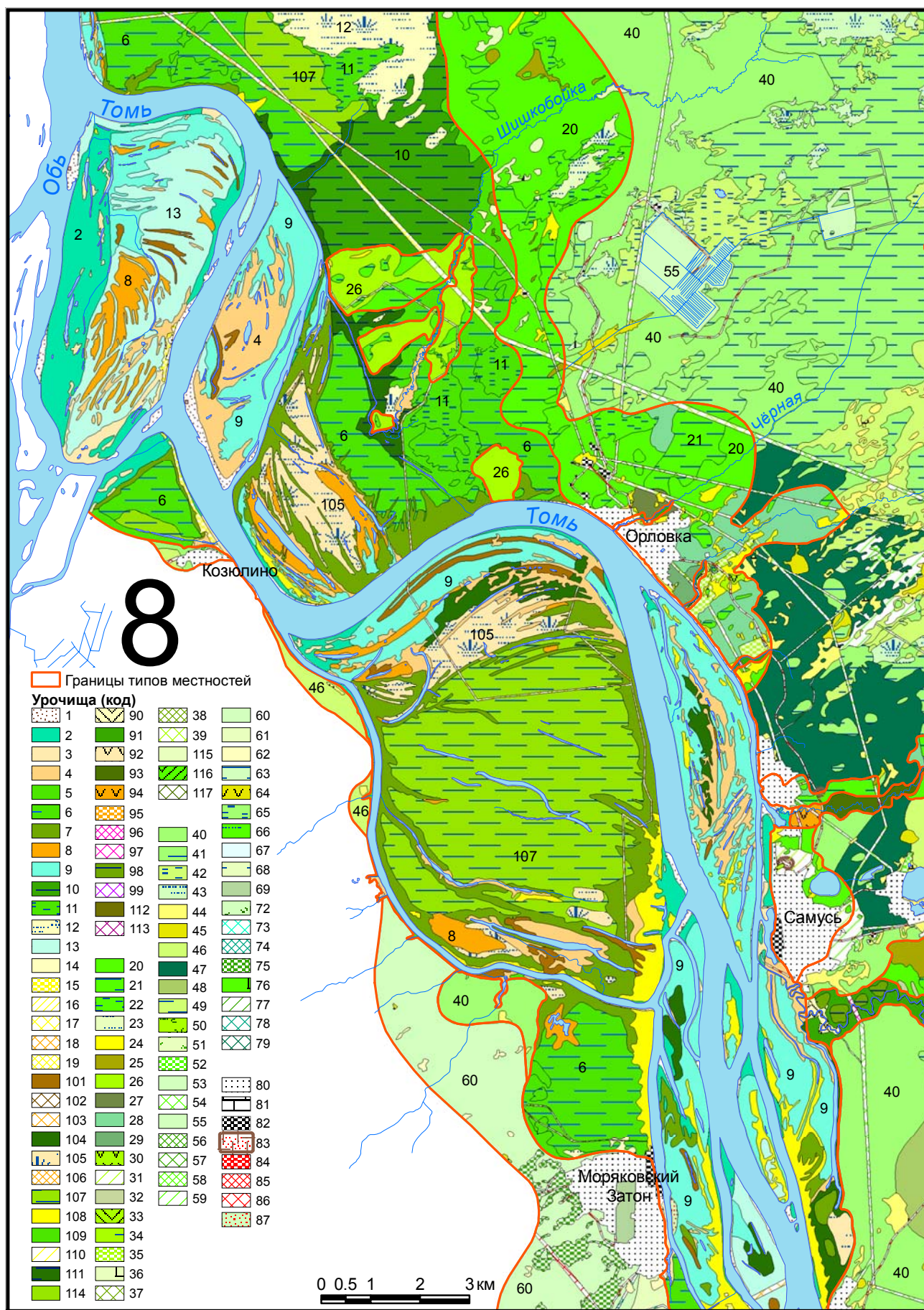


Рисунок 1 - Фрагмент ландшафтной карты долины нижней Томи (нижний участок).
Коды урочищ - в тексте. Полная легенда - в тексте диссертации

8

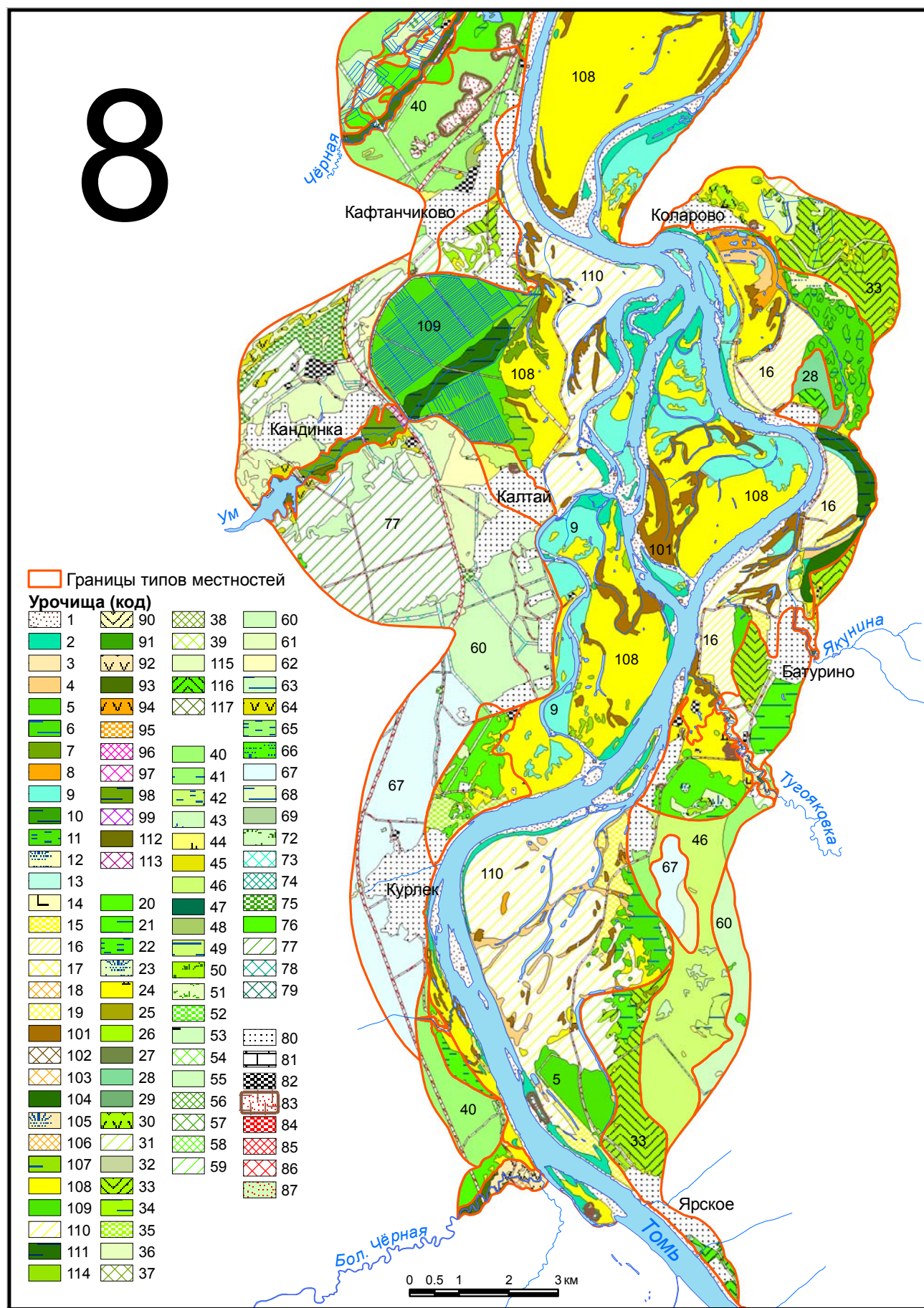


Рисунок 2 - Фрагмент ландшафтной карты долины нижней Томи (верхний участок). Коды урочищ - в тексте. Полная легенда - в тексте диссертации

Пойменный тип местности характеризуется наиболее пёстрым составом урочищ (31 тип), большинство из которых имеет характерную вытянутую форму. Относительные превышения поверхности поймы над урезом воды Томи, как правило, не более 7–8 м. Разнообразие урочищ объясняется специфическими природными условиями поймы. В развитии пойменных геосистем ведущая роль наряду с климатом принадлежит гидрологическому режиму реки, что отличает их от других геосистем [Хромых В.С., 2003]. На дифференциацию пойменных урочищ наибольшее влияние оказывают их поёмность – степень и продолжительность затопления, аллювиальность – мощность и механический состав аллювиального наноса, которые зависят от положения относительно основного русла или протока, а также возраст. При этом комплексы урочищ поймы образуют своеобразные парагенетические ряды, которые в общем виде можно представить как упорядоченную цепь, например: «русло реки – протока – старица – низинное болото – заболоченный луг – луговая низина – луговая равнина».

Самыми молодыми являются примыкающие к руслу реки низкие участки прирусловой поймы – первые звенья в цепи урочищ прируслового элементарного парагенетического комплекса (ЭПГК), связанных максимальными значениями аллювиального питания. Здесь выделяются урочища гравийно-галечных и песчаных отмелей с пионерной растительностью на аллювиальных примитивных слоистых почвах (код 1 на рис. 1 и 2). При этом на верхнем участке долины преобладают гравийно-галечные отмели, а на нижнем – песчаные. Из всех «соседей» в наибольшем числе случаев (27 % длины границ) эти урочища граничат с урочищами невысоких валов с зарослями ивы на аллювиальных дерновых слоистых почвах (код 2) – следующим звеном прируслового ЭПГК. В ложбинах распространены урочища хвощово-осоковых лугов на аллювиальных луговых слаборазвитых почвах (код 3). На высоких прирусловых валах обычно преобладают разнотравно-злаковые луга на аллювиальных дерновых почвах.

Центральная пойма отличается ярко выраженной гривно-ложбинной морфоструктурой. Урочища понижений образуют старично-ложбинный ЭПГК, продолжая эволюционный ряд прируслового ЭПГК. Основной физико-географический процесс здесь – заполнение отрицательных флювиальных форм паводковыми литогенными и биогенными наносами. В глубоких межгривных понижениях на периферии отмерших протоков и стариц преобладают заболоченные черёмухово-ивовые заросли на аллювиальных иловато-глеевых почвах (код 101). Выровненные старичные понижения занимают низинные берёзовые болота на торфяных почвах (код 105). В межгривных понижениях также распространены осоковые луга на аллювиальных лугово-болотных почвах (код 8). По мере удаления от русла реки и протоков на смену урочищам старично-ложбинного ЭПГК приходят урочища лесно-лугового ЭПГК, в которых наблюдается постепенный «сброс» азональных и «накопление» зональных признаков. Молодые гривы заняты ивово-берёзовыми крапивно-злаковыми лесами на аллювиальных дерновых слаборазвитых почвах (код 9). На высоких гривах наиболее распространены разнотравно-злаковые луга (12,8 % площади поймы) и сосново-берёзово-осиновые разнотравные леса на аллювиальных дерновых почвах (коды 108, 7 соответственно). При этом из-за усиления зональных факторов на высокой пойме луга более распространены на верхнем участке, а леса – на нижнем (см. рис. 1 и 2).

Выровненные участки притеррасной поймы обычно заняты заболоченными берёзово-сосновыми осоковыми лесами на торфяно-глеевых почвах (код 6). В плоских понижениях получили распространение осоково-гипновые и берёзово-сосновые осоково-моховые болота на торфяных почвах (коды 12 и 11).

В пойме также встречаются геосистемы с высокой степенью антропогенной модификации. Наиболее распространены распаханнные участки на изменённых аллювиальных дерновых почвах (код 110). На сосновых болотах притеррасной поймы развиты геосистемы с осушительными мелиоративными каналами и торфоразработками на мелиорированных торфяных почвах (код 109).

У притоков Томи наиболее развиты поймы в долинах рек Порос, Бол. Киргизки, Самуськи, Камышки, Ушайки, Ум и Чёрной. Структура их мелкогравийная, в отличие от поймы Томи,

из-за другого порядка и возраста долин, а общая площадь незначительная – 1,6 % площади долины. Здесь доминируют пологонаклонные участки с берёзово-еловыми закустаренными крупнотравными лесами на аллювиальных дерновых насыщенных почвах (код 91).

Геосистемы надпойменных террас – полигенетические ПТК. Первоначально важную роль в их формировании играли водные эрозионно-аккумулятивные процессы, сменившиеся золовыми, болотообразовательными и др. процессами.

Превышения площадки первой надпойменной террасы над урезом воды Томи составляют 8–15 м. Здесь преобладают плоские участки с сосновыми разнотравными лесами на дерново-подзолистых почвах, занимающие 26,6 % площади (код 20). На юге исследуемого района (окрестности с. Ярское и дер. Казанка) встречаются геосистемы с кедрово-сосновыми крупнотравными лесами на дерново-подзолистых почвах (код 116), а на севере (дер. Орловка) – с темнохвойно-сосновыми мшистыми лесами на подзолистых почвах (код 29). Выровненные недренируемые участки обычно заняты осоково-гипновыми и берёзово-сосновыми осоково-моховыми болотами на торфяных почвах (коды 23 и 22).

Относительные превышения площадки второй надпойменной террасы над урезом воды Томи составляют 19–26 м. Здесь получили распространение урочища бугристо-западинного типа местности, происхождение которых во многом связано с системоформирующей деятельностью ветра. Преобладают бугристые участки с сосновыми борами на дерново-подзолистых супесчаных почвах, занимающие 23,4 % площади (код 40), поэтому террасу часто именуют «боровой». Широко распространены выровненные понижения с сосновыми осоково-кустарничковыми лесами на дерново-подзолистых глеевых почвах (код 41). Встречаются гривы с осиново-берёзовыми разнотравными лесами на светло-серых лесных почвах (код 46). Плоские недренируемые участки заняты осоково-гипновыми и берёзово-сосновыми осоково-сфагновыми болотами на торфяных почвах (коды 43 и 42). Из антропогенно модифицированных геосистем преобладают пашни (особенно в районе сёл Коломино – Дзержинское) и огороды на изменённых дерново-подзолистых почвах (коды 59 и 52). Распространены просеки ЛЭП, трубопроводов и лесных дорог через сосновые леса с полидоминантными лугами на дерново-подзолистых почвах (коды 54, 56 и 57). В 5 км к западу от с. Тимирязевское находятся выработанные торфяники, зарастающие молодыми берёзово-сосновыми лесами на подзолистых маломощных почвах (код 51). В этом же районе встречаются низины с высохшими сосново-берёзовыми болотами с зарослями крапивы на мелиорированных торфяных почвах (код 50).

Высота площадки третьей надпойменной террасы над урезом воды Томи изменяется в основном от 30 до 42 м. Здесь также преобладают урочища, сформировавшиеся в результате золовых процессов. Но благодаря более древнему возрасту и более высокому положению здесь гораздо заметнее влияние зональных факторов. Так, в почвенном покрове доминируют серые лесные оподзоленные почвы, характерные для подтайги. Поэтому на третьей террасе, в отличие от боровой второй террасы, урочищами-доминантами (40,5 % площади) выступают пологонаклонные участки с мелколиственными разнотравными лесами на серых лесных оподзоленных почвах (код 61), которые находятся в эволюционном ряду гораздо ближе к коренным геосистемам мелколиственных лесов подтайги. Распространены пологонаклонные участки с берёзово-кедрово-сосновыми разнотравными лесами на дерново-подзолистых почвах (код 60). На высоких песчаных грядах левобережья преобладают сосновые лишайниковые леса на подзолистых почвах (код 67). Геосистемы с высокой степенью антропогенной модификации представлены в основном пашнями и садово-дачными участками на изменённых серых и тёмно-серых лесных почвах (код 77).

Геосистемы с очень высокой степенью антропогенной модификации ввиду кардинальной смены инварианта и постоянной антропогенной поддержки не были отнесены к какому-то типу местности и были выделены в отдельную категорию. Всего выделены восемь типов: селитебные зоны сельского и городского типа (коды 80 и 81); промышленные зоны (код 82); карьеры (код 83); линейные геосистемы железных дорог (код 84), автодорог с усовершенствованным покрытием (код 85), автодорог с покрытием (код 86); искусственно созданные в

пойме насыпи и дамбы с молодыми берёзово-сосновыми лесами и разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальных дерновых слабо развитых почвах (код 87).

В целом, выделенные местности и урочища отчётливо различимы по морфологии и параметрам составляющих компонентов, а их структура обусловлена комплексным взаимодействием зональных и азональных факторов. Специфика ландшафтной структуры долины нижней Томи заключается в постепенном усилении по направлению к руслу реки влияния азональных факторов, представленных различными режимами поемности и аллювиальности, и наоборот, увеличении роли зональных факторов на высоких надпойменных террасах.

Большое влияние на структуру долинных геосистем также оказывают антропогенные факторы. Общая площадь геосистем с высокой степенью антропогенной модификации (пашни, садовые участки и огороды, осушаемые болота, вырубки, просеки ЛЭП и трубопроводов) достигла 163 км² (14,1 % всей площади), а геосистем с очень высокой степенью антропогенной модификации – около 100 км² (8,6 %). Таким образом, антропогенно изменённые ландшафты занимают почти четверть территории долины нижней Томи (рис. 3).

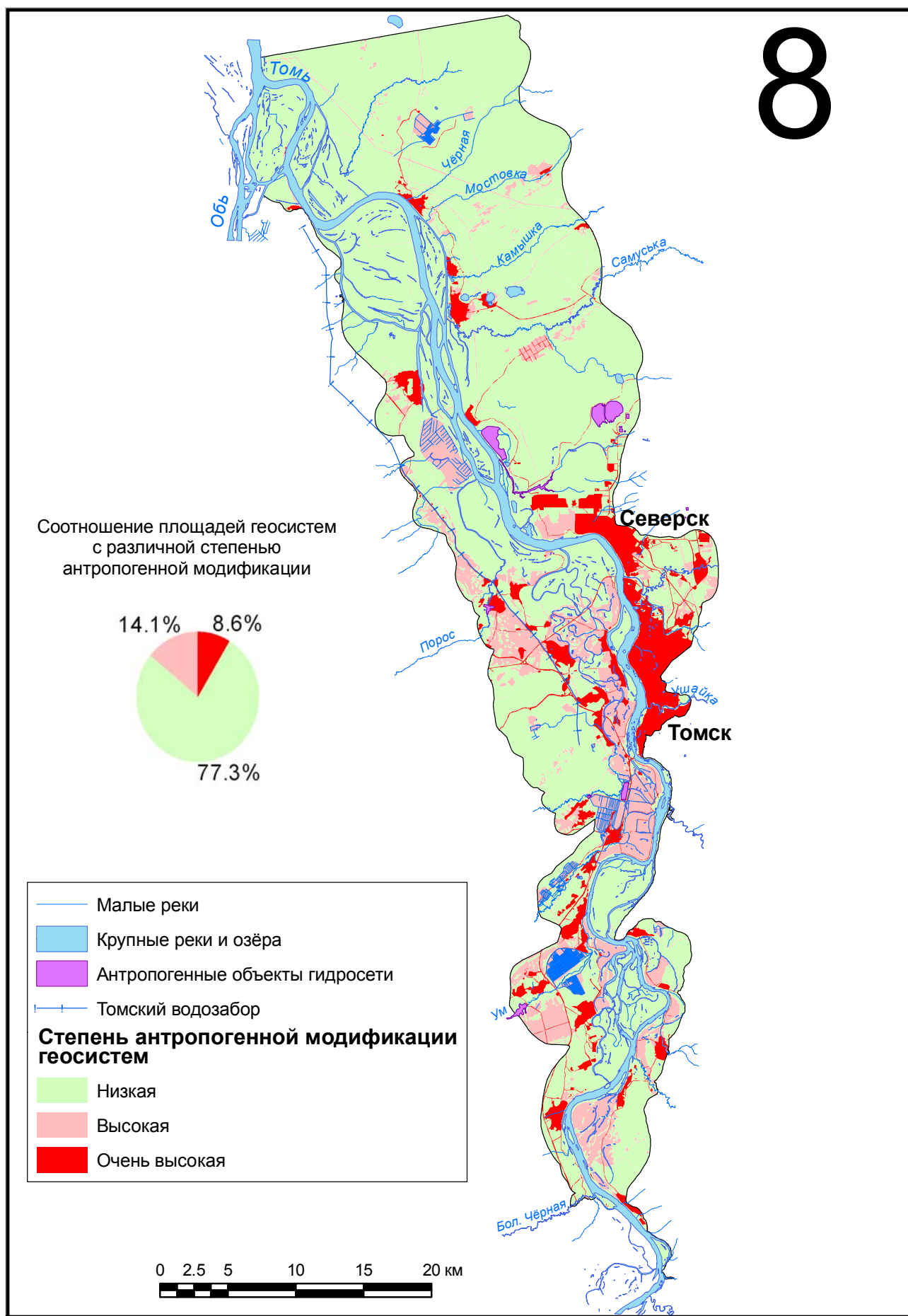


Рисунок 3 - Степень антропогенной модификации геосистем долины нижней Томи

Следует отметить, что долинные геосистемы Нижнего Притомья не находятся в статическом состоянии, а постоянно изменяются как в результате процесса саморазвития, так и под действием антропогенных факторов.

Глава 4. Изменения долинных геосистем Нижнего Притомья с конца XIX в. по начало XXI в.

Под изменениями геосистем понимается приобретение ими новых или утрата прежних свойств в результате внешнего воздействия или под влиянием процесса саморазвития. При этом автор придерживается точки зрения В.Б. Сочавы (1978), А.А. Крауклиса (1979), А.Г. Исаченко (2004) и др., которые признают три уровня изменений в ПТК: функционирование, динамику и эволюцию. Вслед за этими географами под функционированием автор понимает циклические изменения ПТК (суточные и годовые ритмы). Изменения геосистем, не сопровождающиеся изменениями их структуры, автор относит к динамике, а под эволюцией (развитием) геосистем понимаются необратимые направленные изменения, приводящие к появлению новых геосистем. В работе рассмотрена динамика и эволюция геосистем ранга урочищ. Такие геосистемы по сравнению с ПТК более высоких рангов (местностей, ландшафтов) изменяются гораздо быстрее, при этом эволюция некоторых долинных урочищ (особенно пойменных) происходит в течение нескольких десятилетий, в отдельных случаях и лет. Причинами естественной эволюции ПТК являются, как правило, изменения литогенной основы и изменения климата [Мамай И.И., 2005]. Наибольшие естественные изменения ландшафтной структуры в условиях почти не меняющегося климата наблюдаются, на взгляд автора, в пойме и связаны с преобразованием рельефа эрозионно-аккумулятивной деятельностью реки. Естественная динамика и эволюция геосистем в пойме Томи была изучена на нескольких ключевых участках ниже Томска путём сравнения топопланов 1896 г. с современной ландшафтной картой. На рис. 4 и 5 показаны изменения природных комплексов за 100 лет в районе устья Иштанской протоки. Здесь наблюдается значительное смещение русла Томи, выражающееся в размыве левого берега (155 м) и намыве правого (50 м), и поэтому отчётливо видны вновь образованные пойменные геосистемы (красные стрелки на рис. 5). Образование пойменных геосистем связано с развитием в русле скоплений аккумулятивных наносов. При изменении горизонта воды отдельные части прирусловых отмелей выходят из-под воды и могут закрепляться растительностью (урочища с кодом 1 на рис. 5). Постепенно формирующиеся песчаные побочни зарастают осоками и канареечником, а при увеличении мощности суглинистого наилка – молодым ивняком с разреженным травостоем. Появление кустарника на поверхности отмели при последующем её затоплении обуславливает увеличение шероховатости дна и, как следствие, благоприятствует аккумуляции ила и органических остатков. Впоследствии под пологом ивы появляются крупные представители разнотравья, начинают развиваться пойменные почвы. С увеличением мощности пойменных суглинков до 1,5–2 м в травостое на первое место выходят злаки, появляются другие кустарники (чаще всего смородина).

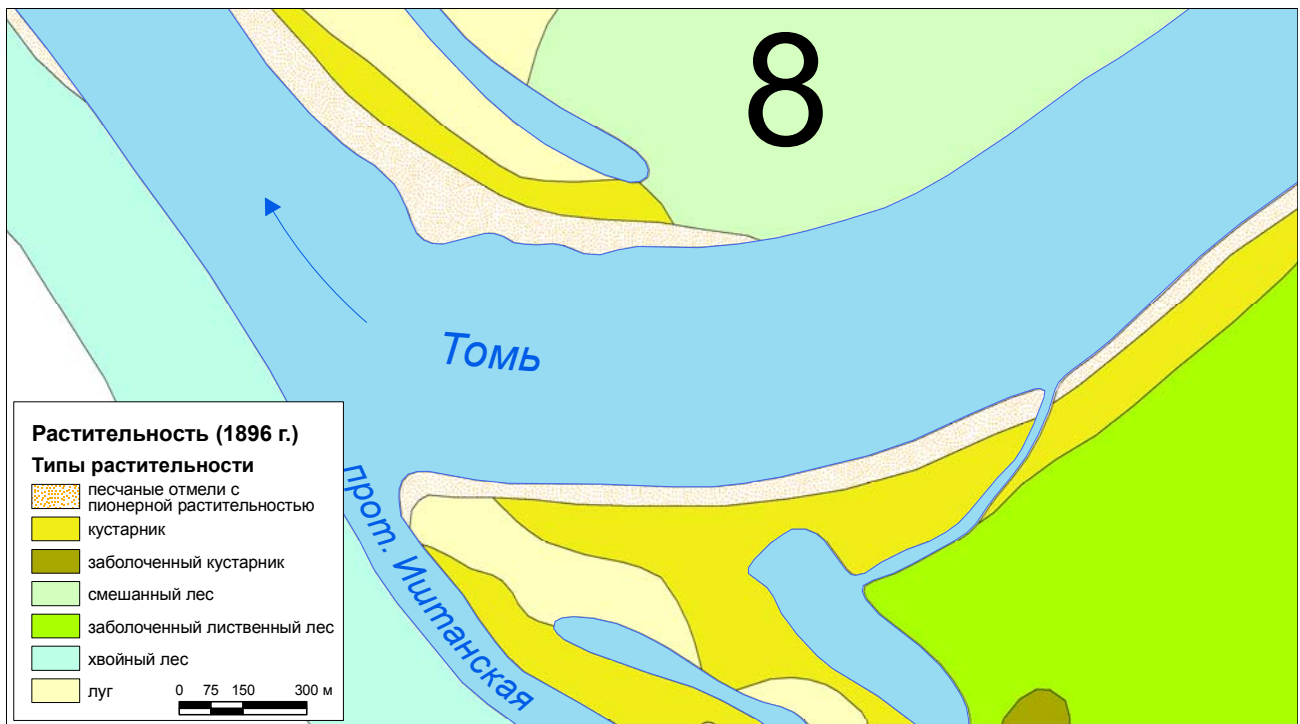


Рисунок 4 – Типы растительности в районе устья Иштанской протоки в 1896 г.

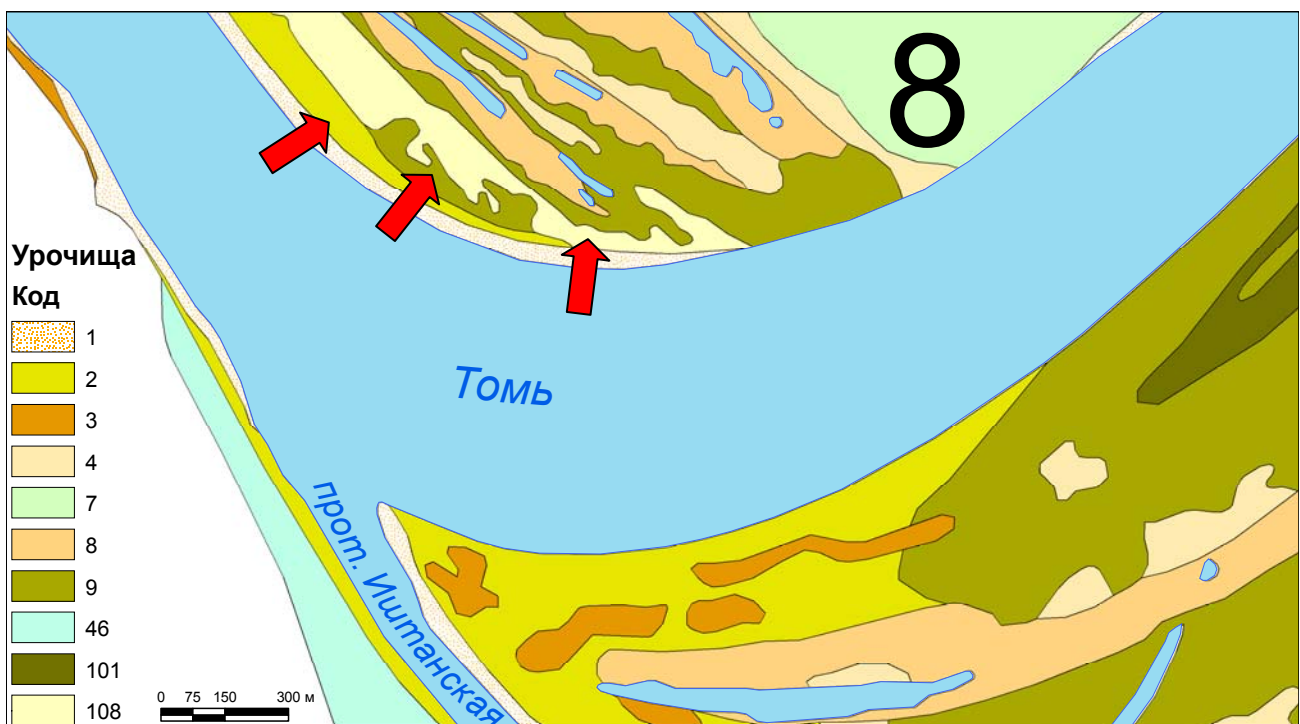


Рисунок 5 – Фрагмент современной ландшафтной карты в районе устья Иштанской протоки
 Коды урочищ: 1 - песчаные отмели с пионерной растительностью на примитивных слоистых почвах;
 2 - невысокие валы с зарослями ивы на аллювиальных дерновых слоистых почвах;
 3 - ложбины с хвощово-осоковыми лугами на аллювиальных луговых слаборазвитых почвах;
 4 - межгрядные понижения с полидоминантными лугами на аллювиальных луговых почвах;
 7 - вершины грив с сосново-берёзовыми разнотравными лесами на аллювиальных дерновых почвах;
 8 - глубокие межгрядные понижения с осоковыми лугами на аллювиальных лугово-болотных почвах;
 9 - гривы с ивовыми крапивно-злаковыми лесами на аллювиальных дерновых слаборазвитых почвах;

46 - гривы второй надпойменной террасы с сосново-берёзовыми лесами на серых лесных почвах;

101 - глубокие межгрядные понижения на периферии старичных озёр и проток с заболоченными черёмухово-ивовыми зарослями на аллювиальных иловато-глеевых почвах;

108 - вершины высоких гряд с разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальных дерновых почвах.

На месте бывшей песчаной отмели (нижняя часть правого берега на рис. 4) формируется геосистема невысокого вала с зарослями ивы (код 2 на рис. 5). Таким образом происходит естественная эволюция ПТК гравийно-галечных и песчаных прирусловых отмелей с пионерной растительностью на аллювиальных примитивных слоистых почвах в ПТК невысоких прирусловых валов с зарослями ивы на аллювиальных дерновых слоистых почвах.

Дальнейшее формирование поймы связано с периодическим надвижением новых гряд перекатов. Глубокие части перекатов постепенно заполняются наносами и превращаются в межгрядные понижения, формируя урочища ложбин прирусловой поймы с хвощово-осоковыми лугами на аллювиальных луговых слаботорфовых почвах (код 3 на рис. 5). Со временем они эволюционируют в межгрядные понижения центральной поймы с полидоминантными лугами на аллювиальных луговых почвах (код 4). В глубоких межгрядных понижениях развиваются осоковые луга на аллювиальных лугово-болотных почвах (код 8).

Когда гряда оказывается на высоте 4–5 м над урезом воды, ивовые кустарники замещаются ивовыми и ивово-берёзовыми крапивно-злаковыми лесами (урочища с кодом 9 на рис. 5 вместо кустарника на рис. 4). Этот процесс длится около 50 лет [Рязанов П.Н., Сурков В.В., 1986]. Таким образом, на превращение песчаной отмели в молодую центральную пойму уходит в среднем 60–70 лет.

С удалением от действующего русла реки облесённость поймы резко уменьшается. Пройдя несколько сукцессионных стадий, лес в центральной пойме превращается в луг (урочища с кодами 4, 8 и 108 на рис. 5 на месте смешанного леса на рис. 4). Процессы смены лесных ландшафтов луговыми до сих пор детально не изучены, и этот вопрос является дискуссионным. Видимо, этот процесс определяется как саморазвитием лесного сообщества, так и внешними факторами: изменением механического состава и мощности аллювиального наноса, глубины залегания грунтовых вод и т.п. [Хромых В.С., 2004].

Процессы болотообразования развиваются на плоских слабо дренируемых участках надпойменных террас, а также на поверхности поймы (в основном притеррасной). На террасах и притеррасной пойме Томи распространены осоково-гипновые болота. В понижениях центральной поймы Томи и её притоков преобладают низинные осоковые болота. Процесс эволюции болотных геосистем включает в себя несколько стадий, для которых характерна последовательная смена динамических состояний геосистем, вплоть до смены инварианта.

Автором путём сопоставления разновременных ДДЗ и карт проанализирован процесс зарастания озера и развития переходного болота на примере исчезновения в XX в. озера Страшного на второй надпойменной террасе Томи в районе с. Тимирязевское (рис. 6–9). Озеро Страшное располагалось в 400 м к юго-востоку от озера Песчаного. По данным Б.Г. Иоганзена (1951), в 1930-х гг. оно сильно обмелело. На наш взгляд, Б.Г. Иоганзен описал первую стадию болотообразования, когда чаша озера заполняется отмирающими растениями и повышается уровень дна. На этой стадии условия для роста растений могут улучшиться, и на смену плавающим макрофитам – телорезам и ряскам приходят высокие полупогруженные растения – тростник, рогоз и хвощ болотный.



Рисунок 6 – Озеро Страшное (показано красной стрелкой) на аэрофотоснимке 1949 г.



Рисунок 7 – Молодая геосистема открытого низинного осокового болота на месте заросшего озера на топокарте 1:25 000 съёмки 1979 г.



Рисунок 8 – Формирующаяся геосистема переходного сосново-берёзового осоково-сфагнового болота на топокарте 1:25 000 съёмки 1998 г.

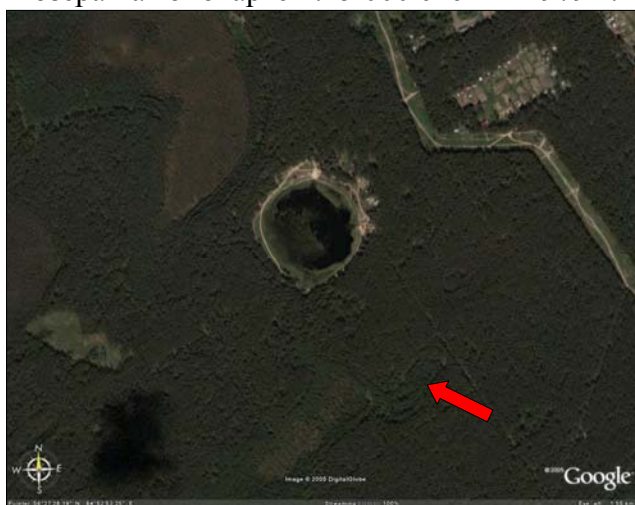


Рисунок 9 – Практически заросшее лесом осоково-сфагновое болото на космическом снимке Quick Bird 2005 г.

Постепенно озеро зарастает и превращается в болото, на котором начинается процесс торфо-накопления, поселяются осоки, ива пепельная, ольха кустарная. Так происходит эволюция озёрного ПТК в природный комплекс низинного (эвтрофного) болота (рис. 7). Год от года слой торфа увеличивается, корни растений уже не достигают почвы и переходят на питание за счёт торфа. На смену растениям, требовательным к условиям питания, постепенно приходят виды, приспособленные к росту в условиях ограниченного питания – берёза пушистая, вахта трёхлистная и белокрыльник болотный. Таким образом, вновь происходит смена инварианта, и формируется геосистема мезотрофного осоково-сфагнового болота (рис. 8). Сейчас края бывшего озера Страшного зарастают молодой берёзой и на современных космических снимках практически неотличимы от соседних участков леса (рис. 9). На высоких надпойменных террасах геосистемы мезотрофных осоково-сфагновых болот при определённых условиях могут продолжать эволюцию в сторону верховых болот. При этом дальнейшее нарастание слоя торфа приводит к ещё большему ухудшению условий питания, происходит полный отрыв поверхности болота от уровня минерализованных грунтовых вод, и всё болото начинает покрываться сфагновыми мхами. На нём появляется болотная форма сосны, а также клюква и растения из семейства вересковых – багульник болотный, кассандра, подбел и т.п.

В отличие от эрозионно-аккумулятивной деятельности рек как главного фактора изменений ПТК прирусловой и центральной пойм, болотообразование, на взгляд автора – это господ-

ствующий фактор естественных изменений ПТК надпойменных террас и притеррасных пойм. Болота и заболоченные леса занимают более трети площади первой надпойменной террасы Томи, 30 % второй надпойменной террасы, около 20 % третьей надпойменной террасы и почти всю территорию притеррасной поймы Томи. Особенно большое распространение процессы болотообразования получили на присклоновых участках притеррасной поймы и террас в связи с избыточным увлажнением из-за разгрузки подземных вод в основании склонов. Именно эта разгрузка препятствует дальнейшей эволюции присклоновых осоково-гипновых болот в сторону верховых.

Процессы болотообразования наиболее ярко выражены на нижнем участке долины, где заболоченность надпойменных террас превышает 60 % (см. рис. 1). По мнению автора, это связано с определёнными различиями в направленности естественной динамики геосистем террас нижнего и верхнего участков долины. Развитие геосистем нижнего участка направлено в сторону эквифинальных геосистем заболоченной южной тайги Западно-Сибирской равнины, чему способствует выровненный рельеф (средний уклон геосистем – $0,58^\circ$). Вектор развития геосистем верхнего участка направлен к коренному состоянию более дренированных (средний уклон – $0,92^\circ$) геосистем подтайги переходной зоны от Западно-Сибирской равнины к Алтае-Саянской горной стране.

Следует отметить, что в настоящее время процессы естественной динамики геосистем доминируют лишь в приустьевой и устьевой частях долины. Выше по течению реки (т.е. южнее пос. Самусь), особенно вблизи городов Томск и Северск и на верхнем участке долины, становится весьма заметной доля геосистем с высокой степенью антропогенной модификации (см. рис. 2 и 3).

В XIX–XXI вв. человек активно вмешивается в процессы природной динамики геосистем, что приводит к искажению сукцессионных рядов их естественной эволюции и даже к возникновению природно-антропогенных геосистем, искусственно поддерживаемых человеком и испытывающих постоянное антропогенное воздействие. Ключевыми факторами антропогенной модификации геосистем являются промышленная и сельскохозяйственная деятельность человека: добыча песчано-гравийной смеси (ПГС), торфопереработки, лесозаготовки, распашка лугов, мелиоративные работы, гидростроительство, выпас скота, а также расширение селитебных территорий и транспортное строительство. Эти факторы часто накладываются друг на друга и на процессы естественного развития ПТК. Для изучения антропогенной динамики геосистем в результате действия всего комплекса факторов был выбран участок окрестностей Томска, где наблюдаются максимальные изменения. С целью выявления антропогенных изменений геосистем в ГИС было проведено сравнение оцифрованной карты растительности 1929 г. и современной ландшафтной карты (рис. 10 и 11).

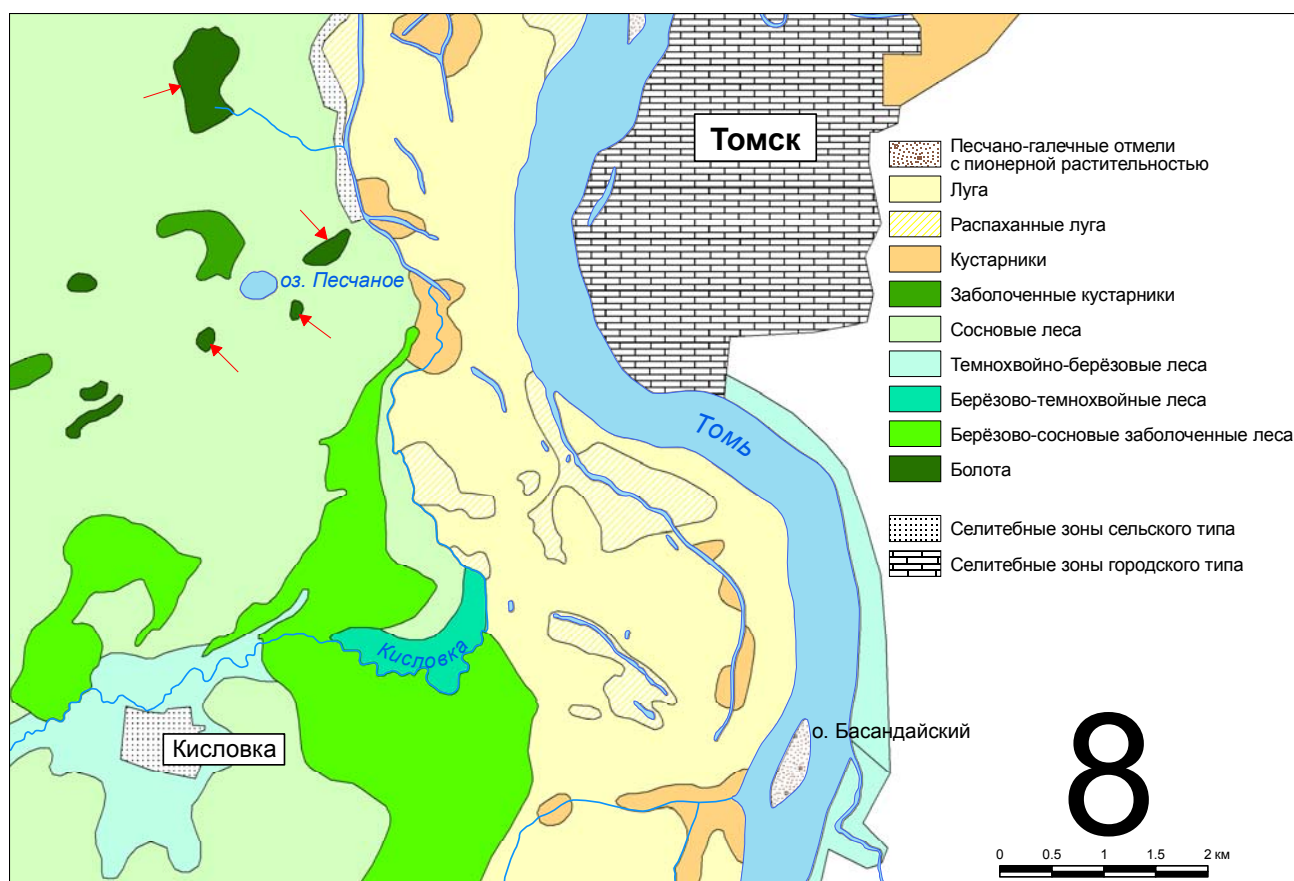


Рисунок 10 – Карта растительности окрестностей Томска в 1929 г. [Весенние ботанические экскурсии..., 1929]. Красные стрелки – осушенные сейчас болота

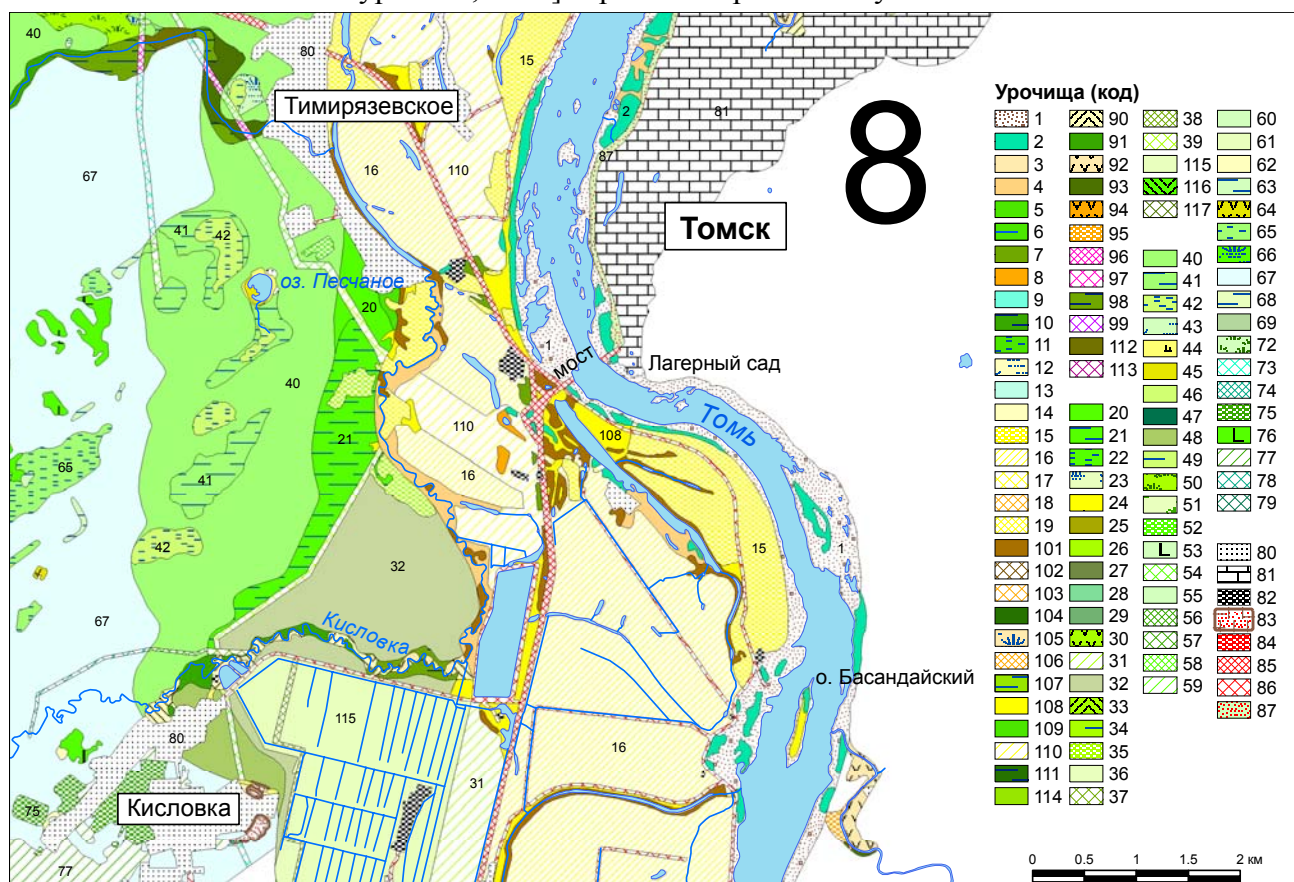


Рисунок 11 – Фрагмент современной ландшафтной карты окрестностей Томска. Коды урочищ – в тексте. Полная легенда приведена в тексте диссертации

Прежде всего, следует отметить антропогенное иссушение геосистем вследствие снижения уровня грунтовых вод, произошедшего из-за комплекса наложившихся друг на друга факторов: посадки уровня Томи из-за добычи ПГС на 2,6 м, деятельности Томского водозабора, мелиоративных работ, вырубки лесов. Из-за посадки уровня реки изменился режим затопления поймы, что вызвало её структурную перестройку. Нарушение режимов поемости привело к своеобразному «скачку» почти всех урочищ на одну ступень вверх в парагенетическом ряду пойменных геосистем. Так, многие русловые ПТК перешли в разряд прирусловых гравийно-галечных отмелей, что хорошо заметно у Лагерного сада, где русло Томи сузилось от 514 м до 308 м, и ниже Коммунального моста, где русло сузилось от 770 м до 180 м (рис. 10 и 11). ПТК прирусловой поймы переходят в категорию комплексов центральной поймы. Об этом свидетельствует смещение ивовых кустарников к руслу и замена их лугами. Высокая пойма превращается, в свою очередь, в молодую «антропогенную» надпойменную террасу (в последний раз полное затопление поймы в окрестностях Томска было в 1947 г.). У многих ПТК здесь наблюдается быстрая трансформация аллювиальных луговых почв в сторону дерновых, что подтверждается нашими полевыми исследованиями. Отмечается уменьшение, а местами и полное исчезновение признаков оглеения почв, т.к. грунтовые воды большую часть года находятся за пределами почвенного профиля, хотя на высокую заболоченность центральной поймы указывали многие исследователи начала и середины XX в. [Рожанец М.И., 1928; Кузнецов К.А., 1937; Петров Е.Н., 1953]. Эксплуатация Томского водозабора за 30 лет привела к снижению уровня водоносного горизонта кочковской свиты, на питание которого сейчас увеличился расход верховодки, и стала ещё одним фактором понижения уровня грунтовых вод. Ситуацию усугубила интенсивная осушительная мелиорация на левобережье в 1960–1980-е гг.

В то же время, наряду с сужением русла Томи, в результате добычи ПГС были уничтожены прирусловые ПТК на о. Басандайский, который уменьшился почти в 2 раза – с 0,176 км² в 1929 г. до 0,094 км² в 2005 г. (рис. 10 и 11).

Почти все геосистемы пойменных лугов были модифицированы в пашни.

Снижение уровня грунтовых вод затронуло и ПТК надпойменных террас. Уменьшились размеры и глубины озера Песчаного, форма которого трансформировалась из круглой в подковообразную (см. рис. 6–11). Многие залесенные болота модифицированы в геосистемы высохших сосново-берёзовых болот. Наш анализ на основе геоинформационного картографирования показал сокращение площади заболоченных лесов в четыре раза – с 8,02 км² в 1929 г. до 1,99 км² в 2005 г. Сильно выросла территория селитебных зон – площадь дер. Кисловка увеличилась в три раза (с 0,42 км² в 1929 г. до 1,41 км² в 2005 г.), с. Тимирязевское – в восемь раз (с 0,36 км² до 2,83 км²).

Таким образом, в настоящее время антропогенной модификации в той или иной степени подвержены почти все геосистемы в окрестностях Томска. Вектор динамики геосистем здесь направлен в сторону значительного иссушения вследствие снижения уровня грунтовых вод, произошедшего из-за наложившихся друг на друга антропогенных факторов.

Основные результаты и выводы

1. Долина нижней Томи – это парагенетический ландшафтный комплекс, состоящий из пяти типов местностей и 112 типов урочищ.
2. Формирование и дифференциация долинных геосистем Нижнего Притомья обусловлены комплексным взаимодействием зональных и азональных факторов. Влияние последних значительно усиливается в пойме по направлению к руслу реки. Специфические режимы поемности и аллювиальности создают своеобразный парагенетический ряд пойменных ПТК, который представлен цепочкой элементарных парагенетических комплексов (русловым, прирусовым, старично-ложбинным, лесо-луговым) и является основой естественных преобразований пойменных геосистем.
3. На надпойменных террасах сильнее сказывается влияние зональных факторов. Положение долины в зоне перехода от Алтае-Саянской горной страны к Западно-Сибирской равнине обуславливает определённые различия в строении и направленности природной динамики геосистем верхнего и нижнего участков долины, граница между которыми условно проводится по реке Бол. Киргизке.
4. Естественная динамика геосистем нижнего участка направлена в сторону эквифинальных геосистем заболоченной южной тайги Западно-Сибирской равнины. Об этом свидетельствует высокая заболоченность надпойменных террас в низовьях Томи (более 60 %). Вектор развития геосистем верхнего участка направлен к коренному состоянию более дренированных геосистем подтайги переходной зоны от равнины к низкогорью.
5. Специфику многим геосистемам придаёт и высокая степень антропогенной модификации, произошедшей за период хозяйственного освоения Нижнего Притомья. Выделены пять исторических этапов освоения, для каждого из которых характерны свои особенности расселения, землепользования и взаимоотношений в системе «природа – человек». В последний этап (с 1940-х гг.) геосистемы претерпели наибольшие антропогенные изменения.
6. Ключевыми факторами антропогенной модификации геосистем являются промышленная и сельскохозяйственная деятельность человека, а также расширение селитебных зон и транспортное строительство. Эти факторы часто накладываются друг на друга и на процессы естественного развития ПТК. Площадь геосистем с высокой степенью антропогенной модификации достигла 163 км² (14,1 % площади долины), а геосистем с очень высокой степенью антропогенной модификации – 100 км² (8,6 %). Таким образом, антропогенно изменённые ландшафты занимают сейчас почти четверть долины нижней Томи.
7. В настоящее время антропогенной модификации в той или иной степени подвержены почти все геосистемы в окрестностях Томска. Вектор динамики геосистем здесь направлен в сторону значительного иссушения вследствие снижения уровня грунтовых вод, произошедшего из-за наложившихся друг на друга антропогенных факторов. При условии продолжения действия этих факторов произойдёт окончательная трансформация высокой поймы Томи в окрестностях Томска в молодую «антропогенную» надпойменную террасу.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Хромых О.В. Из истории исследования природы Томского района до начала XX в. // Географические проблемы Западной Сибири.–Томск,2000.–С.91-94.
2. Хромых О.В. Об одном малоизвестном путешествии С.П. Крашенинникова по р. Томи // Вопросы географии Сибири. Вып. 24.–Томск, 2001.–С.448-456.
3. Хромых О.В. Опыт применения ГИС при анализе изменения русла Нижней Томи // Материалы I Сибирской международной конференции молодых учёных по наукам о Земле.– Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 2002.– С. 159-160.
4. Хромых О.В. Компьютерная графика для географов.– Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003.– 108 с.
5. Хромых О.В. Опыт создания ГИС долины Томи и анализ изменения русла Томи в районе Томска с 1896 г. // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле».– 2003.– № 3 (IV).– С. 110-113.
6. Хромых О.В. Изучение изменения берегов Томи в районе Томска с 1896 г. средствами ГИС-технологий // Самоорганизация и динамика геоморфосистем: Материалы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН.– Томск, 2003.– С. 231-233.
7. Хромых О.В. Анализ изменения русла Томи в районе Томска с 1896 г. на основе ГИС-технологий // Вопросы географии Сибири. Вып. 25.– Томск, 2003.– С. 52-58.
8. Хромых О.В. Применение ArcGIS и EasyTrace для изучения динамики береговой линии Томи в районе Томска с 1896 г. // Материалы IX международной конференции в Голлицыно пользователей программ ESRI и Leica Geosys-tems [Электронный ресурс].– М., 2003.– 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
9. Хромых О.В. Роль экономико-географического положения в устойчивом развитии г. Томска и его окрестностей в XIX в. // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании.– Томск: Дельтаплан, 2004.– С. 72-75.
10. Хромых О.В. Изучение изменений природных комплексов долины Томи в XX веке на основе разновременных аэрофотоснимков, космических снимков и топокарт // Материалы IX Международной конференции молодых учёных «Наука и образование».– Томск: Изд-во ТГПУ, 2005.– С. 77-82.
11. Хромых О.В. Опыт применения ДДЗ при исследовании изменений ландшафтов Нижнего Притомья в XX в. // Теоретические и прикладные вопросы современной географии.– Томск: Дельтаплан, 2005.– С. 249-252.
12. Хромых О.В. ГИС долины Томи: изучение изменений ландшафтов с конца XIX века на основе разновременных ДДЗ и топокарт // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика.– М.: Географический факультет МГУ, 2006.– С. 134-136.
13. Хромых О.В. Изучение долинных геосистем Нижнего Притомья на основе пространственного анализа в ГИС // Пространственный анализ в ландшафтном планировании.– М.: Географический факультет МГУ, 2006.– С. 77-83.