

На правах рукописи

Шерстобитова Людмила Владимировна

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ТЕРРИТОРИИ
(НА ПРИМЕРЕ ПОЙМЫ Р. ТОМИ В ПРЕДЕЛАХ
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)**

25.00.36 - геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

ТОМСК 2003

Работа выполнена в Томском государственном архитектурно-строительном университете на кафедре «Охрана труда и окружающей среды»

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники
Рогов Г.М.

Официальные оппоненты:

доктор географических наук, профессор Поздняков Александр Васильевич;
доктор геолого-минералогических наук, доцент Щербак Геннадий Гаврилович

Ведущая организация:

Томский филиал Института геологии нефти и газа СО РАН

Защита состоится «25» декабря 2003 года в 14-30 часов на заседании диссертационного совета К 212.267.07 при Томском государственном университете по адресу 634050 г. Томск, пр.. Ленина, 36, главный корпус, ауд.119

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета

Автореферат разослан «21» ноября 2003 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Н.И. Савина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Интенсивное использование всех видов природных ресурсов в индустриальном обществе обострило взаимоотношения человека с окружающей средой и способствовало их переходу на новый уровень. Среди множества решений этой проблемы особое место занимает концепция экологической безопасности. В качестве приоритетного объекта экобезопасности традиционно рассматривается население определенной территории, человек. Но человек неотделим от окружающей среды, он целиком и полностью зависит от ее условий и ресурсов. Следовательно, рассматривая общество приоритетом экобезопасности, в поле зрения закономерно попадают все части экосистемы. Таким образом, в отличие от других подходов к защите окружающей среды, сторонники концепции экобезопасности считают необходимым и одинаково важным нормальное существование экосистем для жизненно важных интересов общества. Интересы человека и природы не противопоставляются друг другу. Общество и природа при таком подходе рассматриваются как взаимодополняющие равнозначные части единого целого.

Один из вариантов обеспечения безопасности решается как возможность управления рисками. В Законе «Об экологической экспертизе» (1995) (статья 3) впервые была провозглашена презумпция потенциальной экологической опасности любой хозяйственной или иной деятельности общества в окружающей среде, то есть юридически признана необходимость оценки экологического риска и управления им. Таким образом, произошел отказ от положения абсолютной экологической безопасности деятельности человека, который предусматривал неограниченное вторжение в природу. Новая концепция приемлемого риска определяет главной задачей управление негативными воздействиями и снижение экологического риска до допустимых величин.

Целью работы является определение критериев допустимого экологического риска для экосистемы поймы реки Томи в пределах Томской области, а также разработка на основе этих критериев практических предложений по обеспечению экологической безопасности территории. Достижение цели реализуется решением следующих **задач**:

1. Определение содержания понятия экориска относительно изучаемого пространства.
2. Раскрытие структурно-функциональных особенностей территории исследования.
3. Определение факторов экорисков и их характеристика.
4. Оценка действия экорисков с учетом эффектов наложения и кумуляции отрицательного воздействия.
5. Определение допустимого уровня экорисков для данной территории.
6. Определение экобезопасности всей территории, разработка практических предложений по ее обеспечению.

Объектом исследования выступает территория поймы р. Томи в границах Томской области. **Предмет исследования** определен через территориальные системы этого объекта – систему водного потока, ландшафтную систему и социально-экологическую систему, и их реакций на отрицательные воздействия.

Методы исследования и фактический материал. Главным методом исследования, который применялся для решения поставленных задач, стал системный анализ и синтез применительно к территориальным объектам - геосистемам, основанный на исследовании взаимодействий частей целого. На основе этого метода была обработана информация об особенностях территориальных систем. Самостоятельное исследование автора включало изучение ландшафтной системы методами ландшафтного анализа и ландшафтного картографирования, по материалам собственных полевых исследований (1996 - 2003 годов), а также литературных и фондовых источников информации.

Методом комплексного географического анализа автором была составлена характеристика 183 точек полного описания ландшафтной обстановки. Ландшафтное профилирование использовалось в качестве вспомогательного метода для определения границы между поймой и внепойменной территорией, были составлены четыре индикационных ландшафтных профиля. Анализ всей территории производился сравнительно-географическим методом. Для определения глубины и степени опасности проявления негативных факторов использовались методы качественного факторного анализа, эколого-хозяйственного баланса территории, биоиндикации, определения надежности защитных сооружений и комфортности местообитания, моделирование типа “процесс - отклик”, “доза - эффект”.

Научная новизна работы.

1. Впервые автором охарактеризована природная обстановка изучаемой территории как трех геосистем риска (системы водного потока, ландшафтной системы и социально-экологической системы), найдены структурно-функциональные особенности геосистем и их уязвимые части.

2. Впервые автором проанализированы и оценены экологические риски территории на основе реакции геосистем.

3. По результатам оценки проведено геоэкологическое зонирование территории, показывающее пространственное распределение экологических ущербов.

Практическая значимость работы: результаты работы могут являться основой для расчета показателей подобных воздействий в других территориях и составления сценария будущего развития изучаемой территории в плане экологической безопасности. Теоретические и методологические положения работы легли в основу разработки лекционных и практических курсов «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности», читаемых автором студентам Томского государственного архитектурно-строительного университета.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. Определение негативного фактора как фактора риска системы должно основываться на показателях структуры и функционирования системы после воздействия этого фактора. В данном случае показателями структуры и функционирования геосистем будут гидродинамика потока и состояние гидробионтов реки, коэффициент естественной защищенности территории и комфортность местообитания человека.

2. Действие факторов риска в изучаемых геосистемах поймы р. Томи обусловлено геолого-геоморфологическими особенностями территории. Уязвимой частью данной территории к действию экологического риска антропогенного происхождения является область контакта геологических структур Колывань-Томской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты.

3. Основным критерием оценки экологического риска должна стать реакция системы на негативное воздействие. Тогда уровень неприемлемого (недопустимого) экологического риска определяется как отрицательное воздействие, способное обратимо или необратимо изменить показатели структуры и функционирования геосистем данной территории.

Апробация работы. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе в изданиях центральной печати «Вестник Томск. ун-та», «Вестник Томск. арх.-строит. ун-та». Результаты работы докладывались на научных форумах различного уровня, в том числе на межрегиональном совещании “Экология пойм сибирских рек и Арктики” (1999, 2000 гг.), международной конференции “Возможности развития туризма сибирского региона и сопредельных территорий” (2000, 2001 гг.), на IV международном симпозиуме “Проблемы геологии и освоения недр”(2002 г.), на XXVII Геоморфологическом пленуме (2003 г.), а также на заседаниях Томского отделения Русского географического общества (2002, 2003 гг.).

Структура работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 43 рисунка, 27 таблиц, изложена на 214 страницах. Библиографический список включает 216 названий. В приложении к диссертации представлены результаты ландшафтного анализа территории (описание картографических точек и ландшафтные карты), расчетные показатели эколого-хозяйственного баланса территории, а также карты антропогенеза ландшафтов и действия экорисков.

Автор выражает искреннюю признательность своему научному руководителю, ректору Томского государственного архитектурно-строительного университета Г.М. Рогову, своим учителям – преподавателям Томского государственного университета А.А. Земцову, П.А. Окишеву, А.М. Малолетко, В.С. Хромых, Н.С. Евсеевой за тот багаж знаний и умений, который позволил вырасти автору; всем сотрудникам кафедры «Охрана труда и окружающей среды» Томского государственного архитектурно-строительного университета и кафедры географии Томского государственного университета за отзывчивое отношение к автору и работе. Большое спасибо С.А. Караушу, Н.А. Цветкову, Н.В. Осинцевой за помощь в работе и моральную поддержку.

Автор также выражает благодарность Л.Н. Некрасовой и Н.М. Воробьевой за доброжелательное отношение и веру в возможности автора, без которых эта работа не состоялась бы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. Современное состояние проблемы, основные положения и методы исследования

На основании ряда работ по экологии (Реймерс, 1990, Экологическая безопасность России, 1995, 1996), географии (Экологический риск..., 1998, 2001), безопасности жизнедеятельности (Хохлов, 1998, 2001, Управление риском..., 2000), гражданской обороне (Природные опасности России, 2002, Новиков, 2002) автором рассмотрены различные подходы к содержанию научного понятия «риск» и «экологический риск».

Сущность понятия «риск» включает *опасность* как неблагоприятный фактор воздействия на систему и *уязвимость* системы к действию этого фактора (Природные опасности России, 2002), объектами действия риска являются *системы* (Управление риском..., 2000). Специфичность территории речной поймы позволила смоделировать это пространство при помощи трех геосистем: системы водного протока, ландшафтной системы и социально-экологической системы, каждая из которых имеет свою совокупность элементов и структуру (организацию), значимую для познания действия экологических рисков (рисунок 1).

За единицу социально-экологической системы автором принят ландшафтно-архитектурный комплекс города (ЛАК), под которым понимается однотипная по функциональным и историческим особенностям и своему архитектурному облику территория городской застройки (Косова, 2003). В рамках данной работы рассмотрены ЛАК пойменной части г. Томска, а также населенные пункты пойменного и сопряженных местоположений.

Негативные воздействия (экологические риски) изучаемой территории классифицируются по нескольким признакам: объекту воздействия и источнику воздействия (Мягков, 1995), длительности и характеру по времени действия (Шерстобитова, 2003). Всего проанализировано и оценено действие шести экологических рисков территориальных систем поймы: изменение качества воды и разработка русловых карьеров как риски системы водного потока, антропогенез ландшафтов как риски ландшафтной системы и наводнение, подтопление и разрушение берегов как риски социально-экологической системы.

Методика анализа и оценки действия рисков получила название «риск-анализ» (Тихомиров и др., 2003). Выделяются две группы методов риск-анализа: методы изучения системы риска и методы изучения опасностей данной системы. В качестве самостоятельного исследования по сбору фактического материала автором проводилось изучение ландшафтной системы и анализ ландшафтно-экологических рисков изучаемой территории.



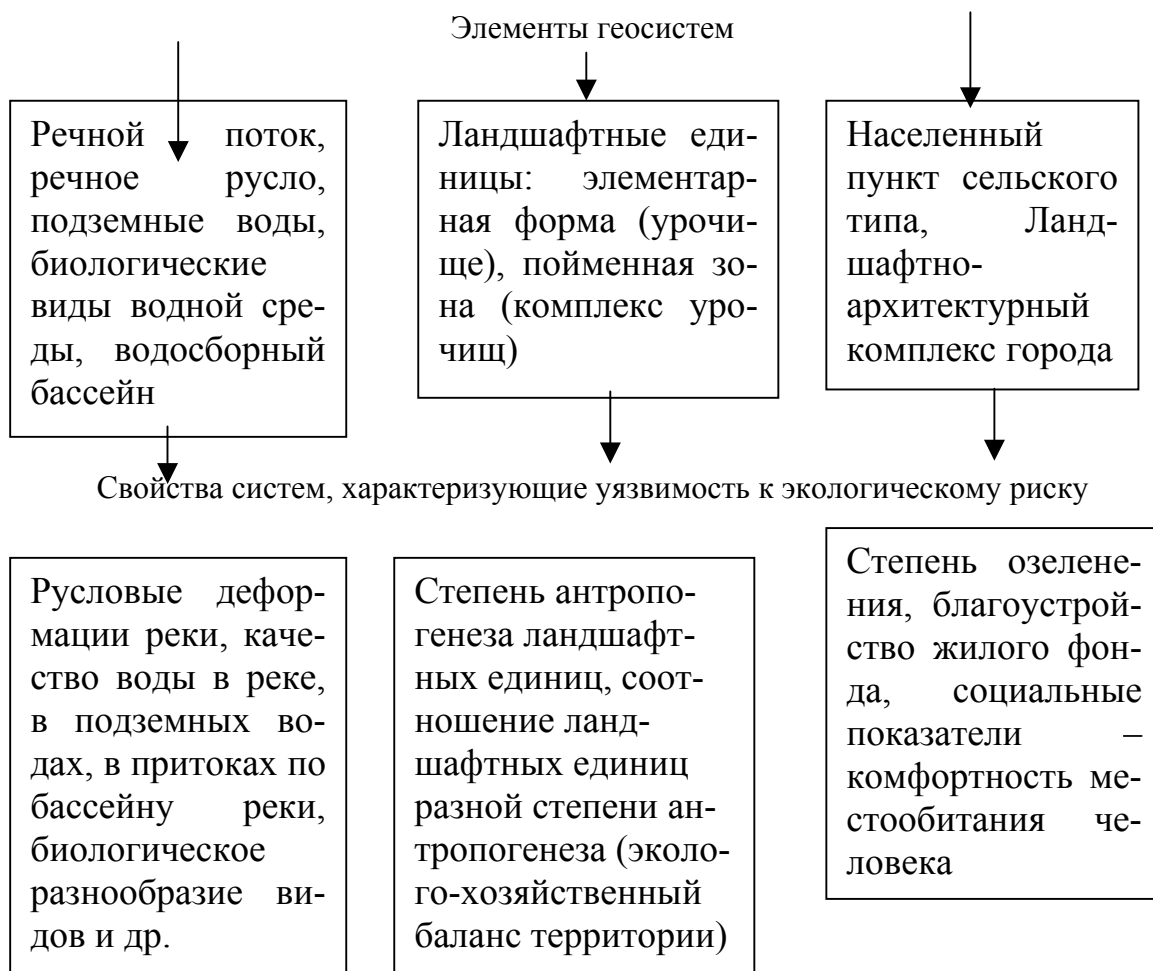


Рисунок 1. Геосистемы речной поймы – объекты экологического риска

Изучение ландшафтной обстановки производилось методами полевых ландшафтных исследований и ландшафтного картографирования малоизмененных частей территории в масштабе 1:25000. В основу ландшафтной дифференциации поймы легли положения геоботаников С.В. Васильева (1988, 1989) и Е. П. Прокопьева (1992). Анализ ландшафтно-экологических рисков производился методом расчета показателей эколого-хозяйственного баланса территориальных единиц и всей изучаемой территории. Особое внимание при проведении полевого этапа ландшафтных исследований уделялось определению баллов степени антропогенеза ландшафтов

Эколого-хозяйственный баланс рассчитывался по территориальным единицам – пойменным массивам и ландшафтным районам. Основным показателем эколого-хозяйственного баланса территории стал коэффициент естественной защищенности территории ($K_{E.З.}$), чем он ближе к 1, тем меньше структурно-функциональная нарушенность ландшафтной системы деятельностью человека и, следовательно, тем слабее ландшафтно-экологический риск.

$$K_{E.З.} = \frac{S_{CP,}}{S_{OBS,}}; \text{ где}$$

$$S_{CP} = S_1 + 0,8S_2 + 0,6S_3 + 0,4S_4 ;$$

где $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{общ.}$ - площади ландшафтных единиц соответствующих баллов степени антропогенеза и вся площадь территории (массива или района), а S_{CP} - площадь средообразующих ландшафтов (Экология... 1997).

Риски системы водного потока анализировались методом биоиндикации по сообществам молоподвижных донных организмов. Главным методом анализа рисков социально-экологической системы стало определение комфортности местообитаний человека и эффективности защитных мер.

Процедура оценки включает соотнесение объекта оценивания с требованиями, которые предъявляет к нему конкретный субъект (Ивин, 1970). В данном исследовании объектом оценки выступают негативные факторы, а субъектом – территориальные системы, на которые действует фактор. Результаты оценивания представляются в виде картографической модели действия экологических рисков по территории.

Карта экологических рисков (геоэкологическая карта) масштаба 1:100000 позволила провести геоэкологическое зонирование территории и определить уровень экобезопасности в каждой из зон и, соответственно, эффективные меры по управлению экологическими рисками.

ГЛАВА 2. Структурно-функциональные особенности территориальных систем поймы р. Томи в пределах Томской области

Географическое положение территории исследования. Изучаемая территория представляет собой пойму р. Томи в нижнем течении от н/п Ярское до устья. Этот участок реки находится в границах Томской области и имеет протяженность 122 км. Положение территории исследования в замыкающем створе бассейна реки определяет особенности геосистемы водного потока. Площадь поймы изучаемого пространства составляет 406 км². Территория находится в физико-географической стране Западно-Сибирская равнина, ландшафтных зонах южной тайги и подтайги. На изучаемую территорию приходится юго-восточная часть Томской области, в которой находятся города Томск и Северск.

Территориальная система водного потока. Нормальным условием функционирования системы водного потока является формирование водных масс определенного объема и качества (Шерстобитова, 2003). Климатические, метеорологические и факторы речного бассейна р. Томи способствуют устойчивому формированию больших объемов стока реки в нижнем течении и неравномерности его хода. Для р. Томи по Томску установлены периоды повышенного стока (1940-е годы) и пониженного стока (1960-1970-е годы) (Земцов, 1991).

По гидрологическому режиму река Томь в пределах Томской области близка к рекам западно-сибирского типа. В весенне-летнем половодье у по Томску наблюдается 2-4 волны, во время половодья проходит 72% всего годового стока реки (Ресурсы..., 1972). В питании р. Томи на данном отрезке преобладает снеговой источник питания (65%), наименьшая доля приходится на дождевое питание (15%). Подземный вид питания реки включает приток водных масс по почвенно-грунтовой толще и дренирование рекой водоносных

горизонтов междуречных пространств (Комлев, 2002). На изучаемой территории Томь дренирует водоносные горизонты aQ_{IV} , a^1Q_{III} , a^2Q_{III} , aQ_{II-III} , отложений (Попов и др., 2002), среди которых грунтовые воды пойменных отложений (aQ_{IV}) имеют синхронный с рекой уровневый ход (Дубровская, Земцов, 1997).

Максимальные уровни реки за весь период наблюдения (с 1918 г.) составили 1103 см по Томску (в 1947 г.) и 1337 см по н/п Козюлино в устье Томи (в 1941 г.). Они приходились на фазу гидрологического режима ледоход и начало половодья и возникали в результате образования ледяных заторов. Характер русловых деформаций, уклон реки и скорости течения, а также устойчивость русла к размыву определены геологическим строением территории (рисунок 2, таблица 1).

Химический состав вод р. Томи в нижнем течении определяется геохимическими особенностями территории всего бассейна. В ненарушенном состоянии величина общей минерализации воды – 0,08 г/л, $pH=7$, преобладающие ионы – Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- (Шварцева и др., 1990).

Состав гидробионтов в природном состоянии отличается видовым разнообразием (29 видов ихтиофауны) (Бочарова и др., 1999). В целом геосистема водного потока представляет собой зрелую систему, обладающую инертной структурной устойчивостью (способностью противостоять внешним воздействиям без изменения своей структуры) за счет положения в замыкающем створе речного бассейна.

Территориальная ландшафтная система. Ведущим фактором ландшафтообразования на локальном уровне считается геолого-геоморфологические условия территории (Ласточкин, 2002). Неоднородная геологическая обстановка изучаемой территории (рисунок 2) через факторы русловых процессов реки определила геоморфологические и ландшафтные особенности поймы р. Томи (Шерстобитова, 2002).

Основной единицей изучения ландшафтной системы поймы выбран пойменный массив. На территории поймы р. Томи в пределах Томской области автором выделен 21 пойменный массив (рисунок 3), для каждого из которых определены эволюция и характер затопления в высокое половодье. По фактору изменения ландшафтов деятельностью человека вся территория разделяется автором на три ландшафтных района: Южный природный (площадь – 9828 га), соответствующий Колывань-Томской складчатой зоне, Томский урбанизированный (13230 га) и Северный природный (16594 га), соответствующий Западно-Сибирской плите (рисунок 3). Природная ландшафтная обстановка изучалась в Южном и Северном природных районах.

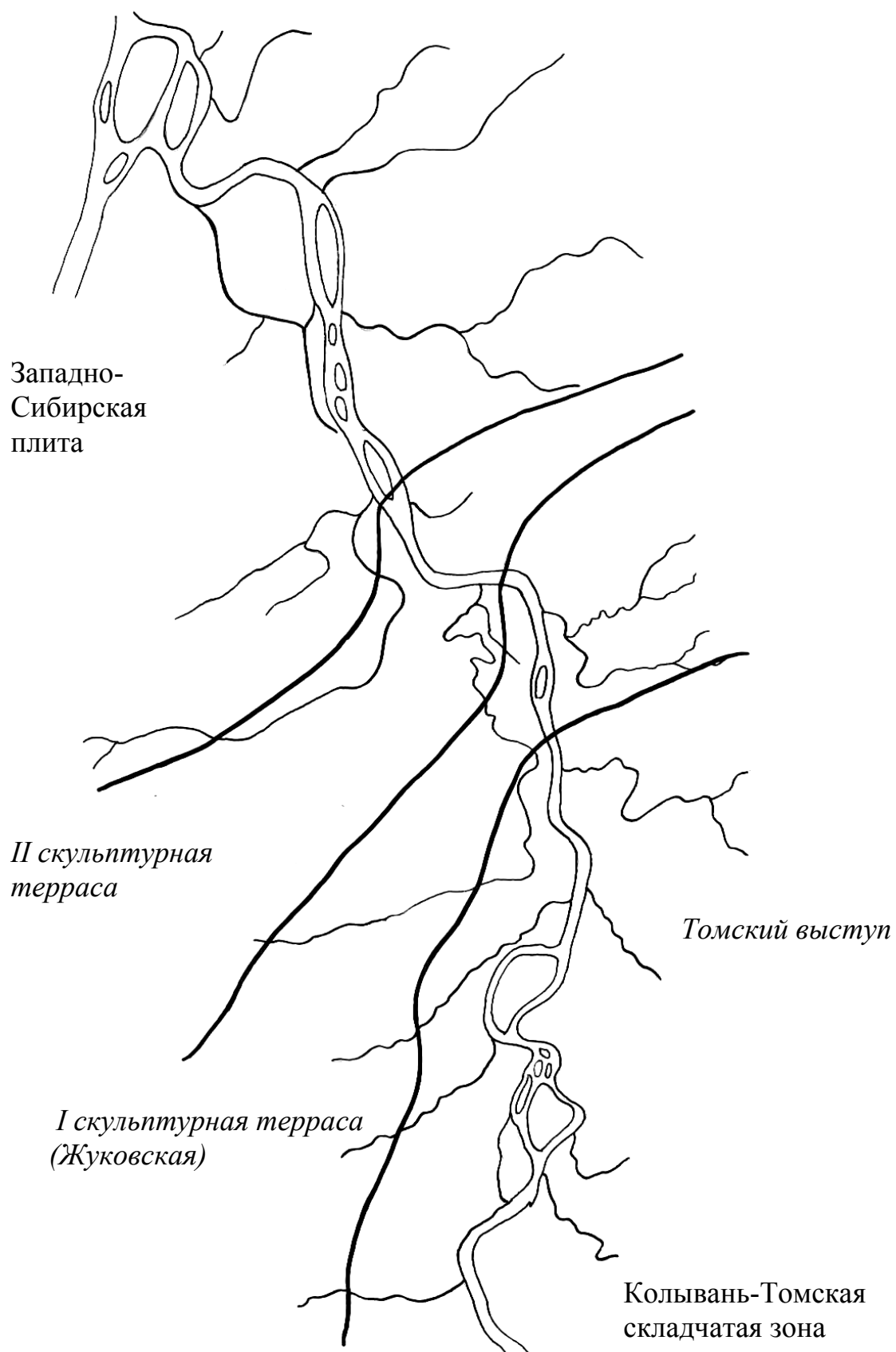


Рисунок 2. Геологическое строение территории исследования (по Попову и др., 2002)

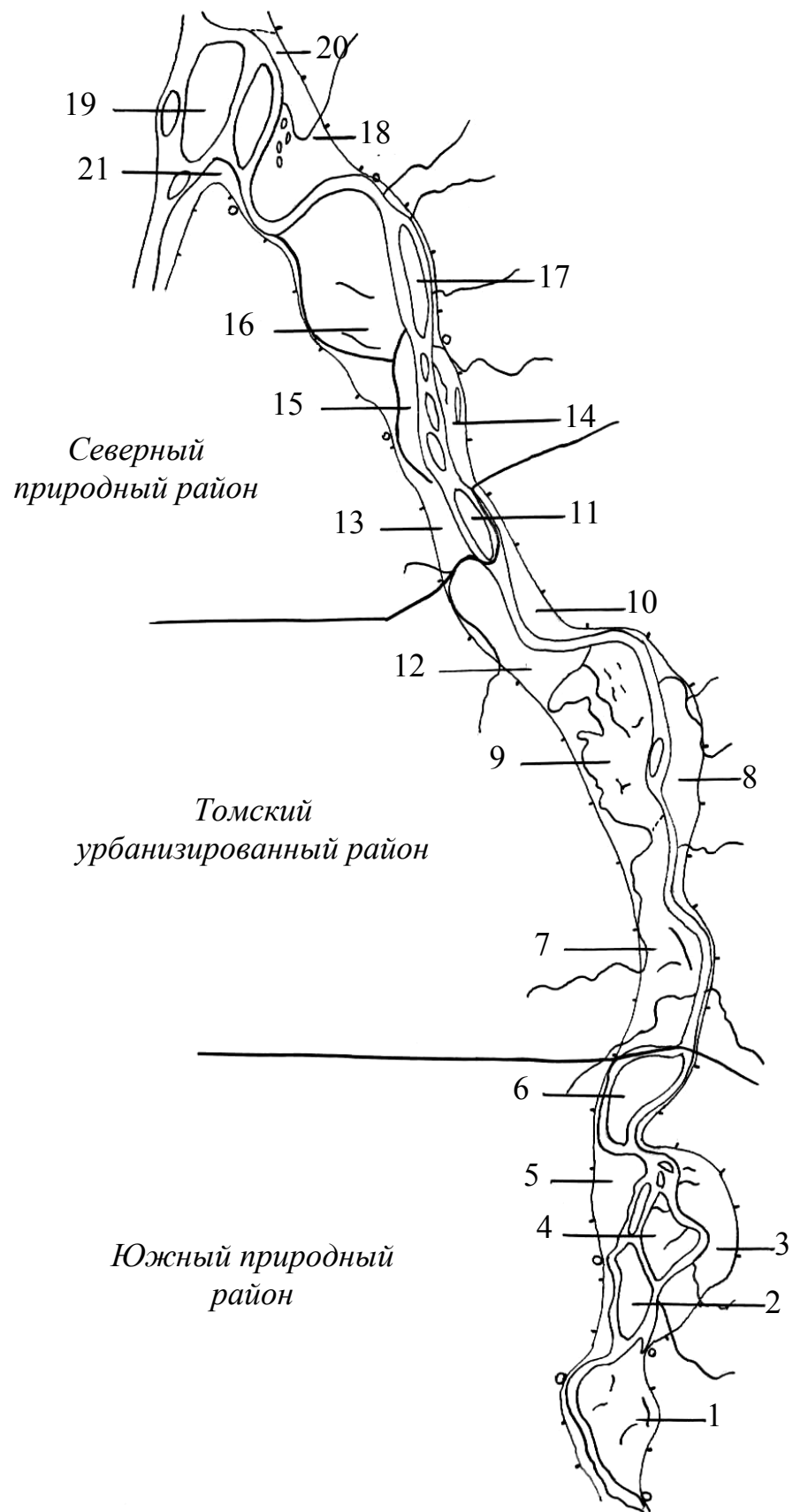


Рисунок 3. Пойменные массивы и ландшафтные районы территории

Различия в ландшафтной структуре Северного и Южного районов объясняются особенностями геологического строения, рельефа и окружающей внепойменной ландшафтной обстановки (таблица 1). В динамическом состоянии ландшафтных единиц (Сочава, 1978) преобладает переменное состояние и переходное к эквифинальному, но ландшафты Северного природного района стремятся к мнимокоренному состоянию преобладания одного ландшафтообразующего фактора – грунтового увлажнения, тогда как ландшафты Южного природного района стремятся к коренному состоянию равновесия всех факторов ландшафтообразования.

Таким образом, территориальная ландшафтная система характеризуется состояниями относительной инертной устойчивости. Неустойчивые состояния характерны для прирусловой пойменной зоны. Они занимают небольшую долю площади в пойменных массивах (от 2 до 29% площади).

Территориальная социально-экологическая система. В пойме Томи и сопряженных местоположениях находятся 2 города (Томск и Северск), 1 поселок городского типа, 2 поселка сельского типа, 9 сел и 12 деревень, в которых по данным Облкомстата на 1 января 2003 года проживает около 511600 жителей. Социально-экологическая система города Томска характеризуется смешенной застройкой ландшафтно-архитектурных комплексов, отличительной особенностью населения города является многонациональный состав его жителей с момента основания Томска среди поселений татарских племен.

На территорию поймы р. Томи приходится немногим больше 10% всей площади г. Томска (2083 га). Здесь выделяются следующие ландшафтно-архитектурные комплексы: 1) Губернаторский квартал (18,2 га), 2) район ул. Ленина (112 га), 3) Черемошники (1812,5 га) и 4) Московский тракт (140 га). Все ЛАК относятся к старой части города.

Особую культурно-историческую ценность представляют Губернаторский квартал и татарский национальный район Московского тракта. По показателям социального неблагополучия среди изучаемых ЛАК выделяется Черемошники, большая часть которого занята неблагоустроенной застройкой.

За период 1990-2000 гг. некоторые н/п поменяли социально-экономический статус, превратившись в дачные поселки. Также более чем в два раза возросла площадь существующих дачных поселков, возникли новые. Дачный поселок как второе местообитание горожан предъявляет свои требования к комфортности социально-экологической системы (Шерстобитова, 2000, 2001).

Таблица 1.

Характеристика систем водного потока и ландшафтной системы
в зависимости от геологических структур

| Признак | <i>Западно-Сибирская плита (Северный природный ландшафтный район)</i> | <i>Колывань-Томская зона (Южный природный ландшафтный район)</i> |
|------------------------|---|--|
| Тип русловых процессов | Русловая многорукавность, свободное меандрирование | Ограниченное меандрирование, пойменная многорукавность |

| | | |
|---|--|---|
| Устойчивость русла к размыву - число Лохтина (по Чалову и др., 1998) | Относительно устойчивое (λ от 5 до 10) | Устойчивое (λ больше 10) |
| Геоморфологический тип поймы (по Чернову, 1983) | Ложбинно-островная пойма | Сегментно-островная пойма |
| Уклон водной поверхности (по Берковичу и др., 2000) | 0,064‰ | 0,164-0,168‰ |
| Заозеренность | 0-6% | 0,6-3% |
| Мозаичность ландшафтной структуры | Средняя, на островах – сильная | Сильная |
| Элементарные формы | Прирусловые отмели, прирусловые валы, ложбины, выровненные поверхности | Прирусловые отмели, прирусловые валы, гривы, межгривные понижения |
| Преобладающий комплекс ландшафтных урочищ | Лесо-лугово-болотный | Лугово-кустарниковый |
| Русловой и пойменный аллювий – преобладающая почва | Песок, суглинок, торф; аллювиальная торфяная | Гравий, галька, суглинок; аллювиальная дерновая |
| Заболачивание территории | Активное заболачивание центральной пойменной зоны | Заболачивание только в притеррасной пойменной зоне |

Таким образом, свойство комфортности, лежащее в основе образования социально-экологической системы, несколько различается у ландшафтно-архитектурных комплексов города, сельских населенных пунктов и дачных поселков.

ГЛАВА 3. Экологические риски территориальных систем поймы р. Томи

Экориски системы водного потока. Риск изменения качества воды в Томи действует с 1930-х гг. До 1964 года система водного потока поддерживала нормальное качество воды в нижнем течении и состояние гидробионтов (Шварцева и др., 1990), задействовав механизмы самоочищения. С 1964 года стали происходить изменения химического состава воды – повысилась общая минерализация (до 0,26 г/л), сменился состав ионов (на Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}), кислотно-щелочные условия среды (рН возрос до 8,85), с 1972 года изменились доминанты ихтиофауны. Временной анализ действия этого риска показал пик воздействия в 1980-е гг. В связи с приостановкой работы промышленных предприятий Кузбасса в 1990-е гг. произошло некоторое ослабление отрицательного воздействия и частичное восстановление качества воды на отдельных участках Томи.

На изучаемом отрезке реки выделяются два участка усиления риска: ниже г. Томска (увеличивается общая минерализация, БПК₅, содержание иона Cl^-) и устье р. Томи – н/п Козюлино (увеличивается рН, содержание фенолов, N-NO_2^- , $\text{Fe}_{\text{общ}}$. (Нехорошев и др., 1998, Савичев, Рассказов, 1996, Савичев, 1998, 2000, Рогов и др., 2003 и др.).

Состояние сообществ донных организмов (на конец 1990-х годов) на этом отрезке неодинаково. На участке Томи Ярское – Томск сообщества донных организмов имеют сложную структуру, разнообразны по видовому составу и ненарушенные. На участке Томск – Северск структура сообществ упрощается, но увеличивается продуктивность. Участок Северск – устье характеризуется подавлением развития сообществ донных организмов, эпи-фауна лимитирована, структура сообществ сильно нарушена (Рузанова, 1999).

Риск разработки русловых карьеров и изъятия части руслового аллювия действовал в период 1955-2000 гг., его максимум также пришелся на 1980-е годы. В результате изменился рельеф дна русла реки и эрозионно-аккумулятивная деятельность в зоне карьеров и выше них (Каменсков, 1987, Беркович, 2001). Произошла “посадка” уровней Томи в районе Томска на 0,6-2,6 м, значительно изменились уклоны водной поверхности: выше карьеров они увеличились и составили в 1986 г. 0,363‰, ниже карьеров на участке реки Томск – устье уклоны уменьшились на порядок (0,009‰) (Беркович и др., 2000). После прекращения действия негативного фактора дно Томи начало активно восстанавливаться, мощность руслового аллювия в районе Лагерного сада г. Томска, отложившегося за период 1998-2003 гг., составила более 4 м (Крутовский и др., 2003).

Таким образом, в результате действия данных экорисков система водного потока разбилась на три части. Выше г. Томска относительно чистая вода (II-IV класса качества вод) сопровождается большими уклонами реки и скоростями течения, в районе г. Томска загрязненная вода (IV-V класса качества вод) находится в измененном каналовидном русле, которое активно восстанавливается, ниже г. Томска грязная вода (V-VI класса качества вод) сопровождается низкими скоростями течения с небольшими уклонами реки.

Экориски ландшафтной системы (антропогенез ландшафтов). На изучаемой территории распространены следующие виды антропогенеза ландшафтов: создание урболовандшафтов, сельскохозяйственное производство, лесное хозяйство, рекреационная деятельность, создание и эксплуатация линейных технических объектов. Степень антропогенеза и показатели эколого-хозяйственного баланса изменяется по выделенным ландшафтными районам (таблица 2).

Таблица 2.

Степень антропогенеза ландшафтов по районам

| Район | Использование ландшафтов | $K_{E.з.}$ района | $K_{E.з.}$ пойменных массивов | |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | | максимальный | минимальный |
| Южный природный | Сельское хозяйство, добыча торфа | 0,68 | 0,97 (массив №4) | 0,37 (массив №5) |
| Северный природный | Лесное хозяйство | 0,78 | 0,996 (массив №19) | 0,08 (массив №13) |
| Томский урбанизированный | Многофункциональное использование земель | 0,38 | 0,59 (массив №9) | 0,05 (массив №8) |

Показатели эколого-хозяйственного баланса всей территории поймы реки Томи ($K_{E.з}=0,65$) соответствуют компенсации ландшафтов, испытывающих сильный антропогенез (Томский урбанизированный район) малоизмененными ландшафтами (Южный и Северный природные районы), что отвечает теории поляризованного ландшафта Б.Б. Родомана (1999).

Экориски социально-экологической системы. Особенностью этих негативных факторов (наводнение, подтопление, разрушение берегов действием русловых процессов реки) являются две составляющие: природная, представляющая собой особенности функционирования природных (ландшафтной и системы водного потока) систем, и антропогенная, усиливающая природную составляющую.

Пойменная часть города г. Томска неоднородна по рельефу и степени защиты от риска наводнения. Южная часть до русла р. Ушайки (ландшафтно-архитектурный комплекс Московский тракт) относительно возвышена (8-9 м), узкая (10-750 м), защищена от русла реки дамбой. Северная часть (ландшафтно-архитектурные комплексы Губернаторский квартал, район ул. Ленина, Черемошники) относительно понижена, расширяется к северу (750-3200 м). Защитное сооружение, отделяющее русло реки от поймы здесь отсутствует. По материалам наблюдений, наводнения в Томске наблюдались в ландшафтно-архитектурном комплексе Губернаторский квартал, частично в ландшафтно-архитектурных комплексах Черемошники и районе ул. Ленина. Борьба с ледяными заторами, тепловое загрязнение реки и «посадки» уровней р. Томи снизили действие этого риска.

Риск подтопления распространен в частях социально-экологической системы (ландшафтно-архитектурный комплекс Черемошники, а также в н/п н/п Коларово, Барабинка, Орловка), расположенных в притеррасной пойменной зоне, которая испытывает избыточное грунтовое увлажнение от разгрузки грунтовых вод междуречья, в результате подпора грунтовых вод поймы инфильтрацией речных вод во время половодья, и от атмосферных осадков.

Антропогенным источником пополнения грунтовых вод поймы становятся утечки из систем водоснабжения и водоотведения (Шварцева и др., 1990), а также неорганизованные сбросы сточных вод неблагоустроенной застройки. Методы защиты от подтопления включают технические, социальные и архитектурно-планировочные мероприятия, которые необходимо проводить на всей территории населенных пунктов, подверженных подтоплению.

Проявление риска разрушения берегов русловыми процессами реки зависит от характера русловых деформаций реки, устойчивости русла к размыву и состояния берегового откоса. Большая устойчивость русла определила небольшие скорости его перемещения (0,8-1,2 м/год). Восстановление русла реки после прекращения разработки русловых карьеров в районе Томска увеличило величины размыва у коммунального моста до 4,9 м в 2001 г. (Крутовский и др., 2003). С этим же воздействием связано и увеличение скоростей размыва берегов р. Ушайки в ландшафтно-архитектурном комплексе Губернаторский квартал. Устье Ушайки даже в ненарушенном состоянии подвержено сильной миграции (Хромых О.В., 2003).

ГЛАВА 4. Оценка экологических рисков и определение экологической безопасности территории

За критерий оценки экологических рисков принято состояние территориальной системы после действия негативного фактора (Плеханов, 1995), объективно отражающее обе характеристики риска – силу негативного фактора и уязвимость к нему системы. При этом обязательным должен быть учет эффектов кумуляции и наложения действия нескольких экологических рисков, поскольку они отражаются на состоянии системы.

Автором выбрана четырехступенчатая шкала оценки экорисков, принятая в литературе (Кочуров, 1997, Виноградов, 1998, Экологические функции литосферы, 2000 и др.): норма, риск, кризис, катастрофа (бедствие).

Категория **«норма»** соответствует состоянию системы, когда все внешние возмущения компенсируются механизмами стабилизации системы.

Категория **«усиление риска»** соответствует неустойчивому состоянию системы, при котором на нейтрализацию опасности задействованы все внутренние резервы системы. Поскольку ресурсы системы ограничены, она не может долго находиться в этом состоянии (без привлечения ресурсов из вне) и в естественном ходе неизбежно перейдет на следующую ступень (при сохранении отрицательного воздействия) или вернется на предыдущую ступень (при снятии воздействия).

Категория **«кризис»** соответствует системе измененного режима функционирования и разрушения структуры, но эти изменения носят обратимый характер и при снятии воздействия система способна вернуться в нормальное состояние за период времени, сопоставимый с продолжительностью действия риска.

Категория **«бедствие»** - система испытывает необратимые изменения своей структуры и функционирования, которые в естественном ходе приведут ее к гибели и замене на другую систему, более соответствующую изменившимся условиям среды.

Оценочные категории экологического риска конкретизированы для каждой из геосистем изучаемого пространства (таблица 3) и соответственно им произведена оценка экорисков по территориальным единицам. Оценка действия рисков ландшафтной системы учитывала показатель $K_{E.3}$ и влияние опасного производства Сибирского химического комбината (таблица 3). Полученные оценки стали предметом картографирования территории масштаба 1:100000 и послужили основой геоэкологического зонирования пространства. В результате выделено четыре геоэкологические зоны действия изученных рисков (рисунок 4).

Первая геоэкологическая зона. Большинство экологических рисков находится на допустимом уровне, в том числе и риск изменения качества воды (в результате наложения риска разработки русловых карьеров и геологического строения территории), экобезопасность территории достаточно высока. Природоохранные меры должны быть направлены на поддержание существующих уровней допустимого экориска и носить профилактический характер.

Вторая геоэкологическая зона. Экобезопасность территории варьирует по природным территориальным системам: средний уровень экобезопасности системы водного потока объясняется действием ретроспективного риска разработки русловых карьеров, ландшафтная система обладает низкой экобезопасностью и природоохранные меры должны быть направлены в первую очередь на снижение риска антропогенеза ландшафтов путем регулирования землепользования.

Третья геоэкологическая зона. Это уязвимая зона стыка геологических структур отличается низкой экобезопасностью всех территориальных систем и требует немедленной разработки и принятия эффективных мер по снижению экологических рисков до допустимого уровня. Особое внимание следует обратить на недопустимый уровень действия риска подтопления в северной части Томска (ЛЭК Черемошники), что является источником угрозы здоровью населения.

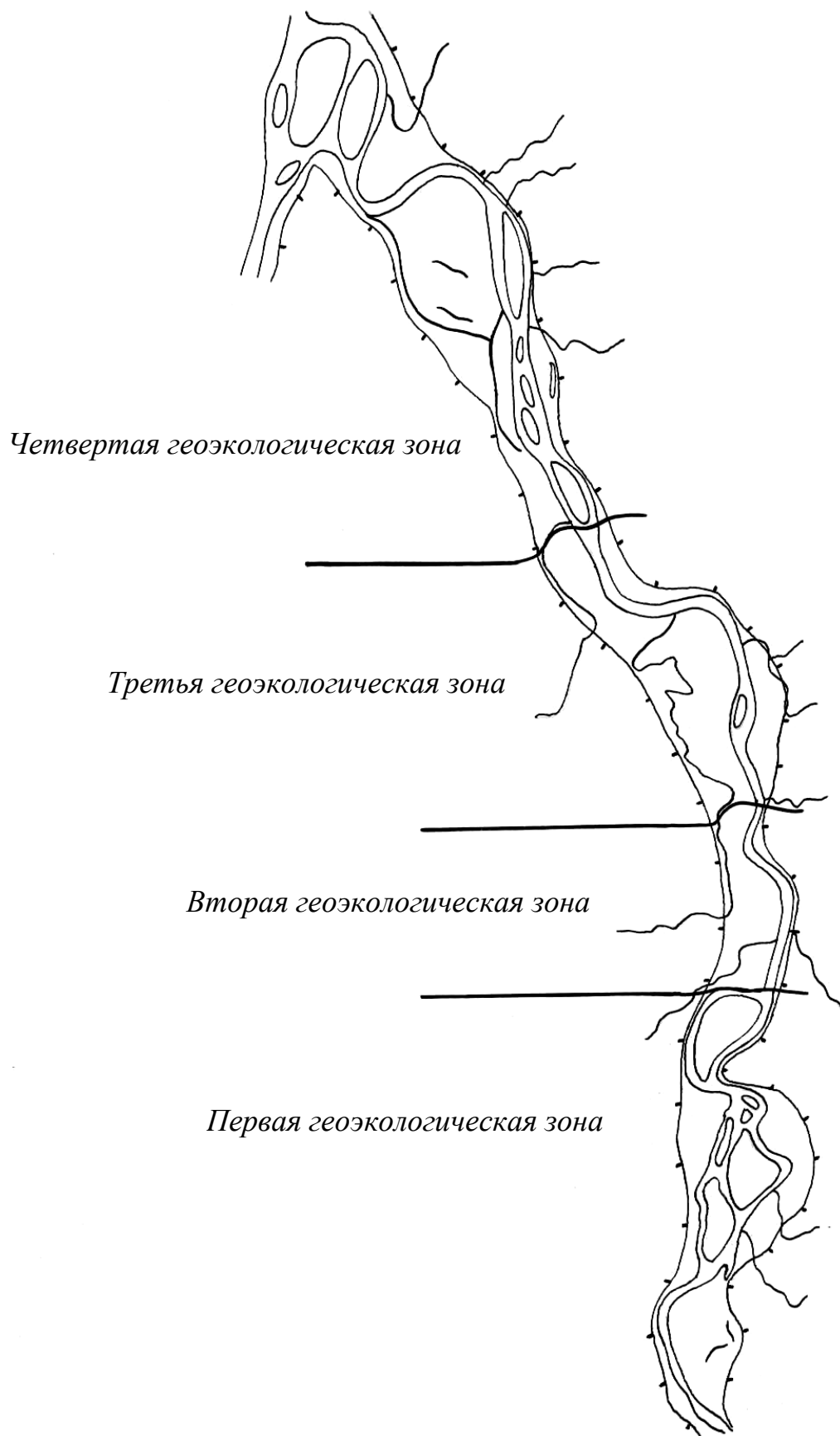


Рисунок 4. Зоны действия экологических рисков (геоэкологические зоны) территории

Таблица 3.

Характеристика оценочных категорий экорисков для территориальных систем, в скобках - примеры оценок

| | Система водного потока | Ландшафтная система | Социально-экологическая система |
|----------------|--|--|--|
| Норма | Объем стока реки не претерпевает значительных отклонений от статистической нормы, эрозионно-аккумулятивная деятельность реки не нарушена, качество воды соответствует нормальному состоянию водных экосистем. <i>(Нет примеров.)</i> | Ландшафтные единицы используются ограниченно без изменения режима функционирования и с сохранением естественных ландшафтных границ. $K_{E.3}$ от 1 до 0,8 для территорий, не испытывающих влияние опасного производства. <i>(Пойменные массивы №№ 4, 6, 15-21.)</i> | На территории населенных пунктов постоянно действует система защиты от опасных природных процессов, препятствующая их проявлению (кроме экстремальных величин). <i>(ЛАК Московский тракт по риску наводнения.)</i> |
| Усиление риска | Объем стока реки не претерпевает значительных отклонения от статистической нормы, изъятие руслового аллювия соответствует ежегодному стоку взвешенных наносов, качество воды претерпевает изменения, компенсирующиеся самоочищением реки и не отражающиеся на состоянии водных экосистем. <i>(Участок реки Ярское – Томск по риску изменения качества воды.)</i> | Ландшафтные единицы используются повсеместно без сохранения естественных ландшафтных границ, но с сохранением режима функционирования. Землепользование строго регламентировано. $K_{E.3}$ от 0,79 до 0,5 и от 1 до 0,8, для территорий, испытывающих влияние опасного производства. <i>(Пойменные массивы №№ 1-2, 9, 12, 21.)</i> | Периодически проводимые защитные мероприятия ограничивают действия экологических рисков, но только небольшой силы. <i>(ЛАК Губернаторский квартал, ул. Ленина, Московский тракт по риску подтопления, ЛАК Губернаторский квартал.)</i> |

| | | | |
|-----------------|--|--|--|
| Кризис | Водопотребление снижает объем стока реки, а сброс сточных вод изменяет качество воды, ограничивающее развитие гидробионтов и нарушающее состояние водных экосистем. Разработка русловых карьеров изменяет русловые процессы реки в зоне действия карьеров. <i>(Участки реки Ярославское – Тахтамышево, о. Чернильщикова – устье по риску разработки русловых карьеров.)</i> | Большая доля площади ландшафтов испытывает постоянное антропогенное воздействие (зачастую – многофункционального характера), изменен режим функционирования ландшафтов. $K_{E.3}$ от 0,49 до 0,2 и от 0,79 до 0,5 для территорий, испытывающих влияние опасного производства. <i>(Пойменные массивы №№ 5, 7, 11.)</i> | Защитные мероприятия не проводятся или неэффективны, что приводит к понижению комфортности среды обитания человека, периодически (во время действия рисков) создавая угрозу здоровью населения. <i>(ЛАК Черемошники по риску подтопления.)</i> |
| Бедствие | Водопотребление и сброс сточных вод изменяют состояние водных ресурсов настолько, что происходит полное уничтожение существующих сообществ и замена их на новые, более простые и пластичные. Разработка русловых карьеров приводит к смене русловых процессов на большом отрезке реки выше и ниже местоположения карьеров. <i>(Участок реки о. Чернильщикова – устье по риску изменения качества воды, участок реки Тахтамышево -о. Чернильщикова по риску разработки карьеров.)</i> | Эколого-хозяйственный баланс территории нарушен – не происходит компенсирования средообразующих функций ландшафта. Измененные ландшафты испытывают большой неконтролируемый антропогенный пресс в виде загрязнения, уничтожения почвенно-растительного покрова и т.д. $K_{E.3}$ меньше 0,2 и меньше 0,5 для территорий, испытывающих влияние опасного производства. <i>(Пойменные массивы №№ 8, 10, 14, 13.)</i> | Отсутствие каких-либо защитных мероприятий, или мероприятия, имеющие обратный эффект усиления риска. Постоянная угроза жизни и здоровью населения. <i>(Нет примеров.)</i> |

Четвертая геоэкологическая зона. Русло реки на этом участке принимает сточные воды с крупнейшего предприятия Томской области – Сибирского химического комбината, риск изменения качества воды усиливается наложением риска разработки русловых карьеров и геологическими особенностями территории, экобезопасность системы водного потока очень низкая. Ландшафтные системы испытывают влияние производства Сибирского химического комбината, большинство из них имеют относительно высокий уровень безопасности, поддержание которого призвано, отчасти, компенсировать низкий уровень экобезопасности системы водного потока, на что и должны быть направлены природоохранные меры этой зоны.

Таким образом, срочный комплекс природоохранных мер требуется во второй и третьей геоэкологических зонах, особенно в третьей, где недопустимый уровень характерен для риска социально-экологической системы. В первой и четвертой зонах нетехнические мероприятия должны иметь профилактический характер и быть направлены на поддержание существующего состояния ландшафтных систем.

ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Концепция допустимого экологического риска предполагает снижение отрицательного воздействия не до абсолютного нуля, а до некоторого допустимого уровня, который способна выдержать система. Таким образом, главной научной задачей становится поиск допустимого уровня экологического риска, определяющего паритет взаимоотношений общества и природы.

2. Неоднородность геолого-геоморфологических условий территории исследования определяют структурно-функциональные особенности природных геосистем и их уязвимые зоны. Действие экологических рисков ландшафтной системы и системы водного потока различается на территориях, соответствующих геологическим структурам Колывань-Томской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты.

3. Экологические риски антропогенного происхождения характеризуются большой степенью опасности, что связано с положением крупных источников антропогенеза в уязвимой зоне контакта геологических структур, а также эффектами кумуляции воздействия и наложения экорисков.

4. Экологические риски природного происхождения территорий населенных пунктов характеризуются небольшой степенью опасности и представляют собой нормальное функционирование природных геосистем.

5. На основе картографической модели действия экорисков исследуемая территория разделяется на четыре геоэкологические зоны. Самая высокая степень безопасности характерна для первой геоэкологической зоны, самая низкая – для третьей. Наибольшей эффективностью обладают мероприятия по защите от экологических рисков социально-экологической системы, большинство которых находится на допустимом уровне. Наименьшей степенью – мероприятия по защите от рисков системы водного потока, большинство которых находится на недопустимом уровне.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. Шерстобитова Л.В. Ритмы и их проявление в эволюции пойменных ландшафтов // Экология пойм сибирских рек и Арктики. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – С. 22-28.
2. Шерстобитова Л.В. Динамика пойменных ландшафтов в районе Томска // Проблемы географии на рубеже XXI века. – Томск, 2000. – С. 220-221.
3. Шерстобитова Л.В. Оценка антропогенного воздействия на ландшафты поймы реки Томи // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы. Т. 2. – Томск, 2000. – С. 126-127.
4. Шерстобитова Л.В. Структурно-динамические особенности пойменных ландшафтов реки Томи в районе Томска и их эксплуатация // Проблемы региональной экологии, вып. 8. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С.60-61.
5. Шерстобитова Л.В. Ландшафтно-экологическое обоснование пространственной дифференциации поймы для целей рационального природопользования // Экология пойм сибирских рек и Арктики. Тез. докладов. – Томск, 2000. – С. 69-70.
6. Шерстобитова Л.В. Рекреационное использование пойменных ландшафтов (На примере пойменных ландшафтов рекреационной зоны Томска) // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. – Томск, 2000. – С. 156-158.
7. Шерстобитова Л.В. Рекреационный ландшафт: содержание, сущность, требования (на примере пойменных ландшафтов рекреационной зоны г. Томска) // Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. – Томск, 2001. – С. 103-105.
8. Шерстобитова Л.В. Изменение гидрологического режима р. Томи в районе Томска вследствие урбанизации // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. – СПб.: Изд-во Рос. гидромет. ун-та, 2002. – С. 70-71.
9. Шерстобитова Л.В. Оценка ландшафтов для различных видов природопользования на примере поймы Томи в Томске и его окрестностях // Проблемы геологии и освоения недр. Тр. VI Межд. симпозиума. – Томск: Изд-во Научно-технической литер-ры, 2002. – С. 70-71.
10. Шерстобитова Л.В. Экология пойменных ландшафтов // Роль географии в решении проблем устойчивого развития. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2002. – С. 53-54.
11. Шерстобитова Л.В. Антропогенез ландшафтов поймы Томи в пределах Томской области // Роль географии в решении проблем устойчивого развития. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2002. – С. 51-52.
12. Шерстобитова Л.В. Географическое содержание понятия “экологический риск” // Вестник Томск. ун-та: Проблемы геологии и географии Сибири. – 2003, №3 (V). – С. 75-76.
13. Шерстобитова Л.В. Зависимость экологического риска территории от геолого-геоморфологических факторов // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. - Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С.279-281.

14. Шерстобитова Л.В. Экологическое состояние реки Томи в районе Томска // Вестник Томск. арх.-строит. ун-та. – 2003, №.1 – С. 111-120.

15. Шерстобитова Л.В. Экологический риск и экологическое страхование: территориальный аспект // Энергия молодых – экономике России. – Томск, 2003. – С. 314-315.