На правах рукописи

КАЧАЕВ ГЛЕБ АЛЕКСЕЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КАРТАМ

25.00.33 – Картография

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2011

Работа выполнена на кафедре Картографии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Верещака Тамара Васильевна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Сладкопевцев Сергей Андреевич;
кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Котова Татьяна Викторовна

Ведущая организация – Федеральное государственное предприятие «Производственное картосоставительское объединение „Картография“»

Защита состоится «21» декбря 2011 г., в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.143.01 при Московском государственном университете геодезии и картографии в зале заседаний Ученого совета МИИГАиК по адресу: Гороховский пер., д.4, г. Москва, 105064.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии, с авторефератом на сайте: www.miigaik.ru/nauka/dissertacionyy_sovet/zasedaniya

Автореферат разослан «___» _____2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Краснопевцев Б.В

«Совместное изображение элементов местности на топографической карте позволяет устанавливать их связи и взаимозависимости. Например, влияние рельефа на размещение растительности, на прокладку дорожной сети и т.п. Всё это общеизвестно, но обычность такого применения топографических карт нередко приводит к упрощенному взгляду на карту, к недооценке заключенных в ней возможностей, к слабому их использованию в целях исследования. Между тем обыкновенная топографическая карта при компетентном её анализе может привести к глубоким, важным в географическом отношении и подчас неожиданным выводам»

К.А. Салищев

Актуальность проблемы. Важнейшая методологическая концепция современной картографии связана с картографическим методом исследования, внедрением картографии в науки о природе и обществе для решения широкого круга научных и практических задач. Эта давно поставленная проблема продолжает развиваться, охватывая новые разнообразные области приложения карт, одна из которых - экология и охрана окружающей среды. Среди авторитетных источников, имеющих большой удельных вес в общей картографической изученности мира, важное место занимают топографические карты. Их справедливо относят к исходным базовым документам, содержащим многоплановую информацию о местности. Актуальность исследований по методике использования топографических карт в решении проблем природопользования обусловлена необходимостью применения карт специалистами различных отраслей науки и практики не только при выполнении проектных, строительных, изыскательских работ (что составляет в представлении большинства пользователей основное назначение топографических карт), но и при решении проблем геоэкологии, задач управления инвестициями, при оценке риска различного характера и на разных иерархических уровнях. Обращение к топографическим картам, полностью покрывающим в крупных масштабах всю территорию России, позволяет решать эти задачи и для труд-

нодоступных, менее изученных районов. Их роль повышается высокой точностью изображения в плановом и высотном отношении, основанной на полевых измерениях, особенно в условиях недостатка фактической информации и наземных сетевых наблюдений (на станциях и постах).

Цель и задачи диссертации. Целью исследования является разработка методики оценки экологического состояния территории по топографическим картам как нового актуального направления картографического метода исследования. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- изучить опыт применения картографических произведений для решения научных и практических задач;
- разработать концептуальную модель экологического содержания топографических карт;
- определить роль карт в системе экодиагностики территории, выявить информационный потенциал природных и антропогенных объектов;
- исследовать и обобщить способы определения качественных и количественных характеристик местности по топографическим картам;
- выполнить экспериментальные исследования по оценке экологического состояния территории и его индикаторов, включая построение производных (от топографических) карт.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются взаимосвязанные и взаимодействующие природно-антропогенные комплексы, их экологическое состояние. Предмет исследования – картографическое изображение, принципы и методы его анализа, оценки и экологической интерпретации.

Методы исследования. Диссертационное исследование строится на системном картографическом подходе, опирается на теоретико-методологические основы общегеографического, тематического, комплексного картографирования, отраженные в трудах ученых и картографических произведениях. Использованы имеющиеся разработки по картографическому методу исследования, картометрические, морфометрические приёмы иссле-

дований по картам, а также достижения цифровых компьютерных технологий, методы и приёмы геоинформационного картографирования.

Состояние и изученность проблемы. Проблема изучена по опубликованным работам в области картографического метода исследований и раскрыта в первой главе диссертации. Работа основана на понятии картографического метода как метода научного познания, сформулированного К.А. Салищевым и развитого в разных аспектах в трудах: А.М. Берлянта, Т.В. Верещаки, Н.М. Волкова, А.К. Гедымина, А.Г. Исаченко, Е.М. Николаевской, Р.Х. Пириева, Б.В. Сочавы, А.И. Спиридонова, В.П. Философова и многих других.

На защиту выносятся:

- Концепция экологического содержания топографических карт;
- Методика оценки экологического состояния территории по топографическим картам;
- Авторские оригиналы карт и цифровые модели для экологического анализа территории, производные от топографических.

Научная новизна. Предлагаемая диссертация – первое обобщающее исследование по использованию топографических карт в новом для них актуальном приложении – решении проблем природопользования. Наиболее оригинальные научные результаты состоят в следующем:

- Предложена концепция экологического содержания топографических карт – его «экологический образ»;
- Разработана методика использования топографических карт для оценки экологического состояния территории, определяемого компонентами разных сфер географической оболочки, изображаемыми на топографических картах. Методика включает ряд этапов и результатов, имеющих самостоятельное научное значение:
  - установлен информационный потенциал топографических карт для решения задач природопользования, сформированы базы прямых и производных показателей экологического значения природных и антропогенных топографических объектов; предложены способы их определения;

– обоснованы эффективность и приёмы построения по картам экологического каркаса территории – от природного и демоэкономического к общему для установления резервов формирования и регулирования стабильного ландшафта;

– подготовлены методические установки по интерпретации экологического значения объектов содержания топографических карт, показаны подходы и примеры их интерпретации;

- Разработаны авторские оригиналы производных от топографических тематических карт и цифровые модели для экологического анализа конкретной территории – всего 9 оригиналов.

Все перечисленные результаты получены на основе изучения и обобщения морфометрических, морфо- и гидроморфологических, геоботанических и других приёмов картографического метода исследований, включая опыт применения топографических карт.

Практическая значимость работы непосредственно связана с удовлетворением практических потребностей экономики и хозяйства в топографических картах для их использования в проектировании, строительстве, изысканиях разного характера с учетом влияния антропогенных воздействий на природу. Не менее важна работа для решения самых главных задач общества – обеспечения экономического и социального благополучия и здоровья населения, которое в большей степени зависит от экологического состояния территории.

Исследования внедрены в учебный процесс в МИИГАиК при чтении курсов «Топографическое картографирование», «Экологическое картографирование», в курсовом и дипломном проектировании.

Апробация результатов работы. Диссертационные исследования докладывались и обсуждались на ежегодной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных МИИГАиК в 2011 году, а также на научных семинарах кафедры картографии.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 работы.

Объём и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Содержит 141 страницу текста, 14 таблиц, 17 рисунков, 9 приложений. Список литературы включает 102 наименования – литературные источники, ресурсы интернета, картографические произведения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи исследований, новизна и значение работы.

Глава 1. Картографический метод исследования, его значение и тенденции развития. Концепция экологического содержания топографических карт

Глава освещает опыт применения картографического метода исследований для решения широкого круга научных и практических задач.

Понятие «картографический метод исследования» впервые сформулировал К.А. Салищев (1948, 1955 гг.) и определил его как метод научного познания. Впоследствии приёмы картографического метода развиты в разных аспектах в трудах многих ученых: А.М. Берлянта, Н.М. Волкова, Т.В. Верещаки, Е.М. Николаевской, А.И. Спиридонова, В.П. Философова, А.К. Гедымина, А.Г. Исаченко, Р.Х. Пириева, Б.В. Сочавы, С.Н. Сербенюка, и других. В настоящее время использование карт образует самостоятельный раздел картографии. В главе подробно рассмотрены классические приёмы картографического метода, их развитие, особенности и преимущества работы с цифровыми моделями для решения разнообразных тематических задач. Охарактеризованы программные продукты, созданные для картографического обеспечения географических исследований. Сделан акцент на опыте использования в разных целях топографических карт. Рассмотрены возрастающие возможности использования карт в связи с совершенствованием их содержания в разные периоды топографического картографирования – от визуальных наблюдений до средств геоинформатики. По мере совершенствования карт расширялся круг решаемых по ним вопросов.

По результатам анализа приходится констатировать, что при широком охвате проблемы использования разнообразных карт для различных целей недостаточно исследований, ориентированных на оценку информационных возможностей комплексного содержания топографических карт – основного государственного картографического фонда страны. Круг задач, решаемых по ним, ограничивается в большинстве случаев количественной оценкой рельефа и морфометрическими измерениями водных объектов, в то время как топографические карты вполне могут использоваться и для решения проблем природопользования, о чем свидетельствуют исследования автора.

Концепция экологического содержания карт.

Известно, что в задачи экологии входит изучение существования растительного и животного мира, а также людей со всеми техническими системами, которые ими созданы, в различных географических условиях. Среда жизни – сложная многокомпонентная система, каждый из компонентов которой является фактором, определяющим состояние всех остальных, т.к. они не только взаимосвязаны, но и взаимодействуют друг с другом.

Топографические карты, являясь по своему типу комплексным представлением взаимосвязанных компонентов практически всех сфер географической оболочки, выполняют функцию носителя наглядной, достоверной, доступной, а главное – экологически значимой информации, в отличие, например, от карт природы, с которых «сняты нарушения» или от карт социально-экономических, где отсутствует природный фон. Стратегия экологических исследований по топографическим картам состоит в том, что мы синтезируем картину состояния территории из анализа отображаемых на ней компонентов (а не анализируем уже выделенные системы), каждый из которых, подобно среде жизни, может быть одновременно элементом одной среды и средой других элементов.

Методологически роль топографической карты в экологических исследованиях правомерно оценить с позиции общепринятого в географической картографии системного подхода. Содержание карт рассмотрим как целостную систему взаи-

мосвязанных компонентов – классов объектов, где каждый из них – система более низкого ранга (рис. 1-а). *Основные свойства системы – состав, структура, динамика, функционирование – здесь проявляются в достаточно полной мере.*

В сложении состава, структуры и функционировании эко-геосистем ведущую роль играют эдификаторы – виды растений с ярко выраженной средообразующей способностью. Растительные сообщества (или доминанты сообществ) создают биологическую среду и оказывают на неё сильное воздействие. Эдификаторы часто выступают в качестве ядра консорции (совокупности разнородных организмов), компонентами которой являются трофически или топически связанные с ними живые организмы. На топографических картах отображаются жизненные формы и растительные сообщества всех природных зон, где растительность не только чувствительна к нарушениям среды, но и наиболее физиономична. Следовательно, по составу растительности и ее характеристикам на картах прослеживаются зоны экологического состояния – их размеры, степень нарушенности.

Исходя из свойств системы, при оценке экологического состояния территории важно также установить взаимосвязи между объектами и явлениями, определяющими выбор индикаторов улучшения или ухудшения обстановки. Связи выявляются в анализе очевидных и *чаще неочевидных* границ отображаемых объектов, определяемых по характеру взаимного положения и на базе глубокого знания закономерностей их пространственного размещения, а также непосредственного или *опосредованного* влияния друг на друга. Большая роль в функционировании эко-геосистем принадлежит контактным границам, распределительным, транспортно-линейным барьерам. На топографических картах это отображаемые границы (барьеры): 1)- береговые и прибрежные: линия берега, приливно-отливные полосы, береговые уступы, обрывы; 2)- гидрографические: русла рек; 3)- высотные, орографические: подошвы, гребни горных хребтов, холмов, линии водоразделов, перегибы склонов, долины, поймы рек, береговые валы, косы; 4)- биологические: полосы леса, кустарников; 5)- антропогенные: границы естественной и культурной

растительности, каналы, плотины, трубопроводы, пути сообщения и т.п. В крупных картографируемых районах эти рубежи приобретают зональный (глобальный) или континентально-океанический уровень, выявляемый

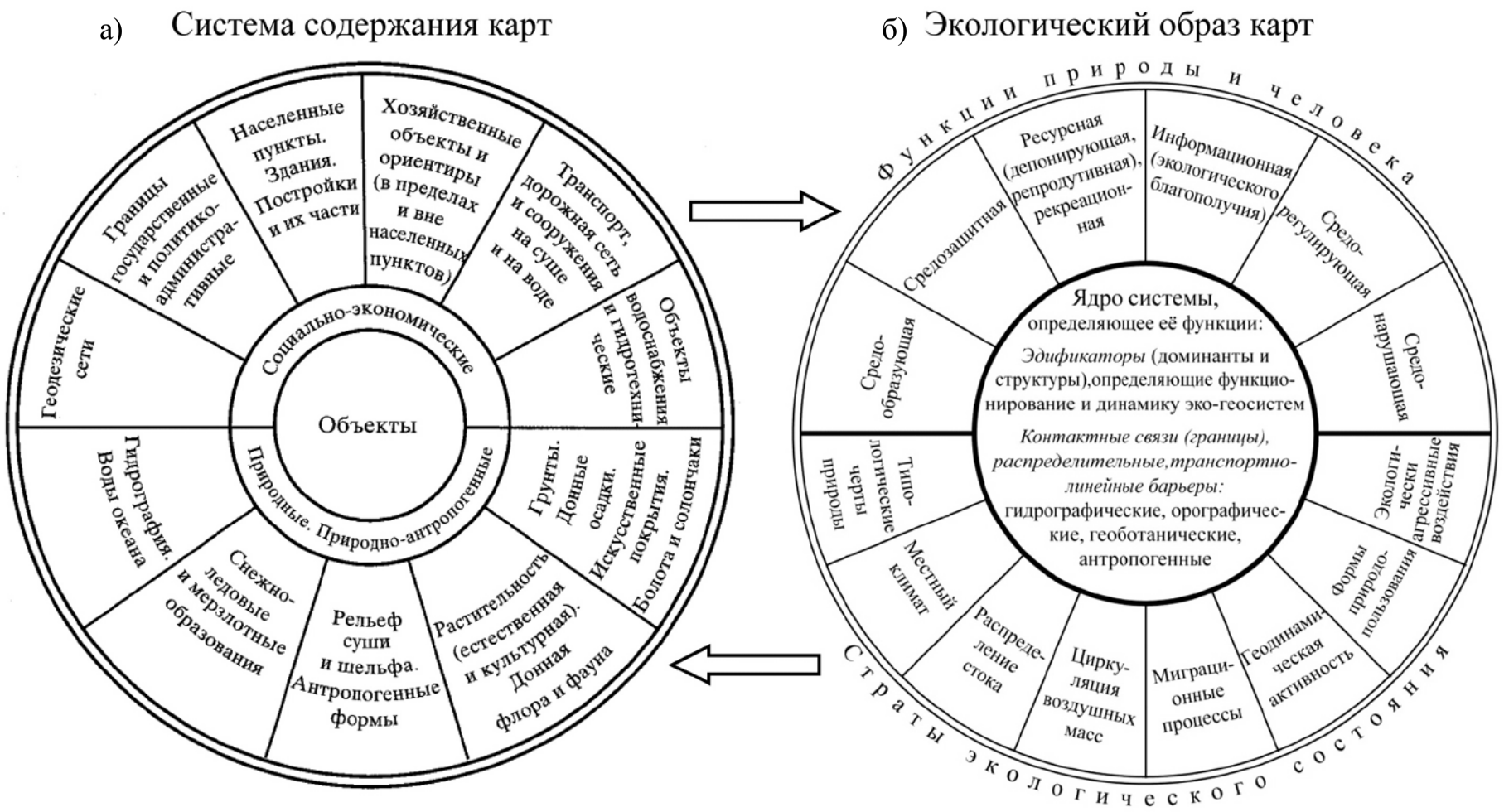

Рис. 1. Концептуальная модель экологического содержания топографических карт

по картам (группам карт) масштабов, соответствующих уровню.

Динамика системы проявляется и прослеживается в отображении суточных, сезонных, многолетних колебаний отображаемых явлений: площади разливов рек, озер, приливно-отливные полосы морей; эрозионные формы (эрозионные борозды, промоины, овраги, балки), оползни, осыпи, обрывы и т.п.

Составом, динамикой системы (территории), соотношением составляющих её ядра, степенью сохранности определяется набор и полнота функций природы и человека на различных уровнях (рис. 1- б). Состав системы (изображение в содержании карт) образуют природные, природно-антропогенные и антропогенные объекты. Первые из них выполняют важнейшие функции, направленные на устойчивое равновесное существование и развитие среды (средообразующие, средозащитные, ресурсные, информационные). Функции антропогенных, природно-антропогенных составляющих системы (средорегулирующие, средонарушающие) в худшем проявлении выражаются в хозяйственной деятельности вплоть до агрессивных воздействий, а в лучшем – в регламентировании хозяйственной деятельности путем создания резервационных территорий, буферных зон, щадящих и защищающих природу и её ценный генофонд. Функции природы и человека, в разной степени выраженные на различных территориях, всесторонне влияют на свойства среды и определяют страты экологического состояния территории: типологические черты природы, местный климат, распределение стока, циркуляцию воздушных масс, миграционные процессы, геодинамическую активность, формы природопользования, экологически агрессивные антропогенные воздействия (рис. 1- б).

Глава 2. Топографические карты в системе экодиагностики территории. Оценка антропогенных воздействий

В главе рассмотрена роль топографических карт в оценке антропогенных воздействий на природу. Экологическая оценка (экодиагностика) территории в целом слагается из анализа экологических проблем на основе изучения: а) – природы и природно-ландшафтной дифференциации территории; б) – антро-

погенных воздействий на природу; в) – способности ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам. Топографические карты отображают практически все элементы природного и антропогенного ландшафта.

Оценка территории по картам достигается приёмами картографического метода исследования, включающего работу с прямо снимаемыми с карты и с производными параметрами объектов (процессов и явлений) – скрытая информация. Прямо снимаемые с карты параметры указаны на карте (в числовом или текстовом виде); их можно получить путём прямых геометрических измерений (высота, длина, ширина, площадь объекта и т.п.). Эти параметры могут быть получены также в виде семантической атрибутивной информации объекта, если карта составлена в электронном виде. Производные параметры (как и производные карты) получают путем преобразования прямых; они требуют вычислений и анализа (лесистость, распаханность территории, густота речной сети и т.д.). Именно в получении производных параметров реализуются графоаналитические приемы (картометрия, морфометрия), приёмы математического анализа карт и математической статистики. Производные параметры могут быть получены и вторично – по первичным, ранее определенным производным (например, получение средневзвешенного уклона для рек с неравномерным профилем по уклонам её отдельных участков). На основании анализа прямых и производных характеристик оценивается экологическое состояние. Оценка может включать абсолютные, относительные и условные показатели в принятой системе единиц для конкретного исследуемого объекта (процесса, явления).

Антропогенные воздействия очень кратко рассмотрены по основным классам социально-экономических объектов (см. рис. 1-а). В диссертации дан подробный текст, имеющий вместе со сводками (базами) показателей и способов их определения характер методических установок (рекомендаций) по интерпретации экологического значения объектов каждого раздела. Результаты оценки достаточно полно отражены также в статье автора [2].

Границы не относятся прямо к антропогенным объектам, но могут быть использованы для выделения ареала исследования или ареала ограничения спектра хозяйственной деятельности: границы заповедников, водоохранных зон, санитарно-защитных зон для ЛЭП различного напряжения и др.

Населенные пункты, показываемые на картах все без исключения, разделяются по типу поселения, людности, административному значению. Отображаются структура, планировка и характер застройки в сочетании составных частей поселений: застроенные территории с характеристиками плотности, огнестойкости кварталов; транспортные территории; зеленые насаждения; сады и огороды; пустыри; неудобные земли и воды. Показано, что население непосредственно влияет на состояние природной среды через демографическое давление. Кроме того, несложно выделить зону максимально активной антропогенной деятельности, определить показатель территориальной концентрации населения и характер расселения (очаговое, ареальное, полосное, сплошное). Социально значимы экологические показатели загрязнений (воздуха, воды, почвы), определяемые численностью населения, испытывающего такие нагрузки. Расположение кварталов, озелененность, распространение строений разного назначения говорят о комфортности условий проживания, а наличие памятников свидетельствует об историческом и культурном значении территории.

Промышленность, энергетика. Изображения промышленных предприятий, рода их производства, линий связи и электропередач позволяют косвенно и по экспертным оценкам оценить индексы экологической опасности от разных отраслей промышленности и энергетики и локализовать сочетания экологически наиболее опасных производств, ареалы электромагнитных загрязнений. Особенно четко обозначаются на картах признаки добывающей промышленности (шахты, надшахтные здания, скважины, нефтяные колодцы, карьеры, терриконы, отвалы, трубопроводы и др.), что позволяет как прямо судить о степени нарушенности земель – верхних слоев литосферы, так и косвенно – гидрологических и гидрогеологических условий с хи-

мическим и физическим загрязнением, что в свою очередь характеризует условия существования биоты.

Сельскохозяйственные угодья. По топографическим картам без труда определяются земли, занятые сельскохозяйственными угодьями – одним из наиболее сильных и распространенных факторов воздействия на природную среду через внесение удобрений, выпас скота, эрозию, дефляцию почв, уменьшение и деградацию естественных угодий в пользу распаханных земель.

Объекты водоснабжения и гидротехнические сооружения. Большие возможности оценки антропогенных воздействий по топографическим картам связаны с подробным изображением водохранилищ, плотин, каналов разного назначения и других объектов гидротехнического строительства. В диссертации рассмотрены изменения в гео- и экосистемы, которые вносит строительство и эксплуатация водохранилищ: регулирование стока, обсыхание поймы в нижнем бьефе, увеличение площади испаряющей поверхности, изменение уровня грунтовых вод, изменения в составе биоценозов, затопление земель; переработка (разрушение) берегов; подтопление населённых пунктов; заболачивание, засоление; активизация движений земной коры, вызывающая небольшие региональные землетрясения (наведенная сейсмичность).

Транспорт. Показано, как степень воздействия транспорта на среду зависит от его видов (железнодорожного, автомобильного, водного, воздушного), интенсивности эксплуатации, степени территориального сгущения путей, соотношения линейных и точечных элементов, от геометрии сети, поскольку все эти особенности подробно отражены на топографических картах. Подчеркнуто, что кроме загрязнения транспортные сети отражают особенности территориальной концентрации населения и характеризуют пределы внеселенных связей. Информационный потенциал топографических карт и экологическое значение всех классов как антропогенных, так и природных объектов (гл. 3) полностью представлены в самостоятельных сводках (базах показателей), содержание и примеры которых показаны в таблице 1.

Табл. 1

Содержание и примеры сводок:
информационный потенциал топографических карт и экологическое значение а)- антропогенных объектов; б)- природных объектов

Параметры, прямо снимаемые с карты	Параметры производные	Производные карты	Экологические показатели
1	*2*	*3*	*4*
	а) Населенные пункты		
Объекты населенных пунктов, их площади: жилые строения, нежилые строения, кварталы, огороды, сады, парки, клумбы, газоны, зеленые насаждения, водоёмы Улицы: протяженность, густота Строения: этажность, материал постройки Населенный пункт: политико-административное значение, людность, тип поселения	Селитебные территории (границы, площади) Характер планировки (плотность застройки, соотношение застройки разной этажности), качество жилого фонда (огнестойкость/ пожароопасность) Соотношение жилого и нежилого фонда Рекреационный потенциал (степень озеленения) Территориальная концентрация населения Территориальная организация, распространение строений общественного назначения Пределы непосредственного влияния населения на природу	Размещения, плотности населения Расселения Транспортной нагрузки поселений Условий жизни населения Видов использования земель	Демографическое давление Функциональное зонирование территории Историческое и культурное значение территории Загрязнение (транспортная нагрузка, воздух, шум) Комфортность условий жизни Степень опасности проживания Узлы демоэкономического каркаса
…….	…….	…….	…….
…….	…….	…….	…….
	б) Рельеф		
Абсолютные высоты земли, отметки глубин, относительные высоты Высота сечения рельефа Длины орографических линий Овраги, промоины, эрозионные борозды, барранкосы: ширина, глубина, высота Обрывы, бровки, бугры, курганы, ледяные бугры (булгунняхи): высота Карстовые и термокарстовые воронки, ямы, западины: глубина, площадь Ледниковые обрывы, трещины: высота, глубина, ширина Кратеры вулканов: высота, глубина Направление скатов	Крутизна склонов, углы падения склонов Экспозиция склонов Глубина и густота расчленения Площади нарушенных территорий Овражность Закарстованность	Геоморфологические Расчлененности ландшафта Склоновых процессов Геокриологических рисков и опасностей Динамики форм рельефа Нарушенности поверхности Углов наклона Экспозиции склонов Овражности Закарстованности Оползневых явлений	Риски и опасности: землетрясений, оползней, карста, овражной, водной эрозии, абразии, геокриологических процессов (наледные явления, бугры пучения, наледи, солифлюкция, термокарст), селей, снежных лавин, обрывов, обвалов, осыпей Устойчивость/динамичность форм
…….	…….	…….	…….
…….	…….	…….	…….

Рассмотрена роль топографических карт в оценке экологического состояния территории по изображениям объектов природы. Подробное изложение приведено в диссертации и статье автора [3].

Гидрография. Вода выполняет ряд важнейших функций в формировании среды, её сохранении и преобразовании. На топографических картах изображение водных объектов сосредоточено в самостоятельном разделе (а в крупных масштабах – в двух), и насчитывает более 100 обозначений. Характеристики гидрографической сети указывают на многие аспекты экологического состояния. Особенности её морфологии (длина, густота, извилистость, русловые деформации), транспортировка органических и неорганических веществ существенно влияют на распространение загрязнений, формирование стока, климат прилегающих территорий (температуру, влажность), водность рек, их режим, и как следствие, на способность водотока к самоочищению и восстановлению. Озера и болотные массивы выполняют функции аккумуляции пресной воды и регулирования речного стока. Непосредственное взаимодействие воды с берегом преобразует прибрежный ландшафт, формирует среду обитания водных и околоводных живых сообществ, санитарно-биологическое состояние водотока, его рыбохозяйственную значимость.

Рельеф. Форма поверхности Земли во многом определяет как природные процессы, так и хозяйственную деятельность. Рельеф и его динамика являются организующими факторами функциональных связей компонентов среды и отражают их интенсивность. На топографических картах рельеф отображается горизонталями, отметками абсолютных и относительных высот, внемасштабными обозначениями мезо- и микроформ. Методы анализа рельефа по картам позволяют изучить его морфометрические характеристики на микро-, макро- и мегауровнях. Морфология рельефа, прослеживаемая по картам, также играет важную роль в процессах формирования экологического состояния, определяемую их природой: водно-эрозионной (промоины, овраги, балки), карстовой (карстовые воронки, пещеры), гравитационной (осыпи, оползни), мерзлотной (термокарст, солифлюкция, бугры пучения, полигоны).

Существует возможность выделения по картам потенциально неустойчивых состояний геосистем с оценкой опасности возникновения чрезвычайных ситуаций. Достаточно эффективны для исследования экологического состояния

цифровые модели рельефа, построенные по топографическим картам.

Растительность. Естественная (жизненные формы) и культурная растительность, подробно отображаемая на топографических картах, является признаком важных процессов, протекающих в среде при взаимодействии с остальными её компонентами, и выполняет ряд важных функций. Кроме формирования природных условий (средообразующая функция) растительные сообщества являются одновременно индикаторами экологического состояния территории и регуляторами природных комплексов (средозащитная функция). Выделяется защитное, климатическое и микроклиматическое, распределительное, транспортное, индикативное, рекреационное, эстетическое значение растительности. При биоцентрическом подходе растительность является одним из субъектов оценки экологического состояния. Одно из наиболее значительных свойств растительности заключается в возможностях роста, самовоспроизводства и размножения. Эти свойства выделяют растительность в ряд системообразующих компонентов природных комплексов.

Экологический каркас

Решая проблемы экологической оценки региона, необходимо учитывать представление о территории как о сложном системном образовании, состоящем из функционально связанных природных и антропогенных комплексов разной экологической «ответственности». Систему ценных природных комплексов с различными видами регламентации природопользования определяют как природный экологический каркас. В структуре природного каркаса выделяются три типа элементов: средообразующие (верховья рек, крупные болотные и лесные массивы); транзитные коридоры (реки, полосы лесов); защитные буферные зоны. Узлами природного каркаса являются объекты и регионы ландшафта, которые оказывают наиболее весомое и широко простирающееся влияние на остальные элементы среды. Так, в верховьях рек формируется сток; крупные системы озёр, болот и лесов аккумулируют и перераспределяют вещество и энергию, защищая соседствующие природные комплексы. Реки и леса, русловая сеть и другие вытянутые коммуникативные

элементы связывают территории узлов в единую геодинамическую систему.

Кроме естественно-научного содержания понятие «каркас» имеет экономико-географический смысл. Здесь идея связана с территориальной структурой хозяйства, которая определяется как демоэкономический каркас – система хорошо освоенных территорий. Демоэкономический каркас характеризует распределение антропогенных нагрузок, определяет прочность, устойчивость пространственно организованной структуры, поэтому важен в общей оценке экологического состояния. Основу демоэкономического каркаса формируют населенные пункты, центры промышленности, крупные транспортные узлы и магистрали, то есть каркас, созданный человеческим обществом, может быть, как и природный, выделен и построен по топографической карте.

Рис.2. Демоэкономический каркас (по карте масштаба 1:500 000) - фрагмент

Демоэкономический каркас территории выполняет важные функции: а) – выделяет пространственную структуру расселения и хозяйства; б) – отражает территориальное распределение основных источников загрязнений различного рода и ареалы их воздействия; в) – определяет территории, на которых необходимо присутствие буферных и компенсационных зон. На основе природного и демоэкономического каркасов формируется каркас экологический, выявляющий экологическую стабильность территории в целом.

Элементы экологического каркаса могут быть представлены на разных уровнях исследований. Уровень узловых и линейных элементов каркаса будет соответствовать ступени иерархии и масштабу (диапазону масштабов) карт.

Реальное построение экологического каркаса территории (как природного, так и демоэкономического) по топографическим картам – важный приём экодиагностики, так как позволяет выделить комплексы, ответственные за выполнение важнейших экологических функций, установить степень сохранности природного ландшафта, выявить резервы формирования и регулирования стабильного ландшафта, а в итоге – оптимизировать управление территориями.

Глава 4. Методика оценки экологического состояния по топографическим картам

Разработанная автором методика оценки экологического состояния в целом представлена на рис. 3.

В общей последовательности этапов подчеркнем важность экодиагностики территории и значение отдельных показателей, снимаемых с топографических карт. Это прямые морфометрические характеристики, по которым определяются производные: местоположение (координаты), размеры (протяженность, площади, высоты, глубины), ориентировка (экспозиция, углы наклона), форма (общие очертания, вытянутость, извилистость, кривизна). Среди производных особенно важными для поставленной цели являются:

- определение плотности, густоты, частоты явления. На этапе оценки эти характеристики могут принимать условный вид (нарушенность территории: слабая/ средняя/ сильная; заболоченность: недостаточная/ избыточная);

Рис. 3 Методика оценки экологического состояния территории по топографическим картам

- выделение ареалов влияния и границ распространения явлений (санитарно-защитные, водоохранные зоны, зоны загрязнений и т.п.)

- статистически экстремальные отклонения, амплитуды и средние значения явлений, вычисляемые в несколько приёмов (расчлененность поверхности, средневзвешенная высота, средневзвешенный уклон реки и др.).

Формулы вычисления указанных характеристик сведены в таблицу и приведены в диссертации. Располагая первичными и производными данными, можно получить показатели для графических построений (профилей, схем), характеристики для выявления естественных границ и типов местности.

Анализируя экологически значимые компоненты среды, реально составить карты: а) – получаемые путем обработки отдельных элементов содержания (морфометрические, лесистости, закарстованности, овражности); б) – отображающие генетические показатели видимых элементов ландшафта (геоморфологические, ландшафтные); в) – сводные (зональности, районирования, использования земель).

По картам узкого содержания проводят изучение отдельных элементов, и путем обобщения, графической обработки получают сведения о характере размещения и связях между отдельными элементами, выявляют структуры систем, различающиеся по геометрическому рисунку, становятся очевидными закономерности, не заметные при стандартной нагрузке исходных карт. Частные карты могут служить источником для составления более сложных тематических карт. В содержании каждой карты предусматриваются свои принципы.

В диссертации охарактеризован каждый этап методики с иллюстрациями примеров. При построении производных карт и цифровых моделей применены программные средства ГИС Карта 2011 (версия 11), MapInfo (версия 9), пакет Adobe CS3 с картографическим плагином MAPublisher (версия 8.3).

Методика отрабатывалась на примере карт, охватывающих северную часть Рыбинского водохранилища и окрестности города Череповца Вологодской области. Карта масштаба 1:25 000 оказалась вполне информативной для определения зон промышленного и транспортного загрязнения в городской среде.

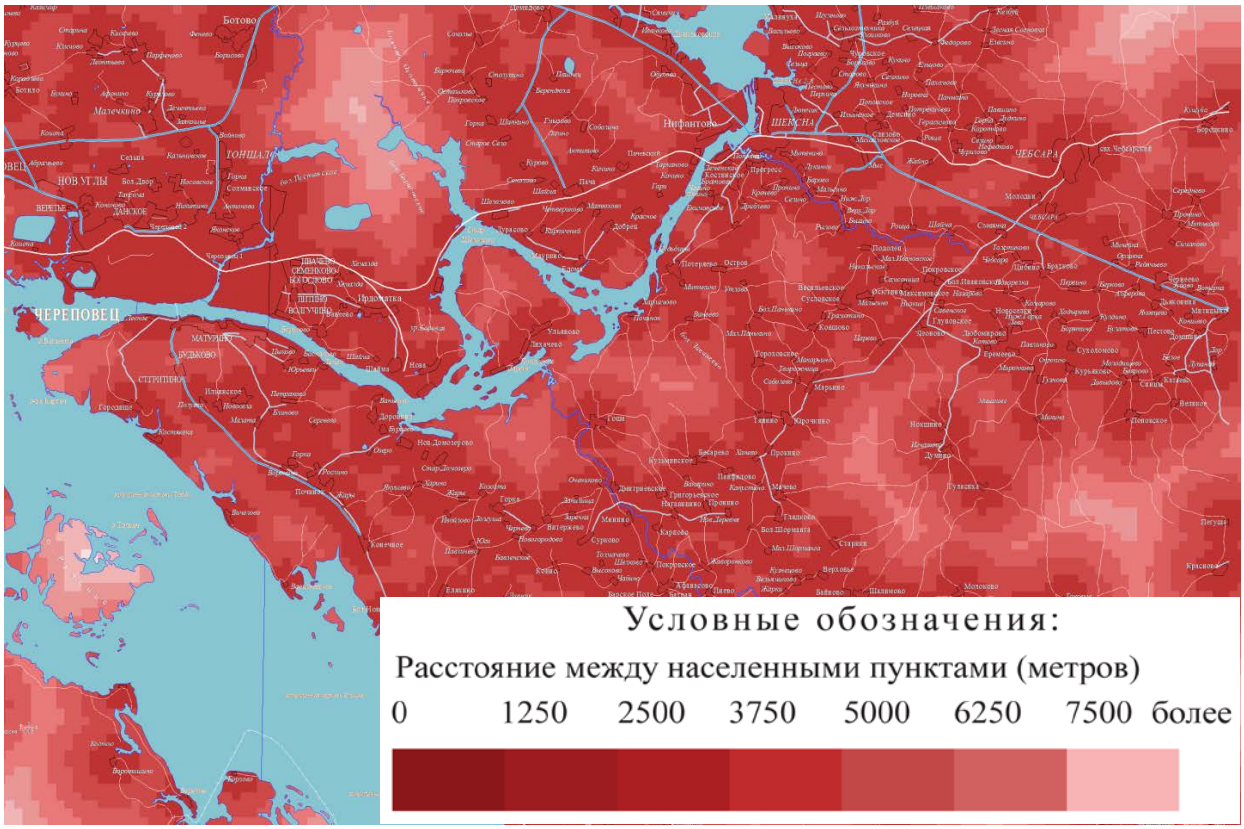

Рис. 4. Карта «Территориальная концентрация населения» (по карте масштаба 1:200 000) - фрагмент

По карте масштаба 1:100 000 выполнены эксперименты получения цифровых моделей рельефа и на их основе – морфометрических сюжетов. Карта масштаба 1:200 000 дала возможность путем обработки отдельных элементов составить частные тематические карты (лесистость, болотистость) и рассчитать характеристики демографического давления (концентрация населения и её индекс). По карте масштаба 1:500 000 построены демоэкономический, природный и экологический каркасы региона. Кроме того показаны районы разной степени благополучия по соотношению площадей средоформирующих, средонарушающих и средорегулирующих объектов (по картам масштаба 1:25 000).

Заключение

Диссертация представляет собой развитие картографического метода исследований в актуальном современном направлении – области использования топографических карт для решения задач природопользования. В ходе теоретических исследований и экспериментальных работ решена главная задача

диссертации – разработана методика оценки экологического состояния территории по топографическим картам. Основные результаты диссертации:

- Выполнен анализ приёмов картографического метода исследований с акцентом на изучение и обобщение опыта использования основного государственного картографического фонда – топографических карт в решении экологических проблем.
- Предложена концептуальная модель экологического содержания карт.
- Разработана методика экодиагностики территории по топографическим картам, ряд этапов которой имеет самостоятельное значение:

– выявлены значимые для экодиагностики территории прямые, производные показатели, включая производные карты, и сформированы базы показателей экологического значения природных, природно-антропогенных и антропогенных топографических объектов.
– предложены способы определения показателей – в один или несколько приёмов. Рекомендованные формулы обобщены в специальной сводке.
– выявлен информационный потенциал и предложены приёмы использования топографических карт для получения частных тематических карт узкого содержания, имеющих, с одной стороны, самостоятельное значение, а с другой – служащих источником для составления более сложных тематических карт.
– разработана и показана экспериментально на модельном полигоне методика построения экологического каркаса, как основы оптимизации управления территорией.
– показаны приёмы и примеры экологической интерпретации топографических объектов, имеющие вместе со сводками экологических показателей и способов их определения характер методических установок.

- В процессе экспериментальных исследований – экологического анализа территории – разработаны авторские оригиналы карт: демографического давления, территориальной концентрации населения, источников промышленных и транспортных загрязнений, лесистости, болотистости, водоохран-

ных зон, расчлененности рельефа, экологических каркасов, общей оценки экологического состояния территории – всего 9 оригиналов.

В целом кроме значения в развитии картографического метода исследований диссертация автора, по его мнению, может послужить вкладом и в развитие научной базы собственно экологических исследований.

Основные положения диссертации освещены в четырех статьях автора, три из которых – в рекомендуемых ВАК изданиях:

1. Приёмы исследования территории по топографическим картам: тенденции и результаты // Изв. вузов. Сер. Геодезия и аэрофотосъёмка, 2011, №3. – С. 95–101

2. Топографические карты в системе экодиагностики территории: оценка антропогенных воздействий // Изв. вузов. Сер. Геодезия и аэрофотосъёмка, 2011, №5. – С. 54–64 (соавт. Т.В. Верещака).

3. Топографические карты в системе экодиагностики территории: оценка информативности природных объектов // Геодезия и картография, 2011, № 10. – С. 14–19 (соавт. Т.В. Верещака).

4. Использование топографических карт при исследовании экологического состояния территории // Сборник по итогам научно-технической конференции, Вып. 3., 2011.