На правах рукописи

ТЯБАЕВ АНДРЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

2004

Работа выполнена в Томском государственном университете и Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Научные руководители:

кандидат географических наук, доцент Хромых В.С.

кандидат технических наук Рюмкин А.И.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор И. Н. Росновский

кандидат географических наук, доцент В.В. Хахалкин

Ведущая организация:

Алтайский государственный университет

Защита состоится “ _15_ ” _декабря_ 2004 г. в _16_ ч.

на заседании диссертационного совета Д 212.267.15

при Томском государственном университете по адресу: 634050 г. Томск, пр. Ленина, 36

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ТГУ
Отзывы и замечания, заверенные печатью, в двух экземплярах
просим направлять по указанному адресу.

Автореферат разослан “ _12_ ” _ноября_2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географический наук Т.В. Королёва

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Главной целью природопользования в настоящее время является организация эффективного, экономически оправданного хозяйствования при обязательном сохранении разнообразия природной среды. Для решения задач природопользования необходимым является интегральный, или комплексный подход. Комплексная оценка территории является первой операцией предпроектного анализа территории, который позволяет оценить потенциальные возможности осваиваемого района. Предпроектный анализ – комплекс мероприятий, направленный на многостороннее изучение природных и техногенных условий территории, на которой планируется проведение хозяйственных мероприятий. Проблемы комплексной оценки территории были детально разработаны в работах, посвящённых районной планировке (Перцик Е.Н. (1973), Владимиров В.В. (1982), Исаченко А.Г. (1980), Ревзон А.Л. (1992)).

В XX веке учёными был поставлен вопрос о необходимости защиты интересов природы при проектировании промышленных объектов и освоении территорий. В это же время при планировании хозяйственных объектов стали применять инженерно-экологические изыскания и экологические обоснования проектов, где, кроме природных условий, непосредственно влияющих на условия строительства, изучаются все компоненты окружающей среды исследуемой территории. А.А. Шляпниковым (1974) и А.Г. Исаченко (1980) предложен подход к комплексной оценке территории для инженерных целей, основанный на ландшафтной дифференциации.

В связи с тем, что информация о ландшафтах характеризуется большой сложностью, необходима автоматизация таких работ, чему способствует применение геоинформационных технологий, которые в последнее десятилетие активно внедряются во многие научные направления и в соответствующие отрасли промышленности. Работ по созданию геоинформационного обеспечения предпроектного ландшафтного анализа мало. Предлагаемое исследование посвящено этой проблеме.

Целью работы является разработка геоинформационного обеспечения комплексной оценки территории и создание инженерно-ландшафтной ГИС для обоснования предпроектных решений.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и последовательно решены следующие задачи:

1. Обосновать создание инженерно-ландшафтной географической информационной системы.
2. Подобрать и обосновать факторы комплексной оценки территории на предпроектном этапе исследования.

3. Создать базу картографической и атрибутивной ландшафтно-экологической информации, необходимой для предпроектных работ.
4. Разработать принципы и методы геоинформационной обработки данных при построении электронных карт инженерно-ландшафтной направленности.
5. Разработать методические приёмы создания инженерно-ландшафтной ГИС для предпроектных решений.
6. Провести комплексную оценку модельных участков на основе геоинформационных технологий.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования выбраны два участка на территории нижнего Притомья, находящиеся вблизи города Томска:

1) Модельный участок на Обь-Томском междуречье в рамках листов топографических карт О-45-121 (восточная половина) и О-45-122;

2) Модельный участок на Томь-Яйском междуречье в рамках листов топографических карт О-45-111, О-45-112 (западная половина), О-45-123 (северная половина), О-45-124 (северо-западная четверть).

Эти территории были выбраны в связи с тем, что на них с высокой вероятностью будут размещены наиболее характерные для Томской области (и Западной Сибири в целом) промышленные объекты, связанные с разработкой и транспортом природных ресурсов. Кроме того, эти территории являются самыми заселёнными и освоенными в Томской области, здесь располагаются два крупных города Томск и Северск, активное воздействие человека на природу производится около 400 лет. На первом участке (Обь-Томское междуречье) располагается водозабор города Томска. Для обоих участков характерно пригородное сельское хозяйство. В окрестностях города Томска существует также необходимость в развитии рекреационных ресурсов и заповедании определённых участков. Выбранные модельные участки в целом имеют довольно сложную структуру с большим набором природных комплексов: пойм, надпойменных террас, ложбин древнего стока, склонов, плакоров, холмисто-западинных водоразделов, дренированных междуречий, низинных и переходных болот.

Исходные материалы. При выполнении работы автором использовались: топографические карты масштаба 1:100000, отраслевые тематические карты на исследуемую территорию, научные тематические источники, СНиПы, материалы геологического фонда Комитета природных ресурсов по Томской области.

Методы исследования. В работе при создании ГИС и электронных карт использовались картографический и геоинформационный методы исследования, математические методы и расчёты, моделирование, при ландшафтном анализе –

статистические методы. В качестве программного обеспечения при создании инженерно-ландшафтной ГИС использовались: ГИС-пакет ArcView GIS 3.2a с модулями расширения 3d Analyst 1.0 и Spatial Analyst 2.0a (ESRI), редактор таблиц Microsoft Excell (Microsoft), редактор баз данных Microsoft Access (Microsoft), векторизатор EasyTrace 6.2 (EasyTrace Group).

Положения, выдвигаемые на защиту:

1. Инженерно-ландшафтные геоинформационные системы повышают оперативность принятия решений в задачах предпроектного уровня.
2. Методика создания инженерно-ландшафтной географической информационной системы, включающая технологические процедуры обработки баз данных, построения тематических карт и инженерно-ландшафтной карты позволяет сократить время производства работоспособной ГИС.
3. Комплексная оценка территории на основе инженерно-ландшафтной ГИС позволяет оптимизировать выбор вариантов освоения территории для различных хозяйственных целей.

Научная новизна работы состоит в том, что разработаны методические приёмы построения инженерно-ландшафтной ГИС и создана на их основе инженерно-ландшафтная геоинформационная система. Разработаны принципы и методы геоинформационной обработки данных при построении электронных карт инженерно-ландшафтной направленности. Создана база картографической и атрибутивной ландшафтно-экологической информации, необходимой для предпроектных работ. Впервые для наиболее освоенной и заселенной территории Томской области выполнен комплексный анализ ландшафтов средствами ГИС-технологий для предпроектных задач. Составлены среднемасштабные (1:100000) цифровые карты ключевых территорий, характеризующие основные компоненты ландшафта и локализацию ландшафтных систем.

Практическая значимость работы заключается в:

- ✓ подготовке обоснования проектных и управленческих решений начальных стадий пространственного размещения площадных и линейных промышленных объектов в пределах изученной территории;
- ✓ возможности использования полученных результатов при разработке градостроительной документации по развитию данных территорий;
- ✓ возможности использования результатов комплексного анализа при ландшафтно-экологическом обосновании проектирования хозяйственных объектов на исследуемой территории.

Материалы диссертации могут использоваться в природоохранных учреждениях и организациях – для обоснования проектов особо охраняемых природных территорий (планируемого Обь-Томского национального парка и пр.). В учебных учреждениях – в курсах лекций и практических занятиях по предметам «Геоинформатика», «Математические методы в географии», «Географические информационные системы», «Тематическое компьютерное картографирование». В научных организациях – для организации сети мониторинговых наблюдений за свойствами компонентов ландшафтов и природными процессами.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всероссийской научной конференции "Проблемы географии на рубеже XXI века (Томск, 2000 г.), VI и VII Международном научном симпозиуме студентов, аспирантов и молодых учёных им. академика М.А. Усова (Томск, 2002, 2003 гг.), XXVII Пленуме Геоморфологической комиссии РАН “Самоорганизация и динамика геоморфосистем в условиях техногенного освоения территорий и потепления климата”(Томск, 2003 г.), Российско-германской конференции “Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона” (Тюмень, 2004 г.).

Публикации. Основные результаты диссертационной работы изложены в 12 публикациях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 112 наименований и 18 приложений. Работа изложена на 156 страницах, включая 11 рисунков и 27 таблиц. В приложения к диссертации вынесены полученные картографические материалы.

Автор выражает признательность своим научным руководителям канд. геогр. наук В.С. Хромых и канд. техн. наук А.И. Рюмкину за общее и методическое руководство в проделанной работе, а также канд. ф.-м. наук В.И. Хамарину и всем коллегам, которые оказали помощь и содействие в работе над диссертацией.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ И ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРЕДПРОЕКТНОМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ

Вопросы комплексной оценки территории особенно актуальны в настоящее время, поскольку при любом хозяйственном использовании необходима предварительная оценка территорий, предназначенных для освоения. Современный этап развития прикладной географии характеризуется поиском компромисса между интересами производства и сохранностью природных комплексов. Существует определённый этап предварительных

работ, именуемый предпроектным анализом. На этом этапе исследования отсутствует информация о положении вариантов строительных площадок и трасс, известен лишь район предполагаемого строительства или коридор, ширина которого может варьировать в полосе до 100 км. Главной задачей при этом является обеспечение геолого-географической и социально-экологической информации для обоснования разработки проектов того или иного вида строительства (Ревзон А.Л., 1992).

Существуют различные подходы оценки геосистем при территориальном анализе: биогеоценологический, почвенный, географо-гидрологический, инженерно-геологический, геотопологический, ландшафтный (физико-географический). Эти подходы принадлежат различным наукам, которые, естественно, рассматривают изучаемое пространство под своим углом зрения, используют свои методики. Общим у них можно назвать их приуроченность к определённой территории и возможность картографирования исследуемых явлений. Однако границы получаемых выделов часто не совпадают при различных способах дифференциации одной и той же территории. С другой стороны, следует отметить использование одними исследователями «чужой» отраслевой информации в своих целях, что является положительным фактом. Представленные подходы дифференциации территории различны по единицам картографирования и методике построения картографического изображения, в связи с чем затруднено их совместное использование. Поэтому необходима общая основа, на которую вся отраслевая информация могла бы ложиться. В качестве такой основы нами предлагается физико-географическая дифференциация.

При любом хозяйственном освоении и использовании территорий, для проектирования, строительства, эксплуатации и ликвидации предприятий, зданий и сооружений проводятся инженерные изыскания. Они подразумевают под собой комплексное изучение природных и техногенных условий территории (региона, района, площадки, участка, трассы) объектов строительства, составление прогнозов взаимодействия этих объектов с окружающей средой, обоснование их инженерной защиты и безопасных условий жизни населения (СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства, основные положения). Согласно упомянутому СНиПу, в состав инженерных изысканий входят следующие их виды: инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, инженерно-экологические изыскания, изыскания грунтовых строительных материалов и источников водоснабжения на базе подземных вод.

При проведении инженерно-экологических изысканий предусматривается составление ландшафтных карт наряду с покомпонентным описанием природных

условий. Основным результатом инженерно-экологических изысканий является составление следующих карт: современного экологического состояния, прогнозируемого экологического состояния, экологического районирования, геоэкологических. При этом непонятен статус используемых ландшафтных карт.

А.Л. Ревзон считает (1992, с.172), что «основными задачами предпроектных разработок являются: обеспечение геолого-географической и социально-экологической информации для обоснования разработки государственных планов того или иного вида строительства и генеральных схем инженерной защиты в пределах крупных территорий».

В районной планировке под комплексной оценкой территории понимается сравнительная оценка отдельных участков всей территории района по комплексу природных и антропогенных факторов с точки зрения благоприятности этих участков для размещения основных видов хозяйственной деятельности (строительства, массового отдыха, сельского и лесного хозяйства и т.д.).

Задачи комплексной оценки, являющейся синтезом частных параметров состояния территории, в районной планировке расписываются следующим образом:

- определить природно-ресурсный потенциал территории;
- выявить свойства территории, ограничивающие (усложняющие) развитие того или иного вида ее использования;
- оценить степень устойчивости геосистем различного масштаба к возможным хозяйственным мероприятиям.

Эти общие правила определяют масштабы оцениваемой территории, виды необходимой исходной информации, а также цели её обработки. Обычно территориальные и градостроительные проблемы решаются на трёх уровнях: макро-, мезо- и микроуровне. Как замечает А.Г. Исаченко (1980, с. 153), «ландшафтные исследования инженерного направления могут вестись на разных уровнях, или в разных масштабах, - начиная от изучения конкретных строительных площадок и вплоть до инженерной оценки природных регионов высокого ранга (в частности, провинций). Надо, однако, полагать, что оптимальный уровень находится где-то между обоими названными случаями». Для настоящей работы, учитывая размер изучаемой территории и этап планировочной организации территории как предпроектный анализ, подходит мезоуровень. Согласно «Рекомендациям по комплексной оценке …» (1982), это масштаб от 1:25000 до 1:300000. А.Л. Ревзон (1992) для подобных разработок картографического обоснования схем размещения инженерных сооружений предлагает оптимальный масштаб карт 1:100000 – 1:200000. Этот же масштаб предлагают использовать для разработки комплексной инженерно-географической карты А.А. Шляпников (1974) и А.Г.

Исаченко (1980). Учитывая мнение предыдущих исследователей, а также доступность карт, наиболее рационально использовать масштаб 1:100000.

Но, по мнению А.А. Шляпникова (1974) и А.Г. Исаченко (1980), в районной планировке, хотя и заявляется о комплексе природных факторов, отсутствует мысль о том, что типы земель располагаются в пределах природных комплексов, относящихся по своему таксономическому положению к единицам внутриландшафтного деления. Следовательно, при составлении схемы районной планировки требуются инженерно-географические карты, отражающие морфологическую структуру ландшафта. Но таких карт до сих пор всё еще очень мало, опыт составления их невелик, и многие вопросы методики, определения нагрузки, принципы классификации и бонитировки выделов остаются неясными.

Принципиальное отличие комплексной инженерно-географической карты от аналитических или однокомпонентных карт состоит в том, что любой проектируемый под застройку участок земной поверхности рассматривается не просто как строительная площадка, более или менее пригодная в данных условиях, а как часть определенного географического комплекса, т.е. сложно организованной и в естественном состоянии устойчивой природной системы, компоненты которой находятся в динамическом равновесии.

Сам термин «инженерно-географическая карта», предложенный А.А. Шляпниковым, на наш взгляд, не совсем удачный, так как любая карта, описывающая земную поверхность под тем или иным углом зрения, является географической. И если основой такой карты является природный комплекс, или ландшафт, то целесообразно такую карту именовать инженерно-ландшафтной.

Основываясь на опыте предшествующих исследователей, нами предлагается на этапе предпроектных разработок составлять инженерно-ландшафтные карты исследуемой территории. Инженерно-ландшафтные карты, принимая в качестве объекта отображения географический комплекс, сочетают основную нагрузку отраслевых прикладных карт, сохраняя при этом, по крайней мере, в мелком и среднем масштабе, необходимый объем информации об отдельных компонентах ландшафта, важных для данного вида строительства.

Исходя из представленного выше опыта работ по ландшафтному и предпроектному комплексному анализу территории, нам видится целесообразным применить комбинированный подход к этой проблеме. Оценивать территорию нужно по ландшафтному принципу, оценочные показатели надо брать из инженерно-строительных рекомендаций. Масштаб создаваемых карт должен соответствовать размеру изучаемой

территории. Применение геоинформационных технологий в работах подобного рода позволяет сделать более быстрой и качественной обработку картографической и атрибутивной информации, расширяет возможности использования карт.

Глава 2. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ЛАНДШАФТНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ

На современном этапе компьютерные технологии становятся основным инструментом географа при создании карт. Получаемое с помощью геоинформационных пакетов программ картографическое изображение является удобной имитационной моделью для изучения и машинного анализа различных ситуаций при планировании строительства промышленных и гражданских объектов, проектировании оптимальных дорожно-транспортных магистралей и т.д. Такие электронные карты служат фундаментом создания, функционирования и развития геинонформационных систем (ГИС) различных уровней и тематической направленности, включая геоэкологические информационные системы (ЭкоГИС), в которых ощущается сейчас острейшая необходимость (Жуков В.Т, Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н., 1999).

При проведении предпроектной ландшафтной оценки территории мы считаем необходимым составлять инженерно-ландшафтную геоинформационную систему (ГИС). Краткая технология её создания представлена на рис. 1. Главными элементами этой ГИС являются электронная инженерно-ландшафтная карта и электронные тематические карты.

В качестве основы создания инженерно-ландшафтной карты применяется ландшафтная карта. Объектом отображения на ней принимается природный территориальный комплекс. Последний имеет две характеристики: пространственную (полигон) и атрибутивную (таблицы, тексты), связанные друг с другом. Затем производится сбор картографической и атрибутивной информации, необходимой для инженерной оценки ландшафтов. Эти данные могут быть представлены в бумажном или в электронном виде. Они подлежат преобразованию в удобное электронное представление для дальнейшего использования. В атрибутивную базу данных природных комплексов вносится информация об отдельных компонентах. Необходимые характеристики инженерной оценки берутся непосредственно из фондовых материалов: с топографических, инженерно-геологических, ландшафтных карт, аэро- и космоснимков, карт растительности, почв, лесоустройства, полезных ископаемых, землеустройства, или рассчитываются средствами географических информационных систем (например, характеристики рельефа).

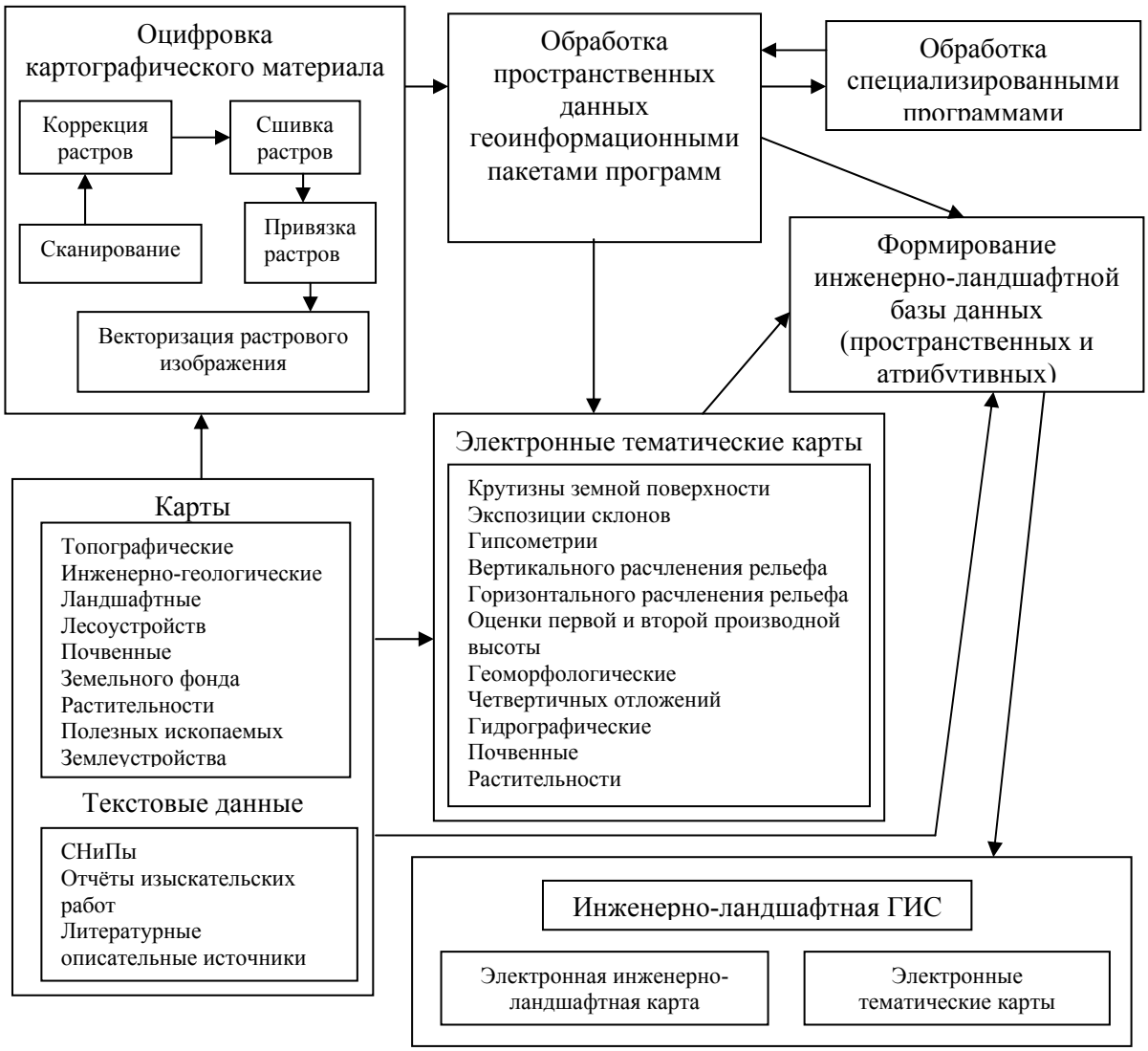

Рис. 1. Схема создания инженерно-ландшафтной ГИС.

В качестве дополнения необходимы электронные тематические карты, которые полнее раскрывают содержание территории. Вместе электронную инженерно-ландшафтную карту, тематические электронные карты и их атрибутивное наполнение можно назвать инженерно-ландшафтным информационным обеспечением.

Существует опыт создания геоинформационных моделей комплексных оценок территории, которые изложены в трудах В.Т. Жукова, Б.А. Новаковского, А.Н. Чумаченко (1999), В.В. Хромых (2000), А.И. Никонова, Б.А. Новаковского, М.В. Переверзева (2001, 2002), М.В. Кочеткова и др. (2001), В.З. Макарова (2001), О.И. Лариковой и др. (2001), С. Корсея, Р. Прохожаева, И. Рыльского (2003), И.Р. Идрисова (2003). В этих работах изложены принципы создания геоинформационных систем прикладного характера: для нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, транспортной, рекреационной отраслей, в природоохранных целях и при геоэкологическом картографировании. В тематиках этих работ заметно преобладание направления, связанного с добычей, транспортировкой,

переработкой и хранением углеводородного сырья. Это, по-видимому, связано с преобладанием развития этих отраслей хозяйствования в нашей стране в настоящее время, а также с вниманием к развитию новых технологий в проектировании предстоящих работ и с наличием средств на аппаратное и программное обеспечение для создания этих проектов. Другие темы являются чаще побочным продуктом основной, либо научным поиском с необязательным внедрением в практику. Это говорит не столько об их ненужности, сколько о неподготовленности руководства предприятий и учреждений принимать решение проблем с использованием геоинформационных технологий.

В представленных работах применяется комплексный подход для разных вариантов оценки территории для хозяйственных нужд. Приводятся примеры практического использования, результаты таких оценок, геоинформационные процедуры достижения поставленных задач.

Состав и число факторов оценки, их свойств и показателей для каждого вида использования территории определяются в зависимости от конкретных природных и хозяйственных особенностей территории, наличия картографического и литературного материала, а также данных полевых и других исследований. Поэтому при комплексной оценке конкретной территории могут учитываться не все характеристики, а только часть из них. Кроме того, их набор может быть дополнен в соответствии со специфическими для данной территории условиями. Как правило, оцениваются только те факторы, влияние которых на различных участках территории проявляется в разной степени.

При отборе оценочных характеристик необходимо учитывать направленность оценки, которая может быть связана либо с поиском новых территориальных ресурсов, либо с интенсификацией использования или изъятия площадей, занимаемых к моменту оценки другими землепользователями. Первое направление характерно для промышленного и гражданского строительства, массового отдыха, охраны природы, памятников истории и культуры, а также для видов народнохозяйственной деятельности, которые намечается развивать на какой-то определённой территории впервые. Второе направление характерно для наиболее освоенных в экономическом отношении территорий и для сельского и лесного хозяйств, которые нередко занимают большую часть рассматриваемой территории, в связи с чем дальнейшее их развитие за счет освоения новых территориальных ресурсов становится уже невозможным.

Так или иначе, различного рода нормативы относятся к отдельным элементам природной среды. Но инженерная оценка одного и того же фактора может оказаться существенно различной в зависимости от его сочетания и взаимодействия с другими природными факторами, что и определяет необходимость их комплексной оценки.

Оценку рационально начинать с выявления так называемых лимитирующих факторов, исключающих возможность использования для тех или иных целей не только данного элемента или компонента, но и природного комплекса в целом. Это имеет существенное значение для интегральной оценки геосистем, так как достаточно одного такого фактора (например, уклонов в 30°), чтобы все другие показатели потеряли свое значение, ибо даже «сообща» они не смогут поднять общий уровень оценки, а, следовательно, отпадает надобность их оценивать.

В «Руководстве по комплексной оценке и функциональному зонированию территории в районной планировке» (1982) говорится, что из частной оценки исключаются участки территории, хозяйственная функция которых закреплена навечно (заповедники, заказники, места сосредоточения памятников истории и материальной культуры и др.), или существующее функциональное использование которых, бесспорно, более важно, чем функция данного частного вида использования территории (ценные сельскохозяйственные угодья, леса I группы и т.д.).

Составлению списка оценочных характеристик при инженерной оценке природных условий территории уделяют большое внимание все специалисты, занимающиеся этой проблемой. Опираясь на предшествующих исследователей (А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников, В.В. Владимиров, П.Г. Шищенко) нами для территории юго-востока Западно-Сибирской равнины предлагается следующий перечень характеристик, используемых в комплексной оценке территории:

- гранулометрический состав грунтов;
- глубина залегания верхних от поверхности земли горизонтов подземных вод, м;
- преобладающие уклоны поверхности, градусы;
- ориентация склонов относительно сторон света;
- коэффициент горизонтального расчленения рельефа;
- коэффициент вертикального расчленения рельефа;
- превышение отметок рельефа над уровнем моря, м;
- оползневая активность;
- овражная эрозия;
- лесистость территории, %
- бонитет почв;
- климатические характеристики;
- ширина зоны влияния источника воды (реки, озера водохранилища и т.д.), км.

Проблема получения информации в географии характеризуется большой сложностью.Поэтому важной задачей на начальном этапе предпроектных разработок является поиск источников картографической и атрибутивной информации об изучаемой территории.

Для предпроектных исследований необходима обработка картографической и атрибутивной информации инженерно-географического направления средствами ГИС. Использование геоинформационных технологий позволяет систематизировать картографические и атрибутивные данные, согласовывать их, «приводить их к общему знаменателю» - накладывать на общую картографическую основу. Это позволяет проводить предпроектные исследования территории более эффективно.

Таким образом, на предпроектном этапе проведения изыскательских работ необходимо составление инженерно-ландшафтной ГИС. В ней производится оценка природных условий в рамках природно-территориальных комплексов, при этом оценочные показатели нужно брать из инженерно-строительных рекомендаций.

Глава 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ИНЖЕНЕРНО-ЛАНДШАФТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Общие методические приёмы создания ГИС как «особых аппаратно-программных комплексов, обеспечивающих сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных» (Берлянт А.М., 2001, с. 259) давно разработаны и общеизвестны. Но при создании геоинформационных систем определённой направленности существуют свои особенности, до которых каждый исследователь доходит самостоятельно либо создаёт их сам. Ниже изложены методические приёмы и технология создания инженерно-ландшафтной ГИС.

Любое электронное картографирование требует картографическую основу, «которая служит каркасом для последующей привязки, совмещения и координирования всех данных, поступающих в ГИС, для взаимного согласования информационных слоёв и последующего анализа» (Берлянт А.М., 2001, с. 264). Для этой цели необходимы топографические карты выбранного заранее масштаба. В настоящей работе в качестве картографической основы использовались топографические карты масштаба 1:100000. Сканировались они с разрешением 300 точек на линейный дюйм с применением 256 цветовой палитры. Стандартный лист топографической карты из-за своей величины делился на две части. В среде векторизатора EasyTrace (EasyTrace Group) растры сшивались (соединялись) и привязывались. В этой же среде по ним производилась

векторизация, проверка топологической корректности данных, соединение разрозненных отвекторизованных листов и внесение некоторых атрибутивных характеристик.

С топографических карт снимается и цифруется следующая информация: изолинии высоты, высотные отметки, реки, озёра, автомобильные и железные дороги, населённые пункты, садовые участки, обрывы, овраги, растительность.

Полученное векторное изображение здесь же переводится в shape файлы ArcView (ESRI. Inc). Другая картографическая информация также векторизуется в среде EasyTrace. Затем производится привязка к картографической основе по общим легко определяемым точкам, которыми могли быть центры населённых пунктов, повороты рек и их слияния, административные границы и др. Взаимодействие программных средств и обрабатываемых картографических данных при расчётах показано на рис. 2.

Затем составление географической информационной системы производится на основе специализированного пакета программ. В нашем исследовании эта работа проводится на базе ГИС ArcView GIS 3.2a (ESRI. Inc). Этот программный пакет выбран по ряду причин, в числе которых его доступность, способность выполнить предполагаемые задачи, знакомство с принципами работы программного пакета.

В качестве основы для составления комплексной инженерно-ландшафтной карты используется бумажная ландшафтная карта на исследуемый район. В нашем случае исходными данными служила ландшафтная карта южных районов Томской области, на которой показаны природные комплексы ранга сложных урочищ (Хахалкин В.В., 1984). Легенда представлена в табличном виде и описывает 71 тип сложных урочищ, разбитых на 12 типов местностей (на исследуемых участках присутствует 36 типов сложных урочищ, входящих в 11 типов местностей). Природные комплексы имеют полное стандартное название, включающее характеристику рельефа, механический состав поверхностных пород, набор почвенных разностей и растительных сообществ.

Для перевода в электронный вид были произведены следующие действия. Бумажная ландшафтная карта была отсканирована, отдельные куски соединены в одно растровое изображение, которое затем было привязано к имеющейся цифровой топографической основе (масштаба 1:100000). Границы ландшафтных выделов были отвекторизованы. Эти действия производились с помощью программы-векторизатора EasyTrace 6.2 (EasyTrace Group). Полученное изображение переводилось в формат, читаемый ГИС ArcView.

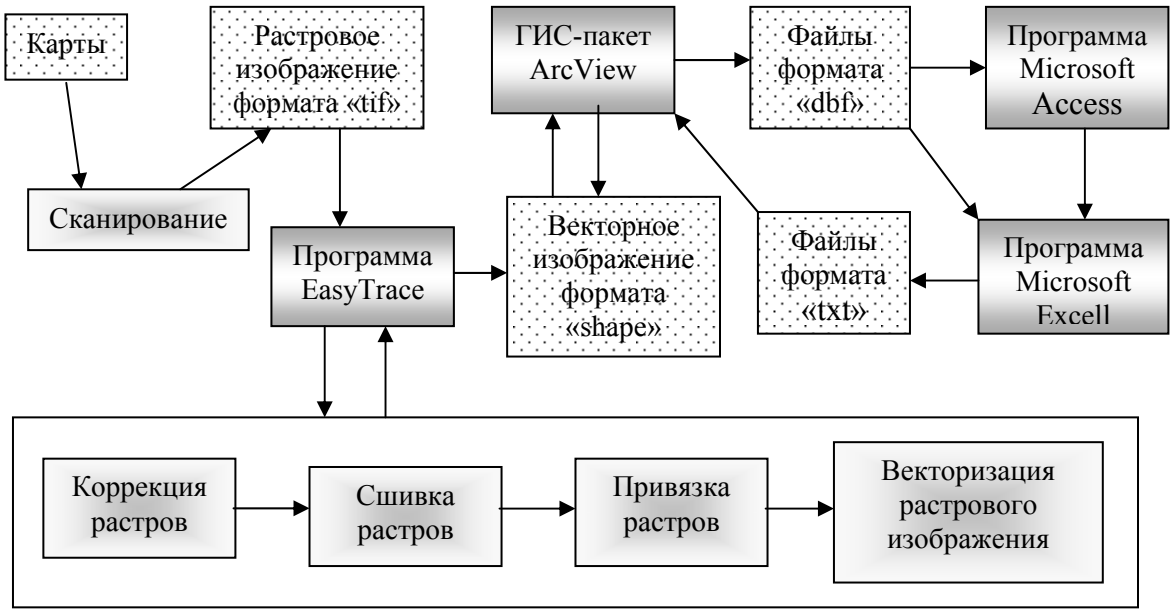

Рис. 2. Взаимодействие программных средств и обрабатываемых картографических данных при расчётах.

В этой же среде табличная легенда карты была внесена в атрибутивную таблицу и присоединена к электронной карте. Для описания покомпонентного состава сложных урочищ были созданы отдельные «Темы» ГИС ArcView, показывающие типы местностей, рельеф, механический состав поверхностных пород, сочетания почв и растительности. Границы сложных урочищ были отредактированы согласно цифровой картографической основе по гидрографической сети и рисунку изолиний высоты.

На этом этапе нами получена электронная ландшафтная карта, которая обладает рядом свойств: карта чётко привязана к цифровой картографической основе, имеет вид сопряжённых полигонов, поддерживает содержательную базу данных о ландшафтах и показывает как ландшафтные выделы, так и покомпонентные характеристики. При этом облегчается чтение и восприятие карты.

Следующий необходимый этап работы – создание цифровой модели рельефа (ЦМР). Цифровая модель была построена средствами ГИС ArcView, и представлена в виде неравномерной триангуляционной сети (TIN). По этой трёхмерной модели рельефа были вычислены карты крутизны земной поверхности, экспозиции склонов, гипсометрических уровней. Исходными данными для ЦМР служат линии одинаковой высоты и высотные отметки, оцифрованные с топографических карт. Для повышения точности модели дополнительно расставляются высотные отметки по тальвегам, на вершинах и днищах понижений, выраженных замкнутыми изолиниями высоты (Хромых В.В, 2003). Эти высотные отметки в определённой мере минимизируют недостатки изолинейного способа показа рельефа на картах, уменьшая количество плоских участков.

Важными характеристиками в оценке рельефа являются вертикальное и горизонтальное расчленение территории, а также оценка первой и второй пространственной производной. Доступные ГИС средства не могли рассчитывать эти характеристики. Поэтому для их расчёта нами была отработана специальная методика, включающая взаимодействие трёх программных продуктов: ArcView GIS 3.2a (ESRI. Inc), Microsoft Excell (Microsoft Co), Microsoft Access (Microsoft Co); а также написаны специальные программы на языках Avenue и Visual Basic («Koordinata», «Vertical», «Iz_txt_v_shp»; «Razbienie500», «Sum_dlin», «Input_point», «Regular», «Differ», «Diferline» «Setdlina» и «Setarea»).

Тематические электронные карты, как оцифрованные бумажные карты, так и построенные средствами ГИС, дополняют электронную ландшафтную карту и являются источником информации для хозяйственной оценки. С них берутся данные для заполнения атрибутивной таблицы электронной ландшафтной карты и превращают её, таким образом, в инженерно-ландшафтную карту (рис. 3).

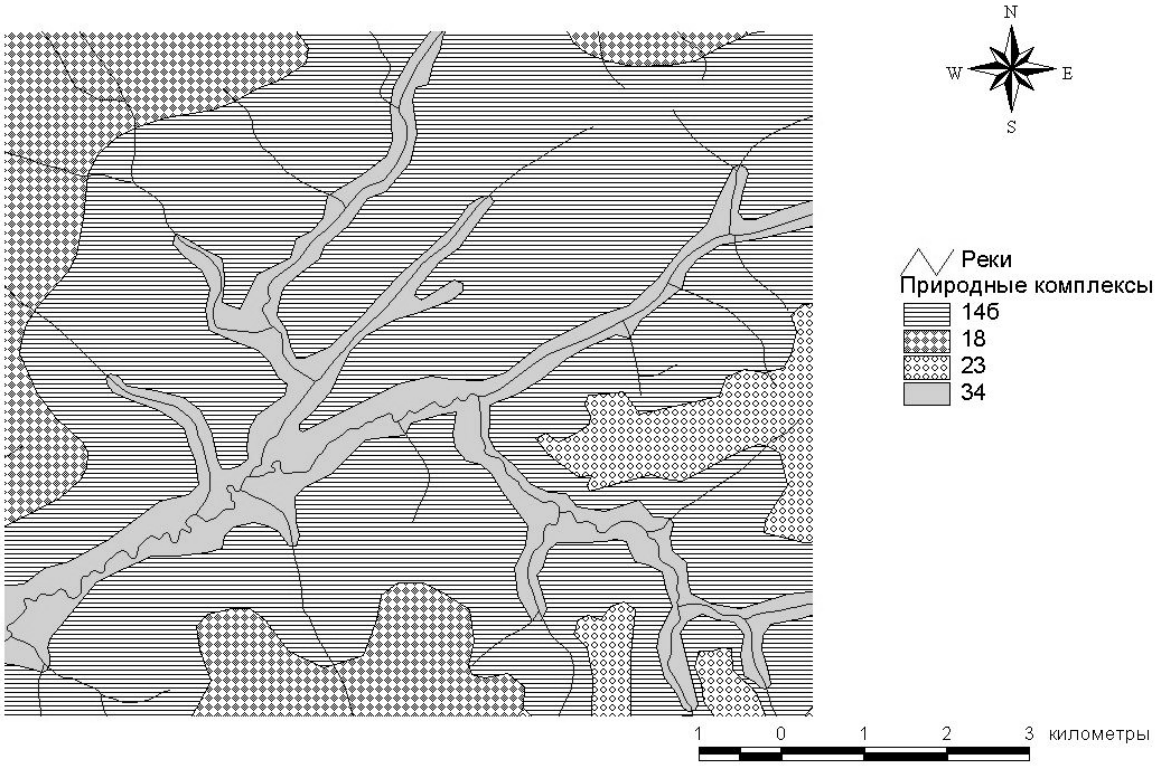

Рис. 3. Фрагмент инженерно-ландшафтной карты Томь-Яйского междуречья (усл. обозначения см. в табл. 1.).

В совокупности инженерно-ландшафтная электронная карта и электронные тематические карты составляют инженерно-ландшафтную ГИС и являются двумя основными её частями.

Таблица 1

Таблица-легенда к инженерно-ландшафтной карте (рис. 3.).

№	Типы урочищ	Бонитет почв	Генезис и возраст поверхностных отложений	Мощность поверхностных отложений	Глубина уровня грунтовых вод	Углы наклона поверхности	Вертикальное расчленение рельефа	Горизонтальное расчленение рельефа	Наличие оврагов и оползней	Транспортная доступность
14 б	Слабовыпуклые склоновые участки, осложнённые ложбинами и западинами, сложенные суглинками, с серыми (40%), светло-серыми лесными оподзоленными (30%), их оглеенными вариантами (10%) и дерново-поверхностно-глеевыми почвами под березняками паркового типа, злаково-разнотравными лугами и пашней	44-59	dl Q_{2-3} и el Q_{2-3}	2-10 м	5-20 м	Преобладают 0,5-10° (70-80)	13 % - 0-1 м, 22 % - 2-10 м, 40 % - 11-20 м	На 24 % - 0 м/км^2; значение 2000-4000 м/км^2 имеют 28 % территории	В нескольких выделах присутствуют овраги глубиной до 10 м	7 % территории имеют ограниченную транспортную доступность
18	Полого выпуклые вершинные участки междуречной равнины, сложенные тяжёлыми суглинками, со светло-серыми (60%), серыми лесными почвами (15%) и их оглеенными вариантами под березняками разнотравно-злаковыми и пашней	44-62	dl Q_{2-3} и el Q_{2-3}	2-5 м	5-20 м	Преобладают углы наклона поверхности 0,5-5,7^{o}	20 % - 0-1 м, 35 % - 2-10 м, 30 % 11-20 м	Около 25-30 % - 0 м/км^2, на 23-33 % - 2000-4000 м/км^2	Оползней нет. В нескольких выделах присутствуют овраги глубиной до 10 м	9 % территории имеют ограниченную транспортную доступность
23	Волнистые дренированные участки междуречной равнины, сложенные тяжёлыми суглинками, с серыми (25%), тёмно-серыми (15%), светло-серыми лесными почвами (15%), их оглеенными вариантами (20%) и дерново-слабоподзолистыми почвами под вторичными разнотравными осиново-берёзовыми лесами, разнотравно-злаковыми лугами и пашней	48-78	dl Q_{2-3} и el Q_{2-3}	2-5 м	5-20 м	Преобладают 0,5-10°	28 % - 2-10 м, 37 % - 11-20 м, 19 % - 21-30 м	Ок. 30 % - 0 м/км^2, 17 % расчленение - 1-1000 м/км^2, 16 % - 1000-2000 м/км^2, 26 % - 2000-4000 м/км^2	Нет	Благоприятная
34	Поймы малых рек	44 - 65	al Q_4	4-10 м	1-5 м	Преобладают 0,5-5,7^{o}.	40-50 % территории- 0–20 м, значение 21-30 м имеют 35 % площадей	Ок. 50 % – 2000-4000 м/км^2, 0 м/км^2 на 3 % площади, 29 % - 4000-6000 м/км^2	Нет	10 % имеют ограниченную транспортную доступность

Глава 4. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ЛАНДШАФТНОЙ ГИС НА ЭТАПЕ ПРЕДПРОЕКТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ электронных карт по характеристикам инженерно-ландшафтной карты нами предлагается делать по показателям, предложенным в «Руководстве по комплексной оценке …» (1982). Средства ГИС позволяют производить рассмотрение полученных карт, находить количественные характеристики.

По результатам проведённого анализа тематических электронных карт произведена оценка благоприятности территории для хозяйственного воздействия. Составленная база данных и инструменты инженерно-ландшафтной геоинформационной системы на основе ArcView GIS 3.2a позволяют построить электронную оценочную карту. Единицей картографирования являются сложные урочища.

В данной работе предложен пример оценки модельных участков на Обь-Томском и Томь-Яйском междуречьях для целей промышленного и гражданского строительства (ПГС), хотя созданная инженерно-ландшафтная ГИС позволяет оценивать территорию и для других целей.

Для оценки используются критерии, которые предложены в «Руководстве по комплексной оценке …» (1982). В них по значениям оцениваемых характеристик исследуемые территории разделяются на три категории. Благоприятные – с природными условиями, удобными для строительства без проведения значительных инженерных мероприятий и дополнительных капиталовложений. Ограниченно благоприятные территории – имеют природные условия, которые требуют для доведения их до уровня нормативных показателей проведения инженерных мероприятий, вызывающих значительные удорожания при освоении этих территорий. Неблагоприятные территории имеют такие природные условия, приведение которых до уровня нормативных показателей связано с осуществлением очень серьёзных инженерных мероприятий, что ведёт к удорожанию освоения территории, превышающему определённый оптимум в данных условиях.

Согласно этим данным по факторам оценки доли территории распределяются следующим образом. По углам наклона к благоприятным условиям на участке Обь-Томского междуречья относятся склоны с углом не больше 5.7^{o}, по площади они занимают 98% территории. На участке Томь-Яйского междуречья благоприятными являются по этому фактору 95% территории.

Участки, имеющие вертикальное расчленение больше 30 м, занимают на модельном участке Обь-Томского междуречья меньше 0,5%, на модельном участке Томь-Яйского междуречья – 1,5%. По горизонтальному расчленению следующая картина:

строителями используется такой показатель как «среднее расстояние между тальвегами». При значении менее 0,5 км территория считается непригодной для строительства («Руководство по комплексной оценке …», 1982). При сравнении с показателем «суммарной длины эрозионной сети на единицу площади» она соответствует 2000 м/км^2. Отсюда следует, что на первом модельном участке неблагоприятным по этому фактору является 15,5% территории. На участке Томь-Яйского междуречья неблагоприятным по этому фактору является 39,0% площади.

Природные комплексы, где имеются почвы с бонитетом свыше 70 баллов, что соответствует тёмно-серым почвенным разностям, занимают 7,8% и 15,5% площади территорий двух участков соответственно. Урочища с сочетанием почв, имеющих бонитировочный балл больше 30, занимают 45,4% и 71,0% территории на участках Обь-Томского и Томь-Яйского междуречий соответственно. Природные комплексы, на которых одновременно присутствуют почвы с бонитетом меньше и больше 30 баллов, занимают 35,2% и 15,2% площади.

Наиболее неустойчивыми поверхностными отложениями на исследуемой территории являются песчаные отложения. На Обь-Томском междуречье большую долю площади занимают участки с разными вариантами песчаных отложений (вместе 40,7%). На Томь-Яйском междуречье песчаные отложения занимают 14,4% площади.

К ограниченно благоприятной относится большая доля изучаемой территории. Поэтому мы считаем необходимым разделить ограниченно благоприятные территории на две части – относительно благоприятные и ограниченно благоприятные. Таким образом, в предлагаемой оценке территории модельных участков разделены условно по четырём категориям.

В первую категорию – неблагоприятных территорий - попадают сложные урочища, имеющие по всей своей площади неблагоприятное значение по какому-либо фактору оценки. Учитывая специфику территории, в первую категорию попадают участки, имеющие уровень грунтовых вод на глубине меньше 1 м (это болотные массивы) и участки, имеющие вертикальное расчленение со значением 40 м и больше, им также присуща большая доля крутых углов наклона поверхности (больше 17°), в эту же категорию входят природные комплексы, на которых имеют место оползни.

Природные комплексы, отнесённые ко второй категории – ограниченно благоприятных территорий, имеют больше трёх ограничений по используемым в оценке характеристикам, но не имеющие ни одного неблагоприятного значения из оцениваемых характеристик по всей своей площади.

К третьей категории – относительно благоприятных территорий - отнесены

сложные урочища, имеющие не больше трёх ограничений по одному из используемых в оценке факторов.

Участки, получающие значение четвёртой категории – благоприятных территорий, либо не имеют ограничения ни по одной из используемых в оценке характеристик, либо одно незначительное, не распространяющиеся на всю площадь природного комплекса (рис. 4).

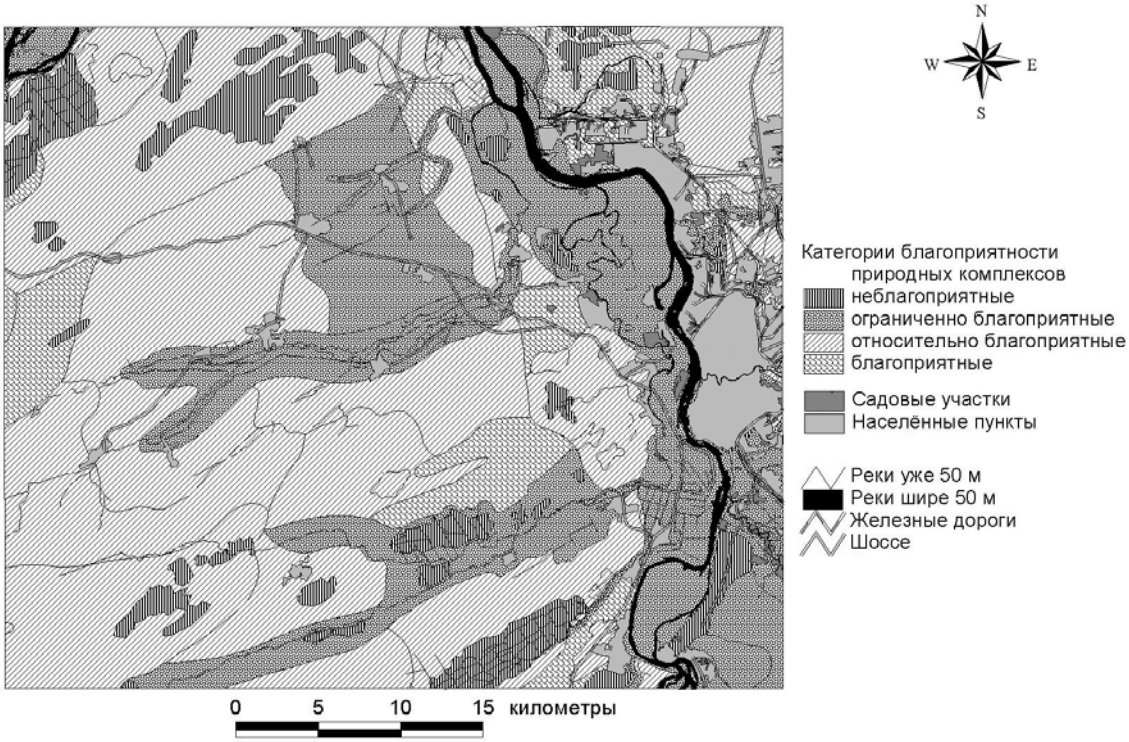

Рис. 4. Оценка благоприятности природных комплексов модельного участка Обь-Томского междуречья для целей промышленно-гражданского строительства.

В заключение необходимо добавить, что анализировать территорию по приведённым выше факторам можно и по другим оценкам «благоприятности – неблагоприятности», в зависимости от целей анализа. Применение геоинформационных технологий как раз позволяет это делать оперативно, представлять в наглядном виде.

Заключение

Результатом исследования являются разработанные методические процедуры построения инженерно-ландшафтной ГИС и созданная на их основе инженерно-ландшафтная геоинформационная система на два модельных участка юго-востока Томской области, состоящая из двух основных частей.

1). Электронная инженерно-ландшафтная карта, представляющая собой картографическое изображение природных территориальных комплексов (в ранге сложных урочищ). Каждый объект карты характеризуется следующей атрибутивной информацией: площадь, периметр выделов, наименование местности, наименование сложного урочища (последние два дублируются цифровыми кодами), сочетание почв, сочетание растительности, наибольший и наименьший бонитеты почв, наибольшее и наименьшее значение угла наклона, вертикального и горизонтального расчленения, сочетание направлений склонов относительно сторон света, способы использования земель, наибольший и наименьший уровни грунтовых вод от поверхности земли, наличие оползней, овражной эрозии, возраст и происхождение слагающих отложений, наличие автомобильной или железнодорожной магистрали определенного класса.

2). Электронные тематические карты: крутизны земной поверхности, экспозиции склонов, высотных уровней, вертикального расчленения рельефа, горизонтального расчленения рельефа, оценки первой и второй производной высоты, морфологических типов рельефа, механического состава поверхностных пород, стратиграфо-генетических комплексов, почв, растительности, гидрографии, дорожной сети, топографическая.

Проведённая комплексная оценка исследуемых территорий показала, что на обоих модельных участках только 7-7,5% территории являются благоприятными для целей промышленного и гражданского строительства. К ним принадлежат участки вторых надпойменных террас рек Томь и Обь, отчасти пологие склоны и плоские, слабодренированные участки ложбин древнего стока. К относительно благоприятным относятся на первом модельном участке чуть больше половины территории, на втором 13,5%. Это и частично террасовые поверхности, и участки междуречной равнины, склоновые, и большая часть ложбин древнего стока. 31% территории является ограниченно благоприятным на модельном участке на Обь-Томском междуречье и 77 % на Томь-Яйском междуречье. К ним относятся луговые поймы и поймы малых рек, частично участки террас, склонов, междуречной равнины, ложбин древнего стока; последним четырём присуща повышенная расчленённость. К неблагоприятной категории принадлежат 8,5% территории на первом модельном участке и 2 % территории на втором. В основном это болотные природные комплексы, а также склоновые и террасовые

участки, на которых присутствуют крупные глубокие оползни, или они сильно расчленены.

На основе проведенных исследований автор приходит к следующим выводам.

1. Для увеличения эффективности природоохранных и оценочных работ на предпроектном этапе инженерных изысканий необходимо создавать инженерно-ландшафтные карты. Оценка производится в рамках природно-территориальных комплексов, оценочные показатели берутся из инженерно-строительных рекомендаций.

2. Основная задача инженерно-ландшафтных исследований – комплексное изучение природных и техногенных условий территории, где планируется проведение строительства. Для этой цели разработаны и апробированы на модельных участках методические приёмы геоинформационной обработки собранных картографических и атрибутивных данных, позволяющих строить электронные карты покомпонентного описания, создавать инженерно-ландшафтные ГИС, производить комплексную оценку территории на предпроектном этапе исследования.

3. Инженерно-ландшафтные геоинформационные системы позволяют повысить оперативность и эффективность природоохранных и оценочных работ при решении задач на предпроектном этапе инженерных изысканий для строительства.

4. Проведённая комплексная оценка территории на основе геоинформационных технологий разрешает более рационально подходить к выбору вариантов освоения территории для различных хозяйственных целей. Разработанная методика с учётом территориальных особенностей применима как для других территорий, так и для иных целей оценки и анализа.

Список публикаций по теме диссертации:

1. Тябаев А.Е. Методика построения трёхмерных цифровых моделей рельефа // “Проблемы региональной экологии” Вып. 6: Материалы региональной научно-практич. конф. молодёжи 10-12 ноября 1998. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С. 53-54.
2. Тябаев А.Е. Построение трёхмерных цифровых моделей рельефа // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1999. Вып. 23. – С. 365-367.
3. Тябаев А.Е. Анализ рельефа с помощью ГИС на примере территории Томь-Яйского междуречья // “Проблемы географии на рубеже XXI века”: Тез. докл. Всероссийской науч. конф. 24–26 февраля. 2000. – Томск, 2000. С 194-195.
4. Тябаев А.Е. Предварительный анализ прикладных карт рельефа западной части Томь-Яйского междуречья с помощью ГИС-технологий // Вопросы географии Сибири. – Томск, 2001. Вып. 24 – С. 511-518.

5. Тябаев А.Е. Пример геоинформационного описания ландшафтной карты // “Проблемы геологии и освоения недр”: Труды Шестого Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых учёных, посвящённого 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР Л.Л. Халфина и 30-летию проведения молодёжных научных конференций им. академика М.А. Усова, 1-5 апреля 2002. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002.– С. 468-469.
6. Tyabayev A.E. To the method of relief processing with GIS using // Studies of components of Siberia forest ecosystems, Issue 4: Proceedings of young scientists conference april 15-16 2003. – Krasnoyarsk, 2003. P 129-131.
7. Тябаев А.Е. Опыт создания электронной комплексной инженерно-географической карты // “Проблемы геологии и освоения недр”: Труды Седьмого Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых учёных, 14-18 апреля 2003. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2003. – С. 686-687.
8. Тябаев А.Е., Тябаев Е.С. Вычисление и анализ некоторых характеристик рельефа с помощью ГИС технологий // “Самоорганизация и динамика геоморфосистем в условиях техногенного освоения территорий и потепления климата”: Материалы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Томск, 25 августа – 2 сентября 2003 г: – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С. 229-230.
9. Загорулько В.А., Хамарин В.И., Тябаев А.Е. Морфометрический анализ рельефа средствами ГИС-технологий (на примере Семинского перевала) // Геоморфология. – М., 2003. – № 4. – С. 40-46.
10. Хамарин В.И., Загорулько В.А.,Тябаев А.Е. Оценка характеристик горного рельефа средствами GPS и численного моделирования // Вопросы географии Сибири. – Томск, 2003. Вып. 25. – С. 368-385.
11. Тябаев А.Е. Расчёт некоторых характеристик рельефа с использованием ГИС технологий // Вопросы географии Сибири. – Томск, 2003. Вып. 25. – С. 386-387.
12. Тябаев А.Е. Опыт создания инженерно-ландшафтной геоинформационной системы // “Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона”: Материалы российско-германской конференции. Тюмень, Тобольск, 20-22 сентября 2004 г. – Тюмень: ИПЦ, «Экспресс», 2004. С. 246-247.”