

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Географический факультет

на правах рукописи

МАРГОЛИНА Ирина Леонидовна

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА
(НА ПРИМЕРЕ ЛУЖСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

25.00.36 - геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва - 2002

Работа выполнена на кафедре рационального природопользования географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Научные руководители: доктор географических наук, чл.-кор. РАН, профессор Капица А.П., доктор географических наук, старший научный сотрудник Лурье И.К.

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор Голубев Г.Н., доктор географических наук, профессор Кочуров Б.И.

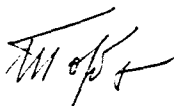
Ведущая организация: Тверской государственный университет

Защита состоится "26" декабря 2002г. в 15 часов на заседании диссертационного совета Д-501.001.13 в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова по адресу: 119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ, географический факультет, 18-й этаж, аудитория 1807.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке географического факультета МГУ на 21-м этаже

Автореферат разослан 21 ноября 2002 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Горбунова И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы диссертации. Увеличение темпов роста антропогенной нагрузки на окружающую среду и стремление к устойчивому развитию территорий требуют научного обоснования и реализации практических мероприятий по регулированию воздействия на природу. В первую очередь это рационализация природопользования, способствующая уменьшению антропогенного воздействия и сохранению природного каркаса территорий. Ее осуществление базируется на оценке геоэкологического состояния территории.

При планировании и выполнении конкретных мероприятий для отдельных территорий административный район является первой ступенью в сборе, обобщении и анализе экологической информации, а также в выработке и принятии решений по рационализации природопользования.

Для систематизации и накопления информации о состоянии окружающей среды, характеристиках антропогенного воздействия, показателях здоровья населения и др., на современном научно-техническом уровне, необходимо использовать ГИС-технологии, которые позволяют получать новые количественные и качественные показатели объектов и процессов, исследовать их связи и взаимодействия в географическом окружении.

Актуальность темы связана также с необходимостью повышения уровня экологического образования населения.

Исследования выполнены на примере Лужского административного района Ленинградской области, для территории которого становится все более востребованным осуществление мероприятий по рационализации природопользования.

Цель диссертационной работы состоит в разработке и совершенствовании методов геоэкологического обоснования рационализации природопользования для административного района, а также их апробации на примере Лужского района.

Поставленная в диссертационной работе цель определила необходимость решения следующих задач:

- выполнить анализ основных направлений исследований в области геоэкологической оценки и рационального природопользования, в том числе с применением ГИС-технологий;
- разработать методики оценки комплексного антропогенного воздействия и потенциальной устойчивости природных систем к различным видам воздействия на уровне административного района;
- разработать структуру ГИС для проведения геоэкологических исследований и оптимизации структуры природопользования в рамках административного района и создать ГИС «Лужский район»;

- на базе созданной ГИС: а) проанализировать влияние основных источников загрязнения и провести оценку комплексного антропогенного воздействия; б) оценить устойчивость природных систем к химическому и механическому воздействию, в) провести районирование территории по степени геоэкологической напряженности;
- разработать рекомендации по повышению эффективности мероприятий по рационализации природопользования в Лужском районе.

Научная новизна. В результате проведенного исследования:

- разработана новая методика геоэкологического обоснования рационализации природопользования для административных районов с использованием ГИС-технологий, включающая методики:
 - оценки комплексного антропогенного воздействия на территорию административного района,
 - расчета и картографирования показателей природной устойчивости территории на локальном уровне и геоэкологической напряженности;
- создана ГИС "Лужский район";
 - выполнена детальная геоэкологическая оценка, выработаны рекомендации по рационализации природопользования в Лужском районе и разработана программа экологического образования.

Практическая значимость работы. Разработанные методики оценки комплексного антропогенного воздействия, экологической устойчивости природных систем к различным видам воздействия и анализа геоэкологического состояния территории могут иметь значение при разработке мероприятий по устойчивому развитию территории и управлению состоянием окружающей среды.

Результаты исследований дают возможность прогнозировать экологическую ситуацию в административном районе при выявлении дополнительных источников антропогенного воздействия, их замене или перераспределении.

Результаты работы включены в отчеты кафедры рационального природопользования по госбюджетной теме «Взаимодействие человека и окружающей среды» №01.9.70003792 за 2000 год и по теме «Взаимодействие человека и окружающей среды, рациональное природопользование в целях устойчивого развития» №01.2.001.07995 за 2001 год, в отчеты по договору о научно-техническом сотрудничестве, заключенном между Географическим факультетом МГУ им. М.В.Ломоносова и Отделом «Молодежной политики и спорта» МО «Лужский район» в 1998 году, а также используются в учебном процессе на кафедре рационального природопользования.

Разработанная эколого-образовательная программа внедрена на территории Лужского района.

Апробация работы. Материалы работы докладывались на Международных конференциях: студентов и аспирантов по фундаментальным наукам в Москве 2000, 2002 годах; в Великом Новгороде в 2000 году, в Сыктывкаре в 2001; в Перми, Твери и Капарике (Португалия) в 2002 году; а также на научных семинарах в Санкт-Петербурге в 1999 и 2002 годах и в Твери в 2000 году. По материалам диссертации опубликовано 18 научных работ.

Автор выражает благодарность и искреннюю признательность научным руководителям – заведующему кафедрой рационального природопользования чл.-корр. РАН, профессору А.П. Капице и профессору кафедры картографии и геоинформатики, д.г.н. И.К. Лурье, всем сотрудникам кафедры рационального природопользования и особенно в.н.с А.В. Евсееву, в.н.с. С.Г. Покровскому, в.н.с. В.С. Поливанову, с.н.с. Т.А. Воробьевой за методические рекомендации и консультации в ходе выполнения работы. Автор благодарит фирмы «СканЭкс» и «Стронг-21» за техническую помощь в проведении исследований. Огромную благодарность выражает заведующим отделами и комитетами МО «Лужский район»: В.А. Великановой, О.В. Петрову, Т.Н. Навозовой за помощь в сборе информации и проведении экспедиционных работ на территории Лужского района; директору детского о/л «Буревестник» Г.А. Боевой и преподавателю школы №6 г. Луги И.И. Качановской за помощь в разработке и внедрении эколого-образовательной программы.

Структура и объем диссертационной работы. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 169 наименований. Общий объем работы 184 страниц, включая 37 рисунков, 19 таблиц, 14 фотографий, 15 страниц приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

1. Анализ направлений геоэкологических исследований в целях рационального природопользования. Современное состояние и перспективы развития.

Решение проблем рационализации природопользования требует проведения пространственно-временных междисциплинарных исследований геосистем и в первую очередь геоэкологических.

Основное развитие представления о факторах геоэкологического состояния территории получили в литературе в конце XX века. Взаимосвязи геоэкологических исследований с формулированием и изучением принципов устойчивости геосистем к внешним воздействиям отражены в работах Д.Л. Арманды, М.А. Глазговской, Л.И. Мухиной и других ученых. Немаловажное значение в этих исследованиях имеют вопросы, связанные с отдельными видами антропогенного воздействия, механизмами и последствиями его проявления,

освещенные в работах С.П.Горшкова, К.Н. Дьяконова, Н.С. Касимова, В.И. Кружалина, М.П. Ратановой, Ю.Г. Симонова, Р.С. Чалова и других авторов.

В 90-ых годах XX века особые усилия ученых были направлены на региональные и глобальные исследования состояния геосистем, отраженные в работах Г.Н. Голубева, Н.Н. Ключева, Б.И. Кочурова. Вместе с тем оперативным звеном в принятии решений по рационализации природопользования является административный район, на уровне которого проводится первый сбор и обобщение геоэкологической информации, поступающей в районные отделы охраны природы, землеустройства и статистики. Поэтому для локальных территорий в первую очередь необходимо проводить анализ геоэкологического состояния, направленный на улучшение состояния окружающей среды.

Хотя в последние годы появились работы, обосновывающие различные аспекты в определении стратегии природопользования (в работах А.В. Евсеева, К.В. Зворыкина, С.Г. Покровского, Н.Ф. Реймерса, Т.Г. Руновой), следует признать, что вопрос выработки такой стратегии для геосистем различного уровня остается открытым.

Методы изучения геоэкологического состояния территорий, а также обеспечения функционирования систем наблюдений за состоянием их компонентов природной среды и антропогенным воздействием, базируются на данных полевых исследований, разновременных картографических материалах и результатах математического моделирования, данных дистанционного зондирования, позволяющих осуществлять мониторинг территорий разного уровня в близком к реальному режиму времени. Большинство разработанных методов основано на статистической обработке данных и картографическом представлении результатов в виде картограмм и блок-диаграмм. Однако эффективность использования большого объема пространственно-временной информации связана в первую очередь с применением ГИС-технологий ее геоэкологического анализа. Методика применения ГИС-технологий в геоэкологических исследованиях представлена в работах А.М.Берлянта, В.И.Кравцовой, И.К.Лурье, Б.А.Новаковского, В.С.Тикунова, С.В.Чистова D. Chapman, S. Vaja. Созданы ГИС в рамках административных границ городов - Саранск, Саратов, Вологда, Ярославль, Брянск и др., административных районов - Воскресенский (Московской области), Слюдянского, Ольхонского (Иркутская область) и др., а также в географических границах регионов: Балтийского моря (Baltic Sea region), Азовского и Черного морей, бассейнов рек Волга, Fraser, Patex, Cedar и другие - позволяющие получать оперативную информацию о состоянии окружающей среды изучаемых территорий.

2. Разработка и совершенствование методов геоэкологического обоснования рационализации природопользования.

Выполненный анализ существующих методов геоэкологических исследований в целях рационализации природопользования в административных районах показал, что разработка способов оценки разных видов воздействий и устойчивости природных систем базируется на выделении ведущих геоэкологических факторов и анализе их пространственных взаимосвязей. Оптимизации методик решения этих задач способствуют создание для исследуемой территории проблемно-ориентированной ГИС и ее применение для выявления пространственно-временных геоэкологических закономерностей.

Важное свойство ГИС как цифровой информационной модели геосистемы определенного уровня – научно-обоснованное отображение в ней главных особенностей объектов, процессов и явлений на выбранной территории с учетом их генезиса и иерархии. При разработке структуры ГИС для геоэкологических оценок территории административного района должны учитываться *эколого-географическая особенности района и ведущие факторы*, отражающие суть решаемых задач, характеризующие типы воздействия на природную систему и их взаимодействие, определяющие состав информационного обеспечения ГИС и выбор способов анализа их пространственного распространения.

В диссертационной работе разработана структура проблемно ориентированной ГИС для проведения оценки геоэкологического состояния территории административного района (рис 1). В структуре ГИС выделены природный, антропогенный, медико-демографический блоки, содержащие исходную тематическую информацию по направлениям оценки и результаты пространственных расчетов, а также блок поддержки принятия решений для целей оптимизации природопользования.

Природный блок предназначен для сбора и обработки информация по ведущим природным факторам формирования геосистем, к которым отнесены: рельеф, подстилающие породы, поверхностные и грунтовые воды, почвенные и растительные комплексы.

В задачи антропогенного блока включены сбор данных по различным видам воздействия на природную среду на основе информации, предоставляемой районными комитетами охраны природы, землеустройства, статистики и расчет пространственного распределения показателей антропогенной нагрузки.

Для решения задач рационализации природопользования целесообразно в структуру ГИС включать блок, предназначенный для анализа медико-демографической ситуации в районе на основе данных собираемых по медицинским участкам (Малхазова, 2001) при условии их достоверности и достаточной детальности для проводимого исследования.

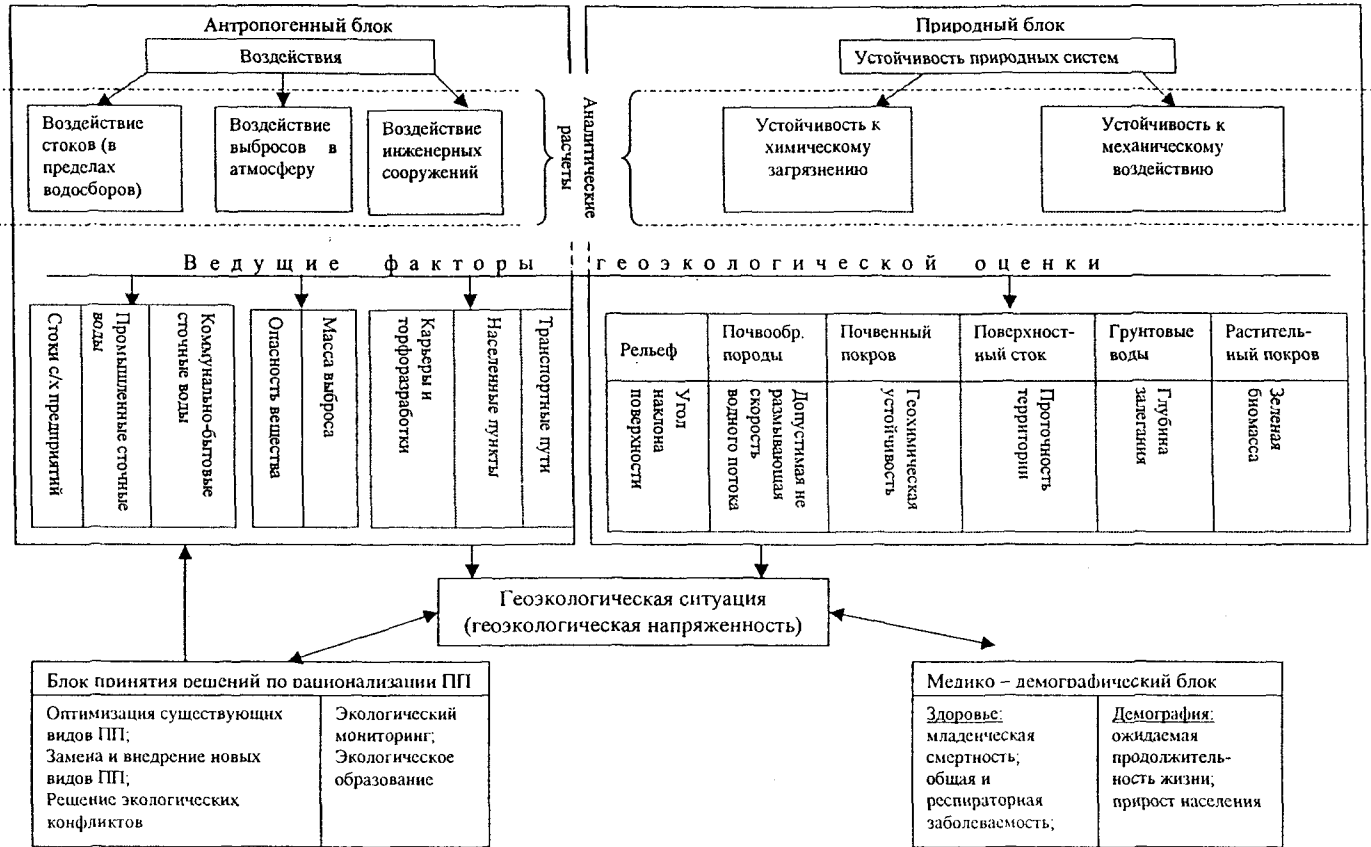


Рис. 1. Структура геoinформационной системы для проведения геоэкологического обоснования рационализации природопользования для административного района.

В ГИС позиционной базой для локализации как топографических, так и тематических характеристик обычно служит цифровая карта-основа на исследуемую территорию определенного масштаба и проекции, обеспечивающая привязку тематических данных с известной точностью. Особенностью создания ГИС для территорий административных районов является, как правило, отсутствие материалов для привязки данных с высокой точностью.

ГИС, предназначенные для выполнения географического анализа, должны обеспечивать получение ответов на вопросы о характере распределения объектов и способах их отображения на карте, классах объектов и их параметрах, выводов о процессах (причинах), создавших эти распределения.

Для анализа пространственного распределения изучаемых объектов и процессов, а также пространственного и тематического согласования разнотипных и разномасштабных источников информации, предложена методика, базирующаяся на построении квадратных (регулярных) сеток (известных как методика GRID). Такие сетки, образующие подобласти равной площади, позволяют осуществлять географическую интерполяцию количественных показателей, основанную на изучении явления и его территориальных и количественных изменений под влиянием географических факторов, а также уточнять информацию по крупномасштабным или более современным источникам. С применением таких сеток проще осуществлять ГИС-технологии оверлея слоев географических данных (например, антропогенных и природных факторов) для их сопряженного анализа и выявления пространственной взаимосвязи этих факторов при принятии решений (например, по землепользованию).

При построении регулярной сетки необходимо рассматривать три возможных случая их применения: – для осуществления пространственной привязки разномасштабных картографических материалов и снимков; – для выполнения тематического согласования информации и расчета пространственных характеристик антропогенной нагрузки, определенных в точках (или привязанных к точкам); – для анализа пространственных закономерностей и взаимосвязей объектов изучения.

В первом случае построение сетки создает новые точки с известными (рассчитанными) координатами, образующие узлы сетки. Построение прямоугольной сетки позволяет упростить переход от разных систем координат к прямоугольным. Наложение такой сетки на топографическую карту-основу с привязкой ее 4-х узлов (тиков) к узлам топографической сети и выбором подходящего шага обеспечит возможность корректировки информации в базе данных ГИС, используя разномасштабные источники.

Во втором случае для каждой ячейки сетки определяют и/или рассчитывают необходимые показатели, предполагая неизменность (однородность) характеристик внутри ячеек. Размер и количество ячеек в сети определяется

поставленными задачами, детальностью исходных данных, техническими возможностями (Тикунов, 1997).

В третьем случае построение ячеек одного размера позволяет получить такие характеристики пространственного распределения, как плотность, равномерность, регулярность, оценить случайность распределения и т.п. (Де-Мерс, 1999).

Выбор размера ячейки сетки при выполнении геоэкологических исследований целесообразно соотносить с размером площади водосбора: площадь ячейки должна быть не больше площади элементарного водосбора.

В диссертационной работе разработаны методики выполнения оценок антропогенного воздействия, устойчивости природных систем к различным видам воздействия, геоэкологической напряженности и комплексной геоэкологической оценки, расчет показателей, для которых осуществляется для каждой ячейки построенной сетки.

Исследования различных видов антропогенного воздействия для административного района проводится на основе ежегодной отчетной информации по видам воздействия. Результаты расчетов носят оценочный характер и необходимы для пространственного анализа антропогенной нагрузки в пределах исследуемой территории. Для данной цели целесообразно проводить рассмотрение воздействия по следующим направлениям:

- воздействие выбросов в атмосферу загрязняющих веществ;
- химическое воздействие на водоемы и водотоки в пределах выделяемых водосборов;
- механическое воздействие, оказываемое инженерными сооружениями, рекреационной нагрузкой и с/х деятельностью.

Анализ воздействия атмосферных выбросов на территорию базируется на оценке механического переноса частиц загрязняющих веществ. В разработанной нами методике при расчетах учитывается масса и состав выброса, высота трубы, средние скорости и повторяемости направления ветра. Для каждого источника загрязнения определяется распределение плотности приведенного выброса с учетом опасности вещества и дальности его распространения. Расчеты выполняются по 32 контурам вокруг источника, представляющим восемь секторов розы ветров, пропорционально разделенных на четыре части концентрическими окружностями, максимальный радиус которых рассчитывается как функция от высоты трубы и скорости ветра.

Воздействие на водоемы и водотоки рассматриваются как функция от численности населения, наличия объектов сельскохозяйственного производства (включая животноводческие фермы), сбросов очистных сооружений.

Механическое воздействие рассматривается по показателям населенности территории и наличию инженерных сооружений, оцененных по методике оценки воздействия от инженерных сооружений (Комплексное ..., 1999).

Комплексное антропогенное воздействие в разработанной методике рассчитывается как сумма нормированных величин каждого вида воздействия с учетом весовых коэффициентов, зависящих от экологической ситуации в исследуемом районе и назначаемых на основе экспертных оценок.

Для оценки *относительной устойчивости природных систем*, исходя из природных особенностей территории и вида оказываемого воздействия, проводится выбор и анализ ведущих компонентов геосистем, являющихся индикаторами их устойчивости при внешнем воздействии.

Для административных районов, расположенных в таежной зоне, рассматриваются: рельеф, почвообразующие породы, грунтовые воды, поверхностный сток, почвенные и растительные комплексы, а также климатические характеристики, обуславливающие потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА).

При оценке устойчивости природных систем в работе проводится анализ одной характеристики каждого из рассматриваемых компонентов, при этом показатель должен быть количественным и характеризовать роль компонента в устойчивости при оказанном воздействии. Предлагается рассматривать следующие характеристики: степень проточности территории, углы наклона, геохимическую устойчивость почвенных комплексов (по М.А. Глазовской), нормированный вегетационный индекс, допустимую не размывающую скорость водного потока, уровень залегания грунтовых вод.

Показатели относительной устойчивости территории рассчитываются как сумма нормированных компонентных характеристик с учетом значимости каждого из анализируемых компонентов в определенном виде воздействия. Значимость определяется по результатам экспертных оценок и выражается в виде весовых коэффициентов, ранжированных согласно методике Э.Г. Коломыца (1998) в интервале $[0; 1]$, при сумме всех коэффициентов равной 1.

Оценка геоэкологического состояния территории проводится на основе показателя геоэкологической напряженности, определяемого как разность между произведением компонентных показателей устойчивости и показателем комплексного антропогенного воздействия. Показатель геоэкологической напряженности – безразмерная величина, изменяющаяся в интервале $[-1; +1]$ и показывающая, насколько территория способна противостоять или не противостоять оказываемому антропогенному воздействию. При значениях напряженности в интервале $(0; +1]$ соответствует способности территории противостоять оказываемому воздействию, в интервале $[-1; 0)$ территории не способны противостоять воздействию, при значениях близких к 0 наблюдается критическое состояние.

3. Факторы геоэкологического обоснования рационализации природопользования Лужского района.

Научно-методические разработки применены при исследованиях по рационализации природопользования на территории Лужского административного района. В соответствии с разработанной методикой в диссертационном исследовании определены ведущие факторы геоэкологического обоснования для территории района, расположенного на юге Ленинградской области и имеющего площадь более 6 тыс. км².

Рельеф территории сформировался в Лужскую стадию Валдайского оледенения. В центральной и западной частях района расположена Лужская возвышенность с отметками высот 130-140 м, к северу и юго-востоку территории понижается к Лужской низменности с отметками 40-50 м.

Район находится в *умеренном климатическом поясе в северо-западной подобласти*. Осадки выпадают в течение всего года, но большая часть - с августа по октябрь, когда преобладают северо-западные направления ветра, со средней скоростью 3,0-3,4 м/с.

Реки района имеют преимущественно снеговое питание. *Главной водной артерией* района является река Луга (верхнее и среднее течение) с притоками - реками Оредеж, Саба, Ящера, Ракитинка, Долгая - бассейну которых принадлежит 80% территории района, и река Плюсса (на юго-западе района).

Грунтовые воды (в основном гидрокарбонатные и железо-марганцевые) залегают на глубине от 20 м на возвышенности, до 0 – на территориях болотных комплексов, наиболее крупный из которых «Мшинское болото», расположенный на Северо – востоке района.

Лужский район расположен в южно-таежной зоне, 56 % территории района залесено, 20 % - заболочено. Согласно классификации А.А. Ниценко (1964) выделяется четыре района *естественной растительности*: Мшинский (сфагново-моховые и вересковые болота, с сосняками на окраинах болот), Сяберский (сосняки, на склонах ельники с участием липы, дуба и клена), Осьминский (преобладают еловые леса и сосняки), Нижне–Оредежский (мелколиственные леса).

В районе преобладают дерново-подзолистые и подзолистые *почвы*, сформированные на разнозернистых *песках и суглинках*.

Согласно схеме районирования Исаченко А.Г. (1965) на территории Лужского административного района выделяются пять физико-географических районов.

Активное освоение современной территории района началось с начала XVIII века, до этого времени преобладало традиционное природопользование, связанное, главным образом с выпасом КРС и сенокосением. В настоящее время в структуре землепользования сельскохозяйственным землям принад-

лежит 36,7%, лесному фонду – 25,8%, землям промышленности, транспорта и обороны – 17,4% (значительная часть земель, принадлежащих обороне залесена). В районе расположено десять особо охраняемых природных территорий, среди которых гидрологические, ландшафтные и комплексные заказники регионального и республиканского значения, занимающих 13,6% площади района.

Район имеет выгодное экономико-географическое положение, находясь на стыке трех областей между такими крупными промышленными и культурными центрами как Санкт-Петербург, Псков, Новгород, Кингисепп. Административный центр – город Луга расположен на трассе Санкт-Петербург – Киев.

Население Лужского района составляет 80 тыс.чел, из них почти 50% жители единственного в районе города (административного центра) – г. Луги.

Сельское хозяйство района имеет молочно-картофелеводческую специализацию. В районе 17 промышленных предприятий, такие как: «Лужский абразивный завод» (преобладают выбросы оксида азота, сернистого ангидрида, формальдегида), «Белкозин» (сернистый ангидрид, оксид углерода, неорганические соединения), ЖБИМК (пыль неорганическая, сернистый ангидрид). В общем объеме производства товаров и услуг преобладает промышленная продукция, составляющая более 70% от валового дохода района.

Состояние здоровья населения сильно дифференцировано в пределах района. Онкологическая заболеваемость в городе Луге превышает районные показатели почти в 2 раза. Наибольшие показатели по общей заболеваемости отмечены в городе Луга, поселках Заклинье, Осьмино, Дзержинский. Заболеваемость туберкулезом в районе, превышает областной уровень в 2,6 раза.

Согласно методике оценки сбалансированности развития, предложенной Мураи (Голубев, 1999), включающей следующие критерии: залесенность территории, доля сельскохозяйственных площадей, плотность и численность городского населения развитие района идентифицировано как устойчивое.

4. Анализ геоэкологического состояния Лужского административного района на основе созданной ГИС.

Для выполнения пространственного анализа, геоэкологических оценок и разработки геоэкологического обоснования рационализации природопользования на территории Лужского административного района создана проблемно-ориентированная ГИС "Лужский район", структура которой рассмотрена во 2 главе.

Исходной информацией для анализа геоэкологического состояния Лужского района послужили данные статистики, представленные в отчетах о состоянии окружающей среды и здоровья населения за 1997-2000 г.г., картографические материалы (общегеографические и тематические карты разных

масштабов), многозональные космические снимки получены съемочными системами СПОТ и Ресурс – МСУСК, результаты полевого дешифрирования.

Проблемно-ориентированная экологическая ГИС "Лужский район" обеспечивает сбор и хранение информации, проведение пространственного анализа природных и антропогенных характеристик и представление результатов в виде комплекса карт создана. В качестве программного обеспечения использованы лицензионные ГИС-пакеты: *ArcView.3* и *ArcInfo* (разработки ESRI, США) - для обработки векторной информации; *Idrisi* (университет Кларка, США) - для обработки снимков; для обработки статистической информации применена программа *Microsoft Excel*.

В качестве картографической основы ГИС использована отсканированная топографическая карта Ленинградской области масштаба 1:500 000. На базе ее координатной сети построена регулярная рабочая сетка, которая использовалась для привязки разномасштабных картографических материалов, снимков и данных полевых обследований, а также координирования и пространственной интерполяции атрибутивной информации (качественных характеристик), в том числе статистических данных. Создание сетки обеспечило исследование дополнительными точками с известными координатами, что обеспечило корректную генерализацию информации по выделяемым тематическим контурам.

Процедура построения сетки выполнена с помощью команды GENERATE с параметром "fishnet" пакета ArcInfo. Сетка привязывалась к карте-основе с указанием координат левого нижнего угла (58°20' с.ш., 28° 30' в.д.), направления (совпадающего с направлением вертикальной оси системы карты) и параметров проекции, позиционная точность пространственной привязки соответствует 150 метров. Сетка состоит из 1034 ячеек размером 1'25"x1'25". Выбор размера ячеек обусловлен значением площади элементарного водосбора, что в таежной зоне по данным А.Г. Косицкого, Ретеюм К.Ф. и др. (1999) соответствует 5-6 км².

Для создания слоев БД в ГИС «Лужский район» с карт и снимков использовалась следующая тематическая информация: природная - рельеф, четвертичные отложения, гидрология, уровень залегания грунтовых вод, климатические районы, почвенный покров, растительность, ландшафтные комплексы; социально-экономическая – административные границы, населенные пункты, транспортные пути, объекты промышленности и котельные, очистные сооружения, карьеры и торфоразработки, животноводческие фермы, как обуславливающие основное антропогенное воздействие в районе.

Выполненный с помощью созданной ГИС пространственный анализ природных и антропогенных характеристик изучаемых объектов и их взаимосвязей позволил получить показатели углов наклона поверхности и проточности

территории, а также комплексного антропогенного воздействия, устойчивость природных систем к химическому и механическому воздействию, геоэкологической напряженности; разработать эколого-образовательные маршруты для знакомства с экологической ситуацией в районе для учащихся средних школ. Анализ геоэкологической ситуации выполнен на основе разработанной в диссертации методики.

Воздействие выбросов в атмосферу проанализировано для 14 котельных и 12 промышленных предприятий района; для каждого из этих объектов рассчитаны ареалы плотности приведенного выброса по 32 контурам, построенным с учетом розы ветров, объема и состава выбросов и высот труб объектов. Воздействие на водоемы и водотоки проведено в пределах бассейнов притоков 1-го порядка реки Луги согласно Европейской классификации (Хортон, 1948), а также для бассейнов низкопорядковой боковой приточности. Воздействие инженерных сооружений рассмотрено для карьеров, торфоразработок, железных дорог (в одну и две колеи), автомагистралей районного и федерального значения, территорий городской застройки.

Результаты расчета комплексного антропогенного воздействия на территорию района выполненные путем интерполяции по ячейкам сетки с последующим содержательным анализом (рис.2). Наиболее сильному комплексному воздействию подвержена центральная и южная части района за счет выбросов расположенных здесь стационарных источников, а также воздействия инженерных сооружений, включая городскую застройку. Среднее по величине воздействие оказывается на восточную, северную и северо-западную части, в пределах которых сосредоточены основные торфоразработки, дорожные магистрали и животноводческие фермы. Незначительным воздействиям подвержены северо-восточные и западные части района, расположенные в пределах малоосвоенных речных бассейнов и где не сказывается воздействие атмосферного загрязнения.

Для территории Лужского района наиболее значимыми для формирования геоэкологической обстановки являются процессы, связанные с денудационно-аккумулятивной деятельностью и изменением химического состава компонентов природной среды, поэтому для рассматриваемой территории целесообразно оценивать устойчивость геосистем по отношению к механическому и химическому воздействию.

При оценке устойчивости к химическому и механическому воздействию предлагается использовать следующие цепочки значимости компонентов природной среды, построенные на основе экспертных оценок:

- для химического воздействия: поверхностные воды – растительный покров – почвенный покров – грунтовые воды;

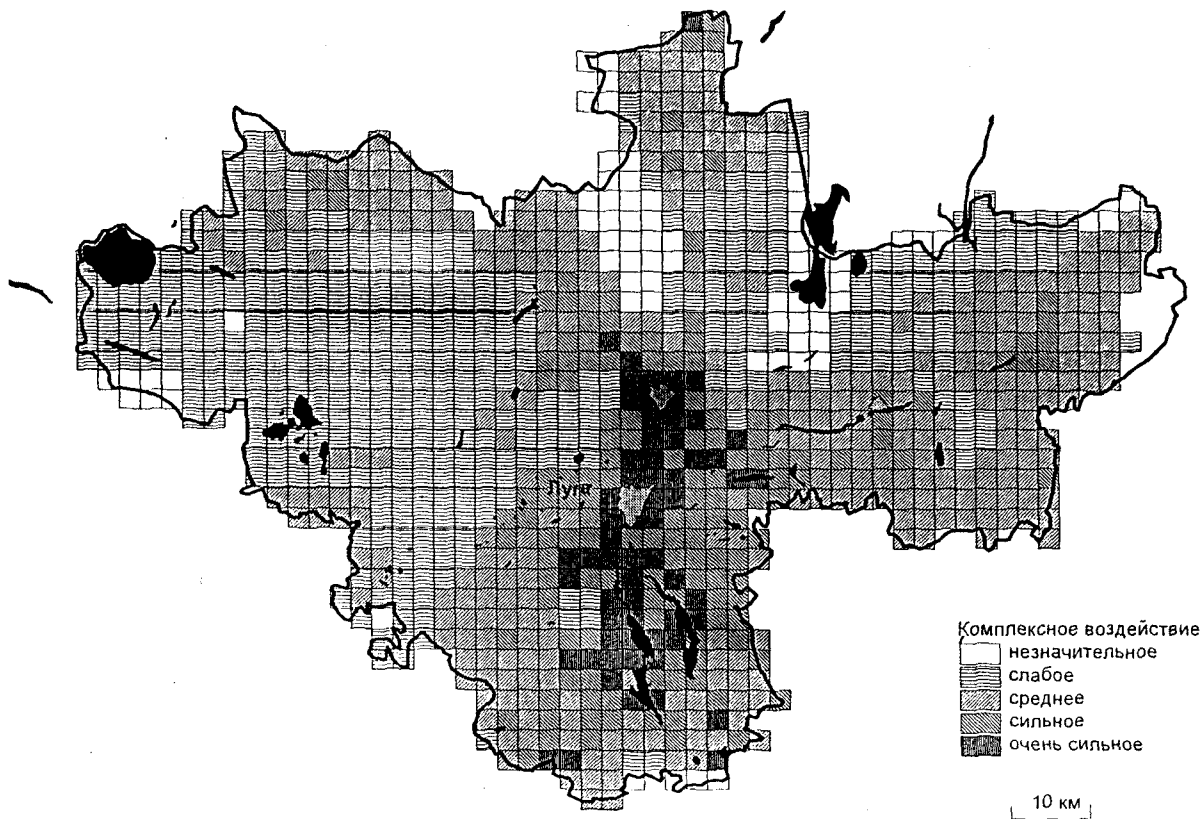


Рис. 2. Комплексное антропогенное воздействие.

для механического воздействия: рельеф – растительный покров – почвообразующие породы –поверхностные воды.

Связь весовых коэффициентов значимости (весовых коэффициентов) представлена соотношением: $4x+3x+2x+x=1$, где x – значение наименьшего коэффициента.

При таком выборе весовых коэффициентов относительная экологическая устойчивость территории к химическому и механическому воздействию рассчитываются:

$$ЭУ_{\text{хим}} = 0,4 (N_{\text{водн}}) + 0,3 (N_{\text{раст}}) + 0,2 (N_{\text{почв}}) + 0,1 (N_{\text{грунт.воды}})$$

$$ЭУ_{\text{мех}} = 0,4 (N_{\text{рельеф}}) + 0,3 (N_{\text{раст}}) + 0,2 (N_{\text{почвообр.породы}}) + 0,1 (N_{\text{водн}})$$

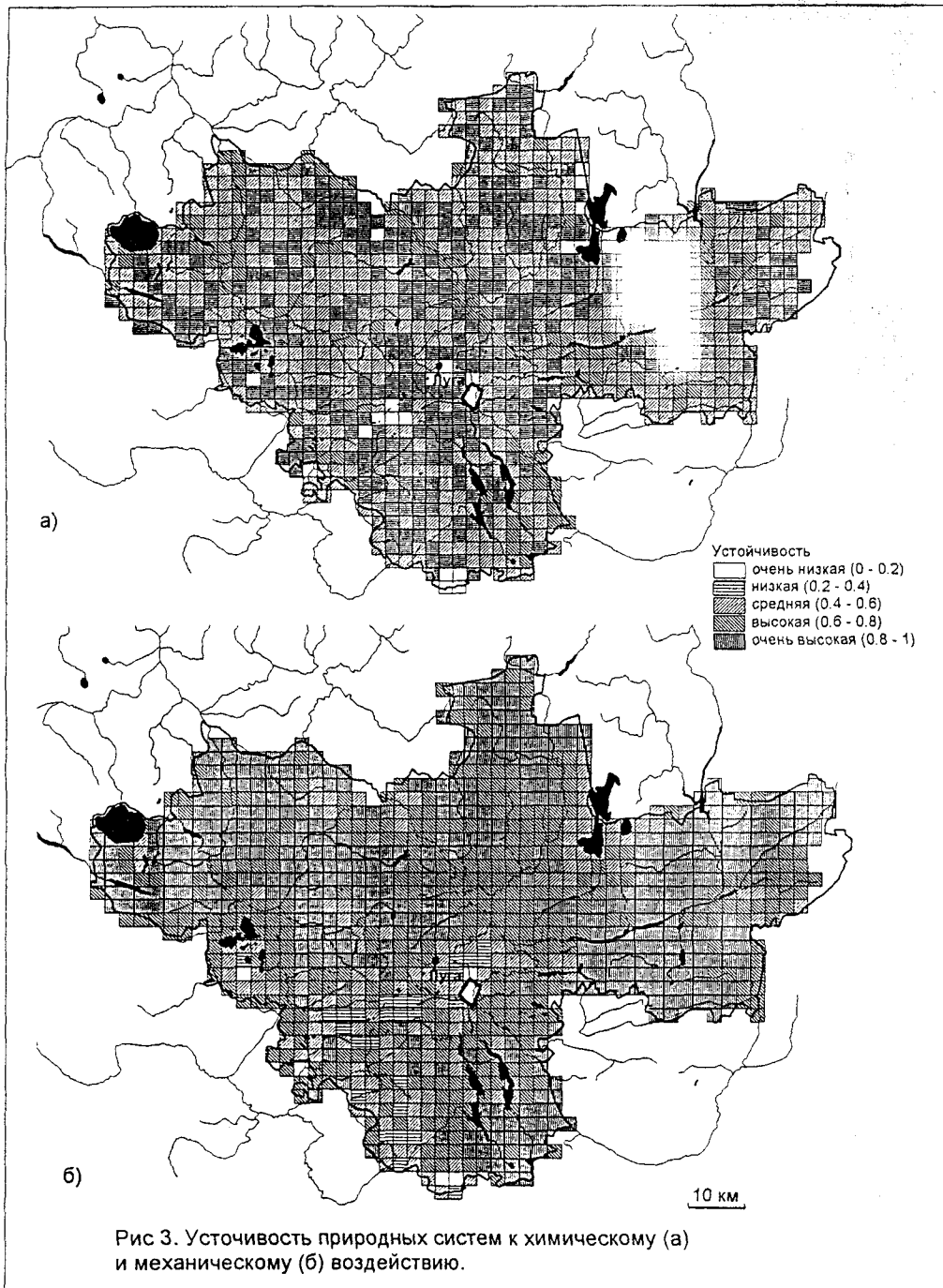
где $N_{\text{водн}}$, $N_{\text{почв}}$, $N_{\text{раст}}$, $N_{\text{грунт.воды}}$, $N_{\text{рельеф}}$, $N_{\text{почвообр.породы}}$ - нормированные величины рассматриваемых характеристик (проточность территории, геохимическая устойчивость почвенных комплексов, нормализованный вегетационный индекс, уровень залегания грунтовых вод, угол наклона поверхности, допускаемая не размывающая скорость водного потока).

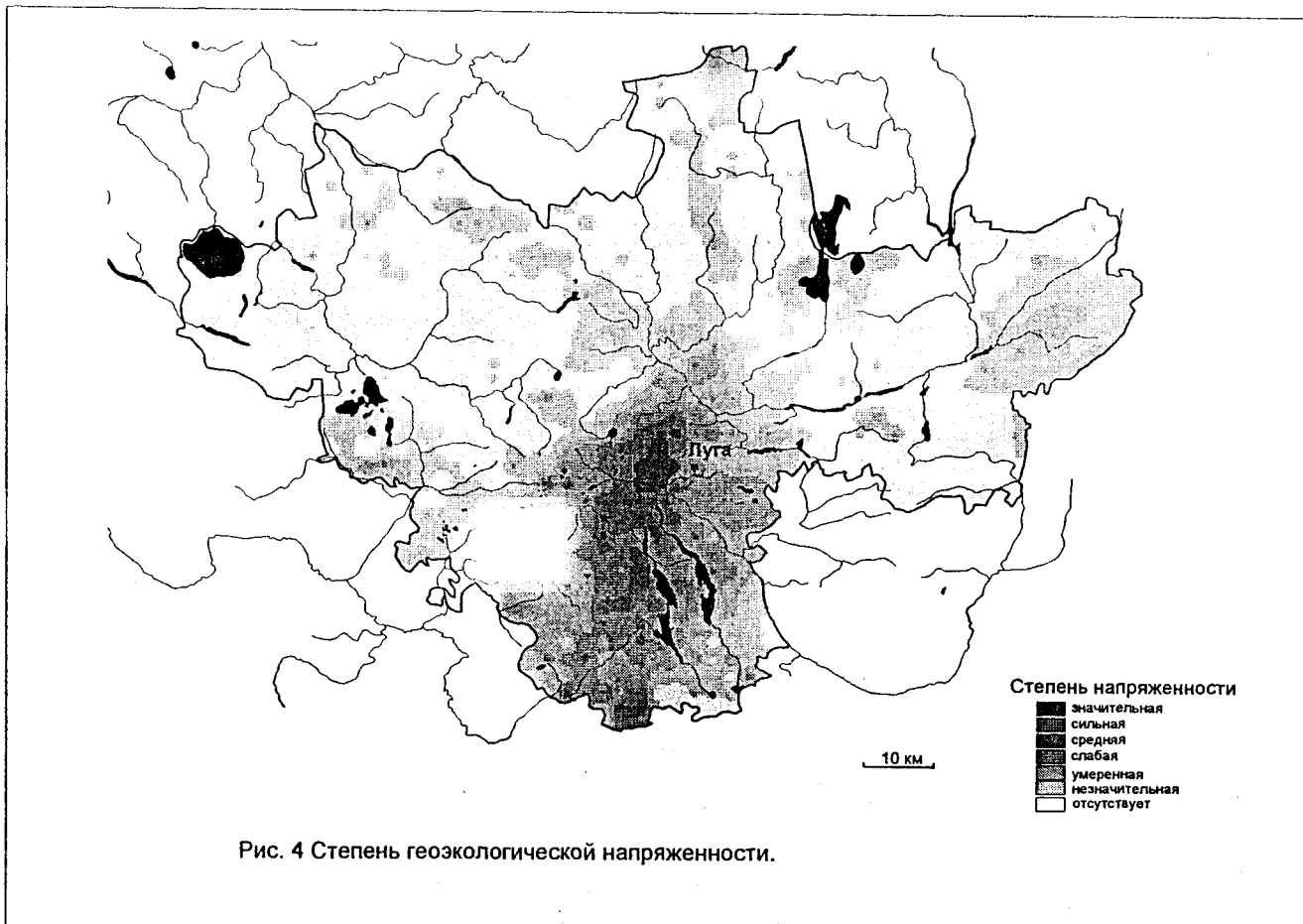
Область допустимых значений рассчитанных безразмерных показателей устойчивости задается интервалом от [0; 1], при этом 0 характеризует наиболее уязвимые территории, а 1 - наиболее устойчивые территории к рассматриваемому воздействию.

Выполненные для Лужского района расчеты (рис. 3) показали, что наиболее устойчивыми территориями по отношению к химическому воздействию являются залесенные территории на дерново-карбонатных почвах с промывным режимом увлажнения, расположенные в западных и восточных частях района, по отношению к механическому воздействию – наиболее уязвимы обезлесенные холмистые территории расположенные в центральной и юго-западной частях района.

Результаты проведенных расчетов геоэкологической напряженности показывают, что средний показатель по территории района составляет +0,08, таким образом, в целом территория имеет небольшой запас буферных свойств. Дифференциация показателя экологической напряженности по территории района представлена на рисунке 4, из которого видно, что наиболее значительная степень геоэкологической напряженности сложилась в центральной части района, а отсутствие геоэкологической напряженности наблюдается в северо- и юго-восточной и западной частях района.

Характеристика выделенных территорий по степени напряженности представлена в табл. 1, из которой согласно классификации Б.И. Кочурова (1999) следует, что территории с отсутствием и незначительной степенью напряженности можно отнести к территориям с удовлетворительной геоэкологической ситуацией, на этой территории допустимо увеличение антропогенного воздействия. Территории со слабой и средней степенью напряженности име-





ют конфликтную геозкологическую ситуацию, на них допустимо только сохранение воздействия на существующем уровне. Для территорий имеющих сильную и значительную напряженность геозкологической ситуации необходимо проведение мероприятий по уменьшению оказываемого воздействия. Территорий с кризисной и катастрофической остротой геозкологической ситуации в Лужском районе не выделено.

Таблица 1. Характеристика показателя напряженности геозкологической ситуации для Лужского административного района.

Острота геозкологической ситуации ^{*)}	Напряженность геозкологической ситуации	Преобладающее природопользование	Изменение антропогенного воздействия
Удовлетворительная (отсутствии или крайне малое загрязнение)	Отсутствует	Лесохозяйственные территории (коренные леса)	Допустимо увеличение воздействия
	Незначительная	Лесохозяйственные территории (коренные леса на водоразделе)	
	Умеренная	Лесохозяйственные территории (преимущественно вторичные леса), сельхозземли (луга и пашни)	
Конфликтная, напряженная (загрязнение не превышает ПДК)	Слабая	Малоосвоенная часть военного полигона, старые торфоразработки; лесохозяйственные территории вблизи населенных пунктов	Возможно сохранение воздействия
	Средняя	Основные сельскохозяйственные угодья	
Критическая (загрязнение 0,1п-пПДК)	Сильная	Территории пригородного сельского хозяйства, испытывающие среднее антропогенное воздействие	Необходимо уменьшение воздействия
	Значительная	Территория городской застройки (включая объекты промышленности), подверженная сильному антропогенному воздействию	
Кризисное (загрязнение >пПДК)	—	—	—
Катастрофическое (загрязнение 10п ПДК)	—	—	—

^{*)} - согласно классификации Б.И. Кочурова (Кочуров, 1999).

5. Природопользование на территории Лужского района и перспективы его рационализации.

Основываясь на классификации, разработанной К.В.Зворыкиным, и учитывая особенности исследуемой территории, выделено девять основных видов природопользования в Лужском районе:

Средоэксплуатирующее природопользование:

- Ресурсоэксплуатирующие: ресурсопотребляющее (водохозяйственное (1); промышленное (2)); ресурсовоспроизводящее (сельскохозяйственное (3), лесохозяйственное (4));
- Местозэксплуатирующее – транспортное (5), селитебное (6), рекреационное (7), специальное (8);

Средоохранное природопользование – природоохранное (9).

Для этих видов природопользования разработаны рекомендации по их оптимизации. Они предусматривают три типа основных направлений оптимизации (рационализации) для территории Лужского административного района: оптимизация уже существующих видов природопользования, замена и внедрение новых видов природопользования, и решение экологических конфликтов между различными видами природопользования. Способы реализации этих направлений предполагают создание сети экологического мониторинга и развитие экологического и природоведческого образования, т.е. повышения уровня экологической грамотности населения.

Наиболее актуальным для района является *рационализация в промышленном и в сельскохозяйственном природопользовании*. При этом основное внимание необходимо уделять территориям с сильной и со значительной степенью геоэкологической напряженности (рис. 4). Рационализация промышленных форм природопользования связана главным образом с экологизацией производства: внедрение малоотходных технологий, установка дополнительных очистных сооружений, использование более качественной сырьевой базы. Проведения такого рода мероприятий должно быть направлено на сокращение выброса в атмосферу загрязняющих веществ и сброса загрязненных сточных вод.

Рационализация в сельском хозяйстве связана с изменением структурных особенностей сельскохозяйственного производства. Природные и экономические предпосылки развития молочного и молочно-мясного животноводства позволяют расширить данные отрасли, а также сделать основной акцент в растениеводстве на высококачественные кормовые угодья. Кроме этого целесообразно проведение следующих мероприятий: увеличение доли высококачественных кормовых угодий при уменьшении площади под зерновыми в малорентабельных и нерентабельных хозяйствах; проведение севооборота; внедрение адаптированных к местным условиям севооборотов. Для животноводческой отрасли может быть рекомендовано также расширение коневодства на базе в д. Калгановка для создания основы развития конного туризма в районе; развитие звероводства.

В замене и внедрении новых видов природопользования основными направлениями оптимизации является закрытие нерентабельных производств по торфодобыче и проведение рекультивационных мероприятий.

В результате геоэкологического исследования выделены конфликтные ситуации, которые подразделены на малозначимые, значимые и наиболее значимые экологические конфликты между природопользователями [Табл. 2]. Для каждой конфликтной ситуации предлагаются мероприятия по их разрешению. Мероприятия включают как замену и оптимизацию существующих видов природопользования, так и нахождение компромиссов между природопользователями в интересах улучшения экономической и экологической ситуации в районе.

Таблица 2. Экологические конфликты между природопользователями (ПП) на территории Лужского района.

Вид ПП, принимающий воздействие	Промышленный	Сельскохозяйственный	Селитебный	Транспортный	Лесохозяйственный	Водохозяйственный	Рекреационный	Природоохранный	Специальный
Промышленный			*** 1		* 2	*** 3			
Сельскохозяйственный						* 4			
Селитебный						* 5		* 6	
Транспортный			** 7					*** 8	
Лесохозяйственный									
Водохозяйственный							* 9		
Рекреационный						** 10		* 11	* 12
Природоохранный									
Специальный							*** 13		

* - малозначимый, ** - значимый, *** - наиболее значимый

Рациональное ведение природопользования в районе требует *организация сети мониторинга за состоянием окружающей среды*. Выполненные исследования показывают, что первоочередное внимание следует уделять мониторингу водных объектов и атмосферного воздуха в районах с сильной и значительной степенью геоэкологической напряженности, а в районах с от-

сутствием и незначительной степенью напряженности разместить станции фонового мониторинга. Центральную станцию комплексного фонового мониторинга целесообразно оборудовать на территории заказника "Мшинское болото" (верховое болото не испытывающее атмосферного загрязнения).

Одним из основных видов природопользования в Лужском административном районе должно стать рекреационное с развитием экологического туризма и оздоровительной рекреации. Как показывают выполненные физико-географический анализ и геоэкологическая оценка территории, предпосылками к этому являются:

- природно-климатические условия (большое количество рек и озер, благоприятные климатические условия, сочетание холмистого и пологого рельефа, сосновые боры, лечебные воды и грязи, возможность для охоты и рыболовства);
- транспортная доступность (автодорога федерального значения Санкт-Петербург - Псков; железнодорожное сообщение; международный аэропорт "Пулково" на территории соседнего района);
- расположение в окружении крупных исторических центров (Санкт-Петербург, Новгород, Псков);
- близкое расположение (135 км) крупной городской агломерации Санкт-Петербурга, как основного потребителя туристического продукта;
- наличие развитой рекреационной инфраструктуры.

Для экологически грамотного осуществления природопользования необходимо повышение уровня экологического образования населения. В рамках диссертационного исследования разработана и апробирована эколого-образовательная программа "Молодежь за чистую Лугу", которая действует с 1998 года. В ходе этой программы разрабатываются и апробируются методики по экологическому образованию населения (для средней школы).

Эколого-образовательная программа состоит из пяти этапов, для каждого этапа поставлены цели и разработан комплекс мероприятий [Табл. 3].

Таблица 3. Этапы проведения эколого-образовательной программы.

№	Этап	Цель	Основные мероприятия
1	Ознакомительный	Получение представления о компонентах природной среды, знакомство с основными экологическими проблемами Северо-Запада, получение навыков работы в полевых условиях	Небольшие маршруты с описанием почвенных разрезов и растительных комплексов, измерение метеорологических и гидрологических характеристик на постах
2	Лекционно-экскурсионный	Знакомство с природным и культурным наследием района, изучение происходящих в природе процессов	Экскурсионно-образовательные маршруты к наиболее значимым природным и культурным объектам, проведение лекционных занятий непосредственно у «объекта»

3	Экспедиционный	Самостоятельное изучение состояния компонентов окружающей среды, путем отбора и анализа проб; картографирование полученных результатов и составление отчетов	Проведение экологических экспедиций (по водным, лыжным, пешим, и автобусным маршрутам), включающих самостоятельное изучение состояния компонентов окружающей среды, путем отбора и анализа проб; картографирование.
4	Камеральный	Получение навыков работы с научной и научно-популярной литературой, анализ полевых результатов	Написание рефератов по выбранным темам; сдача зачетов по выслушанным лекционным курсам и освоенным методикам
5	Агитационно-информационный	Привлечение внимания общественности к экологическим проблемам, пропаганда экологического образования	Выступление на экологических молодежных конференциях, методобъединениях, публикация в местной печати

Программа осуществляется при поддержке администрации Лужского района, на базе школы и детского оздоровительного лагеря «Буревестник».

Заключение.

Основной итог диссертационного исследования: разработана новая методика геоэкологического обоснования рационализации природопользования для административных районов с использованием ГИС-технологий.

В соответствии с поставленной целью в работе получены следующие основные результаты:

1. Определены и обоснованы приоритетные направления применения геоэкологических исследований в целях оптимизации природопользования в административном районе.

2. Разработана структура проблемно-ориентированной ГИС для осуществления оперативного управления геоэкологической ситуацией в рамках административного района; определено назначение ее блоков – природного, антропогенного, медико-демографического и поддержки принятия решений. Для реализации функций анализа в ГИС предложен способ координатной привязки информации из разнотипных источников и ее пространственной интерполяции путем построения регулярной сетки, накладываемой на базовый картографический слой; размер ячеек сетки определяется размером площади минимального водосборного бассейна на территории.

3. Разработаны методики выполнения с использованием ГИС-технологий оценки геоэкологического состояния территории административного района для целей рационального природопользования, включая:

- оценки комплексного антропогенного воздействия трех типов: воздействие выбросов в атмосферу загрязняющих веществ; химическое воздействие на водоемы и водотоки в пределах выделяемых водосборов; меха-

ническое воздействие, оказываемое инженерными сооружениями, рекреационной нагрузкой, сельским хозяйством;

- оценки относительной устойчивости природных систем к различным видам воздействия.

4. Научно-методические разработки применены при исследованиях по рационализации природопользования на территории Лужского административного района: а) создана ГИС "Лужский район"; б) определены ведущие природные и антропогенные факторы для геоэкологических оценок территории; в) выполнена комплексная геоэкологическая оценка и проведено районирование территории по степени геоэкологической напряженности.

Исследования Лужского района показали: наиболее значительное антропогенное влияние оказывается выбросами в атмосферу загрязняющих веществ, сбросами и стоками предприятий, находящихся в пределах выделенных водосборов, воздействием инженерных сооружений и механическим воздействием (вытаптыванием); на территории района выделяется 7 степеней геоэкологической напряженности (от ее отсутствия до наиболее значительной степени); позволили определить основные направления рационализации природопользования: замена или переориентация уже существующих видов природопользования, внедрение новых видов природопользования и т.д.; дать предложения по развитию сети мониторинга за состоянием окружающей среды и экологического образования.

5. Разработана эколого-образовательная программа повышения уровня образования населения в области рационального природопользования, включающая ознакомительный, экскурсионно-лекционный, экспедиционный, камеральный и агитационный этапы. Методики апробированы в образовательной программе "Молодежь за чистую Лугу".

Основные печатные работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Опыт выделения районов возможных экологических конфликтов // Материалы научного семинара «Проблемы региональной геоэкологии». Тверь, 1999, С.20-21 (соавтор С.Г. Тушинский);
2. Опыт в создании ГИС для сбора хранения и обработки экологической информации // Тезисы докладов Всероссийского научно-методического семинара «Теория и практика экологического мониторинга в образовательных учреждениях» С.-Пб, 1999, С.13-14 (соавтор С.Г. Тушинский);
3. Опыт комплексного экологического районирования на уровне субъектов Российской Федерации //Материалы Международной конференции «География на рубеже веков: проблемы регионального развития». т.3, Курск, 1999, С.186-188 (соавтор С.Г. Тушинский);

4. Опыт комплексного экологического районирования на уровне субъектов РФ // Тезисы докладов Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам. География. МГУ, 1999, С. 73;
5. Создание ГИС для целей рационального природопользования // Материалы Всероссийской конференции «Стратегия природопользования и сохранения биоразнообразия в XXI веке». Оренбург, 1999, С.69;
6. Методика оценки пространственно-временной изменчивости геосистем под влиянием антропогенного воздействия // Материалы научного семинара «Проблемы региональной геоэкологии: теоретические и методические аспекты», Тверь, 2000, С.48-50 (соавтор С.Г. Тушинский);
7. Формирование экологического сознания школьников в процессе физвоспитания // Тезисы международной конференции «Экология и жизнь», Великий Новгород, 2000, С.96-97 (соавторы В.А.Великанова, И.И. Качановская);
8. Оценка экологической уязвимости и антропогенной нагрузки на геосистемы // Тезисы докладов Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам. География. МГУ – 2000, С. 72;
9. Методика оценки и картирования экологической устойчивости (на примере Лужского района) // Тезисы докладов V международной конференции «Освоение севера и проблемы природовосстановления», Сыктывкар, 2001г, С.175-177;
10. Методика расчета потенциальной экологической устойчивости территории на примере Лужского района Ленинградской области // Экологические системы и приборы. 2001, №7, С.9-12;
11. Оценка комплексного антропогенного воздействия (на примере Лужского района) // Региональные проблемы геоэкологии. 2002, №5, С. 3-11;
12. Эколого-образовательная программа Географического факультета МГУ на территории Лужского административного района Ленинградской области // Партнерство экологических организаций и ВУЗов: опыт и перспективы. СПб, 2002; С. 51-58;
13. Разработка стратегии рационализации природопользования (на примере Лужского административного района) // Материалы Международной конференции «География и регион». Том IX, Пермь, 2002, С.70-72;
14. Геоэкологические исследования в рамках административного района (на примере Лужского района Ленинградской области) // Материалы конференции «Актуальные проблемы геоэкологии». Тверь-2002, С.194-195;
15. Luga Environmental Organization (LEO) // Youth and Environmental Europe. Newsletter, August, Praha, 2002, pp.5-6;
16. Оценка геоэкологического состояния Лужского района // Тезисы докладов Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам. География. МГУ-2002, С. 70.