

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Кравченко Павел Николаевич

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ В
ИНТЕРЕСАХ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ *IN SITU* НА ОСНОВЕ
КАРКАСНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Специальность 25.00.36 – геоэкология

диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
Доктор технических наук,
профессор
Биденко Сергей Иванович

Тверь, 2015

Введение	4
Глава 1. Анализ предметной области и постановка задач исследования.....	10
1.1. Исторические аспекты изучения растительного и животного мира в Тверской области	10
1.1.1. История изучения флоры региона	10
1.1.2. История изучения животного мира региона.....	11
1.2. Природные условия Тверской области	14
1.2.1. Общая характеристика	14
1.2.2. Климат	15
1.2.3. Геологическое строение и рельеф	18
1.2.4. Гидрография	27
1.2.5. Почвы	30
1.2.6. Растительность	32
1.2.7. Животный мир.....	37
1.2.8. Природные комплексы Тверской области	40
1.2.9. Природно-экологическая уникальность Тверской области	44
1.3. Анализ подходов к выполнению оценки геоэкологической ситуации региона	45
1.3.1. Методика эколого-географической оценки территории	45
1.4. Постановка задач исследования.....	52
Глава 2. Концепция моделирования геоэкологической ситуации	54
2.1. Геопространственное структурирование экологической ситуации региона 66	
Глава 3. Эколого-географическая оценка экосистем с использованием математического моделирования	77
Глава 4. Применение разработанной модели для экологической оценки территории Тверского региона в интересах сохранения редких видов <i>in situ</i>	94
4.1. Понятие экологического каркаса территории.....	94
4.2. Принципы формирования экологического каркаса:	95
4.3. Особенности каркасно-геоэкологической модели Тверской области.....	96

4.4. Визуализация компонентов геоэкологического каркаса региона.....	101
4.5. Эколого-географическая интерпретация и рекомендации по применению полученных результатов.....	142
4.6. Наиболее значимые проекты, рекомендуемые на основе исследования и построения экологического каркаса территории Тверского региона.....	149
Выводы	161
Литература	163

ВВЕДЕНИЕ

В свете развития современного природопользования и повышения степени антропогенной трансформации природных комплексов перед человечеством стоит трудноразрешимая задача в области сохранения биологического разнообразия, как на региональном, так и на глобальном уровнях. Согласно Конвенции ООН «О биологическом разнообразии» термин «Биологическое разнообразие» имеет следующую трактовку: «Вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем» [1]. Снижение уровня биологического разнообразия играет ключевую роль в комплексе экологических проблем современности. Так, например, по данным МСОП [2] около 73 600 видов живых организмов уже внесены в Красный список МСОП (в мировых масштабах). На территории Российской Федерации в Красную Книгу РФ [3] [4] занесен 231 таксон животных, а также 514 таксонов растений и грибов. Как считает множество авторов [5] [6], снижение уровня биоразнообразия может привести к нарушению целостности и стабильности биосферы в целом. Поэтому, оценка состояния природных экологических систем (экосистем) уже не одно десятилетие являются приоритетными для ученых, занимающихся эколого-географическими исследованиями [7]. В рамках Национальной стратегии сохранения биоразнообразия [8], выявлен ряд принципов и механизмов, направленных на реализацию мер и мероприятий по сохранению биологического разнообразия. Все эти особенности позволяют подойти к проблеме изучения и сохранения уникальных природных резерватов биологического разнообразия с помощью комплексных подходов и направлений.

Актуальность исследования:

Повышение антропогенной нагрузки на природно-хозяйственные системы создает серьезные угрозы биологическому разнообразию регионов и требует проведения комплекса мероприятий по сохранению на территории региона видов *in situ*.

Например, биологическое разнообразие Тверской области составляет примерно 3350 таксонов. Из них 600 видов внесены в Красную книгу области (2012) [9].

В регионе Верхневолжья наблюдается устойчивый рост угроз биосистемам, ареалам обитания видов животных, растений, грибов и других живых организмов.

В современной геоэкологии существует ряд методик, посвященный эколого-географической оценке территорий в интересах сохранения биологического разнообразия, которые при своей комплексности имеют основную задачу выявления уровня антропогенной нагрузки на исследуемую территорию. Однако исследования биологического разнообразия, как её приоритетной компоненты, в таких работах зачастую опускаются. При недоучете активов природной компоненты (в частности биологического разнообразия) в комплексную эколого-географическую оценку региона может привести к погрешностям и ошибочным суждениям.

Исходя из вышесказанного, можно полагать, что современная эколого-географическая оценка территории не будет являться функционально полной без учета особенностей состояния ее биологической компоненты.

Для эффективной географо-экологической оценки территории требуется четкое формальное описание территории и строгие алгоритмические подходы к обработке больших массивов разнообразной геоэкологической информации. Актуальность темы обусловливается необходимостью широкого применения указанных формальных описаний и процедур и отсутствием в настоящее время адекватного модельно-методического аппарата поддержки эколого-географической оценки региона в интересах сохранения его биологического разнообразия

Предмет исследования — модели и методы описания и оценки экологического состояния региона, каркасное геоэкологическое моделирование территории в интересах сохранения и поддержания.

Объект исследования – территория, экосистемы Тверской области и прилегающих районов, состояние популяций редких видов *in situ*.

Цель исследования – формирование аппарата геоэкомоделирования в интересах геоэкологической поддержки задач сохранения редких видов живой природы Верхневолжья.

Задачи исследования

общая: разработка подходов, геоэкомоделей и методов описания и экологической оценки состояния региона (на примере Тверской области) для поддержки индекса биоразнообразия исследуемой (модельной) территории.

Частные задачи:

1. Анализ предметной области оценки состояния живой природы, экологического состояния окружающей обстановки Тверской области.
2. Разработка подходов к выполнению эколого-географической оценки территории Тверского региона для поддержания биоразнообразия региона.
3. Оценка существующих угроз биологическому разнообразию на изучаемой территории.
4. Разработка системы моделей для территориального представления экологической ситуации в регионе, опасных (вредных, негативных, нежелательных) факторов, описания, формирования, вычисления и пространственного отображения частных и обобщенной эколого-географических оценок.
5. Разработка системы методов выполнения территориальной эколого-географической оценки региона на основе исследованной системы геоэкологических моделей
6. Выработка практических рекомендаций использования полученных результатов

На защиту выносятся следующие научные результаты.

1. Концепция моделирования геоэкологического пространства в интересах сохранения биоразнообразия.

2. Базовая геоэкологическая каркасная модель представления и оценки природных резерватов биологического разнообразия региона (применительно к территории Тверской области).
3. Методика использования каркасной геоэкологическую модели для построения оценочного аспекта функционирования биосистем природных и культурных ландшафтов Тверской области.

Новизна полученных научных результатов:

1. Концепция моделирования экопространства отличается определением ориентированных на территориальные экологические оценки пространственных геоэкологических категорий, оригинальным составом системы критериев и принципов геомоделирования в системе территориального экологического контроля, которые обеспечивают переход от статических к наглядным динамическим формам представления ситуационных и оценочных экоданных, а также интеграцию разнородной геоинформации в единую информационную модель биоразнообразия региона.
2. Геоэкологическая каркасная модель региона отличается оригинальным составом базовых элементов ключевых территорий, транзитных зон, разработкой комплекса логически связанных циклических процедур анализа составляющих экологической обстановки, что обеспечивает активность данных экологической обстановки, адекватность реальных территориальных явлений их отображению в сценариях.
3. Методика использования каркасно-геоэкологических формализмов в процедурах оценки экологической ситуации отличается балансовыми критериями отнесения ячеек базовой сети к сохранностно-ценностным или нарушено-дезорганизованным типам территории, что позволяет строить интегральные оценочные территориальные распределения и вырабатывать рекомендации по устойчивому природопользованию в регионе.

Практические рекомендации по применению разработанного модельно-методического аппарата:

1. На основании предложенной модели, возможно проводить геоэкологическую оценку средообразующих факторов, а также общей экологической ситуации на территории Тверской области;
2. Система геоэкологического мониторинга территории Тверской области на основе геокаркасного подхода обеспечивает устойчивое развитие модельных территорий, а также природных и природно-культурных компонент биоразнообразия

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке перспективных оценок эффективности управления ООПТ как уникальных природных резерватов биоразнообразия, а также местообитаний редких и исчезающих видов на основе определения приоритетов совершенствования и развития системы ООПТ РФ. Это определяет возможность осуществления дальнейших исследований в области разработки государственной политики обеспечения научно обоснованного планирования и проектирования экологической сети центральной России, как единой системы, обеспечивающей поддержание устойчивого развития в региональном и общегосударственном масштабах.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

1. определены роль и значение ООПТ, как структурообразующих элементов, в создании экологического каркаса Тверской области, обеспечивающего сохранение биоразнообразия и поддержания устойчивого развития геосистемы;
2. разработанные автором и предложенные для внедрения апробированные методика схемы обработки данных и алгоритм расчета интегрального показателя сохранности (ценности) экологического каркаса могут успешно применяться для оценки биологического разнообразия региона;
3. материал диссертационного исследования может быть использован при разработке и совершенствовании специальных экологически-

ориентированных образовательных программ при подготовке специалистов в области охраны природы, природопользования, руководства ООПТ и устойчивого развития территорий;

4. на основании предложенной модели, возможно проводить геоэкологическую оценку средообразующих факторов, а также общей экологической ситуации на территории Тверской области;

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Исторические аспекты изучения растительного и животного мира в Тверской области

Как отмечает Зиновьев А.В. [10]: «Понимание нынешнего состояния природной среды и динамики ее развития немыслимо без долгосрочных наблюдений. Чем продолжительнее их период, тем отчетливее вырисовываются изменения, вызванные как естественными причинами, так и хозяйственной деятельностью человека». На основании вышесказанного, мы считаем, что оценка исторических аспектов изучения биологического разнообразия является неотъемлемой частью нашего исследования.

1.1.1. История изучения флоры региона

Исторически, изучение флоры высших растений Тверской области ведется уже более 200 лет. Первые сборы гербарных материалов датированы временами Екатерины II (промежуток путешествия пяти академиков по России) [11], [12].

В настоящее время цветковые растения - единственный компонент флоры, по которому есть достаточно объемная обобщающая работа, охватывающая всю территорию области [13] [14].

Особо пристальное внимание к флористическим данным по сосудистым растениям стали обращать в конце XVIII в. [15]. Во второй половине XIX в. Проведена инвентаризация флоры Валдайской возвышенности [16]. А.А. Бакуниным [17] представлен первый обзор по флоре Тверской губернии. Процесс накопления флористических данных наиболее всесторонне отражен в работах профессора А.А. Нотова [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27], который активно занимается проблемами инвентаризации флористического богатства Тверского региона. В Таблица 1 дан анализ динамики изучения флоры области, из

которой видно, что процесс выявления новых видов был завершён уже к началу XX века, в дальнейшем (по настоящий день) происходит детализация и уточнение видов уже с учетом адвентивного компонента.

Таблица 1

Динамика изменения данных о видовом богатстве компонентов флоры в разные исторические периоды (по А.А. Нотову) [25]

Компоненты		Исторические периоды							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Сосудистые растения:	C1	24	387	737	799	828	833	885	889
	C2	24	389	771	892	951	975	1082	1104
	C3	27	424	898	1054	1121	1162	1504	1786
Печеночники		-	-	1	1	35	36	82	98
Мхи		-	-	20	89	148	149	256	282
Лишайники		-	-	10	136	141	146	232	527

Примечание. 0 – XVIII в.; 1 – 1800–1849 гг.; 2 – 1850–1899; 3 – 1900–1924; 4 – 1925–1949; 5 – 1950–1974; 6 – 1975–1999; 7 – 2000–2012; C1 – аборигенная фракция без учета микровидов; C2 – с учетом микровидов; C3 – с учетом микровидов и адвентивной фракции

1.1.2. История изучения животного мира региона

В последние 100 тысяч лет, территория Тверского региона не раз покрывалась многометровыми толщами ледников. В краткий период межледниковья (около 20 тысяч лет до н.э.) и вскоре, после отступления последнего ледника (10 тысяч лет до н.э.) животный мир области напоминал арктическую пустыню (или тундру). В этот период на бескрайних кочкарниках региона встречались стада мамонтов и шерстистые носороги, на северо-востоке встречались отступающие стада мускусного быка (по находкам Зиновьева А.В (устное сообщение) вымываемых костей по берегам ледниковых рек: Волги, Шоши, Медведицы). В процессе дальнейшего установления теплого климата

атлантического периода (порядка 9-3 тысяч лет до н.э.) происходит «откочевка» на север тундровой фауны, при этом, ряд видов (лемминг, белая куропатка) остановились на верховых болотах. Впоследствии, края стали заселять животные, характерные для нынешней Тверской области. Уже в мезолите – местные племена добывали бобров, лосей, медведей, зайцев, куниц, выдр и ряд птиц. Также, немаловажно отметить, что в тот период практиковалась добыча гуся в полете. Необходимо подчеркнуть, что в период появления славянских племен (VI-XII вв. н.э.) информация о состоянии животного мира начала появляться в памятниках письменности, из которых мы можем почерпнуть документально подтвержденные сведения о природе нашего края. В них отмечается, что на заре становления Русского государства, на территории современной Тверской области произрастали многовековые дубравы (хотя мы не можем четко выявить видовой состав данных лесов, в связи с тем, что слово «дуб» - в древности имел обозначение любого дерева). Дремучие леса простирались на многие десятки верст [28]. На основании таких данных можно считать, что дикие животные, обитающие в этих лесах – являлись значительным подспорьем в жизни Тверичей. Так, например, в слове «О богатом и убогом» говорится, что в XII веке использовались в пищу тетерева, рябчики, журавли и куропатки. Из «Домостроя» [29], следует, что в пищу употреблялись также лебеди, утки, гуси, цапли, жаворонки.

Начиная с XVI века, наш регион стали посещать иностранные путешественники, описания которых можно считать отправной точкой инвентаризации фауны нашего региона. Так, например, в описаниях путешественников Герберштейна [30], Дженкинсона [31], Олеария [32], найдены заметки, содержащие некоторые сведения о природе Верхневолжья.

В дальнейшем, в связи с увеличением интенсификации сельского хозяйства (подсечно-огневое земледелие и пр.), происходит сокращение площади лесов, и как следствие сразу же отмечается сокращение фаунистического разнообразия. Так, например, к концу XVII века практически полностью исчез речной бобр [33]. Во второй половине XVIII века резко сократилось поголовье лосей [33] [34]. Некоторые сведения о животных этого времени имеется в «Месяцеслове

историческом и географическом» на 1780 год. В 50-х гг. XIX в. Из-за неконтролируемой охоты уменьшилась численность глухаря и белой куропатки. С осушением болот перестали гнездиться лебеди и гуси, а возникшие открытые пойменные угодья стали особенно привлекательными для водно-болотных птиц открытых пространств.

Пионерной работой в области комплексной систематизации фаунистического разнообразия Верхневолжья считается академик Гюльденштадт Г.А. [35], который весной 1775 года собирал данные по рекам Полометь и Мста (его Валдайская сторона).

В конце XIX в. начинается систематизация накопленных экспедиционных данных. Так, результатом систематизации ихтиофауны явилась работа Кесслера К.Ф. [36], который постарался систематизировать видовой состав ихтиофауны в верховьях р. Волга. В дальнейшем, работу по дальнейшему выявлению видового богатства рыб продолжил известный Тверской ученый М.Г. Сорокин, который в 1964 г. опубликовал развернутую аналитическую статью «О видовом составе ихтиофауны Калининской области» [37], которая явилась определяющей вехой в дальнейшем исследовании ихтиофауны Тверского региона. Немалый интерес с точки зрения исследования ихтиофауны представляло изучение видового богатства оз. Селигер. В 1963 году была опубликована комплексная работа «Озеро Селигер и его рыбные ресурсы» [38], что в дальнейшем явилось «толчком» для систематизации таксономического разнообразия Калининской области. Результатом исследований явился труд «Рыбное хозяйство Калининской области» [39]. Также, необходимо отметить вклад Л.В. Викторова в изучение таксономического разнообразия рыб на территории Верхневолжья [40].

Исследования орнитофауны проводились на протяжении большого количества времени, но в XIX столетии помимо исследований охотничьих видов птиц, большое внимание стало уделяться таксонам, представляющим интерес только для специалистов [10]. В дальнейшем, в начале XX в. известный русский зоолог Валентин Львович Бианки, представляет в 1916 году для научной общественности Тверской губернии доклад «Птицы Тверской губернии», который

явился актом наиболее полной (на тот момент) систематизации видового состава птиц Верхневолжья. Немалый вклад в развитие орнитологических исследований дали исследования В.И. Зиновьева [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], Керданова Д.А. [51], [52], которые дали наиболее полную характеристику орнитофауны на территории Тверского региона. В дальнейшем, исследования вышеперечисленных ученых получили свое развитие в работах профессора Зиновьева А.В. [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], который продолжает свои исследования по уточнению видового состава и новых местообитаний птиц на территории Тверского региона.

Териологические же исследования наиболее полно были раскрыты в трудах Л.В. Викторова [62], [63], [64], [65], [66] который обобщил многочисленные материалы исследований учёных кафедры зоологии ТвГУ за многие годы. В последние годы жизни внимание ученого было сконцентрировано на изучении редких и исчезающих видов животных Тверского региона [67].

1.2. Природные условия Тверской области

1.2.1. Общая характеристика

Тверская область расположена в северо-западной части России. Её территория составляет 84,1 тыс. км², это – одна из самых больших по площади областей Европейской части страны (Рисунок 1). С запада на восток область протянулась более чем на 450 км (от 30°50' до 38°20' восточной долготы), а с севера на юг – примерно на 350 км (от 55°40' до 58°50' северной широты). В целом она вытянута с юга-запада на северо-восток [68].

Область расположена в пределах древней Восточно-Европейской платформы, что отразилось в ее орографии, тектоническом режиме и геологических отложениях [69], [70], [71]. Зона действия древних ледников оказала большое влияние на формирование современного рельефа и толщу четвертичных отложений. Большая часть территории области относится к Волжско-Каспийскому бассейну.

Большая часть Тверской области попадает в зону смешанных (хвойно-широколиственных) лесов. Лишь северная часть области занята тайгой (южно-таежные леса). Граница между зоной смешанных лесов и южной тайгой проходит примерно по линии Лесное – Молоково – Красный Холм. Однако в силу значительной антропогенной измененности природных комплексов эта граница выражена очень нечетко. Зональные особенности находят свое выражение, прежде всего в почвенно-растительном покрове. Так, в области господствуют еловые, сосновые или вторичные мелколиственные леса, под которыми развиты преимущественно подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

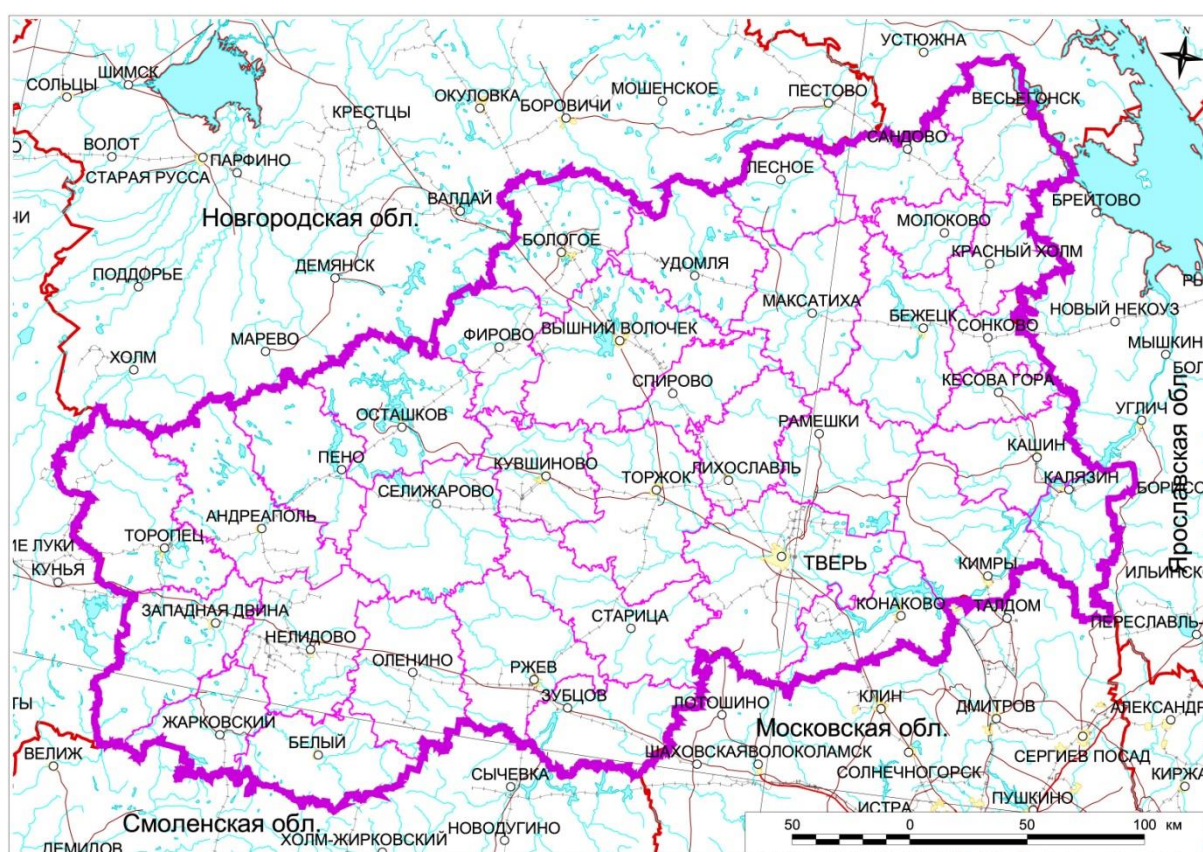


Рисунок 1. Административная карта Тверской области [9].

1.2.2. Климат

Территория Тверской области располагается в пределах умеренно-континентального климатического пояса [15], [73] с умеренно холодной зимой и теплым летом. Температура воздуха – один из главных элементов климата. Средняя годовая температура воздуха по области колеблется от 2,7°C в Весьегонском

районе до $4,1^{\circ}\text{C}$ в Западновинском районе. Среднегодовая температура уменьшается в направлении с юго-запада на северо-восток (Рисунок 2. Климатическая карта Тверской области).

Январские изотермы ориентированы почти с севера на юг, так что зимой западные районы оказываются на 2°C теплее восточных: средние январские температуры в Торопце и Западной Двине – $-8,8^{\circ}\text{C}$, а в Кесье и Красном Холме – $-10,9^{\circ}\text{C}$ (в г. Твери – $-9,5^{\circ}\text{C}$).

Изотермы июля, самого теплого летнего месяца, ориентированы приблизительно с северо-востока на юго-запад. Температурные различия по территории области не столь значительны, как зимой: г. Бежецк – $+17,5^{\circ}\text{C}$; г. Торопец – $+17,0^{\circ}\text{C}$; г. Тверь – $+17,3^{\circ}\text{C}$. Незначительное увеличение летней температуры идет с запада на восток.

В течение года изменения средней месячной температуры особенно быстро происходят в переходные сезоны. От марта к апрелю температура воздуха повышается почти на 8°C , а осенью ежемесячно снижается на 6°C . Суточная амплитуда температуры в среднем составляет в январе 2°C , в июле – 9°C , а в переходные периоды – $4-6^{\circ}\text{C}$ [74].

Преобладающей воздушной массой над Тверской областью является континентальный воздух умеренных широт. Она либо формируется непосредственно над территорией Верхневолжья, либо приходит из соседних областей. В среднем за год в Твери эта воздушная масса наблюдается в 56,9% случаев. Континентальный воздух умеренных широт определяет летом теплую погоду со среднесуточными температурами $+15, +20^{\circ}\text{C}$ (днем до $+20, +25^{\circ}\text{C}$), с переменной кучевой облачностью, с небольшими скоростями ветра, которые к ночи снижаются до штиля. Нередко при данном типе погоды в середине дня случаются ливневые осадки и грозы. Зимой континентальный воздух умеренных широт формирует умеренно-морозную, чаще без осадков, погоду с температурным фоном $-10, -15^{\circ}\text{C}$.

Циклоны на территорию Тверской области в подавляющем большинстве случаев приходят с северо-запада, запада и юго-запада. Всего за год отмечается 117

дней с фронтами. Наибольшая активность циклонической деятельности наблюдается осенью и зимой. В это время года каждый месяц по территории области проходит 12–13 фронтов. Весной и летом их количество уменьшается до 8–9 в месяц.

В Тверской области за год в среднем выпадает 550–750 мм осадков. Распределение осадков по территории области очень неравномерно. Максимум осадков приходится на западные районы. Здесь за год выпадает 700–750 мм осадков. Подобное распределение осадков объясняется большой циклонической активностью на западе области и, в некоторой степени, особенностями рельефа Верхневолжья.

Влажность воздуха в Тверской области довольно высока на протяжении всего года и в среднем колеблется около 80 %. В холодный период относительная влажность выше – 85–90%, а летом она уменьшается до 65–70%.

Погода Верхневолжья характеризуется весьма значительной облачностью. В среднем за год покрытие неба облаками составляет 7,2 балла.

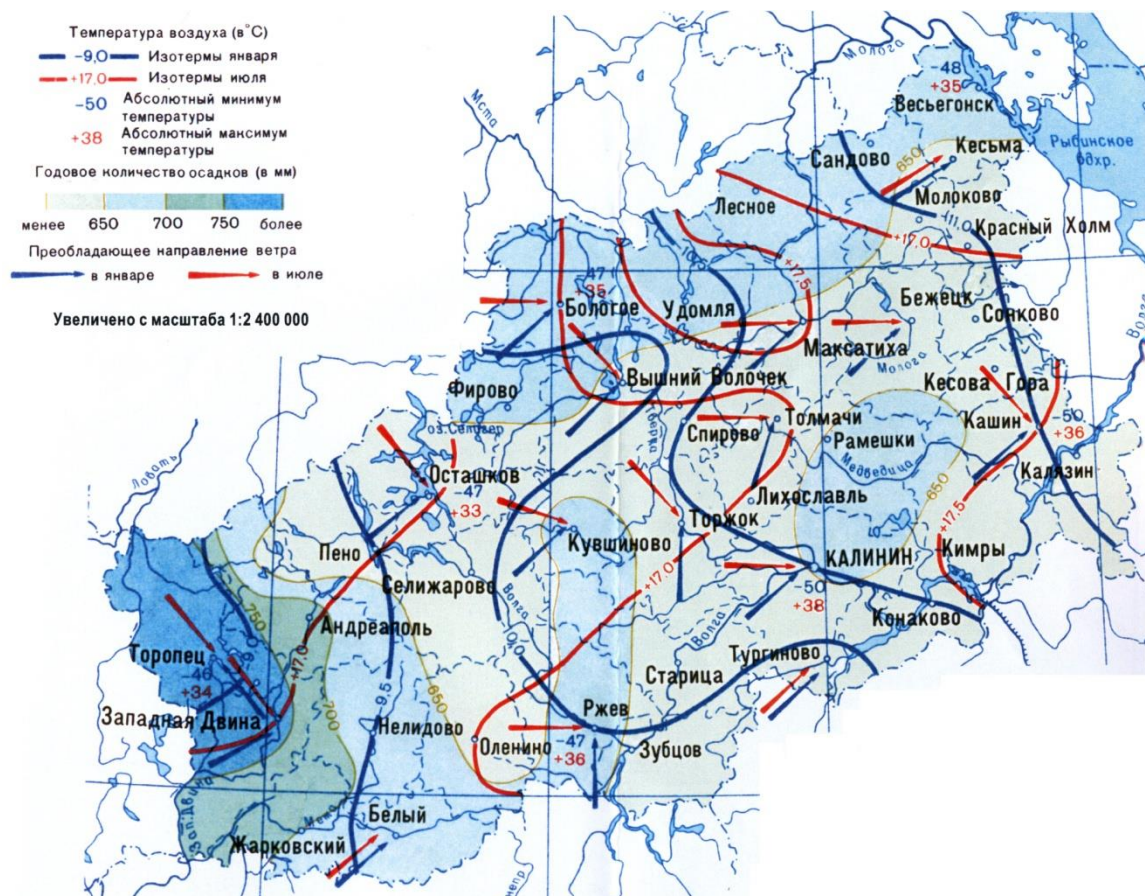


Рисунок 2. Климатическая карта Тверской области [75].

1.2.3. Геологическое строение и рельеф

Территория Тверской области расположена в пределах древней Русской платформы. Основными структурными элементами области являются:

1) Балтийская синеклиза (ее восточный склон) на западе области, соответствующая в рельефе Западно-Двинской низине;

2) Московская синеклиза, соответствующая Валдайской возвышенности и Верхневолжской низине;

3) Крестцовый авлакоген, соответствующий северо-западному склону Валдайской возвышенности. Основание платформы представлено смятыми в складки древними, сильно измененными кристаллическими породами [76], [77], верхняя часть – почти горизонтально залегающими слоями более молодых осадочных и метаморфических пород (Рисунок 3. Геологическая карта Тверской области). Для платформы характерна очень небольшая скорость вертикальных движений.

Кристаллическое основание Русской платформы начало формироваться примерно в архейскую и протерозойскую эры, когда на Земле происходили мощные горообразовательные движения. В результате их в конце протерозойской эры на отдельных участках Земного шара, в том числе и на территории современной Тверской области, возникли горы, сложенные гнейсами, кварцитами, кристаллическими сланцами, смятыми в складки [78]. Позднее эти горные образования начали разрушаться и к началу палеозойской эры превратились в устойчивую выровненную поверхность. Эта поверхность испытывала медленные колебания. При опускании ниже уровня тогдашнего мирового океана территория Верхневолжья подвергалась морской трансгрессии. В зависимости от глубины, температуры, химического состава вод в морских бассейнах формировались различные осадочные породы: известняки, мергели, темноцветные глины, соли. Когда территория поднималась и выходила из-под воды, на суше накапливались красноцветные пески и песчаники. В отдельные, обычно влажные, периоды, когда процессы размыва явно преобладали над процессами аккумуляции, осадочные

породы на суше не образовывались. Иногда накопление осадочного материала происходило в мелководных озерах, лагунах, в этих случаях формировались бурые угли и соли. В результате накопления пород в палеозое и мезозое древние кристаллические породы были перекрыты осадочным чехлом. Суммарная мощность осадочного чехла в Тверской области достигает 1,5–2,0 км.

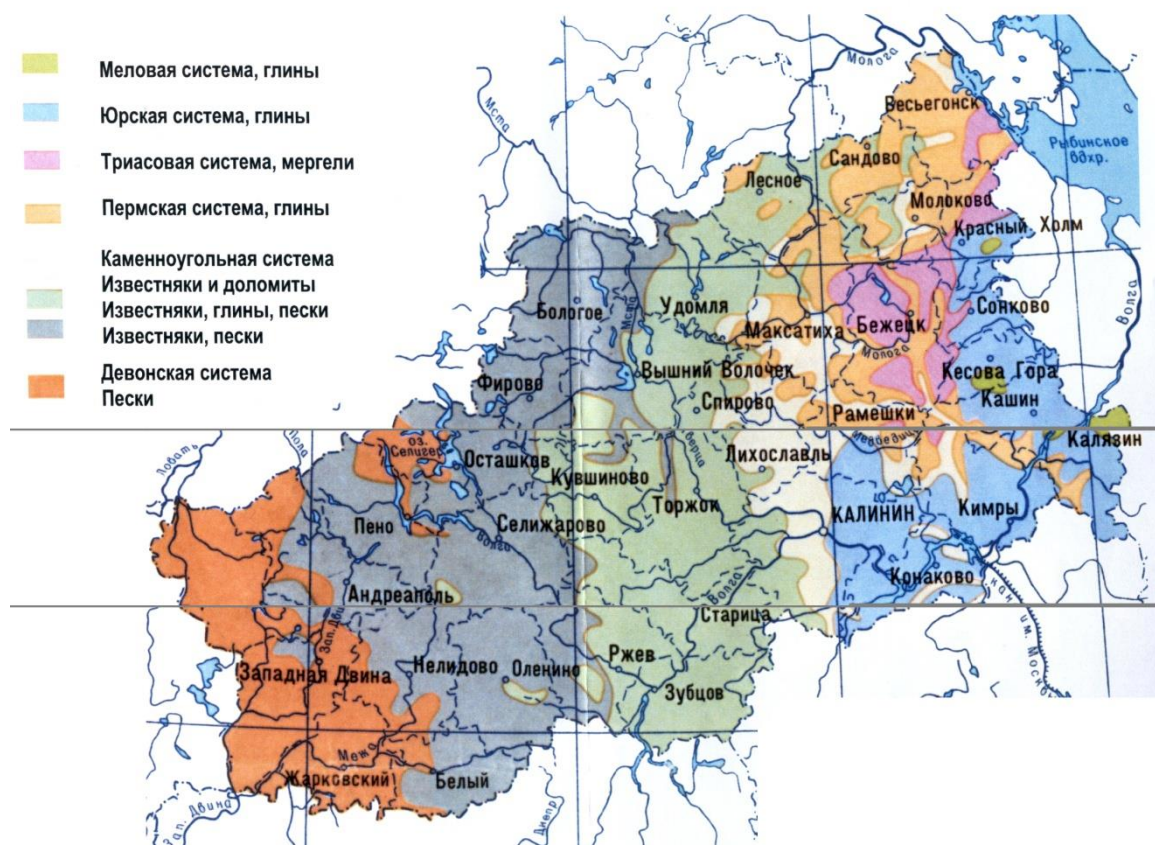


Рисунок 3. Геологическая карта Тверской области [75].

В Тверской области наблюдаются многочисленные выходы на поверхность горных пород некоторых периодов палеозойской и мезозойской эр по обрывистым берегам рек, на склонах оврагов, в карьерах [79]. Особо крупные обнажения находятся в Старицком районе по берегам рек Холохольня и Верхняя Старица, в Щаповском овраге. Эта территория давно привлекала внимание географов [80].

Особый интерес в пределах области представляют отложения карбонатных пород каменноугольного возраста. В области представлены все отделы

каменноугольной системы, образованные отложениями нижнего (C_1), среднего (C_2) и верхнего (C_3) карбона.

В пределах Восточно-Европейской равнины было четыре оледенения, затронувших территорию Тверской области. Наиболее древним было Окское (Лихвинское, Миндельское) оледенение (610–370 тыс. лет назад), которое сменилось Лихвинским межледниковьем. Затем территорию области покрывал Днепровский (Рисский) ледник (210–175 тыс. лет назад), после него наступило Одинцовское межледниковье. Примерно 115 тыс. лет назад началось и около 100 тыс. лет назад закончилось Московское оледенение, сменившееся Микулинским межледниковьем. Последний Валдайский (Вюрмский) ледник пришел на территорию Тверской области 70 тыс. лет назад. Он максимально продвинулся до линии: Белый – Нелидово – Западная Двина – Андреаполь – Селижарово – Вышний Волочек – Лесное, т.е. в отличие от предыдущих ледников покрывал только западную и северо-западную части области. 12 тысяч лет назад ледник ушел с территории Верхневолжья; 10 тыс. лет назад полностью закончилось последнее Валдайское оледенение [81].

Московский и Валдайский ледники значительно повлияли на рельеф Верхневолжья. В результате тщательного перетирания, перемалывания ледником обломков горных пород, принесенных из Скандинавии, Карелии, Кольского полуострова, а также горных пород тех территорий, по которым проходил ледник, образовалась донная морена. Она отлагалась при отступлении ледника. В Тверской области морена, как правило, состоит из красно-бурых (московская) или коричневых (валдайская) суглинков и супесей, содержащих в большом количестве валуны гранитов, гнейсов, песчаников (принесенный материал), известняков и доломитов (местный материал). Донную морену почти повсеместно можно наблюдать на обрывах рек, в оврагах, карьерах, колодцах и скважинах. Накопление моренного материала проходило неравномерно. Вследствие такой неоднородной аккумуляции формировался характерный холмисто-западинный рельеф моренных равнин.

В тех местах, где фронт ледника задерживался на достаточно длительное время, создавались условия для накопления конечной морены – очень неоднородного (пески, глины, гравий, валуны, суглинки) обломочного материала, наваленного у края ледника. Временные остановки последних ледников зафиксированы характерными формами рельефа: цепями конечно-моренных холмов – грядами Бурашевской, Осташковской, Лесной и др., протягивающимися на десятки километров. Как правило, конечно-моренные гряды ориентированы с юго-запада на северо-восток – перпендикулярно направлению движения ледника.

В результате таяния ледника в ходе выноса водными потоками обломочного материала: песка, гравия, гальки с последующим его отложением формировались водно-ледниковые отложения, приводящие к образованию водно-ледниковых (зандровых) равнин. Неравномерная аккумуляции песчаного материала стала причиной характерного волнистого или пологоволнистого рельефа, свойственного водно-ледниковым равнинам.

На последней стадии таяния ледника водные потоки стали менее мощными и концентрировались в углублениях древних (дочетвертичных) долин рек Волги, Тверцы, Медведицы и других. В результате вдоль названных рек сформировались полосы долинных зандров. Песок на этих пространствах долгое время оставался незакрепленным, и под действием ветра здесь во многих местах был образован мелкохолмистый – дюнный рельеф.

В местах, где вытекавшие из-под ледника водные потоки подпруживались и заполняли углубления в рельефе, сформировались обширные ледниковые озера, существовавшие в районе современных Оршинско-Петровских озер в Калининском или в окрестностях оз. Верестово Бежецкого района. В этих озерах также формировались озерно-ледниковые отложения: в большинстве случаев отлагались мелкозернистые пески или супеси, гораздо реже – ленточные глины. На месте этих озер впоследствии образовались озерно-ледниковые равнины с очень плоским рельефом.

Помимо описанных выше, еще одним важным видом четвертичных отложений в Тверской области являются покровные лессовидные породы: желто-

бурые пористые безвалунные суглинки (реже супеси) с высокими агрохимическими свойствами. Их мощность колеблется от 0,5 до 4 м. Они распространены в Ржевско-Старицком Поволжье и в восточных районах области. Образование покровных отложений лишь косвенно связано с деятельностью ледников. Полагают, что их формирование происходило в то время, когда на северо-западе стоял Валдайский ледник, а область перед фронтом ледника представляла собой холодную тундро-степь, куда из более южных районов ветер приносил мелкие плодородные частички. Из них и сформировались покровные суглинки.

Таким образом, основными типами рельефа Тверской области являются моренные, водно-ледниковые, озерно-ледниковые равнины и конечно-моренные гряды. Каждый из этих типов характеризуется определенным генезисом поверхности, характерным рельефом и сложен присущими только ему четвертичными отложениями [82].

Тверская область расположена в средней части Восточно-Европейской равнины. Для нее в целом характерен равнинный рельеф, где возвышенные всхолмленные участки моренных равнин и гряд сочетаются с обширными волнистыми водно-ледниковыми или плоскими озерно-ледниковыми и аллювиальными низинами (Рисунок 4. Физическая карта Тверской области).

В большинстве случаев высота поверхности в области не превышает 200 метров абсолютной высоты. Самая высокая точка области – 343 метра над уровнем моря расположена вблизи истоков реки Цны, на Цнинском поднятии. Таким образом, центральная и северо-западная части области являются наиболее высокими территориями. Наоборот, юго-восток, северо-восток. А также крайний запад области понижены. Наиболее низкими являются территории вблизи Иваньковского (125–130 м) и Рыбинского (100–110 м) водохранилищ. Общий наклон поверхности направлен с запада на восток, по этому уклону текут главные реки Тверской области. По территории Тверской области проходит часть главного водораздела – линии, разделяющей бассейны Каспийского и Балтийского морей [68].

В Тверской области все морфоструктуры являются древними образованиями. Они сильно изменены процессами денудации и перекрыты продуктами аккумуляции более поздних геологических эпох [83], [79]. В области есть ряд возвышенностей и поднятий, которые в своем основании имеют выпуклости дочетвертичного фундамента. Самое крупное поднятие Верхневолжья – Валдайская возвышенность, в основании которой лежит Карбоновый выступ [81]. Она расположена в центральной части области и протягивается с юга на север на расстояние более 180 км, выходит за пределы области. Здесь на северо-западе в Новгородской области Валдайская возвышенность обрывается к Ильменской низине крутым ступенчатым уступом, совпадающим с древним тектоническим разломом. На востоке и западе склоны возвышенности пологие. Ее средняя высота 250–270 м.

В пределах Валдайской возвышенности выделяется несколько небольших самостоятельных более высоких поднятий: Цнинская возвышенность, расположенная в ее восточной части, Ильи горы – на юго-востоке, Свиные горы – в центральной части и Оковский лес – на западе Валдайской возвышенности [84], [85]. В их основании лежат сохранившиеся от далеких геологических эпох останцы, состоящие из более твердых пород, которые возвышаются над общей поверхностью Карбонового выступа на 20–40 м [86], [87]. Кроме того, ледники, подходя к куполовидным поднятиям, задерживались ими и интенсивно отлагали моренный материал. Поэтому мощность четвертичных отложений здесь очень велика. Сами поднятия представлены группами крупных широких плосковершинных холмов, иногда образующих гряды и валы. Абсолютные высоты всех названных поднятий превосходят 300 м. Здесь берут начало многие реки Верхневолжья: Жукопа, Межа, Цна, Осуга, Поведь и др.

С юга к Валдайской возвышенности примыкает небольшая Бельская возвышенность. Она соединяет Валдай с расположенной южнее Смоленско-Московской возвышенностью. Бельская возвышенность имеет форму треугольника со сторонами по 50 км, расположенного в пределах Бельского и

Оленинского районов Тверской области. Ее средняя высота 250–270 метров. Возвышенность прорезана глубокими долинами рек Лучеса и Обша.

На северо-востоке области, на стыке Весьегонского, Сандовского, Молоковского и Краснохолмского районов, расположена еще одна морфоструктурная форма рельефа – Овинищенская возвышенность. Она протянулась от Сандово до восточных границ области почти на 60 км, имея ширину около 30 км. Ее средняя высота 240–250 метров. С нее начинаются реки Мелеча, Реня, Кесьма.

Остальные положительные формы рельефа Тверской области своим происхождением обязаны деятельности Московского и Валдайского ледников. Это – конечно-моренные гряды, сформированные Московским ледником. На юго-востоке области выделяется первая полоса конечно-моренных образований. Она начинается южнее Твери системой параллельных гряд: Неготинской, Бурашевской и Ильинским нагорьем, с общим названием – Тверские гряды. Затем продолжается в Заволжье Горицкой и Кесовогорской грядами, которые расположены вблизи поселков Горицы и Кесова Гора. Общая протяженность полосы конечно-моренных образований достигает 200 км, а размеры одной отдельной гряды составляют 40–50 км в длину и 10–15 км в ширину. Относительная высота наиболее высокой Бурашевской гряды достигает 40–60 метров. Другие гряды меньшей высоты.

Особое место среди форм рельефа Тверской области занимает Вышневолоцко-Новоторжский вал, который давно привлекал внимание геологов. Это сравнительно невысокая цепь массивных куполообразных холмов, тянущихся в меридиональном направлении от пос. Высокое через Торжок к Вышнему Волочку на расстояние около 110 км [88]. Своеобразие Вышневолоцко-Новоторжского вала состоит в том, что здесь на небольшой глубине залегают мощные блоки известняков нижнего карбона – отторженцы, принесенные сюда ледником из других районов. Именно эти известковые блоки лежат в основании вала [89], [90]. Наиболее крупные холмы, возвышающиеся над долиной р. Тверцы на 30-60 м, имеют собственные имена – Войбуцкая, Вишенская, Гиринская, Лозовая горы. Склоны некоторых холмов весьма круты и часто рассечены глубокими оврагами.

Самая большая низина Тверской области – Верхневолжская. Она расположена на юго-востоке в зоне глубокого синклинального прогиба. На крайнем западе Тверской области в пределы Торопецкого района заходит часть Ловатской низменности, которая здесь имеет собственное название – Плоскошская низина. Это очень плоская, слабонаклоненная к северо-западу поверхность, сложенная песками, отложившимися на дне древнего ледникового водоема [68].

Вдоль Мологи расположены Верхнемоложская и Среднемоложская низины. Друг от друга они отделяются Покров-Коноплянской грядой. В центре Верхнемоложской низины сливаются реки Молога, Могоча и Мелеча. Здесь же находится крупное Верестово озеро – остаток древнего послеледникового озера, которое раньше, вероятно, занимало всю Верхнемоложскую котловину. На плоской поверхности низины залегает тонкий слой покровных супесей и суглинков. Среднемоложская низина приурочена к среднему течению Мологи. Она имеет пологоволнистый рельеф и сложена преимущественно песками. На крайнем северо-востоке области в пределы Весьегонского района заходит небольшая часть Молого-Шекснинской низменности. Это также плоская, сложенная песками поверхность озерно-ледникового происхождения.

Между Осташковской грядой на западе, Лесной грядой на востоке и Цнинской возвышенностью на юге расположена обширная Вышневолоцкая низина. Здесь широко распространены песчаные волнистые водно-ледниковые поверхности, которые осложнены многочисленными камами, озерными котловинами и моренными холмами. В южной части Вышневолоцкой низины, междуречье Шлины и Цны, расположена Шлино-Цнинская низина.

В юго-западной части Тверской области расположена обширная Западновинская низина. По ней на юго-запад стекают крупные реки: Западная Двина, Межа, Торопа. В пределах низины сочетаются озерно-ледниковые, зандровые и аллювиальные поверхности, которые в основном сложены песчаным материалом. Характерной формой рельефа на Западновинской низине являются озы – узкие, похожие на железнодорожную насыпь, прямолинейные или

извилистые гряды. Их происхождение изучено пока недостаточно. Длина озов – от нескольких сотен метров до десятков километров, высота колеблется от 3–4 до 50 и более метров. Склоны озов крутые. Сложены озы косослоистыми песками, гравием и галькой, иногда в них встречаются скопления валунов. В Тверской области преобладают озы небольших размеров.

В настоящее время процессы рельефообразования на территории Тверской области проявляются в форме карстовых явлений, оползней, оврагообразования, поверхностного смыва. Большое влияние на рельеф оказывают реки. Карстовые процессы и их проявления (воронки, полости, пещеры) наблюдаются в Старинном, Ржевском, Зубцовском, Торжокском районах, где растворимые горные породы (известняк, доломит) близко подходят к земной поверхности.

Характер рельефа тесно связан со степенью освоенности территории. В Ржевско-Старицком Поволжье и в восточных районах области преобладают выровненные участки моренных равнин, которые сложены плодородными, покровными безвалунными суглинками, что благоприятствует ведению сельского хозяйства [91]. На северо-западе области, в Фировском, Осташковском, Пеновском, Андреапольском районах распаханно всего 7–10% земель, а площадь всех сельскохозяйственных угодий редко превышает 15–20%. В этих районах главным препятствием для освоения являются особенности рельефа – крупные холмы и гряды, сочетающиеся с многочисленными ложбинами и котловинами. Как правило, здесь господствуют небольшие, размером 1–3 га, лоскутки полей, к тому же сильно засоренные камнями. Вести эффективное сельское хозяйство на них очень сложно.

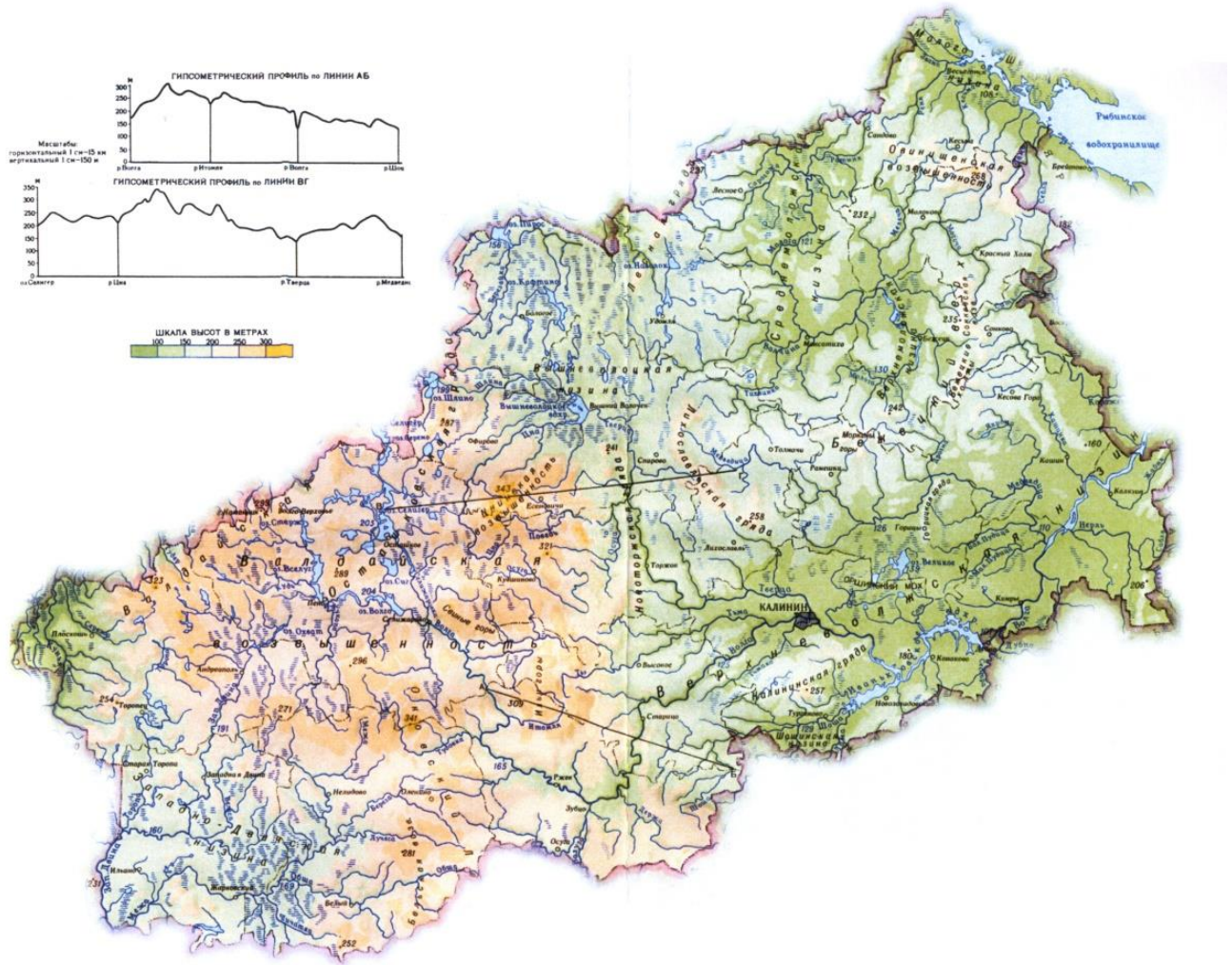


Рисунок 4. Физическая карта Тверской области [75].

1.2.4. Гидрография

Тверская область богата поверхностными, подземными, и болотными водами. Этому благоприятствует: влажный климат – превышение осадков над испарением; особенности рельефа – водораздельное положение области, сочетание в рельефе приподнятых участков с водособирающими ложбинами и котловинами, в которых концентрируется речной сток или расположены озера; геологическое строение территории области – преобладание на поверхности или на небольшой глубине плохо водонепроницаемых суглинков и глин [92].

Тверская область имеет густую речную сеть, которая сравнительно равномерно распределена по поверхности. Всего в области насчитывается около 800 рек, с общей длиной свыше 17000 километров. Однако среди них, крупных и средних, длиной более 100 км, немного, всего 21 река. Это, прежде всего Волга. В пределах области Волга имеет длину 685 км и принимает около 150 притоков. Наиболее крупные левые притоки Верхней Волги – Тьма (140 км), Тверца (188 км), Медведица (269 км), Кашинка (128 км), Молога (280 км). С правой стороны в Волгу впадают: Молодой Туд (101 км), Вазуза (45 км), Держа (80 км), Шоша (151 км) и другие реки. Общая площадь бассейна Волги в пределах нашей области составляет 59650 км².

На западе и северо-западе области протекают реки, относящиеся к бассейну Балтийского моря: в Бологовском районе – Мста (57 км) с притоками – Березайка (149 км) и Съежа (42 км), а на западе крупнейшей рекой является Западная Двина (Даугава) (262 км) с притоками Белеса (114 км), Торопа (174 км), Межа (259 км). Западная Двина тоже начинается в Тверской области, вытекая из небольшого озера Двинец в Андреапольском районе.

Реки области различаются не только своей длиной и площадью бассейна. Определенные различия наблюдаются также в строении речных долин, в продольных профилях дна, в скорости и характере течения и т.д. Так, в нашей области представлены четыре группы рек, резко различающихся устройством своих рек.

К первой группе относятся наиболее крупные реки области: Волга, Медведица, Молога. Эти реки имеют широкую, от нескольких сотен метров до 15–20 км (на юго-востоке), хорошо разработанную долину. Общая высота коренного берега может достигать в некоторых местах 50-60 метров.

Ко второй группе относятся реки Тверца, Шоша, Большая и Малая Коша, Песочная, Селижаровка и некоторые другие. Они имеют неширокое русло (20–50 метров), хорошо развитую пойму и одну надпойменную террасу. Ширина долины изменяется от немногих сотен метров до двух-трех километров.

В качестве примера рек, относящихся к третьей группе, можно назвать Оршу, Крапивенку, Руну, Волкоту, Сиговку, Березайку. Они имеют слабо разработанную долину. Они слабо освоили рельеф и в своем течении находятся в сильной зависимости от него, огибая даже невысокие моренные холмы. Течение у этих рек медленное, русло и берега зарастают растительностью [77].

Наконец, четвертую группу составляют реки Ржевско-Старицкого Поволжья: Держа, Холохольня, Верхняя Старица, Итомля и др. Они имеют узкие долины с высокими крутыми берегами. У этих рек быстрое течение, здесь много порожистых участков, террасы отсутствуют, пойма обычно не высокая и выражена не везде.

Территория Тверской области характеризуется обилием естественных водоемов – озер. По результатам инвентаризации, проведенной географами Тверского госуниверситета, в области насчитывается 1769 с площадью более одного гектара. В сумме все эти озера покрывают поверхность площадью 1178 км, что составляет 1,4 процента от всей площади области. Самым крупным озером Тверской области является Селигер его площадь – 259,7 км (в том числе площадь островов)

По территории озера распределены крайне неравномерно. В восточной ее части озера встречаются сравнительно редко и, как правило, располагаются одиночно. Количество озер значительно возрастает к западу, а северо-западной части области, особенно в пределах Валдайской возвышенности, имеет место наибольшее скопление озер. Указанная особенность в распределении озер по территории области находится в тесной связи с особенностями рельефа и историческими процессами формирования ее поверхности. В то же время крупных озер, с площадью более 10 км², в нашей области не много, всего 19. Это Селигер (259,7 км²), Волго (61 км²), Шлино (32,4 км²), Кафтино (32,4 км²), Великое (32 км²), Пирос (30,9 км²), Сиг (30,6 км²), Вселуг (30,6 км²), Верестово (23,1 км²), Серемо (19,6 км²), Удомля (18 км²) и другие. В сумме на 19 наиболее крупных озер приходится больше половины озерной площади – 677,4 км². Еще 127 озер нашей области имеют размеры от одного до десяти квадратных километров. Все

остальные озера – небольшие. Размеры примерно 600 озер колеблются от 10 га до 1 квадратного километра.

1.2.5. Почвы

Действующие факторы почвообразования привели к распространению на территории области почв нескольких типов. В Тверской области имеется 3 основных типа почв:

- а) дерново-подзолистые и подзолистые;
- б) болотно-торфянистые;
- в) аллювиальные.

Эти основные почвенные типы области имеют разное развитие, образуют сочетания и переходы, вследствие чего общая картина почвенного покрова области достаточно сложна [93].

Наибольшую площадь занимают подзолистые почвы, особенно один из их подтипов – дерново-подзолистые (Рисунок 5. Почвенная карта Тверской области). Часто встречаются болотно-подзолистые (заболоченные) и торфяные болотные почвы. Иногда можно встретить дерново-глеевую или дерново-карбонатную почву. На поймах рек в условиях периодического затопления сформировались разнообразные аллювиальные почвы.

Типичные подзолы встречаются в нашей области довольно редко. Сплошных массивов они практически не образуют, а залегают фрагментарно среди дерново-подзолистых почв. Они формируются под сомкнутыми хвойными лесами с мертвым, вересковым или моховым покровом, чаще всего на песчаных и супесчаных породах. Примерно три четверти Тверской области занимают дерново-подзолистые почвы. Эти почвы формируются на любых материнских породах под разнообразной растительностью с густым мохово-кустарничковым или травяным покровом. Их также можно встретить на лугах, лесных опушках и полянах. Многие массивы дерново-подзолистых почв заняты под пашню.

Типичные дерновые почвы в нашей области встречаются редко. Они формируются под травянистой луговой растительностью на различных материнских породах. Однако ярче всего дерновый процесс проявляется на богатых известью породах – лессовидных покровных суглинках или в местах, где близко к поверхности подходят известняки. Иногда в пониженных местах, там, где грунтовые воды залегают близко к поверхности, в почве может развиваться процесс оглеения. Наличие оглеения – один из главных признаков переувлажнения и заболачивания почв.

Когда процесс оглеения выражен достаточно сильно, выделяется особый тип почв – болотно-подзолистые (заболоченные).

Почвы этого типа распространены на плоских слабодренированных территориях и в неглубоких понижениях рельефа, т.е. в тех местах, где наблюдается временный застой поверхностных вод или близкое залегание грунтовых вод. Формируются они под сырыми хвойными лесами с мохово-кустарничковым покровом или под сырыми смешанными лесами с мохово-травяным покровом [94].

Немалые площади Тверской области занимают болотные почвы. Они встречаются в наиболее сырых местах под влаголюбивой болотной растительностью.

Особые почвы образуются в поймах рек, там, где весной, во время половодья, вода заливает поверхность земли. В это время вода в реке мутная, так как в ней много мелких илистых и песчаных частичек. Вся муть осаждается на поверхности почвы, образуя слой из этих частичек. Такие осадения происходят ежегодно, и постепенно образуется слоистая почва, называется пойменной, или аллювиальной.

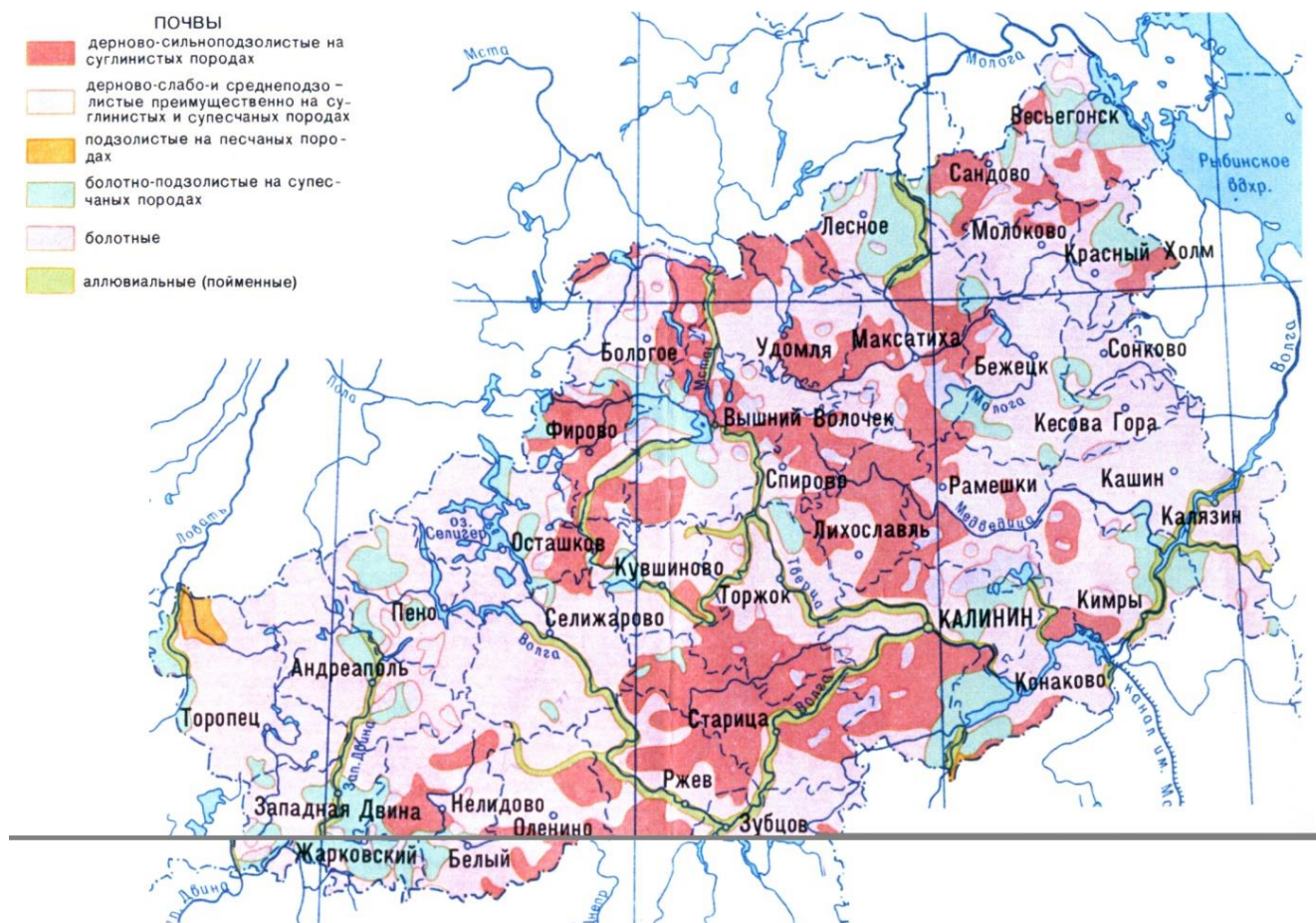


Рисунок 5. Почвенная карта Тверской области [75].

1.2.6. Растительность

Территория Тверской области расположена в лесной зоне, в подзоне южной тайги, переходящей в смешанные широколиственно-хвойные леса. В наше время естественный растительный покров сильно нарушен и изменен человеком, и все же, Тверская область – одна из самых лесистых в Европейской части России, массивы лесов покрывают более половины (54%) ее площади (4,5 млн. га) [95].

Леса – основной зональный тип растительности в Тверской области. Главные лесообразующие породы – ель, сосна, береза, осина, ольха, дуб. Хвойные леса занимают примерно 47% лесопокрытой площади, причем, еловые леса несколько преобладают; на долю мелколиственных лесов приходится около 53%, из них почти 33% – березовые; менее 1% от общей площади лесов занимают

широколиственные леса – дубравы. Распределены разные типы лесов по области очень неравномерно, что связано с двумя причинами – различиями природных условий и хозяйственной деятельностью человека [96].

Со времени появления человека началась вырубка коренных лесов и уничтожение их пожарами. На местах сведенных хвойных лесов разрастались береза и осина. Таким образом, мелколиственные леса в Тверской области в основном являются производными, вторичными. В современной пестрой картине распределения лесов по территории Тверской области прослеживается преобладание сосновых и сосново-мелколиственных лесов на востоке, постепенный переход их в еловые и елово-мелколиственные леса на западе. В том же направлении увеличивается примесь широколиственных пород. Хвойные и хвойно-мелколиственные леса чередуются с березняками и осинниками (Рисунок 6. Карта растительности Тверской области).

Еловые леса занимают примерно 25% общей площади лесов, располагаясь на выровненных участках или в понижениях рельефа, реже на склонах и вершинах гряд с суглинистыми или с супесчаными плодородными почвами нормального увлажнения [95].

Широко распространены в Тверской области, особенно в западных районах, ельники сложные, или дубравные. В таких лесах вместе с елью, березой и осинкой растут широколиственные породы: дуб, ясень, клен, вяз, липа. Под пологом деревьев обычно хорошо развит ярус кустарников, или подлесок, в котором есть не только обычные для хвойных лесов ива, крушина, рябина, но и типичные обитатели широколиственного [95].

Сосновые леса занимают в Тверской области около 22% лесопокрытой площади. Несмотря на различия в экологических условиях и общем облике леса, типы сосновых лесов (боров) во многом повторяют типы ельников. Есть сосняки-зеленомошники, сосняки сфагновые, сосняки-долгомошники, сосняки травяные и сосняки сложные. В борах часто бывают сплошной моховой покров, на фоне которого растут травы и кустарники. Мхи, травы и кустарники в сосновых лесах в основном те же, что и в соответствующих типах ельников.

Очень сильно отличаются от ельников те сосняки, которые растут на особенно сухих и бедных песчаных почвах. Это лишайниковые боры, или боры-беломошники. Лишайниковые боры растут на песчаных дюнах, холмах и грядах преимущественно в восточных и центральных районах области, на западе их значительно меньше. Часто боры-беломошники небольшими участками вкраплены в более широко распространенные боры-зеленомошники. Ненарушенных или мало измененных человеком хвойных лесов на территории области осталось совсем немного, они сохранились лишь в заповедниках и в глухих уголках северо-западных районов. Обычно же в них встречается примесь мелколиственных пород, а в ельниках – сосна. Поэтому в пределах распространения хвойных пород преобладают породы смешанного типа: елово-сосновые, елово-березовые, елово-березово-осиновые, сосново-березовые [96].

Дубовые леса на территории области встречаются на очень небольших площадях. В западных районах области дубравы растут на богатых почвах, на покровных суглинках и на карбонатной морене. В центральных и восточных – небольшие дубовые рощи и группы деревьев можно встретить почти исключительно в речных долинах, на береговых склонах рек Воловины, Медведицы, Тьмы (при впадении ее в Волгу) и некоторых других. С дубом часто растут клен, вяз, липа, из кустарников – жимолость, орешник, бересклет. Разнообразен травяной покров: медуница, ветреница, колокольчик широколистный, сныть и др. растения [96].

Мелколиственные леса: березовые, осиновые и ольховые широко распространены по всей области. Как уже говорилось, на долю березняков приходится 33% от общей площади лесов, на осинники и ольшаники – примерно по 10%. Береза и осина растут на месте сведенных хвойных лесов. Ольшаники разрастаются по речным долинам, берегам ручьев, по канавам и местам выпаса скота. Различают серо-ольховые и черноольховые леса. Ольха серая менее требовательна к почве и увлажнению, заросли ее весьма распространены. Ольха черная встречается довольно редко на богатых почвах с избыточным увлажнением проточными водами, которые обогащают почву минеральным питанием. Часто

мелколиственные породы растут вместе, образуя березово-осиновые и березово-ольховые леса.

Луга – земельные угодья средней степени увлажненности, покрытые многолетней травянистой растительностью. Во времена первых поселений в наших лесных краях луга были лишь в речных долинах, в поймах крупных рек. Такие луга заливаются весной в половодье – заливные, или пойменные луга. Материковые луга появились позднее под влиянием хозяйственной деятельности человека, главным образом в результате вырубki лесов под пашню, сенокосные и пастбищные угодья, то есть они являются вторичными. Сенокосные и пастбищные луга занимают примерно 16% от общей площади области, причем, пастбищ несколько больше, чем сенокосов [95].

Пойменные, или заливные луга встречаются на территории нашей области отдельными участками в среднем течении Волги, в нижнем течении Тьмы, по берегам рек Медведицы, Шоши, Досуги, в верховьях Мологи. Богатство пойменных лугов связано с удобряющим влиянием ила, который приносят весенние разливы.

Болота широко распространены в Тверской области, часть из них осушена, и в настоящее время болота занимают немногим более 6% от площади области. Преобладают верховые – их почти в 2 раза больше, чем низинных. Площадь переходных болот невелика – их почти в 5 раз меньше, чем верховых. Низинные болота чаще расположены в поймах рек и озер, в понижениях между холмами, у подножий склонов. [96].

Верховые болота распространены на водоразделах, крупные массивы встречаются среди задровых и озерно-ледниковых равнин. Сформировавшееся верховое болото имеет выпуклую форму. В растительном покрове господствуют сфагновые мхи, образующие мягкий, быстро нарастающий ковер, на котором могут расти лишь немногие кустарники и кустарнички – багульник, болотный мирт, голубика, клюква, морошка. [95].

Водная растительность также характерна для нашей области, богатой реками, неглубокими озерами и искусственными водоемами. Вдоль берегов водоемов с

постепенным нарастанием глубины формируются различные полосы растительности. В прибрежной части на заболоченном берегу обычно растут осоки, хвощи, их сменяет полоса высоких растений, это чаще всего тростник, рогоз, камыш озерный, манник водяной – полупогруженные растения, заходящие на глубины до 1–1,5 м. На больших глубинах поселяются растения с плавающими на поверхности воды листьями, такие как кувшинка, кубышка, горец земноводный, телорез алоэ видный, вод окрас, ряски. На глубине более 2 метров растут водоросли и водные мхи.

Площади зарослей водных растений на мелководных озерах и водохранилищах могут быть большими, например, на Московском море они занимают примерно 25% от общей площади водоема. Водная растительность играет важную роль в жизни водоема – уменьшает волнение, защищая берега от разрушения, дает пищу многим водным животным, является местом нереста рыб, очищает воду от загрязнения.

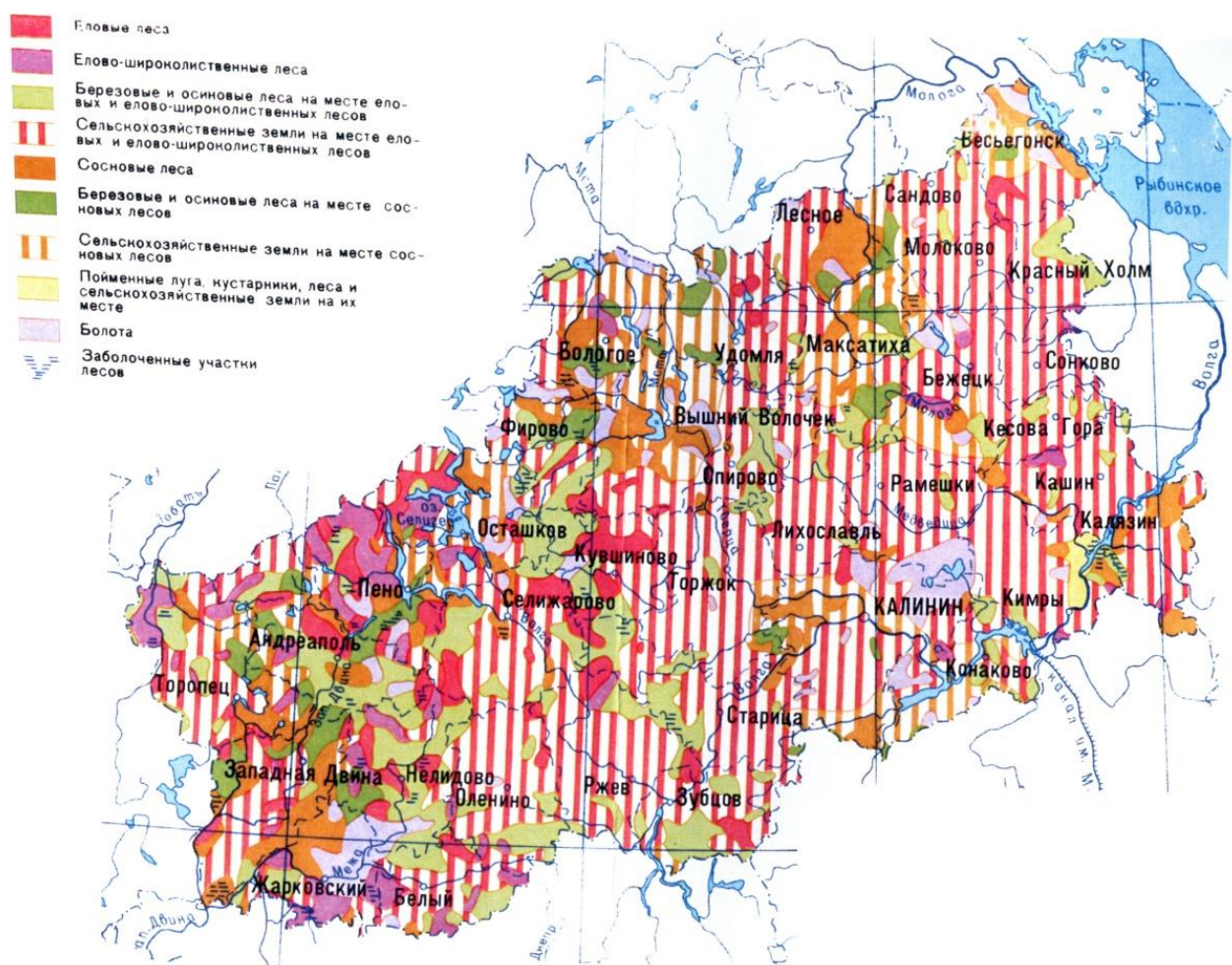


Рисунок 6. Карта растительности Тверской области [75]

1.2.7. Животный мир

Становление и формирование современной фауны средней полосы, в том числе и Тверской области, началось 10–12 тысяч лет назад, после последнего, Валдайского оледенения. В период наступления ледника, в условиях холодного климата, северная тундровая фауна смогла распространиться далеко на юг, заняв обширные пространства на широте центральных областей Европейской части. Одновременно местная теплолюбивая фауна была оттеснена в более южные районы или же частично вымерла. По краю ледника простиралась полоса тундровой растительности, где были широко представлены северные виды животных. Но некоторые из них смогли приспособиться к постепенному

потеплению климата и сохранились на нашей территории до сего времени. Они предпочитают селиться на пониженных, избыточно увлажненных местах, главным образом на верховых болотах с их более холодным микроклиматом. Типичными представителями арктической фауны Тверской области являются некоторые виды бабочек: *Colias palaeno* (Linnaeus, 1758), *Coenonympha oedicus* (Fabricius, 1787), некоторые представители р. *Argynnis* (Fabricius, 1807), *Carabus nitens* (Linnaeus, 1758). Из позвоночных животных к этой группе относятся *Lagopus lagopus* (Linnaeus, 1758), *Bubo scandiacus* (Linnaeus, 1758), *Myodes rutilus* (Pallas, 1779), *Rangifer tarandus fennicus* (Lönnberg, 1909), который раньше (до 30-х годов) во время зимних миграций заходил на территорию нашей области. Почти все виды этого комплекса очень чувствительны и быстро вымирают при проведении обширных мелиоративных работ на болотах. С этой точки зрения, особую ценность представляют два крупнейших болотных массива Тверской области: Оршинский Мох и Пелецкий Мох [97].

С потеплением климата после отступления ледника к нам проникли многие степные, теплолюбивые животные, которые затем были вытеснены видами, пришедшими вместе с широколиственными лесами из районов центральной и юго-западной Европы, не покрытых ледовым щитом. В дальнейшем дубово-широколиственные леса вытеснила тайга, хотя некоторые элементы дубравной фауны сохранились до наших дней. Из беспозвоночных животных к ним относятся: буковый вилохвост, сливовый коконопряд, зеленая и орешниковая совки, ленточник Камилла; из позвоночных – зеленый дятел, зеленушка, орешниковая соня, желтогорлая мышь, черный хорь, зеленая жаба. Многие виды животных дубравного комплекса, особенно насекомые, чаще встречаются в западных районах Тверской области: Западнодвинском, Торопецком, Жарковском, Вельском. Это не случайно, т.к. в этих районах пока сохранились фрагменты естественных дубрав, которые практически уничтожены и вытеснены тайгой в центральных и восточных районах области [98].

Основу современной фауны Тверской области составляют таежные виды, широко распространенные на территории: черный и трехпалый дятлы, глухарь,

тетерев, рябчик, снегирь, клесты, белка-летяга, заяц-беляк, рысь, куница, лось, бурый медведь и подавляющее большинство других животных. Доля таежных видов несколько выше в северных и северо-восточных районах области, которые находятся в подзоне южной тайги, и несколько ниже в южных и юго-западных районах, в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов [97].

За последние десятилетия некоторые виды животных сильно сократили численность или исчезли с территории области, главным образом по причинам антропогенного характера. Из-за строительства плотин на Западной Двине к ее верховьям не мигрирует из Балтийского моря семга, хотя еще в начале нашего века в верховьях реки ловили семгу весом более пуда. По той же причине в верховьях Волги из Каспийского моря не могут попасть каспийская минога, русский осетр, два вида сельди: черноспинка и пузанок. Загрязнение воды в реках промышленными и бытовыми стоками привело к резкому снижению численности стерляди, бычка-подкаменщика, полностью исчезла пресноводная жемчужница [97].

Ряд видов птиц, особенно хищных, стали малочисленны или находятся на грани полного исчезновения. Так, в Красную книгу СССР занесены пока гнездящиеся в Тверской области черный аист, орел беркут, орлан-белохвост, сокол сапсан. На численности хищников в сильной степени сказалась компания по их истреблению, развернутая в начале шестидесятых годов. Из млекопитающих с территории области в пятидесятые годы нашего века исчезла выхухоль *Desmana moschata* (Linnaeus, 1758) – небольшой насекомоядный зверек, обитавший по берегам рек бассейна Волги. Выхухоль занесена не только в Красную книгу СССР и Российской Федерации, но и в Международную Красную книгу [99].

Еще в большей степени хозяйственная деятельность человека влияет на беспозвоночных животных. Основные причины, приводящие к сокращению их численности, это изменение местообитаний (сведение лесов, распашка лугов, осушение болот и т.д.), применение пестицидов в сельском и лесном хозяйстве, загрязнение окружающей среды промышленными и бытовыми отходами. Немалые виды беспозвоночных попали на страницы Красной книги СССР и Российской

Федерации, главным образом это насекомые. Некоторые из них еще встречаются на территории Тверской области и нуждаются в охране. К ним относятся девять видов бабочек: *Saturnia pavonia* (Linnaeus, 1758), *Acherontia atropos* (Linnaeus, 1758) (залетный вид), *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758), *Catocala fraxini* (Linnaeus, 1758) *Catocala sponsa* (Linnaeus, 1767), *Papilio machaon* (Linnaeus, 1758), *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758), *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1761), *Apatura iris* (Linnaeus, 1758). Кроме бабочек, в Красную книгу России занесены некоторые обитающие у нас виды рода *Bombus* (Latreille, 1802), *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) [97].

С другой стороны, благодаря своевременно принятым мерам охраны некоторые виды животных удалось спасти от полного уничтожения. Например, запрет на отстрел лосей позволил не только сохранить этих лесных великанов, но и приумножить их численность. В настоящее время на территории области обитает 12–15 тысяч этих животных, давно ведется их промысел. Сходная ситуация сложилась с бурым медведем. К настоящему времени численность хищника возросла до 1500 особей.

1.2.8. Природные комплексы Тверской области

В Тверской области вследствие ее тектонического устройства встречаются только равнинные ландшафты, однако высота территории в пределах области далеко не одинакова: выделяют низменные ландшафты (до 150 м абс. высотой), приподнятые ландшафты (от 150 до 200 м абс.) и возвышенные ландшафты (более 200 м абс.) [100].

С учетом почвенно-растительных характеристик в Тверской области выделяют ландшафты следующих типов: таежные (южно-таежные) на севере и северо-востоке, лесные (хвойно-широколиственных лесов) на большей части области и болотные, которые встречаются в виде вкраплений практически по всей области. Фрагментарно в долинах крупных рек сохранились ландшафты лугового типа.

Основными родами ландшафтов в Тверской области являются моренные, зандровые, озерно-ледниковые и аллювиальные.

На территории Тверской области расположены части Прибалтийской, Валдайской, Смоленско-Московской и Верхневолжской физико-географических провинций [77]. Они различаются между собой устройством верхней части земной коры (литологией), возрастом, высотой и характером рельефа, особенностями гидрографической сети, четвертичными отложениями и почвенно-растительным покровом. Имеются некоторые различия и в климате названных провинций.

В пределы Прибалтийской провинции входит небольшая территория на крайнем западе области, граница которой проходит по меридиану поселка Волок. Это плоская низменная слабонаклоненная к западу равнина, с высотами до 150 м абс., сложенная древнеаллювиальными и водно-ледниковыми песками с участием озерно-ледниковых отложений. В растительности преобладают леса на дерново-подзолистых почвах и низинные болота с торфяными почвами, Климат здесь мягкий, переходный к морскому.

Граница Валдайской провинции области совпадает с линией максимального продвижения Валдайского ледника и проходит примерно вблизи населенных пунктов: Белый – Западная Двина – Андреаполь – Пено – Селижарово – Фирово – Спирово – Молдино – Лесное (Рисунок 7). Территория провинции характеризуется широким развитием сильно расчлененного ледниково-аккумулятивного (холмисто-грядового) рельефа, местами вознесенного на достаточно большую высоту (до 250 – 320 м абс.) и сохранившегося со времени ухода последнего ледника почти в неизменном виде. Наряду с этим обширные территории занимают волнистые зандровые и плоские озерно-ледниковые поверхности, которые, как правило, сильно заболочены. Для провинции характерен чрезвычайно пестрый состав поверхностных отложений. Разнообразие горных пород и форм рельефа, множество болот, озер и слабо освоенных пространств создают большую пестроту почвенно-растительного покрова и вызывают исключительную дробность, мелкоконтурность лесных угодий. В ботанических работах давно обратили внимание на особую роль этой территории во флоро-генетических процессах [16],

[84]. Отличительной чертой провинции является широкое распространение озер, приуроченных как к слабо разработанным речным долинам, так и к междуречным пространствам. Климатические особенности провинции, вследствие значительной протяженности, неодинаковы в различных ее частях. В целом Валдайская провинция отличается наименьшей континентальностью климата, повышенным количеством осадков.

Верхневолжская провинция включает территории восточных и юго-восточных административных районов области. Здесь преобладают холмистые и полого-увалистые вторичные маренные равнины с высотами 150 – 180 м абс., поверхность которых осложнена конечно-моренными грядами [101], [77], [102]. Большие площади в наиболее низких местах (ниже 150 м абс.) занимают полого-волнистые зандровые и плоские озерно-ледниковые низины. Вследствие небольших уклонов современное эрозионное расчленение территории весьма слабое, что приводит к сильному заболачиванию отдельных частей провинции. Например, болото Оршинский Мох, Кулицкий Мох и др. Материнские породы представлены главным образом валунными моренными суглинками, а на востоке – покровными суглинками. На обширных низинах встречаются озерные и водно-ледниковые пески и супеси, а в широких долинах крупных и средних рек – аллювиальные отложения. В зависимости от материнских пород преобладающие здесь дерново-подзолистые и болотно-подзолистые почвы имеют разнообразные водно-физические и агрохимические свойства. На этих почвах произрастают еловые, сосновые и мелколиственные леса. Некоторые части провинции, особенно восточные районы и территории вокруг областного центра, сильно освоены человеком [68]. Провинция характеризуется наименьшим в области количеством осадков, пониженными зимними и повышенными летними температурами.

На территории Тверской области полностью или частично представлены 23 физико-географических района. Размещение, характер границ этих районов показаны на рисунке 7.

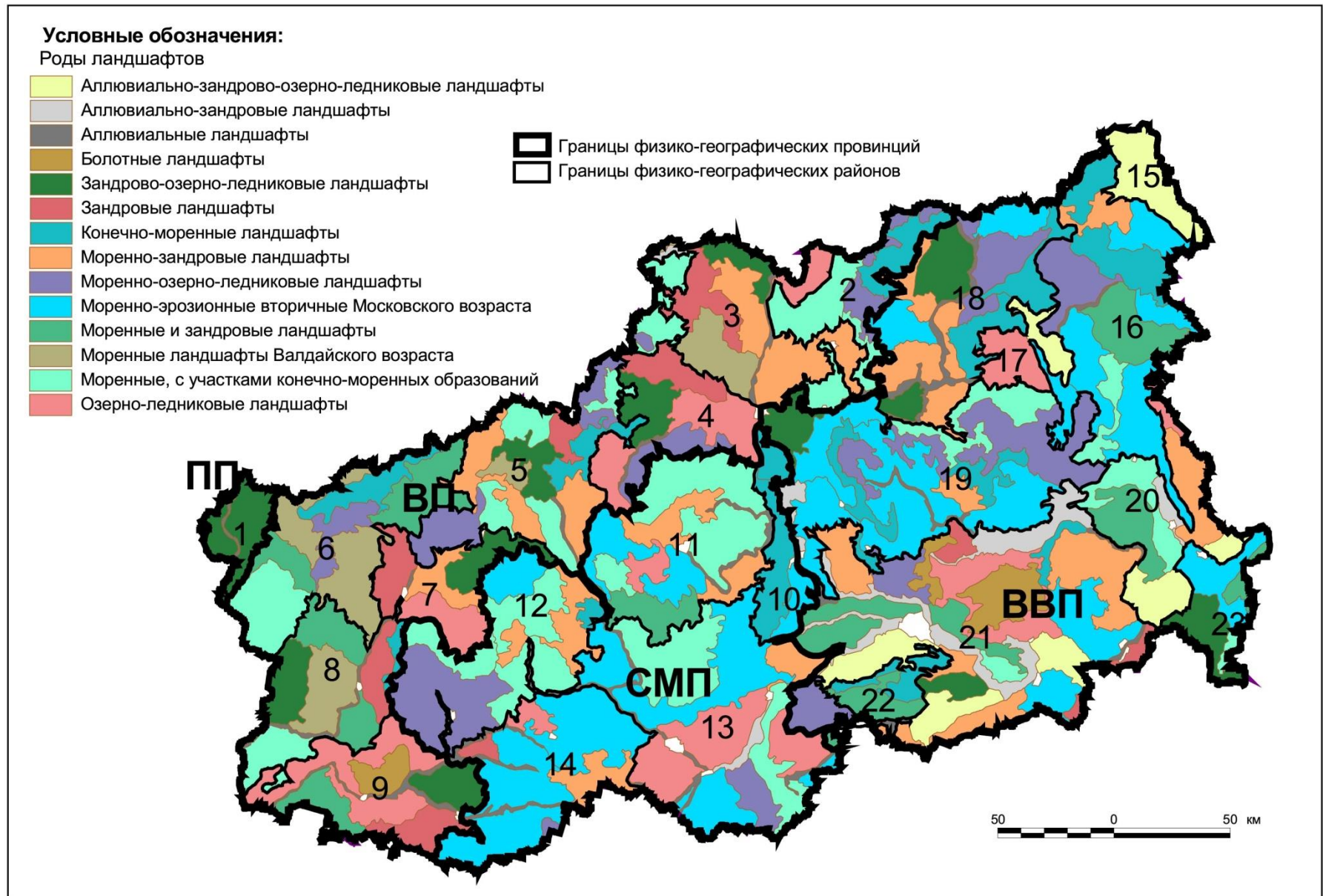


Рисунок 7. Природные комплексы Тверской области [162]

Условные обозначения к рисунку 7:

Физико-географические провинции и районы:	7. Охватский;	ВВП - Верхневолжская провинция:
ПП - Прибалтийская провинция:	8. Торопо-Западнодвинский;	15. Молого-Шекснинский;
1. Ловатский;	СМП - Смоленско-Московская провинция:	16. Восточно-Тверской;
ВП - Валдайская провинция:	9. Велесо-Среднемежский;	17. Верхнемоложский;
2. Леснинский;	10. Тверецкий;	18. Среднемоложский;
3. Верхнемстинский;	11. Осуго-Поведьский;	19. Среднемедведицкий;
4. Шлино-Цнинский;	12. Тудовский;	20. Кашинский;
5. Селигерский;	13. Ржевско-Старицкий;	21. Приволжско-Оршинский;
6. Шейно-Бологовский;	14. Обшинский;	22. Тьмацкий;
		23. Нерльский районы

1.2.9. Природно-экологическая уникальность Тверской области

Природно-экологическая уникальность Тверской области определяется тем, что здесь, на Валдайской возвышенности, находятся истоки Волги, Западной Двины (Даугавы) и рек бассейна Невы. Природные экосистемы области – основной источник питьевого водоснабжения Московской агломерации. Природное разнообразие, обусловленное межзональным расположением (от темнохвойной тайги до широколиственных лесов с массивами верховых болот и фрагментами остепненных экосистем), сложным разновозрастным рельефом (здесь проходит граница Валдайского оледенения), природные достопримечательности, географическое положение между Москвой и Санкт-Петербургом определяют области роль хранилища биоразнообразия и узлового участка экологического каркаса Центра Русской равнины.

В подзоне южной тайги, где и располагается Тверская область, естественные и слабо преобразованные экосистемы должны занимать на менее 50% территории (без учета природно-экологической уникальности нашей области), что должно быть достигнуто путем развития системы ООПТ, которые в настоящее время занимают около 12% территории области, а их количество из-за несовершенства нормативно-правовой базы точно не известно и, по разным данным, составляет от 997 до 1032. В настоящее время ООПТ не образуют адекватного цельного экологического каркаса.

1.3. Анализ подходов к выполнению оценки геоэкологической ситуации региона

1.3.1. Методика эколого-географической оценки территории

Перед анализом существующих методик эколого-географической оценки территории следует сказать несколько слов о понятии «Геоэкология». В связи с уже достаточно продолжительным периодом использования данного термина (порядка 80 лет), следует отметить, что универсального определения понятию «Геоэкология» не существует и по сей день. Дело в том, что, на сегодняшний день существ большое количество определений данному термину.

В.Т. Трофимов с соавторами [103] дает определение термину как «Геоэкология – междисциплинарная наука (метанаука), изучающая состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных и антропогенных экосистем высокого уровня организации». Геологический словарь [104] определяет понятие в трех вариантах: «1. Экология ландшафтов, науч. направление на стыке географии и экологии. 2. Область знаний, изучающая закономерные связи между живыми организмами, в том числе человеком, техногенными сооружениями и геологической средой. 3. Междисциплинарная наука, изучающая состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и подвергшихся техногенным преобразованиям экосистем. Предметом исследований геоэкологи являются биосферные (ноосферные) процессы глобального, регионального и локального уровней, изменения жизнеобеспечивающих ресурсов геосфер под влиянием природных и антропогенных факторов, возможности рационального использования природ. ресурсов для человеческого сообщества. Геоэкология включает в себя и экологическую геологию в качестве составной части». Г.Н. Голубев [105] считает, что в рамках широкого понятия «геоэкология» находятся многие, весьма разнообразные, мультидисциплинарные научные направления и практические проблемы. Таким образом, автор отмечает, что общепринятого и

унифицированного определения данный термин так и не получил. Дмитриев В.В. с соавторами [106], проанализировав состояние экологической науки, считают подходы по изучению геосфер земли интегрированным знанием, и поэтому весь комплекс разделов экологии необходимо читать с приставкой «гео-», при этом авторы отмечают на необходимость мультидисциплинарности к определению данного термина.

В свою очередь, М.А. Водянова и Е.И. Хабарова [107], проанализировав 23 словаря-справочника (которые были изданы в период с 1990 по 2007 гг.), пришли к выводу, что «геоэкология» – это особое направление фундаментальных исследований и практической деятельности, но понимание данного термина существенно отличается у его исследователей. Авторы отмечают, что при формулировке определения данного термина все авторы опираются на два аспекта «рациональное природопользование» и «социально-экономическая целесообразность», которые являются основным атрибутом для формулировки понятия «Геоэкология». На основе своего анализа авторы попытались унифицировать все подходы и создали альтернативное определение термина: «Геоэкология – это междисциплинарное научное направление, исследующее изменения в окружающей среде, подвергнувшейся интенсивному антропогенному воздействию, и активизирующее потенциал социобиотехносферы, способный поддержать и впоследствии улучшить качество окружающей среды». Высшая аттестационная комиссия (ВАК) [108] определяет формулу специальности 25.00.36 «Геоэкология» следующим образом: «Геоэкология – междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды».

Таким образом, мы можем резюмировать, что одной из областей исследований геоэкологии является геоэкологическая оценка территорий. Современные методы геоэкологического картографирования и информационные системы в геоэкологии.

А.Г. Исаченко [109] заключает, что оценка экологического состояния геосистем обязательно должна проводиться в два этапа. Первый этап заключается в оценке естественного экологического потенциала геосистем, включая инвариантные природные свойства (не зависящие от человека), взаимодействующие друг с другом. Второй этап заключается в оценке антропогенной активности на изучаемой территории. Таким образом мы можем говорить о «комплексности» оценки территории только при условии оценки как природной (биокошной) так и антропогенной компонент геосистемы.

По словам А.Б. Косолапого [110] «При комплексной эколого-географической оценке территории целесообразно использовать две формы отражения интегрированной информации – матричную и картографическую. Матричная форма анализа предусматривает упорядоченное распределение шкалированных признаков, перевод их в баллы, введение эталона для каждого фактора и поправочных коэффициентов к нему, определяемых экспертным путем». Далее, при обработке окончательных результатов проводится стандартизация показателей путем их «взвешивания» и перевода в вероятностные оценки [111] и математическое сопоставление однородных величин для расчета обобщенного показателя качества территории.

При объединении взглядов А.Г. Исаченко и А.Б. Косолапого можно сформировать вполне жизнеспособную методику, основанную на функционировании косного, биокошного, и антропогенного вещества геосистемы при матричном и картографическом отражении информации.

Общеизвестно, что географическая среда представляет собой организованную совокупность геосистем различных уровней. В достойном функционировании данной среды заключается существование источников

существования человека (сообщества), обеспечивая его необходимыми ресурсами. Одним из основных понятий геоэкологии является термин «экологический потенциал геосистемы» (ландшафта), под которым подразумевается совокупность условий, обуславливающих способность удовлетворять потребности человека во всех необходимых первичных средствах существования – воздухе, свете, тепле, питьевой воде, источниках пищевых продуктов, а также в природных условиях, трудовой деятельности, отдыха, духовного развития [112].

1.3.2. Сущность понятия «эколого-географическая оценка»

Несмотря на широкое развитие эколого-географических исследований, до настоящего времени еще не разработан единый понятийный аппарат в этой области знаний, что создает некую расплывчатость суждений и усложняет использование результатов исследований в практической деятельности. Остапенко О.А. [113] дает следующее определение «Эколого-географическая оценка – это процесс установления соответствия объекта оценки требованиям, предъявляемым к нему со стороны субъекта, которые могут быть выражены в нормативном виде или других оценочных категориях». Автором отмечается, что оценки могут на два разряда: прямые и косвенные. При этом прямые – определяют значимость объекта оценки по совокупности характеризующих его свойств. В то время как косвенные оценки определяют значимость объекта по показателям, отражающим функциональные и корреляционные взаимосвязи между оцениваемыми свойствами, отражая достоинства и недостатки объекта опосредовано. Оценки могут быть разделены на частные, комплексные и многокритериальные (по признакам системности). Частные оценки представляют собой сопоставление отдельных исходных характеристик с принятыми фоновыми уровнями и нормами. Это, как правило, покомпонентные оценки, определяющие положительную или отрицательную значимость объекта. Традиционными для географических и экологических исследований являются частные оценки, составляя основу

комплексных и многокритериальных оценок природных и природно-хозяйственных систем. В отличие от частных, комплексные оценки устанавливают значимость объекта по совокупности показателей, то есть по множеству показателей, обладающих рядом общих свойств, существенных для характеристики оцениваемого объекта, но не обязательно находящимися в системных связях друг с другом. Комплексные оценки наиболее перспективные, но менее разработанные и унифицированные. Существуют и многокритериальные оценки, устанавливающие значимость объекта путем построения вектора значений нормированных показателей, характеризующих данный объект или путем свертки информации о состоянии объекта в виде некоторой функции желательности. Эти системные оценки, предполагающие необходимость проведения определенной процедуры свертывания информации или выбора (создания) наиболее информативных переменных системы — индексов (показателей) ее состояния. Результаты оценки выражаются в виде двух основных форм: качественной (словесной) характеристики, делящейся по градациям, например, «благоприятные - комфорт», «относительно неблагоприятные - субкомфорт», «неблагоприятные дискомфорт», и цифровой, представляющей собой те же данные, зафиксированные в баллах, рангах, категориях или прямых расчетных показателях.

Особенности эколого-географической (геоэкологической, географо-экологической) оценки природной среды рассматриваются с различных точек зрения: так Юджин Одум [114] полагал, что основной задачей экологической оценки природной среды является ответ на вопрос: сколько организмов населяют данную местность, где и когда их можно встретить и почему. По Реймерсу Н.Ф. [115], экологическая оценка природной среды - процесс определения состояния среды жизни или степени воздействия на нее каких-либо факторов (с учетом динамики воздействия), при этом среда жизни в его понимании равнозначна среде обитания, то есть совокупности абиотических и биотических условий жизни организма. А.Ф. Алимов [116] отмечает, что экологические оценки природной среды могут быть применимы для исследования структуры и функционирования

живых систем надорганизменного уровня в естественных и искусственно измененных условиях с целью их рационального использования и оптимальной эксплуатации для удовлетворения потребностей людей, считая экологию сугубо биологической наукой.

В работах Дмитриева В.В. [117], [118], [119], [120], [121], [122], [106] содержится следующее понимание схемы процедуры экологической оценки природной среды: 1) определение степени пригодности природных комплексов и их компонентов для жизни организмов; 2) параметрическое определение состояний природной среды, обеспечивающих существование сообществ живых организмов, характерных для этих состояний в условиях естественного или антропогенного режимов их развития; 3) получение на многокритериальной основе «портрета экосистемы» и соотнесение его с «эталонным портретом» той же экосистемы; 4) субъект - объектная критериальная оценка состояния природного объекта с позиций устойчивого функционирования биоценозов, сохранения в них естественного хода сукцессионных процессов или с позиций степени пригодности (потенциальной полезности) его для человека (общества) При этом он обращает внимание на то, что каждое из приведенных определений содержит какую-либо черту, важную для различных специалистов (географа, биолога, эколога, математика и других), создающих «портреты природных экосистем». Исаченко А.Г. [109], [123], [124] утверждает, что любая экологическая оценка биоцентрична, в ней исследуется только одна сторона взаимодействия в системе жизнь-среда, то есть те связи, которые направлены на живое, а взаимосвязи в абиотической части системы и обратные связи, направленные от живого к неживому, по- существу, остаются вне интересов исследователя, акцентируя внимание на слабости экологической оценки природной среды, которая, по его мнению, заключается в «безразмерности» основных категорий оценки, то есть в неопределенности ее пространственных границ и отсутствии территориальных «привязок». Г.Т. Фруммин [125], [126], [127] экологическую оценку природной среды рассматривает с двух позиций: с субъективной (точка зрения человека) и с объективной (точка

зрения состояния экосистемы). Наиболее объективными, по нашему мнению, можно считать определения эколого-географической оценки, представленные, в частности, в работах Дмитриева В.В. и Фрумина Г.Т.

Существующая современная проблема адекватной эколого-географической оценки территории, учитывающей как природную составляющую, так и степень антропогенного воздействия, предполагает создание оригинальной концепции, позволяющей решить указанную проблему в полной мере. В этой связи под концепцией эколого–географического исследования в широком смысле понимается определенное теоретическое построение, позволяющее при осуществлении последовательных действий приблизить теоретические положения к практической реализации, а его осуществление позволит получить результат в виде оценки климатической комфортности территории [112].

На основе ретроспективного анализа методик эколого-географических исследований с учетом разработанной авторской концепции, в работе предложена методика соответствующей оценки эколого-географической ситуации на региональном уровне, отличающейся оригинальным отбором и группировкой новых и традиционных показателей оценки охраны редких и исчезающих видов *in situ*, обобщением, а также интегральным характером использования этих параметров, что позволяет обеспечивать всесторонность учета факторов природной среды, повышая объективность оценки.

Так, методика экологической оценки территории включает реализацию шести ее этапов:

- а) анализ физико-географических условий территории и создание базы данных угроз биологическому разнообразию;
- б) ранжирование, присвоение баллов «информативности» показателям (индексам), отбор наиболее информативных;
- г) разработка интегрального показателя сохранности природно-экологического каркаса;

д) районирование территории по значениям максимально информативных показателей.

1.4. Постановка задач исследования

Выполненный анализ предметной области экологического состояния территории Тверской области, подходов к выполнению оценки ее экологического состояния, потенциальных угроз биоразнообразию позволяет выполнить следующую постановку задач исследования (Рисунок 8)

Состояние природной среды Тверской области

Климат
Рельеф
Геологическое строение
Почвы
Гидрография
Растительность
Животный мир
Природные комплексы

Существующие подходы и
методы выполнения
геоэкологической оценки

ТРЕБОВАНИЯ по сохранению биологического разнообразия природы региона:

- снижение антропогенной нагрузки
- поддержание экосистем в условиях, отвечающих за стабильность аборигенных видов
- регуляция численности инвазивных видов и видов – интродуцентов
- законодательное закрепление охраны биоразнообразия на региональном уровне
- эколого-просветительская деятельность на территориях с высоким индексом биоразнообразия
- формирование территорий с высоким природоохранным статусом
- интродукция и последовательная репатриация исчезающих видов

РЕГИОНАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ биоразнообразию:

Утрата (фрагментация) естественных местообитаний
Загрязнение среды обитания видов
Высокая антропогенная активность
Дисбаланс использования биоресурсов
Экспансия чужеродных видов
Проблемы ТБО
Низкая геоэкологическая культура
Недостатки регионального менеджмента
Отрицательная динамика природного капитала

Цель: формирование аппарата
геоэкомоделирования в интересах
геоэкологической поддержки задач сохранения
редких видов живой природы Верхневолжья.

Задачи исследования:

Общая: разработка подходов, геоэкомоделей и методов описания и экологической оценки состояния региона (на примере Тверской области) для поддержки индекса биоразнообразия исследуемой (модельной) территории.

Частные задачи:

1. Анализ предметной области оценки состояния живой природы, экологического состояния окружающей обстановки Тверской области.
2. Разработка подходов к выполнению эколого-географической оценки территории Тверского региона для поддержания биоразнообразия региона.
3. Оценка существующих угроз биологическому разнообразию на изучаемой территории.
4. Разработка системы моделей для территориального представления экологической ситуации в регионе, опасных (вредных, негативных, нежелательных) факторов, описания, формирования, вычисления и пространственного отображения частных и обобщенной эколого-географических оценок.
5. Разработка системы методов выполнения территориальной эколого-географической оценки региона на основе исследованной системы геоэкологических моделей
6. Выработка практических рекомендаций использования полученных результатов

Рисунок 8. Схема постановки задач диссертационного исследования

ГЛАВА 2. КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Подходы к моделированию геопространства, в том числе и эколого-пространственного моделирования, как любое другое концептуальное построение, включает три неперенных составляющих:

1. систему понятий и определений;
2. систему принципов создания и использования геоэкологической (эколого-пространственной) информации;
3. систему моделей и методов представления и преобразования геопространственной информации [128], [129], [130], [131].

Система понятий и определений содержит представленные в Таблица 2 базовые и производные понятия. К числу базовых относятся такие как: «*объект на поверхности Земли*», «*пространство*», «*отношения на множестве объектов*», «*операции над объектами*». Объект на поверхности Земли – это любой реальный или идеальный предмет, которому могут быть приписаны координаты относительно поверхности Земли (ПЗ). *Пространство* – это логически мыслимая форма (структура), служащая средой, в которой существуют другие формы и конструкции. *Отношение* – это форма связи между объектами, с помощью которых осуществляется структурирование и упорядочение пространства. *Операция* – действие над объектом, в результате которого он изменяет свое положение в пространстве.

Геопространство (ГП) – это совокупность конкретного пространства предметов и явлений реального мира, представляющего физическое или евклидово пространство, включающее в т. ч. и поверхность Земли, характеризующего собственное пространство предметов и явлений, и многомерного пространства признаков (характеристик) предметов и явлений реальной действительности. То есть это объединение физического пространства и пространства признаков.

Соответственно *геоэкологическое пространство* (ГЭП) представляет множество территориальных объектов, характеризующих экологическую ситуацию в регионе, с введенными над ними отношениями пространственной и содержательной упорядоченности в аспекте их геоэкологической сущности [130], [132]. Примером ГЭП может служить множество природно-социальных объектов, объектов производственно-экономической (промышленной) инфраструктуры региона с параметрами вредных выбросов, объекты системы экологического мониторинга с отношениями контроля и регулирования за состоянием среды обитания.

Таблица 2

Геопространственные понятия и категории

Базовые понятия	Производные понятия
Местность, поверхность Земли (ПЗ)	Геопространство (пространство территориальной активности - ПТА)
	Геообъект – ГО (функциональный геообъект)
Объект на ПЗ	Собственное пространство геообъекта (СПГО)
	Горегион (горегион функциональных действий)
Отношения пространственной упорядоченности (ОПУ)	Геосистема (функциональная геосистема, территориальная система активности)
	Пространственный процесс
Отношения содержательной упорядоченности (ОСУ)	Модели геоструктур
	Геоинформационные методы создания и использования ГИ
Операции над объектами (геообъектами)	Многомерное пространство признаков ГО (МПП)

Геопространство (ГП) – это совокупность конкретного пространства предметов и явлений реального мира, представляющего физическое или евклидово пространство, включающее в т. ч. и поверхность Земли, характеризующего

собственное пространство предметов и явлений, и многомерного пространства признаков (характеристик) предметов и явлений реальной действительности. То есть это объединение физического пространства и пространства признаков.

Соответственно *геоэкологическое пространство* (ГЭП) представляет множество территориальных объектов, характеризующих экологическую ситуацию в регионе, с введенными над ними отношениями пространственной и содержательной упорядоченности в аспекте их геоэкологической сущности. Примером ГЭП может служить множество природно-социальных объектов, объектов производственно-экономической (промышленной) инфраструктуры региона с параметрами вредных выбросов, объекты системы экологического мониторинга с отношениями контроля и регулирования за состоянием среды обитания.

Многомерное пространство признаков – множество содержательных признаков и параметров объектов, характеризующих их сущностностные свойства (атрибуты или описание объектов – наименование, класс, вид, свойства, функции и другие количественные и качественные параметры и взаимосвязи).

Собственное пространство геообъекта (СПГО) – пространственные параметры ГО, характеризующие его положение в геопространстве (относительно земной поверхности) и (пространственную) конфигурацию (форму, протяженность).

Геообъект (ГО) – это точка или область геопространства, имеющая определенное положение и протяженность относительно земной поверхности (ЗП), обладающая собственным содержательным пространством атрибутов. Для характеристики геообъекта вводятся понятия его собственного пространства и содержания. То есть основными параметрами ГО являются его собственное физическое пространство (положение, конфигурация, форма) и совокупность (пространство) его атрибутов (признаков).

В этом случае *геоэкологический объект* (ГЭО) – это ГО, совокупность атрибутов которого имеет экологическую природу их содержательных

характеристик. Примером ГЭО является отдельные территориальные средства контроля состояния среды, источники вредных выбросов и т.д.

С помощью отношений пространственной и содержательной упорядоченности геообъекты агрегируются или связываются в территориальные структуры (геоструктуры) георегионов и геосистем.

Георегион (ГР) – это территориальная (пространственная) структура однородных ГО, связанных отношением пространственной упорядоченности (плотность, распределение, ориентация, связность и др.).

Геосистема (ГС) – это территориальная (пространственная) структура разнородных ГО или ГР, связанных отношением содержательной упорядоченности (иерархические, организационные, функциональные, и др.).

Отношения содержательной упорядоченности (ОСУ) – форма содержательной связи между объектами, с помощью которых осуществляется структурирование и упорядочение многомерного подпространства признаков ГП. ОСУ включают следующие группы отношений: таксономические (класс, род, вид, тип); генетические (порождения, следования, предшествования, независимости, и др.); организационные (руководства, подчинения, взаимодействия, обеспечения, и т.д.); функциональные (перемещения, сближения, удаления, воздействия, слежения, преодоления, и т.п.). ОСУ называют «вертикальными» отношениями ГП.

Отношения пространственной упорядоченности (ОПУ) – форма пространственной связи между объектами, с помощью которых осуществляется структурирование и упорядочение физического подпространства ГП. Это различные отношения местоположения, удаленности (расстояние), граничности, включения, взаимного расположения (находиться слева, справа, над, под и т.д.) и др. ОПУ называют «горизонтальными» отношениями ГП.

В число характерных производных геопространственных понятий (Рисунок 9) входят: «геообъект», «геопространство», «георегион», «геосистема»

(«геоэкологическая система»), «система территориальной активности», «геоинформационная поддержка управления» и другие.

Функция ГО – некоторое логически завершённое действие объекта, в результате которого изменяются его содержательные и территориальные отношения с другими объектами.

Все территориальные категории: геообъекты, георегионы, геосистемы, - составляют *пространство территориальной активности* (ПТА) региона [130], в котором описываются их положение относительно поверхности Земли, пространственная протяженность, содержательные характеристики, функционирование, взаимодействие, взаимное размещение и другие территориальные параметры. По аналогии постулируется и пространство экологической активности региона.

Обстановка (экологическая ситуация) – привязанная к определенному региону (территории) геосистема (геоэкосистема) природных и антропогенных (социальных) факторов, их расположение, состояние и взаимосвязи, оказывающая влияние на функционирование субъектов территориальной активности.

Пространственный (территориальный) процесс – связанное с перемещением и др. пространственными отношениями и операциями изменение территориальных параметров геоструктур.

Функциональный эпизод – совокупность связанных по цели, месту, и времени логически завершённых функций ГО или ГС.

Состояние ГО – содержательно-территориальное положение ГО в ГП, определяемое параметрами его подсистем и отношениями с другими объектами геоситуации.

Приведенная совокупность категорий и понятий ГП характеризуется следующими геосистемными аспектами.

1. Системообразующей категорией здесь выступает понятие пространства (территории) функциональной активности со складывающейся в нем конкретной геообстановкой, которое определяет территориальные связи и отношения между основными функциональными элементами (ГО, ГС, ГР) геопространства и объединяет их в особую общественно-природную среду, реализующую специфическую область социальной активности.

2. Элементами ГП являются пространственные функциональные подсистемы (категории):

- георегиональные представления, определяющие конфигурацию пространства функциональной активности по степени однородности содержательных параметров геообъектов, его структурирование по территориальному охвату и определенным географическим районам (регионам) на ПЗ;
- геосистемные представления, определяющие структурирование пространства функциональной активности по разнородности содержательных параметров геообъектов и георегионов, его территориальное детерминирование по функциональным связям и отношениям (взаимодействиям) геоструктур. Их характерная особенность – связность территории, относительно компактное размещение элементов ГС;
- геофункциональные представления, непосредственно определяющие территориальную активность в регионе;
- геокибернетические представления, определяющие состав, структуру и порядок использования территориальных структур и геопро пространственных интерпретаций категорий управления для решения задач контроля территориальными объектами и системами и обстановки в целом;
- системная целостность пространства функциональной активности определяется принадлежностью ее элементов к геосреде (территории, ПЗ) и обуславливается (характеризуется) тесным взаимодействием и взаимопроникновением ее социальных и природных компонентов.

Система принципов геопро пространственного моделирования и контроля [133] (в т. ч. геоэкологического) включает основные подходы, связанные: а) с контролем пространства геоэкологической активности; б) созданием и использованием геоэкологической информации в интересах анализа и оценки территориальной обстановки (Рисунок 10).

В состав комплекса геомоделирования входят три группы формализмов: модели геопро пространств; модели геоструктур; модели представления категорий

контроля (управления) геосредой (геопространством) и соответствующие геоинформационные методы обработки ГИ (ГМ) [134].

Состав группы моделей геопространств определяется, исходя из требований к форме представления и использования геоинформации со стороны управления (контроля) геосредой (Рисунок 11).



Рисунок 10. Система принципов моделирования геопространства экологической активности

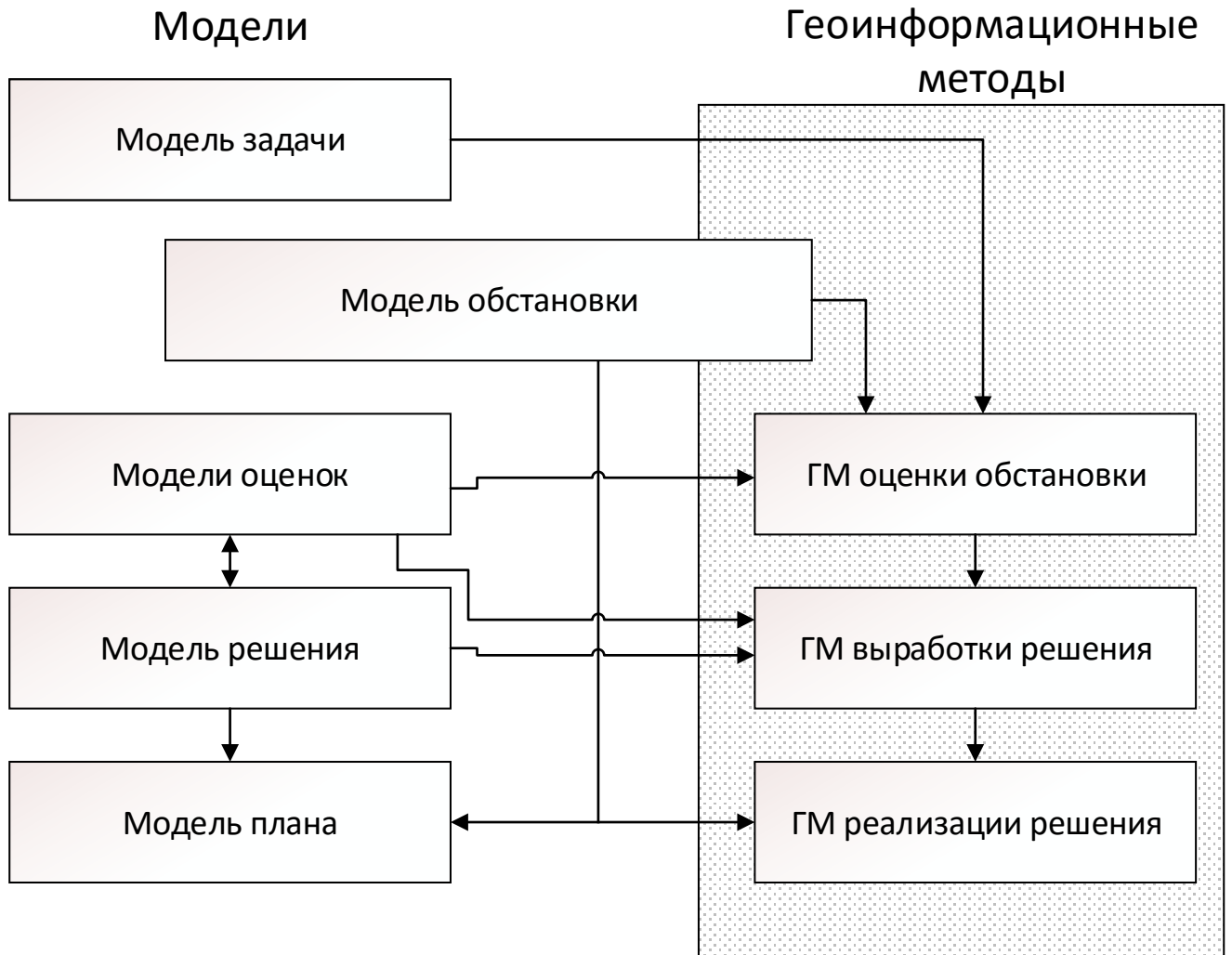


Рисунок 11. Система геокибернетического моделирования

Анализ геоситуации (в т.ч. экологической) требует: полноты данных обстановки; представление многомерности данных; отображение связей и взаимодействий объектов; учет решаемых задач. Этому требованию отвечает модель геоинформационного пространства.

Для выработки решения необходимо выполнять предварительную оценку обстановки, первичную селекцию геоинформации, которая должна выделить (высветить) те районы, которые представляют наибольший интерес. Для этого служит модель анаморфированного геопространства.

Для прогнозирования развития геоситуации, отображения динамики объектов обстановки, оценки последствий принимаемых решений вводится геофункциональное пространство.

Для содержательного обобщения и территориального абстрагирования обстановки при выработке решения, то есть для перехода к форме руководящих (нормативных) документов служит модель абстрактного функционального пространства.

Пространственные представления (геопространства) служат средой для построения геоструктур – территориальных объектов, регионов и систем. Модель ГО является формализацией отдельного конечного элемента пространства. Она описывает положение, форму, протяженность и другие параметры собственного пространства объекта или явления на (или) относительно конкретной ЗП, а также осуществляет территориальное выражение его содержательных характеристик.

Геообъекты по признаку их содержательной и территориальной общности агрегируются в георегион. Модель ГР описывает конфигурацию, форму и другие параметры территориального распределения и собственного пространства совокупности геообъектов, а также отображает в пространстве их содержательные параметры.

Геосистема объединяет объекты и регионы пространства по принципу содержательно-системной целостности на основе общей (единой) территориальной принадлежности. Модель геосистемы наряду с входящими в нее ГО и ГР описывает связи и отношения между ними, а также (пространственно) выражает территориальный носитель собственного системного качества. Модели ГО, ГР, ГС составляют структурный базис для конструирования функциональных тематических элементов системы геокибернетического моделирования.

В геопространствах с помощью базовых геоструктур строятся модели категорий управления геосредой – обстановки, решения, плана, оценки обстановки и т.д. По составу эти модели строятся из ГО, ГР и ГС. По содержанию

они включают конкретное формализованное геоинформационное описание и наполнение понятий и процедур управления. Таким образом отображаются пространственные и содержательные параметры категорий, этапов и процедур контроля. С помощью этих моделей осуществляется непосредственная геоинформационная поддержка процессов регулирования территориальных (в т.ч. геоэкологических) процессов и явлений.

2.1. Геопространственное структурирование экологической ситуации региона

Экологические процессы, как и любые другие геопространственные явления, характеризуются широким территориальным охватом и сложным содержательно-смысловым описанием [128], [134].

Требуется обработка больших объемов разнородной геопространственной информации для формирования и отображения данных территориальной экологической ситуации [134].

Геопространственное моделирование экологической обстановки в регионе требует определения множества объектов, составляющих пространство функциональной активности, анализируемой геосреды, а также введения отношений пространственной и содержательной упорядоченности над этими объектами [129].

Существует множество подходов к территориальному структурированию геоэкологического пространства региона [135]. Это выделение различных опасных или благоприятных зон, ареалов и факторов, природно-техногенных комплексов, экolandшафтов, районирование территории, построение территориальных распределений аналитических и синтетических оценок пространственных явлений и др. [130], [129]. Наиболее адекватной геоэкопространственной структурой является экологический каркас региона, т.к. в нем в той или иной мере соединяются все вышеперечисленные подходы [134], а также эта геопространственная конструкция в наибольшей степени

ориентирована на задачи экологических оценок, прогнозирования и выработки территориальных и содержательных экологических рекомендаций [128], [133].

Несмотря на определенную специфику указанных подходов, общим при структурировании геоэкопространства региона является следующее.

Первое. Определяются некие общие топологические конструкции пространства – точки, линии, площади, поверхности, объемы и т.д.

Второе. Эти объекты с учетом их собственных пространственных характеристик и содержательных признаков агрегируются в универсальные территориальные структуры геообъектов, георегионов и геосистем [129], [128].

Геообъект (ГО) – это точка или область геопространства, имеющая определенное положение и протяженность относительно земной поверхности (ЗП), обладающая собственным содержательным пространством атрибутов. Для характеристики геообъекта вводятся понятия его собственного пространства и содержания. То есть основными параметрами ГО являются его собственное физическое пространство (положение, конфигурация, форма) и совокупность (пространство) его атрибутов (признаков).

Георегион (ГР) – это территориальная (пространственная) структура однородных ГО, связанных отношением пространственной упорядоченности (плотность, распределение, ориентация, связность и др.). Примеры ГР – лесопосадки, сельхозугодья, поля отдельных льдин

Геосистема (ГС) – это территориальная (пространственная) структура разнородных ГО или ГР, связанных отношением содержательной упорядоченности (иерархические, организационные, функциональные, и др.). Пример ГС – территориально-производственный комплекс – совокупность объектов природы, экономики, инфраструктуры.

Структурирующими отношениями на множестве ГО, ГР и ГС являются две группы детерминирующих регуляторов:

а) отношения пространственной упорядоченности, детерминирующие собственное пространство отдельных геообъектов, георегионов и геосистем, а также пространство территориальной активности в целом, – отношения:

положения, расположения, перемещения, распространения, близости, соседства, граничности, включения, вложенности и т.д.;

б) отношения содержательной упорядоченности: классификационные, оценочные, содержательно-описательные, регулятивные, контрольные, иерархические, функциональные, алгоритмические и т.п.

Третье. Над этими геопространственными объектами вводятся определенные специфические экологические отношения: влияния, взаимодействия, перемешивания, диффузии, перемещения, переноса, втекания, вытекания, протекания, порождения, обусловливания, расположения, содержания, обитания, следования, сохранения, охранения, загрязнения, очищения, фильтрования, сорбирования, сублимирования, размывания, вымывания, удержания и т.д. [128], [131].

Как было сказано выше, наиболее подходящей геопространственной структурой для задач экорегионалистики является геоэкологический каркас или базис территории (ЭБТ). Он включает (по нему как по базису линейного пространства раскладываются) все основные компоненты экологической обстановки региона – опасные объекты, защитные зоны, коридоры миграции, охраняемые территории, обособленные урбанистические образования и т.д.

Базис включает следующие общие топологические конструкции геопространства:

- а) площадные элементы – территориальные районы, полигоны, ареалы, зоны и др. различные области (Рисунок 13);
- б) линейные элементы (не линии-границы площадных объектов) – вытянутые по территории кривые или прямые линии определенной ширины (Рисунок 12) – некие коридоры, проходы или пути перемещения по реальной Земле;
- в) точечные элементы – геоэкологические объекты, отображаемые точкой в масштабе конкретного геоизображения (карты), или объекты геоэкопространства, чье собственное пространство является точкой (описывается координатами точки геопространства);

г) буферные зоны – классические с точки зрения теоретической и прикладной геоинформатики [134] буферы точечных, линейных или площадных объектов [134]. Буфер – это полигон, с границей на определенном удалении от точки, линии или области (Рисунок 13, Рисунок 13).

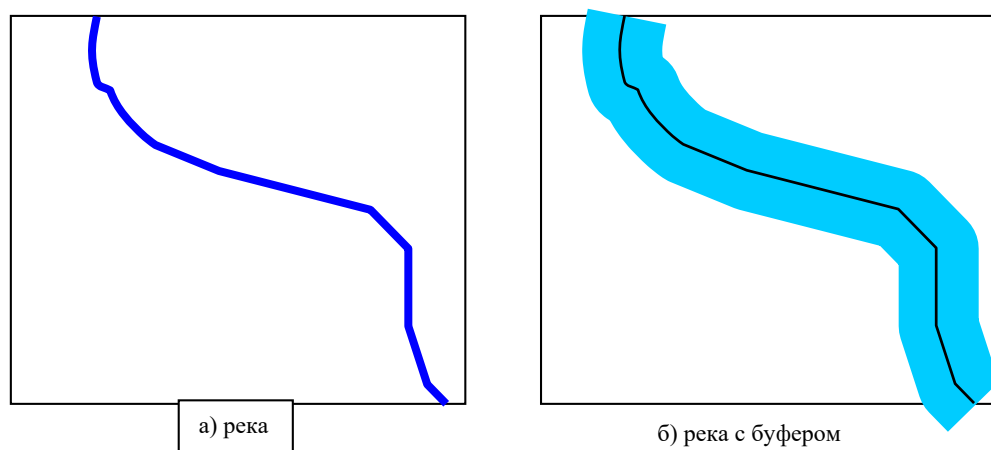


Рисунок 13. Буфер линейного объекта

Река и ее буфер, заданный выбранным пользователем расстоянием

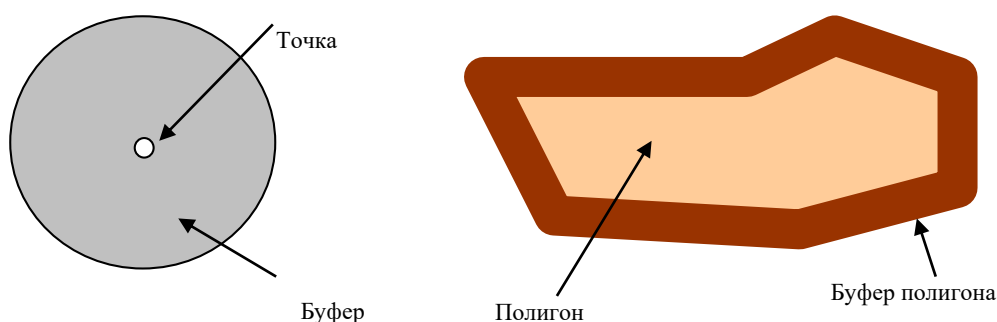


Рисунок 13. Буферы точечных и площадных геообъектов

С точки зрения топологии собственного пространства буферных зон различают следующие разновидности защитных (карантинных, барьерных) территорий в зависимости от способа установления величины (поперечного по отношению к границе) размера буфера различают:

- произвольный буфер – зоны устанавливаются лишь предположительно;
- мотивированный буфер – он устанавливается на априорном знании его размеров в зависимости от используемого функционального расстояния (учитывает импедансные (абсолютные барьеры) или фрикционные (сопротивление, «трение») свойства территории);

- измеримый буфер – основан на мерах взаимной видимости, функционального расстояния, принятой пространственной меры;
- нормативный – устанавливается в соответствии с законодательством и другими нормативными актами (зоны отвода, отчуждения, санитарные кордоны и т. д.).

Однако буфер может выражать понятие большее, чем только отмеренное расстояние от границы двумерного объекта. Он может быть связан и даже управляться присутствием поверхностей трения, рельефа, барьеров и т.д.

Независимо от типа допускается варьирование ширины буфера вдоль линейного объекта или по сторонам полигона.

Основная проблема буферов состоит в том, что они требуют больше тематической априорной или оперативной геопространственной информации о взаимодействии элементов ландшафта, чем имеется. Необходимо пытаться преодолеть это препятствие поиском всех возможных знаний о каждой территориальной ситуации. Чем больше тематических знаний о содержательной сущности территориальной обстановки, тем более надежно решение о выборе ширины буфера. Если такой информации недостаточно, рекомендуется выбор буфера делать с определенным запасом.

Пространственно-содержательная интерпретация экологического базиса региона определяет следующий функционально полный набор компонентов каркаса:

- а) базовые (узловые) объекты экологической обстановки региона – то, что и составляет содержательную суть системы обеспечения и охраны биоразнообразия территории;
- б) различные охранные, буферные, рекреационные и защитные зоны;
- в) территориальные связи между базовыми элементами экосети.

Следует отметить, что традиционно к узлам экологического базиса причисляют природные территории, наиболее важные для сохранения естественного видового и экосистемного биологического разнообразия, участки,

имеющие самостоятельную природоохранную ценность, территории (объекты) с наиболее высокой природоохранной ценностью [134], [135].

Это экологические объекты, улучшающие или консервирующие среду обитания, экоэлементы со знаком «плюс».

Однако если рассматривать реальную экологическую ситуацию в реальном регионе экономической или иной функциональной активности, наверняка обнаружатся объекты (комплексы, системы), которые, наоборот, наносят вред экологической обстановке (загрязняют окружающую среду, сокращают биоразнообразие региона). Это некие экологические субъекты со знаком «минус» (в экологическом отношении).

Но базис экопространства должен представлять или отображать все разнообразие объектов реальной системы территориальной активности, как ее положительный экологический спектр, так и ее «отрицательный» антипод. Иначе базис не сможет быть линейно независимым.

Для обеспечения функциональной полноты базиса экопространства сеть его элементов должна быть дополнена неким анти- или инверсным экоузлом.

В этом случае становится очевидной целесообразность такой категории региональной эко-ситуации, как буферная или охранный зона. В противном случае она (это зона) будет защищать одни позитивные в экологическом отношении геообъекты от других точно таких же положительных.

Инверсной территорией может выступать и «здоровая» природная экосистема по отношению к антропогенным объектам территориальной инфраструктуры (здания, строения, коммуникации – авто-, ж/д-трассы, трубопроводы, каналы), когда длительное воздействие естественных факторов живой природы (климат, воды суши, растительность) приводят к деградации рукотворных творений человека.

Косвенно наличие инверсных экологических объектов предполагает категория «рекультивируемая территория». Она занимает промежуточное положение между узлом и инверсным узлом базиса. До начала рекультивации –

это объект со знаком «-» на шкале экологической оценки, после ее проведения – со знаком «+».

Введение понятия инверсного узла (объекта, территории) не снимает вопроса дальнейшего уточнения категории классического ядра, как элемента территориального экологического базиса.

Ядра (узлы, ключевые территории, сердцевинные резерваты, заповедные ядра, центральные зоны) – территории с наиболее высокой природоохранной ценностью (максимальным биоразнообразием, высокой степенью эндемизма, концентрацией ключевых биотопов или редких видов, размещением ядер их популяций и т.д.). Это крупноареальные элементы региона – базовые резерваты, территории, которые имеют полный набор биотических и абиотических условий, сообществ и экосистем.

Они составляют содержательную основу экологического ландшафта, вокруг которой строятся другие обеспечивающие экотерриториальные конструкции (транзитные элементы, защитные буферные зоны, объекты рекультивации и т.д.). Это заповедники, заказники, национальные и природные парки, леса, крупные по площади памятники природы, др. значительные территории с особым режимом использования. Более всего способны исполнять роль узлов экологического каркаса особо охраняемые природные территории (ООПТ), территории особого порядка землепользования (ТОПЗ). Ядра (ключевые территории) обеспечивают оптимальное количество и качество экологического пространства, сохранение природных комплексов, поддержание разнообразия местообитаний и видов, создание условий для рекреации в регионе.

Внутри ключевых территорий протекают природные процессы, стабилизирующие экологическую обстановку региона, они имеют самостоятельную природоохранную ценность.

Состав экологического базиса может быть дополнен и расширен с учетом природных особенностей и антропогенной освоенности региона за счет экологически значимых природных комплексов, составляющих естественный

каркас и не охваченных существующей сетью охраняемых территорий. Также в состав экологического каркаса включают (с целью их восстановления) различные виды нарушенных земель, составляющих его реставрационный фонд.

Сюда должны быть включены локальные (местные) объекты, которые позволяют сохранить отдельные уникальные природные образования. Это территориальные образования различного назначения – ландшафтные, геологические, ботанические, зоологические, орнитологические и др., призванные обеспечивать сохранение и воспроизводство биологического разнообразия региона (функция рефугиума). Типичными представителями локальных узлов являются лесопарки урбанизированных территорий, небольшие участки леса среди пашен (являются зонами покоя, обеспечивают размножение птиц, зайцев, лис и других мелких животных), пруды, болотные угодья, являющиеся местами отдыха перелетных птиц.

Множество рассмотренных ключевых элементов базиса территории формирует пространственную основу экологичности состояния и функционирования природно-социальной среды региона.

Однако эти базовые компоненты постоянно подвергаются деструктивному воздействию агрессивных факторов окружающей среды и техногенной активности социума.

Устойчивость экологического базиса в этих условиях, его целостность и связность обеспечиваются экологическими коридорами и буферными зонами региона.

Буферные зоны – территории особого регулирования, призванные нивелировать внешние негативные воздействия на ядра (ключевые территории) и экологические коридоры (транзитные зоны). Кроме ослабления краевых эффектов, они защищают территорию ядра от деятельности человека, которая достаточно интенсивна именно около границ ядер. Одна из основных функций буферных зон – это обеспечение дополнительными местообитаниями коренных видов, населяющих ключевые территории. В базис экопространства буферные зоны входят в основном в виде полос и включают в себя охранные зоны ООПТ,

ландшафты, лежащие непосредственно на водоразделах и несущие функцию сохранения энергетической целостности водосбора. Буферы защищают ключевые и транзитные территории от неблагоприятных внешних воздействий. В качестве буферных зон выделяются лесные массивы с щадящим режимом лесопользования, водораздельные возвышенности, сельские леса, продуктивные пастбища и луга и др.

Многофункциональные буферные (переходные) территории (зоны, экологические защитные районы) создают условия для защиты узловых районов, а также обеспечивают восстановления природных и биологических ресурсов региона.

Наиболее сложным в топологическом и содержательном отношении, а также с точки зрения территориальной динамики, элементом каркаса являются транзитные территории – линейные участки, благодаря которым осуществляются экологические связи между ядрами (узлами) базиса. Экологические коридоры (миграционные, биологические трассы) представляют коммуникационные связки между ядрами и/или другими элементами экологического пространства, состоящие из биотопов, пригодных для перемещения биологических видов, обитающих в узловых ООПТ. Приоритетным назначением таких связок является предотвращение фрагментации местообитаний, обеспечение миграций, увеличение обитаемой площади и сезонных передвижений диких животных, а также обмен генофондом между ядрами.

Транзитные экологические коридоры связывают узлы экопространства в единую геодинамическую систему и являются основными магистралями (коммуникациями) «обмена биотой» между соседними и удаленными ядрами каркаса. Это могут быть не препятствующие экологическим связям обширные участки связующего ландшафта или его линейные элементы (долины рек, вереницы озер и т. п.). Следует иметь в виду, что транзитные территории обеспечивают взаимодействие фрагментированных территорий или групп топографически (территориально, пространственно) разделенных участков

(например, мест остановки мигрирующих птиц) и формируют устойчивые экологические, генетические, популяционные, миграционные и геохимические связи. Они реализуют связь между резерватами, обеспечивают перемещение подвижных компонентов живой природы вдоль русел и пойм, линейно выраженных антропогенных коммуникаций – автострад, железных дорог.

Адекватно выполняют функцию коридоров узкие массивы водоохранных лесов, сохранившиеся участки естественной растительности (древесной и кустарниковой), искусственные лесные защитные полосы, русловые комплексы и поймы крупных рек, долины малых рек и водотоков, полосные леса на водоразделах, озелененные коридоры транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, защитные лесопосадки. Режим этих территорий часто регулируется законами и отраслевыми природоохранными нормативными документами.

Коммуникации играют для функционирования каркаса не менее важную роль, чем узлы, т.к. являются миграционными путями и поддерживают в равновесии биоразнообразие в отдельных элементах сети. Естественными экологическими коридорами являются современные и реликтовые долины рек, карьеры, лесные ленты по лощинам различного генезиса, логам, водоохранные леса, защитные леса линии водозабора, ЛЭП, газо- и нефтепроводов, других линейных объектов. Водно-болотные угодья и озера, система перелесков среди пашни объединяются в миграционные цепочки, используемые для отдыха перелетных птиц, миграции лосей, косуль и других животных. Система транзитных коридоров должна обеспечивать миграцию животных во всех направлениях и предусматривать переходы через автомобильные дороги, возможность обхода населенных пунктов.

Экокоридоры могут проходить между территориями, в значительной степени, нарушенными антропогенной деятельностью. Они могут включать зоны свободного транзита, ограниченные переходы (диких животных), области диффузного проникновения (фауны). Значение конкретных экологических коридоров и переходов может меняться в зависимости от состояния

экологической сети региона. Режим хозяйственного использования отнесенных к экологическим коридорам угодий должен включать ряд особых ограничений (в дополнение к указанным для территорий экологического базиса): нежелательны любые вырубki, кроме выборочных санитарных; в случае вынужденного проведения сплошных санитарных рубок (после полного распада древостоя), необходимы лесопосадки на всей площади вырубki; нежелательно проведение любых коммуникаций (особенно поперек экологических коридоров; нежелательно проведение любых работ сопряженных с повышенным шумовым загрязнением; недопустимо проведение облавных и других коллективных охот, особенно в осенний и весенний периоды; недопустимо любое строительство вблизи ограниченных переходов, возведение любых изгородей и других искусственных препятствий.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В соответствии с методологическими подходами профессора В.В. Дмитриева и профессора Г.Т. Фрумина [122], оценочно-прогностический мониторинг экологических систем позволяет определить норму (критерий, показатель, допустимый уровень и т.д.) воздействия на геоэкосистему и дать прогноз состояния функционирования системы, изменения ее неаддитивных свойств, на различного рода перспективы учитывая (или не учитывая) внешние воздействия.

Получение и использование таких показателей требует разработки соответствующих моделей этих нормативов (критериев), т.к. эксперимент, наблюдение или полевое наблюдение параметров экологической среды для всей территории региона чаще всего возможно только на этапе определения ключевых коэффициентов и параметров модели.

Таким образом, для получения экологических критериев, регуляторов или нормативов для геоэкосистем целесообразно использование математических моделей.

При модельном подходе исследования для территории региона проводятся не на природном объекте, а на его «заменителе» - геоэкологической модели, адекватной по структуре, функциональным связям и базовым эколого-географическим особенностям реального природного прототипа.

В предлагаемом подходе нормативно-оценочный метод Дмитриева – Фрумина дополняется моделированием (представлением) исследуемой территории ее геоэкологическим базисом или каркасом.

Для эколого-географического анализа исследуемого региона предлагается оценка ряда ключевых геоэкологических параметров (свойств), отражающих комплексность оценки состояния территории Тверской области, для последующего формирования обобщенной экологической модели территории – ее геоэкологического базиса (или каркаса).

Общий алгоритм оценки подходов для проведения моделирования исследуемой площади подразумевает собой стратегию применения различных вариантов оценки региона.

За основу взят вышеупомянутый [122] унифицированный подход к методическому обеспечению эколого-географической диагностики территории, который модифицируется путем применения данной унификации для всех элементов геоэкологического каркаса Верхневолжского региона (Рисунок 14).

При дополнении и модификации данного подхода нами были использованы следующие процедуры: выполнена замена параметров территории общими параметрами для оценки экологической безопасности и устойчивости геоэкообъектов. В рамках данной модификации нами был предложен ряд критериев, отвечающих требованиям сохранности \ ценности и нарушенности \ угрожаемости территории, что объясняет определение нами методического аппарата.

Использование данных процедур должно дать ответ на следующие вопросы: при использовании левой колонки рисунка – мы выполняем последовательность действий при создании методики оценки и отвечаем на вопрос «Что делать?» в правой колонке – «Как делать?».

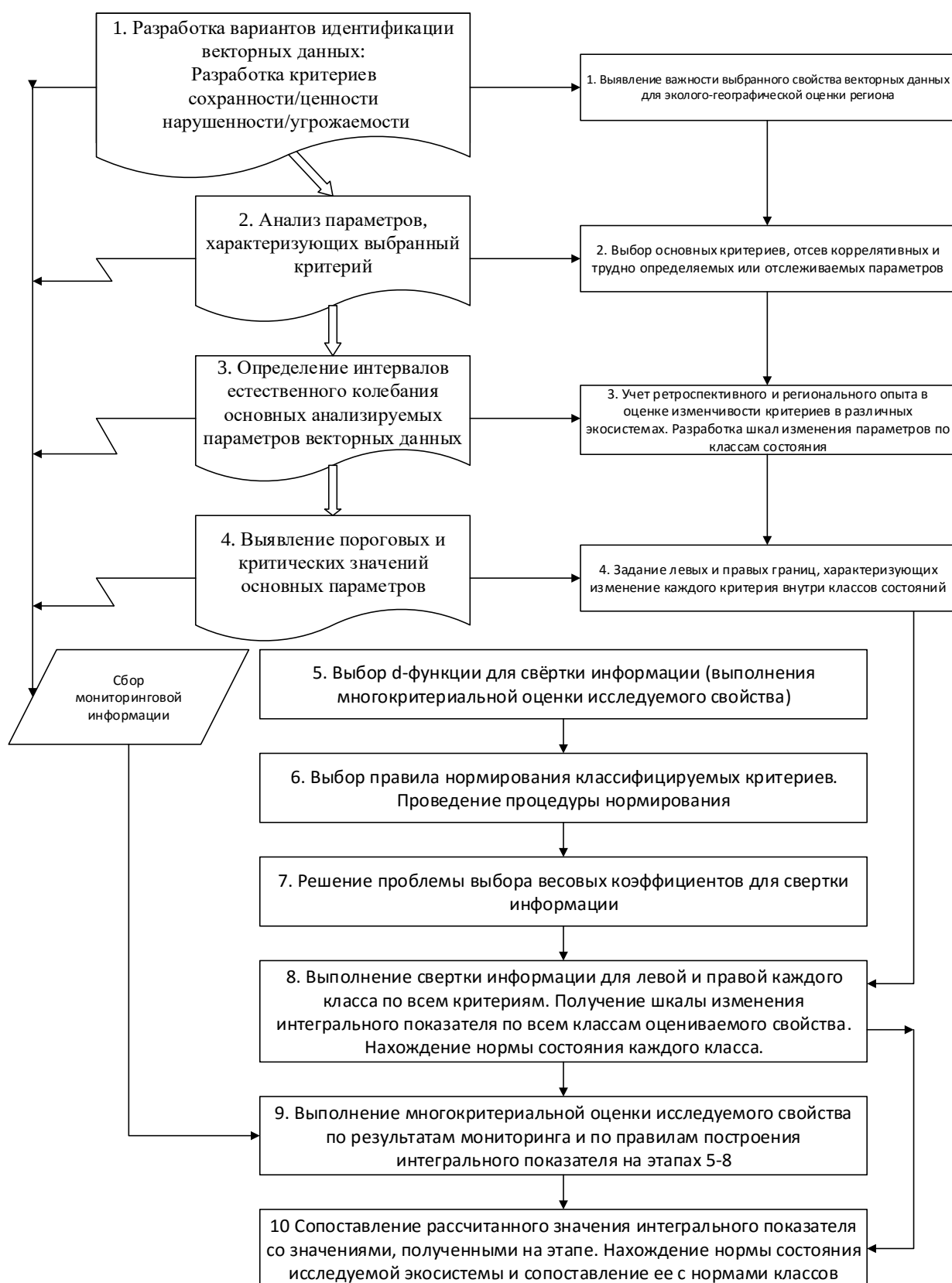


Рисунок 14. Унификация подходов к методическому обеспечению эколого-географической оценки территории региона.

Описывая последовательность действий при формировании подходов к методическому обеспечению эколого-географической диагностики территории региона можно сказать следующее:

1. *Разработка вариантов идентификации грид-данных:* Разработка критериев сохранности\ценности и нарушенности \ угрожаемости территории. Среди данных критериев нами были выделены следующие (Таблица 3). При определении важности выбранного критерия мы опираемся на вариант построения так называемого экологического каркаса территории (региона)

Для расшифровки понятия экологический каркас территории мы рассматриваем несколько вариантов, предлагаемых различными исследователями:

В первоначальном варианте понятие экологического каркаса вводит В.В. Владимиров [136], который говорит, что экологический каркас подразумевается, как система взаимодействующих узлов и осей сосредоточения наибольшей экологической активности. В соответствии с этим автор вырабатывает ряд рекомендаций проведения урбоэкологического зонирования территории с учетом сформированной модели экокаркаса. Некие похожие мысли высказывает П. Кавляускас [137], который вкладывает в понятие экологического каркаса примерно схожий смысл, но при этом вводит понятие «особой экологической ответственности», которая охватывает наиболее важные в динамике геопространства ареалы.

Далее данную концепцию развивают Э.Н. Сохнина и Е.С. Зархина [138], которые подразумеваю экологический каркас как сомкнутую систему зон максимальных напряжений гео- и биопотоков территорий и их максимальных градиентов. Таким образом, авторы данной концепции подчеркивают, что данная система (экологический каркас) имеет множество иерархических уровней: глобальный, региональный, бассейновый и локальный. При этом, было отмечено, что сочетание различных элементов для каждого из уровней сугубо индивидуально.

Николаев В.А. [139], [140] говорит об экологическом каркасе как совокупности геосистем в пределах определенного ландшафта. При этом данные геосистемы выполняют функцию защиты окружающей среды и «мягкого» управления ландшафтом.

Немаловажный вклад в развитие понятия экологического каркаса внес Б.Б. Родоман [141], [142], который сформулировал понятие «поляризованного ландшафта» как некий механизм сегрегации охраняемых природных территорий и урбанизированных зон. При этом автор предлагает вариант дифференцировки территории на ряд функциональных зон, где рассматривается вариант введения «зеленых коридоров» для связи природных заповедников в единый массив.

Помимо этого, многими исследователями рассматривается также идея природного каркаса как наименее измененных участков природы. Так, например, В.Г. Потылев и др. выделяют экологические каркас Смоленщины, который представлен основными лесными массивами.

Также Елизаров А.В. [143] формулирует понятие экологического каркаса как совокупность экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно-организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта. При этом автор отмечает, что экологический каркас складывается не только из системы ООПТ, а состоит из всех природных элементов окружающей среды (пастбища, сенокосы, луга, земли лесного и водного фонда, водоохранные зоны), которые составляют единую сеть, состоящую из элементов тесно взаимодействующих между собой.

Н.А. Соболев [144] дает определение экологическому каркасу при одновременном выделении природного каркаса территории, подразумевающего экологически непрерывный комплекс природных сообществ, не испытывающих отрицательных последствий фрагментации ландшафта благодаря своим меньшим суммарным размерам. Становление и поддержание природного

каркаса является неотъемлемой задачей, которую можно решить при формировании экологического каркаса территории в целом.

За основу понятия экологический каркас и природный каркас, мы возьмем идею Соболева Н.А. [145] с дополнениями Пономарева А.А. с соавторами [146], где указывается четкое разделение понятий «Природный каркас территории» и «Экологический каркас территории»

Таблица 3

Критерии, используемые при идентификации грид-данных

Критерии сохранности / ценности:	Критерии нарушенности / угрожаемости:
Территория (акватория) относится к категориям ООПТ;	территории крупных населенных пунктов;
Территория входит в модель каркаса центра Русской равнины	земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности, транспорта и связи
Территория относится к зонам концентрации редких видов;	на территории присутствуют автомобильные дороги федерального и регионального значения, железные дороги
Территория залесенная, относится к государственному лесному фонду;	на территории присутствуют линейные инженерные сооружения (ЛЭП, газопроводы)
На территории присутствуют крупные болотные массивы;	на территории ведутся торфопереработки
На территории присутствуют основные объекты гидрографической сети	на территории располагаются источники негативного воздействия (промышленные предприятия, свалки

	ТБО и промышленных отходов, иловые площадки, золоотвалы и т.д.).
--	--

2. После определения критериев, характеризующих слои модели каркаса, мы переходим к следующему этапу *«Анализ параметров, характеризующих выбранный критерий»*

На данном этапе нами дается полная характеристика критериев оценки территории, которые мы учитываем при геокаркасном моделировании.

Таблица 4

Характеристика критериев сохранности\ценности исследуемой территории

№	Критерий	Характеристика
1	Территория (акватория) относится к категориям ООПТ;	Особо охраняемые природные территории представляют собой природные комплексы являются уникальным природным резерватом биологического разнообразия модельной территории, а также они являются моделью естественного ландшафта, неотягощенного антропогенной нагрузкой. В соответствии с этим
2	Территория относится к зонам концентрации редких видов	Зона концентрации редких и исчезающих видов является одним из ключевых показателей концентрированного биологического разнообразия и устойчивой экосистем. При этом необходимо учитывать субъективность данного показателя в связи с постоянным пополнением базы данных местообитаний редких и исчезающих видов.
3	На территории присутствуют основные	Гидрографическая сеть занимает третье положение в ранжировании критериев в соответствии с особенностями функционального зонирования

	объекты гидрографической сети	территории области. Тверская область является одной из сильно обводненных территорий и является источником питьевой воды Московской агломерации
4	Территория залесенная, относится к государственному лесному фонду;	Облесение территории также является немаловажным критерием для формирования экологического каркаса территории. Мы отнесли ее к четвертому рангу в связи с тем, что биологическое разнообразие лесов, конечно, имеет немаловажное значение во встраивании в общую систему биологического разнообразия региона. Но концентрация видового состава на территории лесов индекс видового разнообразия может быть существенно ниже, чем в местах концентрации редких и исчезающих видов, а также на территории ООПТ, которые могут включать в себя различные компоненты ландшафта.
5	На территории присутствуют крупные болотные массивы;	Болотные массивы обладают высокоспецифичным видовым разнообразием растений грибов и животных, но в меньшей степени регулируют экологическое равновесие Тверского региона в целом. При этом необходимо учитывать различные варианты антропогенного вмешательства (например, торфоразработки), что снижает индекс биоразнообразия на данной территории.
6	Территория входит в модель каркаса центра Русской равнины	Модель каркаса центра Русской равнины имеет свое место в экологическом районировании Средней полосы Центральной России, но в настоящее время территорий, входящих в данную модель в моделируемом регионе, нет.

Характеристика критериев нарушенности \ угрожаемости

№	Критерий	Характеристика
1	на территории присутствуют автомобильные дороги федерального и регионального значения, железные дороги	Объекты автотранспорта и железнодорожного транспорта являются основными источниками негативного воздействия на окружающую среду в Тверской области. Это обуславливается тем, что регион «изрезан» автотрассами федерального значения (М-9 и М-10), а также в настоящее время происходит строительство высокоскоростной автомагистрали (М-11). Железнодорожные объекты также несут в себе как источник постоянного негативного воздействия на ОС (начиная от угольной пыли из системы отопления вагонов, заканчивая сбросами отходов жизнедеятельности пассажира на рельсовое полотно), а также как источник потенциальных угроз (перевозка высокотоксичных, взрывоопасных, радиоактивных и пр. грузов). Особо ярко выраженным «нарушенным узлом» является Бологовская дистанция пути (ст. Бологое является большим железнодорожным узлом, концентрирующим перевозки с четырех

		направлений). Также, стоит отметить, что в настоящее время до сих пор существует проект (не внедряемый на данный момент) строительства высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург-Москва.
2	территории крупных населенных пунктов;	Крупные города априори считаются одним из основных источников загрязнения ОС, но при этом следует отметить что на территории крупных городов слабая концентрация веществ потенциально опасных для населения и ОС.
3	на территории располагаются источники негативного воздействия (промышленные предприятия, свалки ТБО и промышленных отходов, иловые площадки, золоотвалы и т.д.).	Свалки ТБО (Полигоны ТБО) являются местом захоронения отходов различной степени токсичности, с очень длительным периодом распада. При разложении таких веществ могут выделяться особо токсичные и опасные вещества, негативно влияющие на жизнедеятельность организмов. Проблема Тверской области – незначительное количество мусороперерабатывающих заводов.
4	земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности, транспорта и связи	Земли сельскохозяйственного назначения обладают негативным эффектом за счет антропогенной нагрузки на ОС. Но мы учитываем малое количество обрабатываемых

		земель на территории региона. Больше количество земель находится в упадке и агроэкосистемы проходят стадию натурализации.
5	на территории ведутся торфопоразработки	Торфопоразработки на территории региона представлены слабо, поэтому данный критерий занял предпоследнее место
6	на территории присутствуют линейные инженерные сооружения (ЛЭП, газопроводы)	В настоящее время при проектировании и строительстве газопроводов и прочих линейных сооружений используются высокотехнологичные методы, которые нивелируют негативное воздействие на ОС.

3. Далее мы переходим к пункту *«Определение интервалов естественного колебания основных анализируемых параметров грид-данных»*. Здесь нами рассматриваются грид-данные научно обоснованных предложенных ранее критериев. В соответствии с типом критерия можно говорить и об его естественном колебании. Здесь, нами дается описание критерия и его возможные варианты естественного колебания:

Раздел Критерии сохранности \ ценности территории

- Территория (акватория) относится к категориям ООПТ. – Данный критерий имеет малый диапазон естественных колебаний. Это связано с «неповоротливостью» бюрократической системы, и процесс введения (выведения) в кадастр ООПТ – процесс очень длительный, требующий большого ряда научного обоснования и согласований. Также, следует отметить, что практика выведения территории из кадастра ООПТ показывает, что данный процесс (на примере Тверской области) практически не

осуществим, что говорит об устойчивой позиции в области сохранения уникальных природных резерватов населения и экологов, работающих над сохранением биологического разнообразия Тверской области.

- Территория относится к зонам концентрации редких видов. – данный критерий имеет высокий диапазон естественного колебания. Это связано с тем, что процесс выявления новых местообитаний редких и исчезающих видов идет постоянно, и варианты расширения ареалов местообитаний на региональном уровне вполне вероятен. Что также можно и сказать о сокращении местообитаний редких видов, это может быть, как естественным процессом (например, вследствие каких-либо резких колебаний температуры, влажности и пр. воздуха), так и процессом, возникающим под влиянием антропогенного воздействия на экосистемы (разработка карьеров, вырубка лесов, осушение болот, торфоразработки и пр.)
- На территории присутствуют основные объекты гидрографической сети – данный критерий имеет средний диапазон естественного колебания. Основные варианты колебания уровня воды в водоемах связано, прежде всего, с интенсивностью осадков в различные месяцы года и прочих климатических изменений на территории исследуемого региона.
- Территория залесенная, относится к государственному лесному фонду – Данный критерий очень труден в оценке естественного колебания. Но стоит отметить на данный момент повышение интенсивности несанкционированных рубок леса на территории области, что приводит к снижению площади облесенной территории. При этом, также необходимо отметить, что регулярная рубка, в соответствии с лесным кодексом РФ также может привести к необратимым последствиям в плане биологического разнообразия. При вырубке лесов происходит нарушение устойчивых экологических систем, что приводит к гибели или полному исчезновению вида на данной территории. Возможности увеличения облесенной территории имеют место быть в связи с зарастанием большого количества необрабатываемых земель сельскохозяйственного назначения. Естественное колебание – низкое.

- На территории присутствуют крупные болотные массивы – Данный критерий обладает низкой степенью естественного колебания, это связано с тем что в настоящее время не проводятся работы по осушению болот. Разрабатывается проект «обводнения» болот. Точная дата начала данной процедуры неизвестна.
- Территория входит в модель каркаса центра Русской равнины – вариант естественного колебания крайне низкий, это связано с тем, что, ГИС «Каркас центра русской равнины» [147] является устойчивой действующей моделью геоданных такой системы, и расширение за счет увеличения элементов не планируется.

Раздел Критерии нарушенности \ уязвимости территории

- на территории присутствуют автомобильные дороги федерального и регионального значения, железные дороги – Данный критерий обладает низким диапазоном естественного колебания. Это связано с тем, что расширение трасс, если и планируется, то на очень долгую перспективу.
- территории крупных населенных пунктов – диапазон естественного колебания высокий, причем колебание больше склоняется в сторону увеличения площади. Это связано с повышением уровня урбанизации в современном мире в целом и в регионе в частности;
- на территории располагаются источники негативного воздействия (промышленные предприятия, свалки ТБО и промышленных отходов, иловые площадки, золоотвалы и т.д.). – Данный критерий обладает средним диапазоном естественного колебания. Это связано с тем, что в крупных населенных пунктах увеличивается количество ТБО, за счет увеличения численности населения. Сокращение количества, складированного ТБО может прослеживаться в малонаселенных пунктах в связи с оттоком сельского населения в города.
- земли сельскохозяйственного назначения, земли промышленности, транспорта и связи – Данный критерий обладает низким диапазоном

естественного колебания в связи с «запустением» обрабатываемых земель. Поэтому диапазон смещается в сторону сокращения площадей земель.

- на территории ведутся торфоразработки – данный критерий также как вышеупомянутый имеет низкий диапазон естественного колебания в связи с сокращением интенсификации торфоразработок в регионе.
- на территории присутствуют линейные инженерные сооружения (ЛЭП, газопроводы) – Данный критерий обладает низким диапазоном естественного колебания, стремящегося к нулю. Это связано с тем, что линейные сооружения являются устойчивыми и не подлежат изменению. В настоящее время, по нашим данным и данным из открытых источников – строительства новых линейных сооружений не планируется

4. Следующим шагом в моделировании геоэкологического каркаса является «Выявление пороговых и критических значений основных параметров».

В нашем варианте мы оцениваем наличие или отсутствие данного критерия в исследуемой точке, поэтому пороговыми значениями являются следующие: «0» – «отсутствие»; «1» – «наличие»

5. Далее мы переходим уже к непосредственному формированию модели и выбираем d-функцию для свертки информации.

Состояние экосистем является информативным интегральным индикатором степени экологического благополучия территории [148]. Данная оценка отражена в требовательности многокритериального подхода, в связи с тем, что с одной стороны лесные, луговые, водные и пр. экосистемы по природе своей отличаются сложной структурой, а с другой – в условиях деятельности человека испытывают многофакторное антропогенное воздействие

Для расчета рангов элементарных ячеек, т.е. определения показателя сохранности природно-экологического каркаса мы предлагаем использовать следующую формулу:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k_n} - \frac{\sum_{j=1}^l d_j}{l_d} ; N \in \{-1;1\}, \quad (\text{Формула 1})$$

где N – интегральный показатель сохранности природно-экологического каркаса;

n_i – критерий сохранности/ценности территории,

d_j – критерий угрожаемости/нарушенности территории;

k_n – общее число используемых критериев сохранности/ценности;

l_d – общее число используемых критериев угрожаемости/нарушенности.

6. Решение проблемы выбора весовых коэффициентов для свертки информации.

Использование d-функции для свёртки информации (Формула 1) подразумевает равный вес используемых критериев. Следует отметить, что сумма критериев не составляет исчерпывающее множество событий, поэтому применение весовых коэффициентов невозможно. Следует отметить нецелесообразность использования большого числа критериев, поскольку в этом случае будет уменьшаться размерность интегрального показателя. В идеальном случае, перед тем как использовать формулу (1) необходимо произвести уменьшение размерности входных данных и привести их к небольшому числу взаимоисключающих критериев.

7. Выполнение свертки информации для левой и правой каждого класса по всем критериям. Получение шкалы изменения интегрального показателя по всем классам оцениваемого свойства. Нахождение нормы состояния каждого класса

Интегральный показатель (1) может принимать значения от -1 до 1. Значение меньше нуля свидетельствует о большей нарушенности территории,

больше нуля – относительной сохранности территории в соответствии с выбранными критериями.

8. Выполнение многокритериальной оценки исследуемого свойства по результатам мониторинга и по правилам построения интегрального показателя на этапах 5-8

Здесь мы предлагаем формирование геоизображений, отражающих грид-сеть, в которой учтены все предложенные нами критерии оценки региона.

До 9 этапа мы не работаем с натурной информацией, но производим ее сбор в соответствии с этапами 1-4. Далее, начиная с 5-го этапа, мы включаем в процесс математическую модель, где анализируем оценку состояния региона на основе метода сводных показателей. Норма состояния для классов оценивания (этап 8) и для исследуемого региона (этап 10) определяется на основе любого из двух подходов: первый – исследователь не учитывает приоритетности исходных параметров, характеризующих выбранное свойство; второй – для задания весов применяется метод экспертной оценки.

Таким образом, в соответствии с планом создания модели мы сталкиваемся с разным набором факторов, определяющих существование экологической системы с учетом большинства факторов, влияющих на нее.

Среди них необходимо отметить основной фактор, чаще всего негативно влияющий – антропогенный. В соответствии с этим, нами была разработана модель формирования геоэкологического каркаса территории региона на основе как природных, так и антропогенных факторов.

Модель оценки территории с точки зрения построения геопространства (экологического каркаса территории), основана на интеграции различных пространственных данных в качестве атрибутов единой регулярной сети. Преимущество данной методики заключается не только в использовании формализованной оценки природоохранной значимости рассматриваемой территории, но и возможности применения методов экспертных оценок в качестве входных данных.

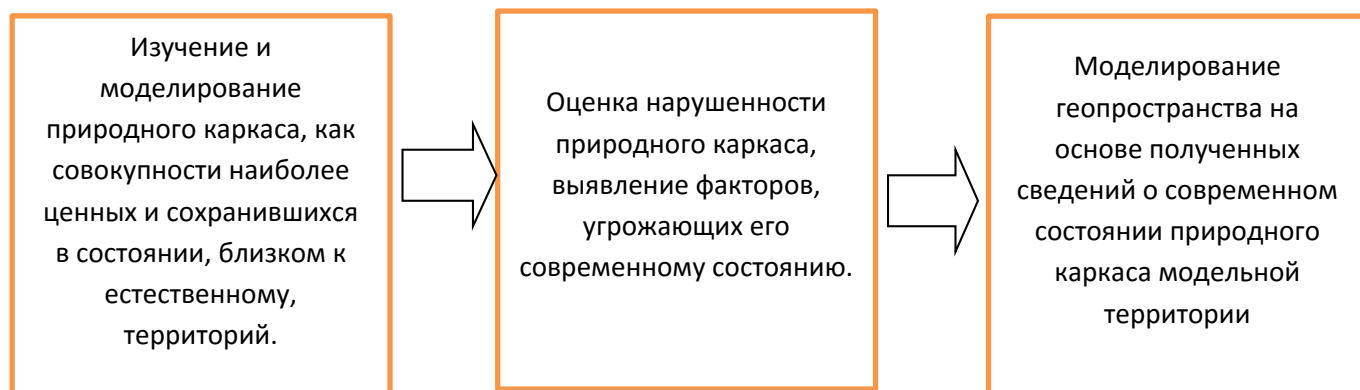


Рисунок 15. Блок-схема моделирования геопространства

Первый блок предусматривает следующие мероприятия:

- сбор первичной информации о природных условиях и использовании ландшафтного потенциала модельной территории,
- выделение критериев сохранности/ценности элементов природного каркаса
- обобщение критериев сохранности природного каркаса с помощью ГИС-инструментария.

Второй блок:

- выделение критериев нарушенности/угрожаемости элементов природного каркаса;
- обобщение критериев нарушенности природного каркаса с помощью ГИС-инструментария.

Третий блок:

- интеграция сведений о сохранности и нарушенности и построение каркасно-геоэкологической модели территории;
- выделение и верификация функциональных зон модели и предложение режима охраны и рационального использования ландшафтно-экологического потенциала модельной территории.

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОГО РЕГИОНА В ИНТЕРЕСАХ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ *IN SITU*

4.1. Понятие экологического каркаса территории

Ряд понятий экологического каркаса территории мы ввели в главе 3. Но в данном разделе мы остановимся на концепции экологического каркаса принятой Соболевым Н.А. с дополнениями Пономарева А.А. [146], [147], [6] более подробно.

Уровень региональной экологической безопасности во многом определяется структурно-функциональными свойствами существующей сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В настоящий момент ООПТ являются ключевым инструментом комплексных мероприятий по охране природы. Концепция устойчивого развития предполагает создание сопряженных систем ООПТ различного иерархического уровня (локального, регионального, макрорегионального), необходимых для достижения экологической стабильности [149]. Процесс перехода от простого набора объектов в сети ООПТ к построению системы охраняемых природных территорий и его скорость определяются двумя группами факторов: природно-антропогенными (ландшафтная структура и природно-ресурсный потенциал региона, степень освоенности территории и характер социально-экономического развития) и организационно-финансовыми (структура управления и законодательная база функционирования региональных ООПТ). Вместе с тем практический механизм перехода сети ООПТ в систему в региональном аспекте остается недостаточно определенным. Это обусловлено, в частности, своеобразием природопользовательских и природоохранных установок, определяемых вектором социально-экономического освоения и природно-ресурсным потенциалом конкретного региона, а также существующим многообразием

научных подходов в определении структурно-функциональных частей природно-экологического каркаса и их соотношением с системой ООПТ.

4.2. Принципы формирования экологического каркаса:

1) Относительная простота устройства - все многообразие объектов ООПТ должно быть сведено в ограниченное число функциональных групп, которые являются операционным инвариантом на всех стадиях формирования экологического каркаса.

2) Территориальная целостность - все элементы каркаса должны быть увязаны в единую сеть с минимальным числом разрывов.

3) Экологическая репрезентативность - в состав ООПТ должно быть включено все разнообразие природных и культурных ландшафтов и экосистем.

4) Адекватность антропогенному прессу - соответствие локальной сети ООПТ точкам напряженных экологических коллизий (каркас должен способствовать изоляции точек «экологического возмущения»).

5) Функциональная развитость - система ООПТ должна включать в себя все функциональные типы объектов, необходимые для решения поставленных задач (наряду с объектами чисто консервационного плана - заповедниками и памятниками природы должны быть и рекреационные зоны).

6) Оптимальность формы заповедания - необходимость поиска наилучшего соответствия между функцией объекта ООПТ и нормативно-правовым способом его защиты.

7) Согласованность режимов использования - объекты ООПТ с различными режимами регламентации должны определенным образом соседствовать в пространстве (в общем случае объект менее строгого режима может включать в себя меньший по площади объект с более строгими ограничениями использования).

8) Правило оптимального соседства - использование эффекта взаимодействия и взаиморасположения ООПТ разных типов - принцип технологической работоспособности.

10) Открытость системы ООПТ - возможность поэтапного формирования и постоянного совершенствования, усложнения и разветвления ЭК района.

11) Принцип иерархической соподчиненности сетей различного уровня - ориентация районной системы ООПТ на решение задач общерегионального и общероссийского ЭК.

13) Принцип жизнеспособности - поддержание жизнеспособных популяций всех аборигенных видов в естественном соотношении численности и в естественных границах.

14) Принцип поддержания природных процессов - перенос акцента с заботы о сохранении объектов на заботу о сохранении фоновых процессов, в том числе различных форм ухода за ландшафтом (скажем для пойменного луга таким процессом может быть сенокосение).

15) Принцип устойчивости (планирование и организация таких экосистем, которые сохраняли бы устойчивость к кратковременным и долговременным изменениям условий окружающей среды и были способны поддерживать эволюционный потенциал организмов на протяжении многих поколений).

4.3. Особенности каркасно-геоэкологической модели Тверской области

Одной из главных задач охраны природы Тверской области должна являться стабилизация (в некоторых необходимых случаях - реставрация) пространственной структуры землепользования, позволяющая сохраниться природному каркасу Центра Русской равнины в виде системы экологически взаимосвязанных ООПТ.

Активизация хозяйственной деятельности со смещением её на территории, ранее подвергавшиеся меньшим нагрузкам, представляет собой объективный социально-экономический процесс. Формирование сети ООПТ должно

обеспечить сохранение природных территорий в условиях развития данного процесса, а не в противодействии ему. Для этого необходимо:

1) юридическое закрепление природоохранной функции за наиболее сохранившимися или восстановленными природными территориями, поддержание высокого уровня биоразнообразия, контроль за состоянием участков природы;

2) экономическое стимулирование обычно нерентабельных сейчас видов природопользования, для успешного осуществления которых необходимо сохранение природных сообществ (охота, загородная рекреация) в пределах крупных природных массивов, не вошедших в состав ООПТ;

3) экологизация традиционного природопользования (лесное и сельское хозяйство) на большинстве рядовых (т.е. не имеющих повышенной ценности) природных территориях, то есть, с одной стороны, применение технологий, минимально воздействующих на природные сообщества при сохранении способности экосистем к самовосстановлению, и с другой стороны, оптимальное размещение различных видов и способов традиционного природопользования.

Формирование сети особо охраняемых природных территорий является одним из приоритетных направлений при решении социальных, экономических и экологических задач. Конечная цель создания и развития региональной сети ООПТ – формирование региональной экологической сети или экологического каркаса, т. е. обеспечение защиты природного каркаса – исторически сложившегося континуума природных сообществ – достаточного для поддержания его средообразующих свойств, в т. ч. – естественного биологического и ландшафтного разнообразия. Таким образом, природный каркас следует признать общим «единым» объектом охраны в системе ООПТ. Модель экологического каркаса должна максимально соответствовать природному каркасу и быть направлена на его охрану [150].

Природный каркас территории - это функционально единая сеть участков живого покрова, не испытывающая отрицательных последствий фрагментации ландшафта благодаря достаточным для этого суммарным размерам

экологически взаимосвязанных природных территорий, входящих в ее состав [151].

В регионах с высокими антропогенными нагрузками в правовой защите нуждаются не только собственно ценные природные территории, но и территории, благодаря которым поддерживаются экологические связи между ними, т. е. сеть ООПТ в этом случае должна представлять собой региональную систему экологически взаимосвязанных особо охраняемых природных территорий – ее в этом случае можно назвать «природным каркасом».

Одним из главных звеньев экологического каркаса является сеть существующих ООПТ. Экологический каркас должен максимально соответствовать природному каркасу.

Экологическая сеть (природоохранная, «экологический» каркас) - сеть ООПТ, в совокупности выполняющих функцию поддержания целесообразного экологического равновесия, в частности - биологического разнообразия. Необходимым для выполнения этой функции свойством сети ООПТ должна быть системность, позволяющая избежать деградации биоты благодаря наличию экологических связей между отдельными ООПТ [144].

Общеввропейская стратегия в области биологического и ландшафтного разнообразия утверждена министрами из 54 стран региона ЕЭК ООН 25 октября 1995 г. на Конференции министров “Окружающая среда для Европы”. Стратегия предусматривает создание Общеввропейской экологической сети [152].

Задача экологической сети – обеспечение благоприятного природоохранного статуса экосистем, местообитаний, видов и ландшафтов Тверской области. Для этого необходимо обеспечить охрану типичных экосистем и природных местообитаний, а также ландшафтов имеющих особую ценность в пределах их обычного распространения, обеспечить устойчивое использование полуприродных местообитаний и культурных ландшафтов, поддерживать жизнеспособность популяций видов в пределах их типичного ареала, а также поддерживать те природные процессы, от которых зависят упомянутые экосистемы, местообитания, виды и ландшафты.

Сеть должна основываться на трёх функционально взаимодействующих компонентах:

- а) центральные зоны (ключевые территории, ядра), которые обеспечивают оптимальное количество и качество экологического пространства; это существующие ООПТ, а также территории, предлагаемые к охране, имеющие особое значение в поддержании экологического баланса территории
- б) коридоры (транзитные территории) - это объекты гидрографической сети (реки, озера), являющиеся каналами миграции для живых организмов, целостные сохранившиеся лесные массивы, обеспечивающие необходимую взаимосвязь между ключевыми территориями;
- в) буферные зоны (буферные территории), предназначенные для защиты ключевых и транзитных территорий от потенциально опасных внешних воздействий. Представляют собой охранные зоны вокруг ключевых территорий (ядер), а также экологических коридоров



Рис. 1. Блок-схема экологической сети (каркаса) по *Bennet* [153], [154].

Опорами экологического каркаса должны стать ныне существующие и проектируемые заповедники, национальные и природные парки. Необходимы разработка и принятие региональной «Стратегии сохранения биологического разнообразия Тверской области».

Описанные выше зоны экологического каркаса выполняют важные функции:

1) на ключевых территориях должны быть представлены типичные естественные и полуприродные местообитания в пределах своего обычного распространения и на различных стадиях экологической сукцессии, жизнеспособные популяции видов, природные процессы, от которых упомянутые видовые популяции и местообитания зависят, а также ландшафты местного значения.

2) транзитные территории предназначены для того, чтобы обеспечить видовым популяциям адекватные возможности распространения, миграции и обмена генетическим материалом. Для видовых популяций требуются соответствующие местообитания достаточной площади. Мигрирующие виды животных должны иметь возможность перемещаться между местами размножения и местами зимовки. Между различными местными популяциями должна существовать возможность обмена генетической информацией. Экологические связи в зависимости от обстоятельств могут осуществляться разными путями: через ландшафтные элементы линейного типа, ряд мелких участков – «связующих островков» или обширный «ландшафтный матрикс», где сохраняется возможность осуществления совместимых с природоохранными задачами форм землепользования.

3) буферные территории предназначены для защиты ключевых и транзитных территорий экологической сети от потенциально опасного внешнего воздействия. Необходимость буферных территорий и их конфигурация будут в значительной степени определяться требованиями к охране наиболее уязвимых видов, спецификой наиболее интенсивного воздействия и свойствами ландшафта, передающего воздействия. На буферных территориях часто будут сохраняться довольно широкие возможности для других видов землепользования. Помимо выполнения защитной роли, буферные территории могут иметь самостоятельное природоохранное значение.

Создание и поддержание условий сохранения биологического и ландшафтного разнообразия не подразумевает, что все виды человеческой деятельности должны быть прекращены в пределах экологической сети. В

действительности, многие полуприродные местообитания и культурные ландшафты существуют благодаря определённым видам управления территорией. Поэтому любые виды деятельности в пределах Сети, должны быть адаптированы к ней или подлежать управлению, чтобы их воздействие было совместимо с природоохранными задачами соответствующего участка Сети.

Информационно-образовательной составляющей экологического каркаса должна стать единая система экологических троп. В настоящее время частично оборудованы и используются экотропы на Истоке Волги, в Центральном-лесном природном биосферном заповеднике и его охранный зоне (Старосельский Мох). Соответствующие разработки для природных заказников «Бобачевская Роща», «Остров Кличен», «Исток Западной Двины», «Троеручица», «Остров Хачин», для предполагаемого природного парка «Тьмака», не реализованы, но используются кафедрой экологии Тверского госуниверситета в учебном процессе. Необходимо издать путеводители и оборудовать экотропы. Перспективной представляется разработка Волжской экологической тропы «От Валдая до Каспия».

4.4. Визуализация компонентов геоэкологического каркаса региона.

Существует ряд возможных способов интеграции данных в ГИС с целью их дальнейшего совместного пространственного анализа. Наиболее удобными вариантами представляются использование растровых поверхностей (грид-поверхность), либо сеточного картографирования. Недостаток в первом случае – необходимость растеризации всех пространственных данных и получение значительного по объему и количеству слоев общего набора. Недостаток второго варианта – необходимость использования только векторных данных на входе. Тем не менее, интеграции всех сведений на основе регулярной грид-сети нам представляется более удобным вариантом с точки зрения хранения больших массивов данных и скорости работы с ними.

Методика моделирования экологического каркаса, апробированная нами в Тверской области, основана на интеграции различных пространственных данных в качестве атрибутов единой регулярной сети. Преимущество данной методики заключается не только в использовании формализованной оценки природоохранной значимости рассматриваемой территории, но и возможности применения методов экспертных оценок в качестве входных данных.

Для Тверской области средствами ГИС (геоинформационный программный продукт из семейства ArcGis®) нами была построена регулярная тетрагональная векторная сеть. Структурная единица сети – векторный четырехгранник со стороной 2 км (Рисунок 16). Выбор размера ячейки обусловлен рядом причин: базовый масштаб исследований (в нашем случае большинство картографических источников имели масштаб 1:100000 и 1:200000), удобства визуализации и др. Кроме того, каждая ячейка аккумулирует сведения об объектах, находящихся в ее пределах, поэтому ее размер не должен быть слишком маленьким, равно как и избыточным.

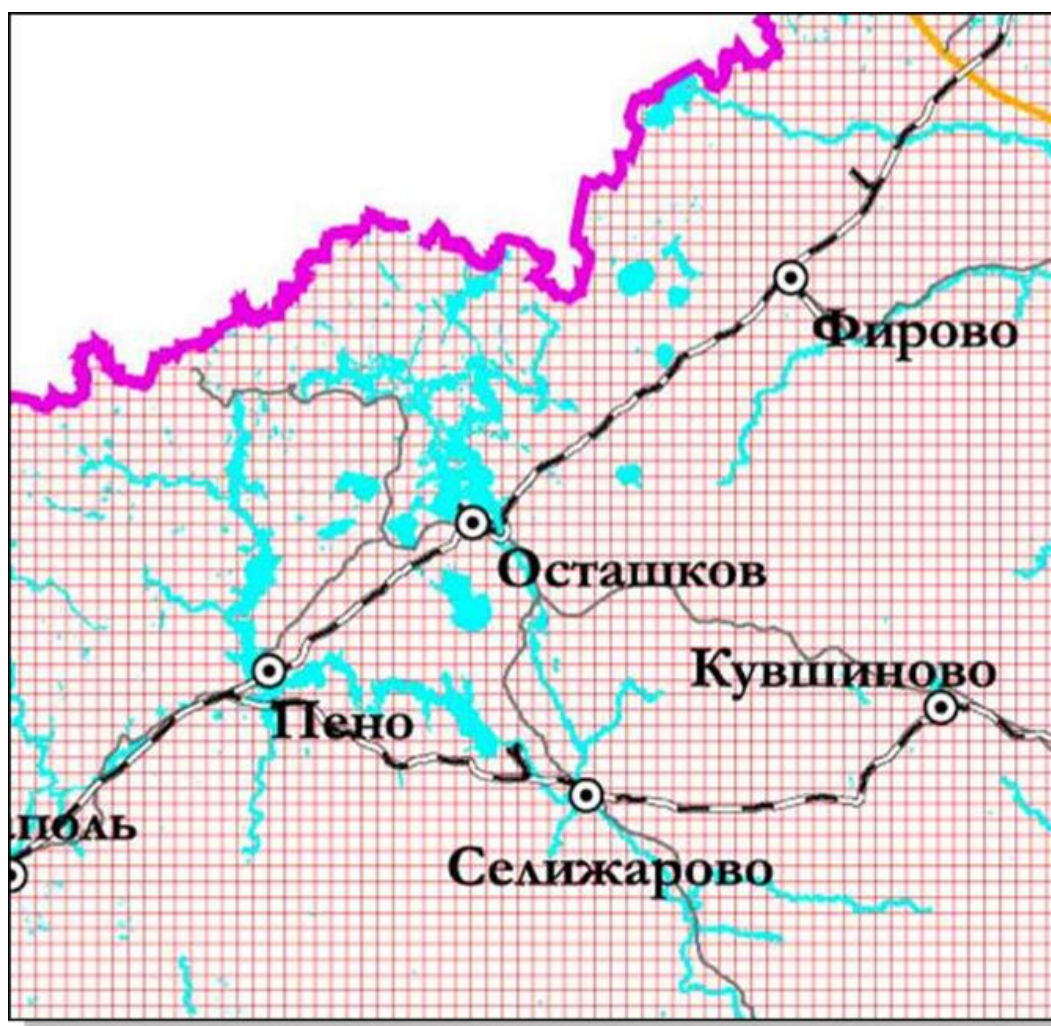


Рисунок 16. варианты построения гид-сети (участок)

С этой целью мы применяли программу ESRI ArcGIS® (данная программа локализована для научных исследований в Тверском государственном университете). В ГИС нами обобщены следующие сведения:

- Инвентаризационные карты природных условий и местонахождений редких биологических видов (гидрографическая сеть, рельеф, карты растительности, почв, геологическая карта; ландшафтная карта; карта местообитаний редких видов, территории концентрации охраняемого компонента биоразнообразия).
- Карты хозяйственного освоения территории (карты землепользования; лесоустройства населенные пункты по категориям; дороги по категориям; торфоразработок)

- Объекты негативного воздействия на окружающую среду (основные предприятия – загрязнители окружающей среды, карты захоронения отходов, размещения свалок и полигонов, автомобильные и железные дороги; инженерные сооружения (линии электропередач, газопроводы и т.п.)
- Охрана экосистем и природопользование (карты существующих и предлагаемых ООПТ, иных охраняемых территорий, и охраны лесов; болот; структура лесопользования).

Результатом такого обобщения – явилась база данных в которой учитываются все рассматриваемые нами критерии (Рисунок 17). В данной базе данных выявляются особенности Тверской области на 21802 параметрических данных.

При отборе необходимых сведений мы сразу сообщаем, что чем обширнее и точнее исходный материал, тем более комплексной и детальной является оценка ландшафтного и природного потенциала модельной территории.

4.1.1. Идентификация регулярной сети.

Далее мы проводили идентификацию регулярной сети по слоям грид-данных, т.е. каждая ячейка получала определенный балл, обозначающий наличие или отсутствие объектов грид-тем, по которым проводится идентификация. Например, наличие лесных массивов первой категории; такой ячейке присваивается 1 балл, а при отсутствии – 0 баллов. Данный процесс происходит автоматически без участия человека. (Рисунок 18)

Таблица

grid_tvobl

OBJECTID *	Shape *	ID	LABEL	SVALKI	PROM	PRED	OOPT REG	BOLOTA	KK MESTOOB	KK ZNACHIM	OOPT FEDER	TEC	LEP	N PROVOD	G PROVOD	ZH D	A DOR FED	A DOR REG	REKI B	AREA	PERIM
1	Полигон	1136	45-114	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
2	Полигон	1136	45-115	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
3	Полигон	1136	45-116	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
4	Полигон	1136	45-117	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
5	Полигон	1136	45-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
6	Полигон	1136	45-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
7	Полигон	1161	46-112	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
8	Полигон	1161	46-113	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
9	Полигон	1161	46-114	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
10	Полигон	1161	46-115	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
11	Полигон	1161	46-116	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
12	Полигон	1161	46-117	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
13	Полигон	1161	46-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
14	Полигон	1161	46-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
15	Полигон	1162	46-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
16	Полигон	1162	46-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
17	Полигон	1186	47-111	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
18	Полигон	1186	47-112	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
19	Полигон	1186	47-113	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
20	Полигон	1186	47-114	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
21	Полигон	1186	47-115	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
22	Полигон	1186	47-116	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
23	Полигон	1186	47-117	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
24	Полигон	1186	47-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
25	Полигон	1186	47-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
26	Полигон	1187	47-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
27	Полигон	1187	47-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
28	Полигон	1210	48-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
29	Полигон	1211	48-111	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
30	Полигон	1211	48-112	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
31	Полигон	1211	48-113	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
32	Полигон	1211	48-114	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
33	Полигон	1211	48-115	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
34	Полигон	1211	48-116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
35	Полигон	1211	48-117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
36	Полигон	1211	48-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
37	Полигон	1211	48-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
38	Полигон	1212	48-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
39	Полигон	1212	48-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
40	Полигон	1212	48-122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
41	Полигон	1235	49-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
42	Полигон	1235	49-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
43	Полигон	1235	49-103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000000,001	
44	Полигон	1235	49-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4000000,001	

1 (0 из 21802 Выбранные)

grid_tvobl

Рисунок 17. Участок базы данных, на основе которой выстраивается модель каркаса Тверской области

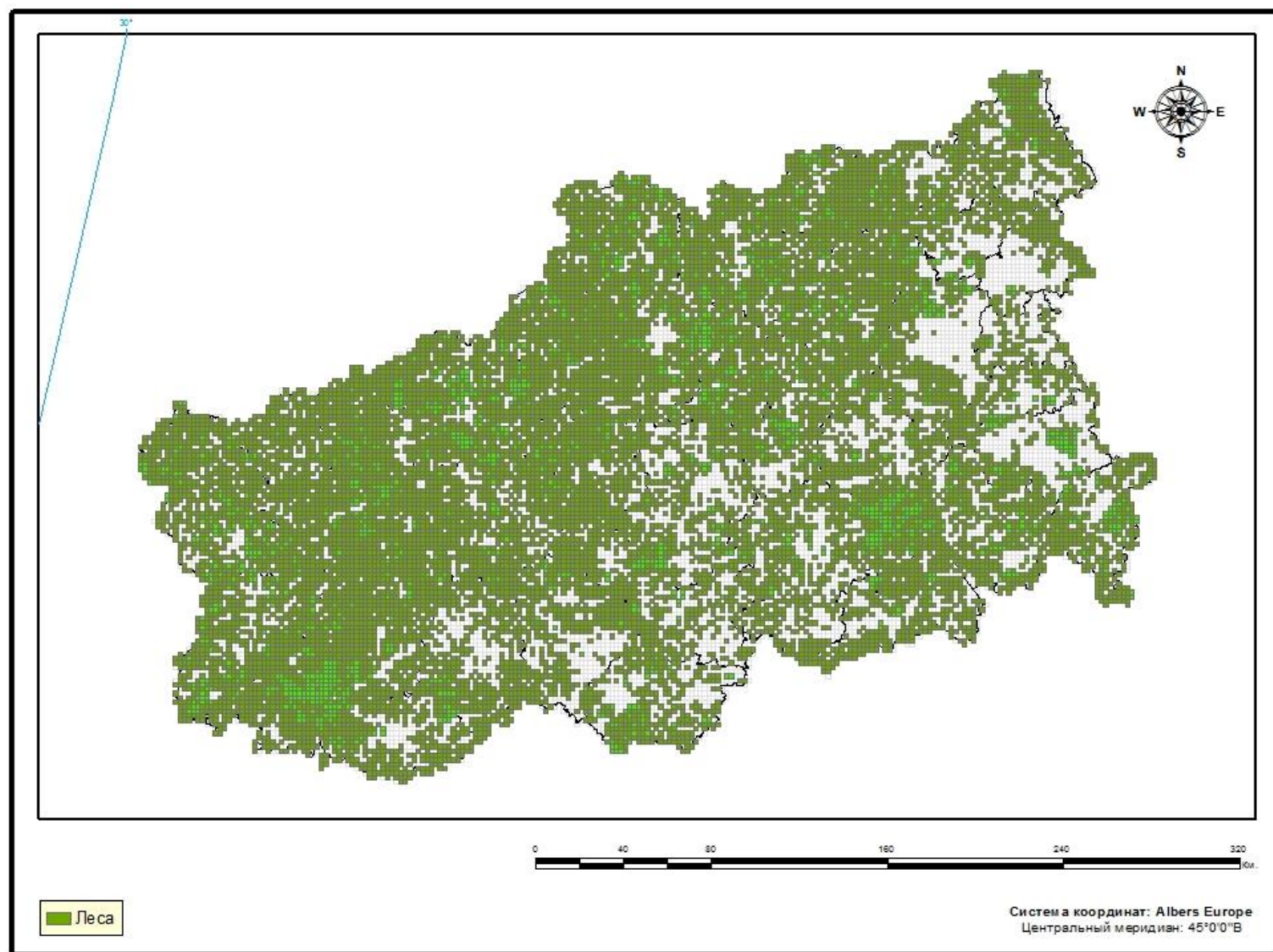


Рисунок 18. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий «залесенности» территории

При оценке данного слоя мы использовали данные государственного лесного реестра Российской Федерации, на основании которых нами вносились границы лесного фонда и анализировались в последующем. В настоящее время необходимо учитывать некую «статичность» данной информационной системы, в связи с тем, что данные о вырубках и повторных насаждениях обновляются не в режиме онлайн, а проходят постепенную обработку в информационных центрах Федерального агентства лесного хозяйства.

Аналогично мы проводим исследования по сохранности\ценности экологического каркаса на основе ранее отобранных нами критериев.

Например, критерий «территория (акватория) относится к категориям ООПТ».

Тверской государственный университет имеет зарегистрированную базу данных «Электронная база данных особо охраняемых природных территорий Тверской области» [155], на основании которой мы брали исходную информацию. Визуализируя вышеупомянутую базу данных в системе ArcGis® мы получаем следующую картину (Рисунок 19):

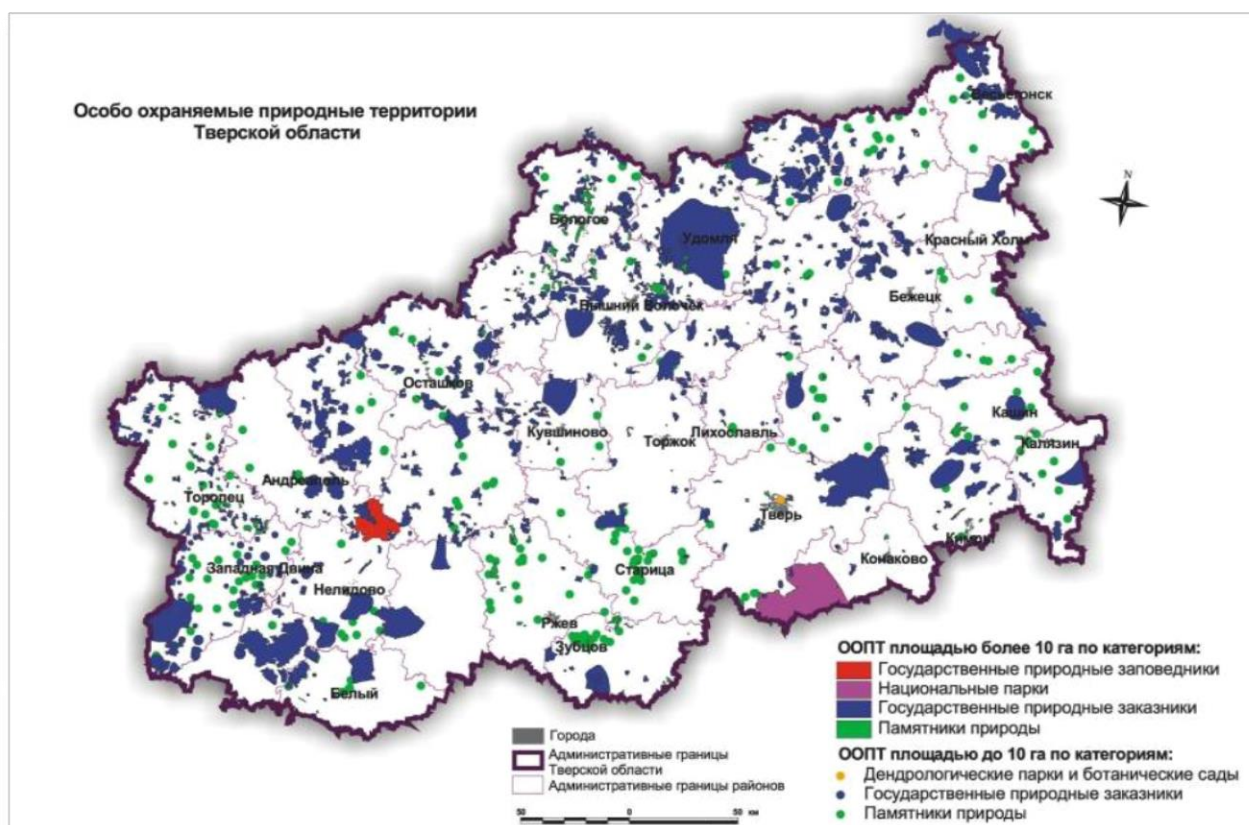


Рисунок 19. Особо охраняемые территории Тверской области

На основе построения нами грид-сети, мы можем визуализировать полученную информацию следующим образом (Рисунок 20)

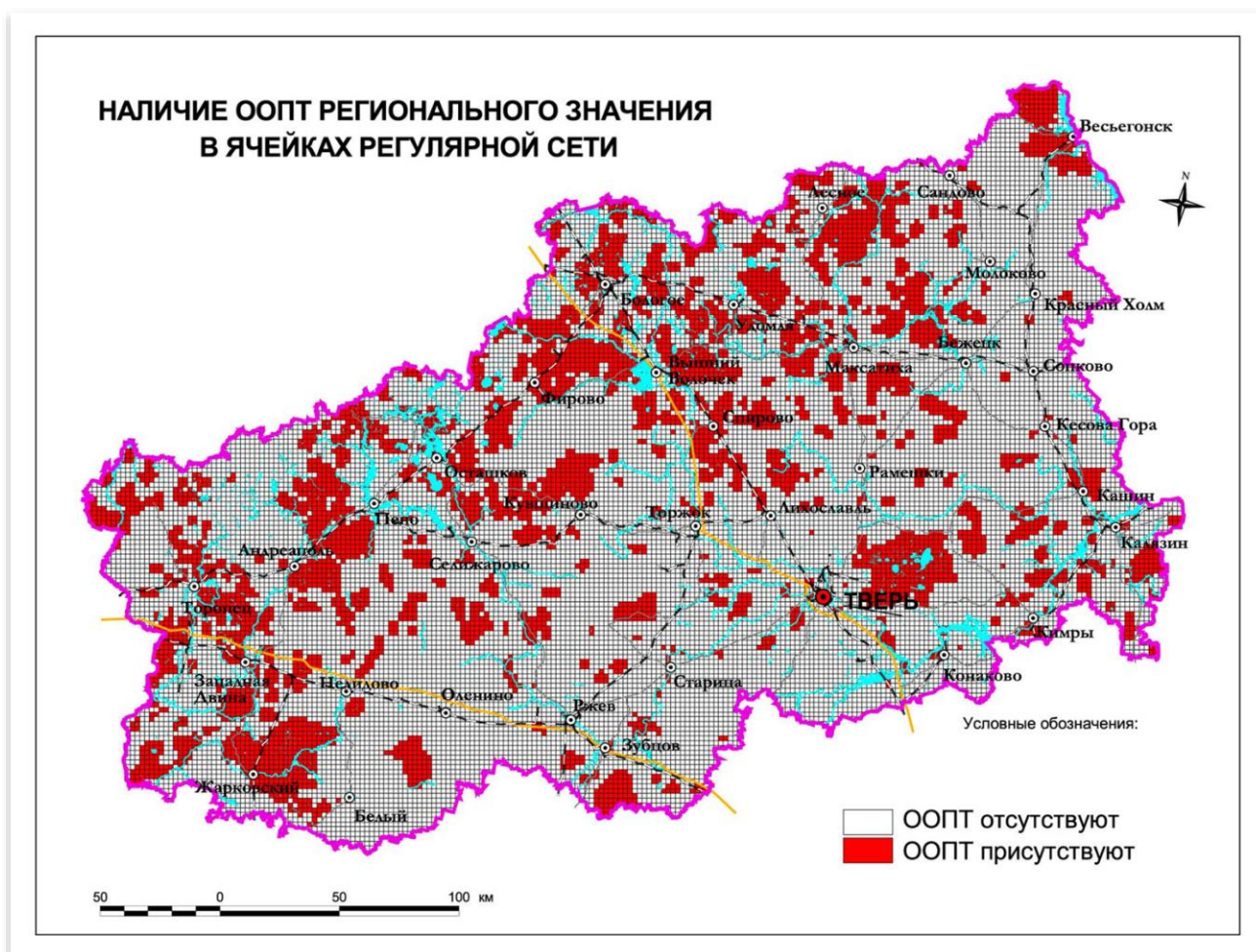


Рисунок 20. Наличие ООПТ Регионального значения в ячейках регулярной сети.

В соответствии с визуализацией слоя «ООПТ» мы можем видеть, что наибольшая концентрация ООПТ регионального значения тяготеет к северу, северо-востоку и западу области. В частности, это связано с тем, что данные территории имеют обширные болотные массивы, которые являются основой для поддержания гидрологического режима Валдайской возвышенности.

Критерий «Территория относится к зонам концентрации редких видов»
На основании данных многолетних наблюдений, и исследований нами была разработана база данных находок редких и исчезающих видов Тверской области. Визуализация данной базы представлена на Рисунок 21.

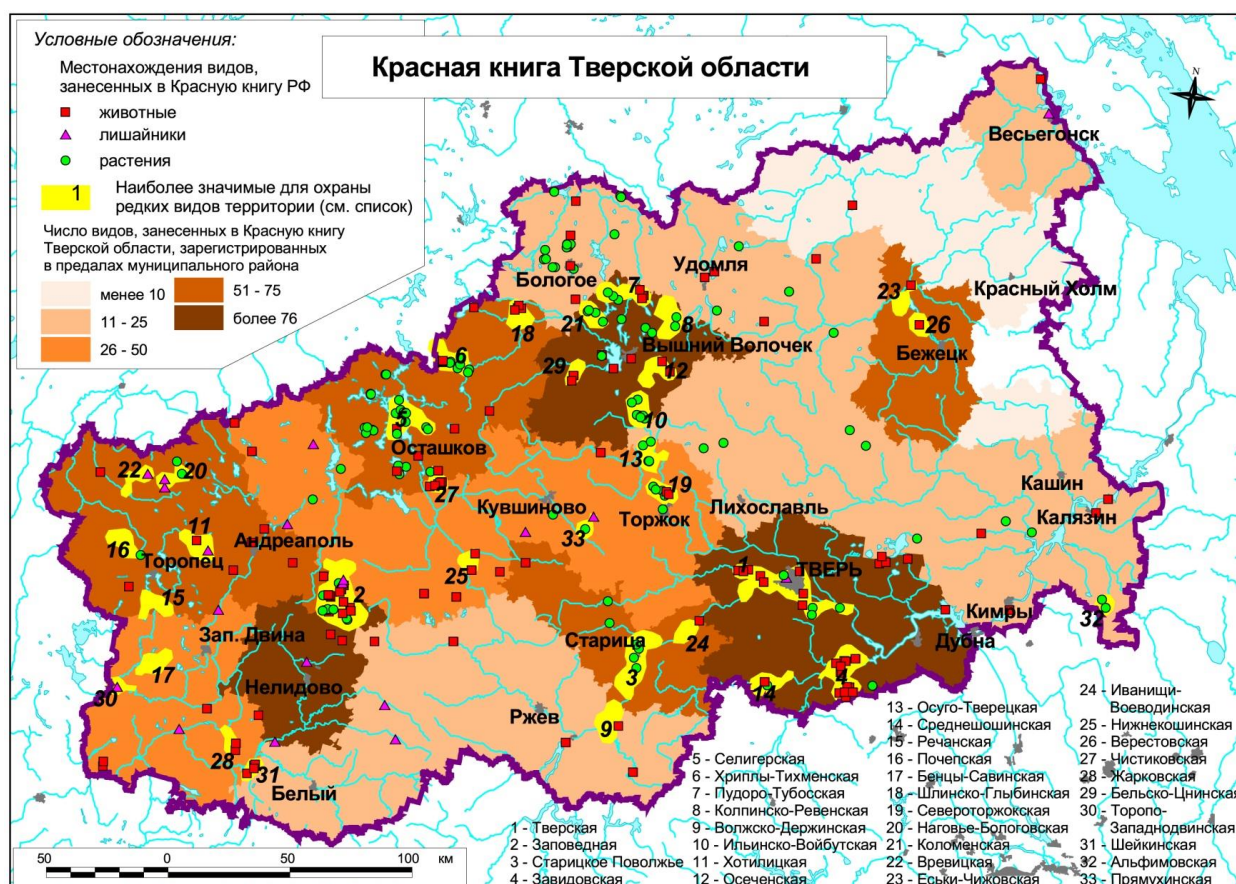


Рисунок 21. Встречаемость редких и исчезающих видов, занесенных в Красную книгу Тверской области (2013)

На основании данных, извлеченных из вышеупомянутой базы нами был проведен анализ встречаемости редких и исчезающих видов в грид-тетрагональных ячейках, что представлено на Рисунок 22.

На основании полученных результатов нами был проведен анализ концентрации видового состава редких и исчезающих представителей флоры и фауны. Наибольшей концентрацией обладают Нелидовский район (Центрально-лесной природный биосферный заповедник) и Калининский район (окрестности г. Тверь). Необходимо учитывать особенности исследований наблюдений за популяциями объектов, занесенных в Красную книгу Тверского региона. Дело в том, что районы, не представленные в базе или представленные слабо не отвечают полностью на вопрос об отсутствии редких видов. Это связано с тем, что маршрутный метод исследований и экспедиционная деятельность продолжается и поныне. И данная база данных будет пополняться постоянно на протяжении всего времени исследований региона. Далее, на рисунках (Рисунок

22, Рисунок 23, Рисунок 24, Рисунок 25, Рисунок 26) мы приводим некоторые варианты идентификации ячеек грид-сети с позиции критериев сохранности\ценности. На нижеследующих иллюстрациях можно обратить внимание что наименее нарушенными участками – являются участки Тверского региона северного и северо-западного направления. Это, в большей степени, связано с отсутствием «сильной» антропогенной нагрузки на данные территории.

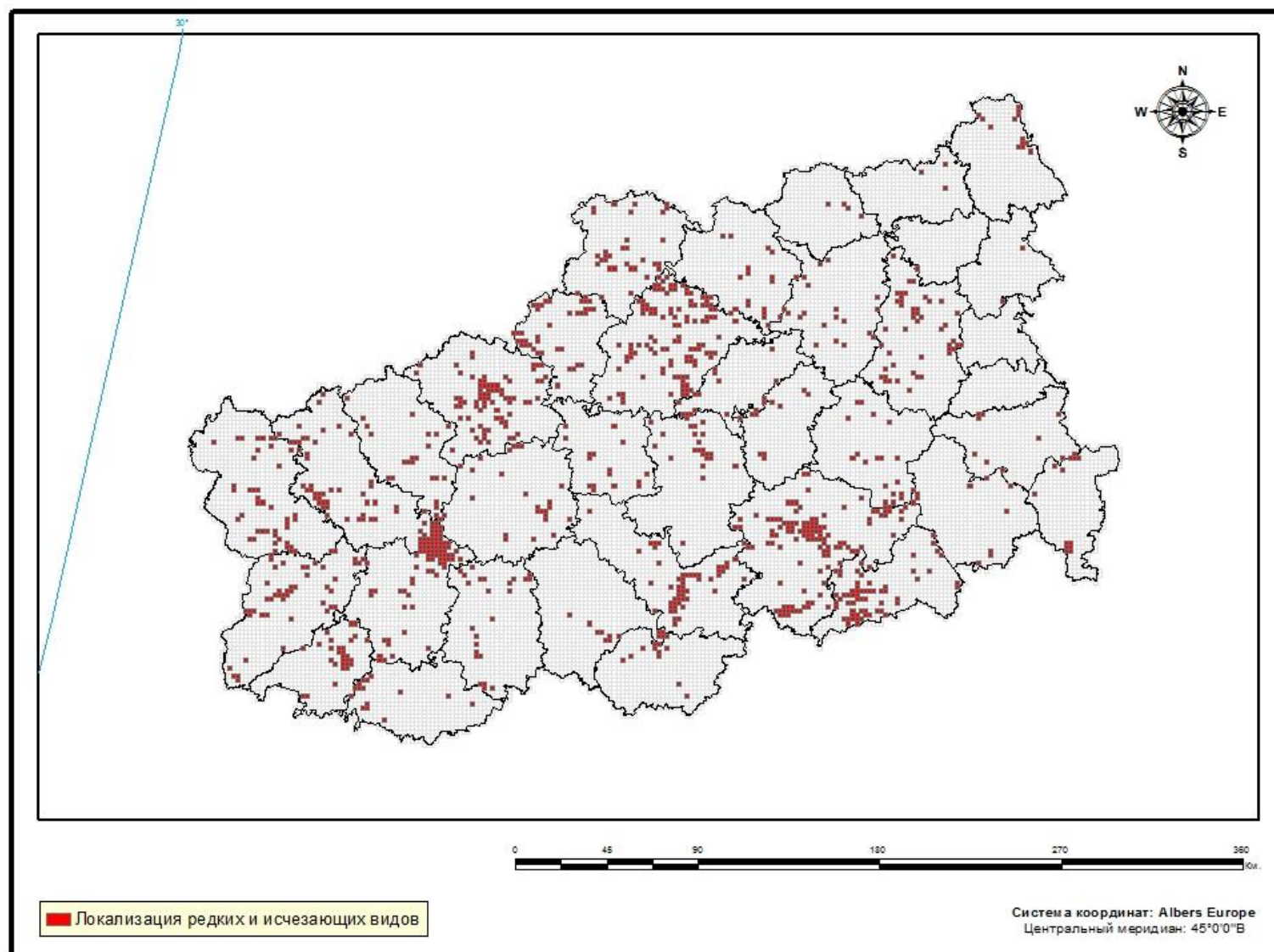


Рисунок 22. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории
(по локализации редких и исчезающих видов)

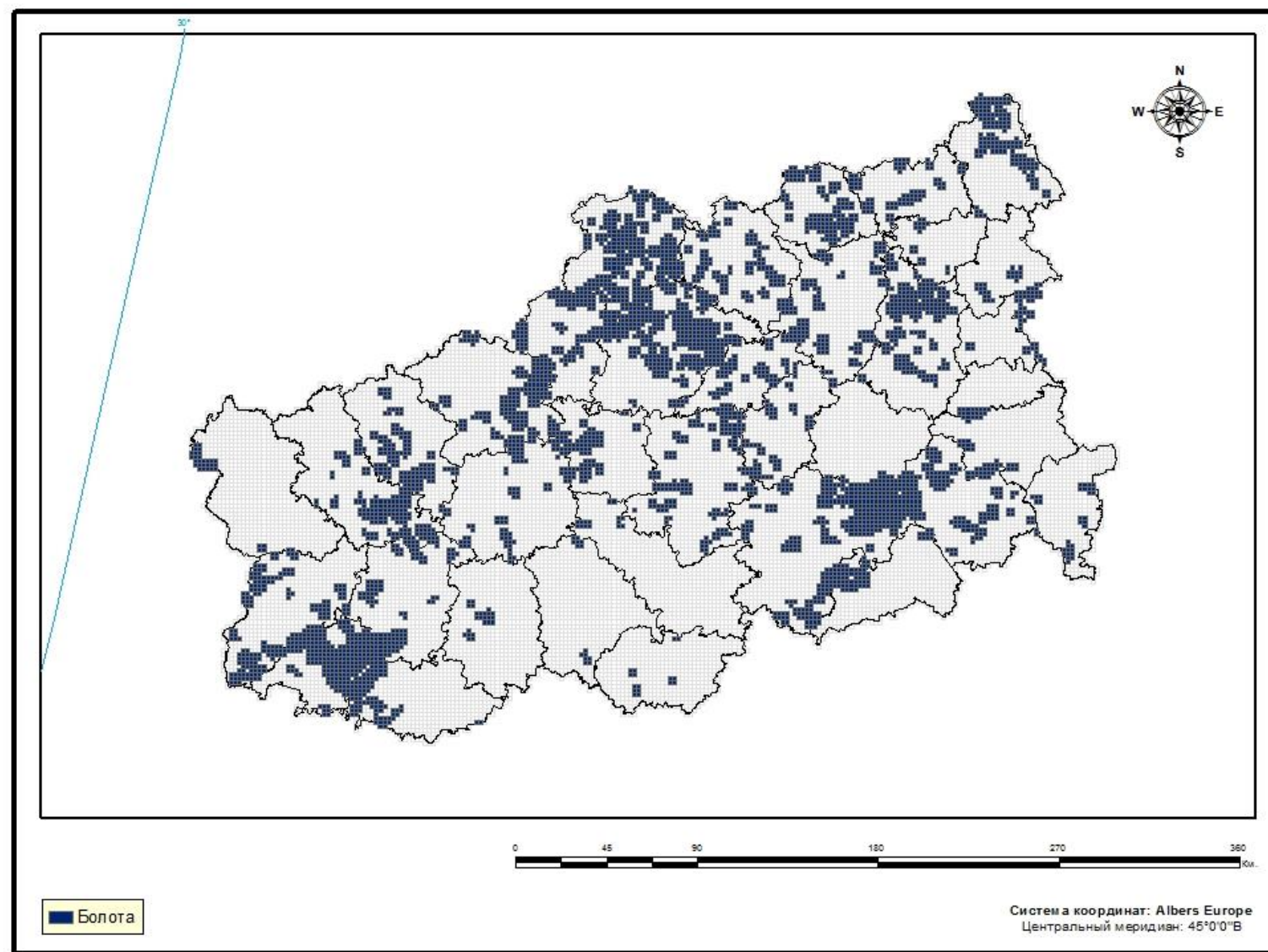


Рисунок 23. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории (наличие болот в ячейке)

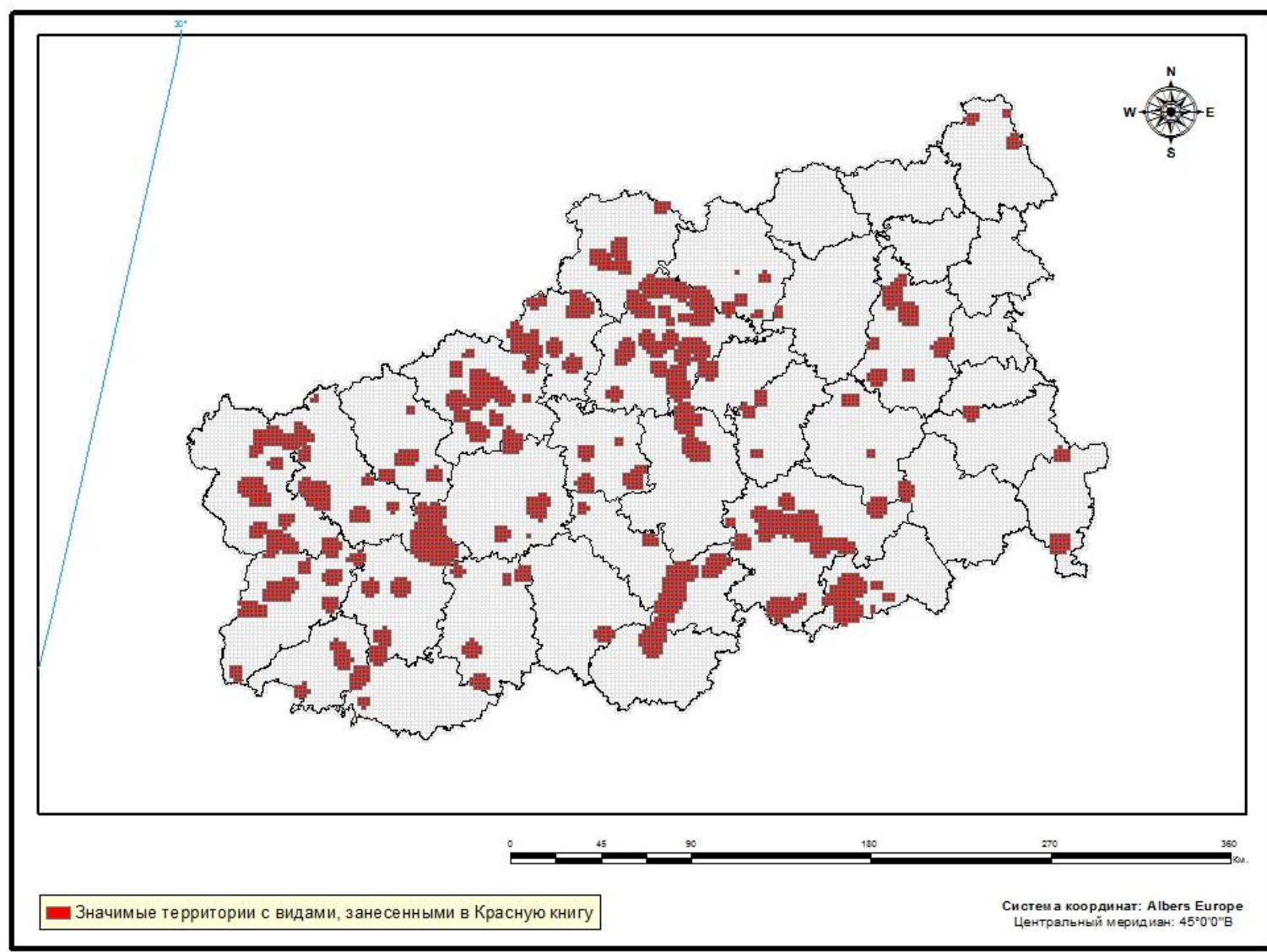


Рисунок 24. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории
(Территории особого природоохранного значения с локализацией видов, занесённых в красную книгу Тверской области)

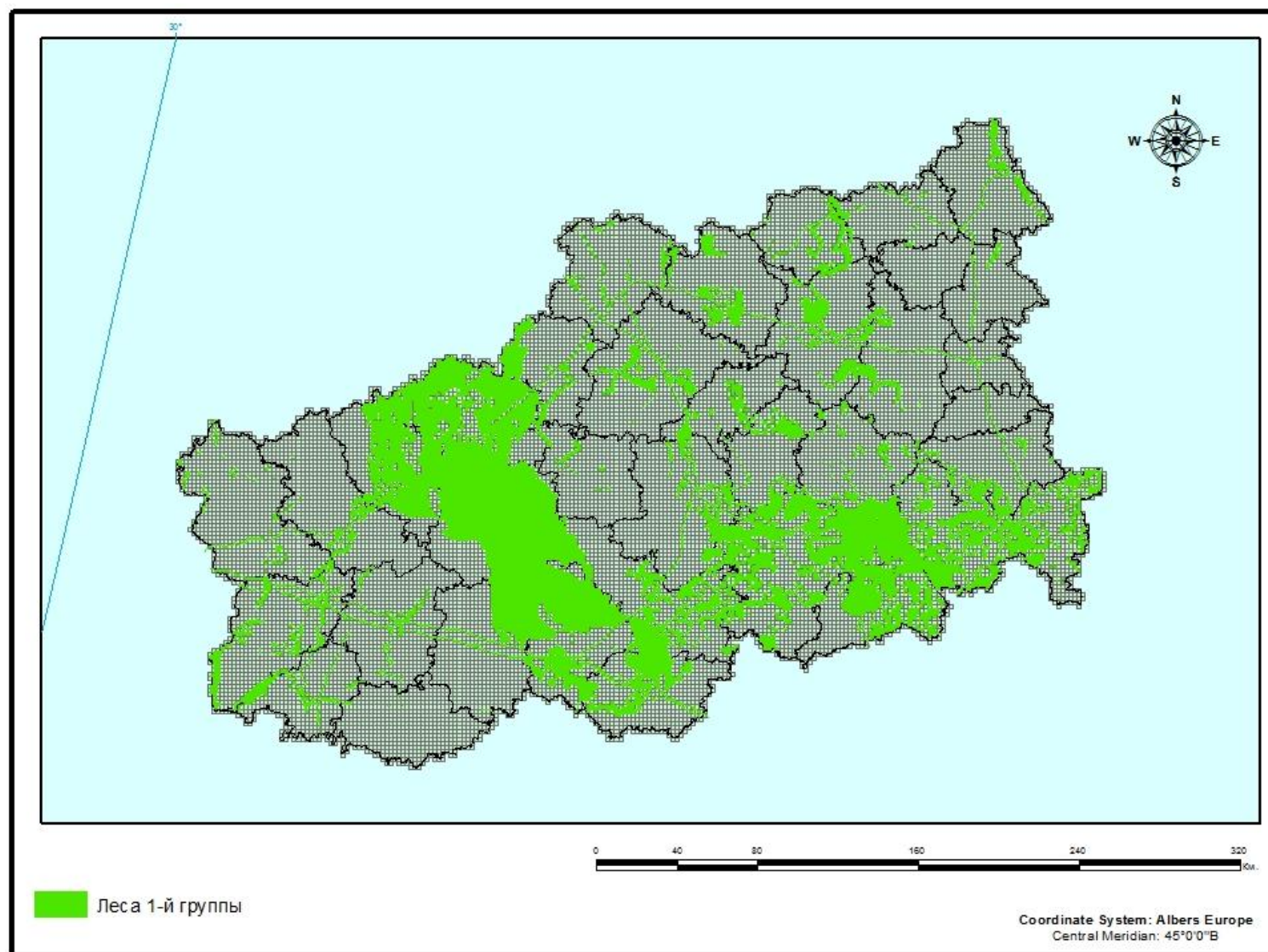


Рисунок 25. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории (Леса первой категории)

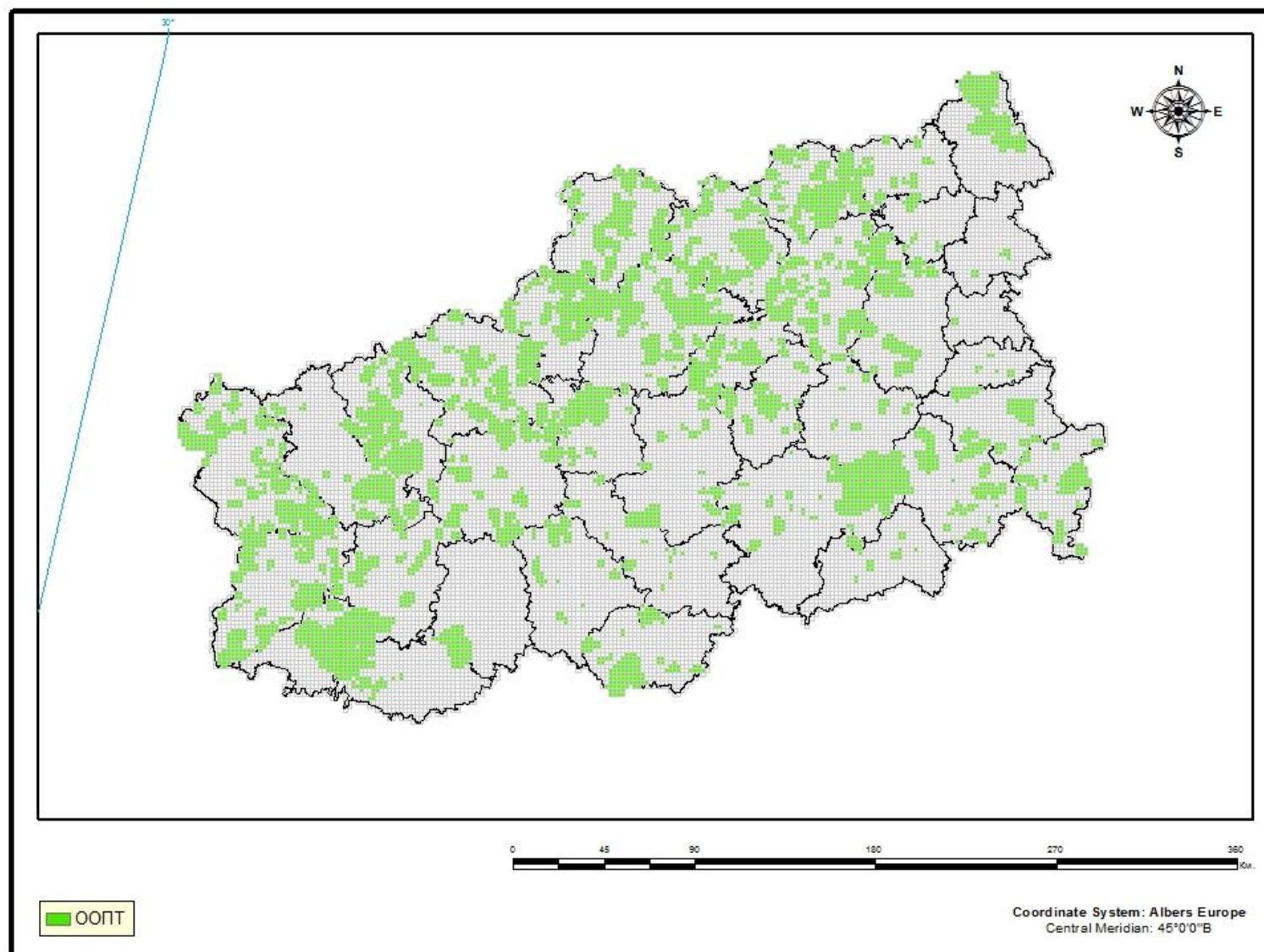


Рисунок 26. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий сохранности территории (наличие в ячейках особо охраняемых природных территорий)

Рассмотрев наиболее яркие критерии сохранности численности, для получения соразмерной картины экологического состояния региона Верхневолжья, перед нами стоит задача рассмотреть критерии нарушенности \ угрожаемости. В нашем исследовании мы рассмотрели достаточное количество таких критериев, но опять дополнительно сделаем оговорку, что таких критериев может быть большое количество. Для нашего исследования мы взяли наиболее явно негативно влияющие на природные компоненты нашего региона.

Среди них, необходимо отметить наиболее явные, такие как наличие автодорог и железнодорожного сообщения, наличие линейных сооружений (газопроводы, нефтепроводы, линии электропередач и пр.) что отражено на рисунках ниже (Рисунок 27, Рисунок 28, Рисунок 29, Рисунок 30, Рисунок 31, Рисунок 32, Рисунок 33, Рисунок 34, Рисунок 35)

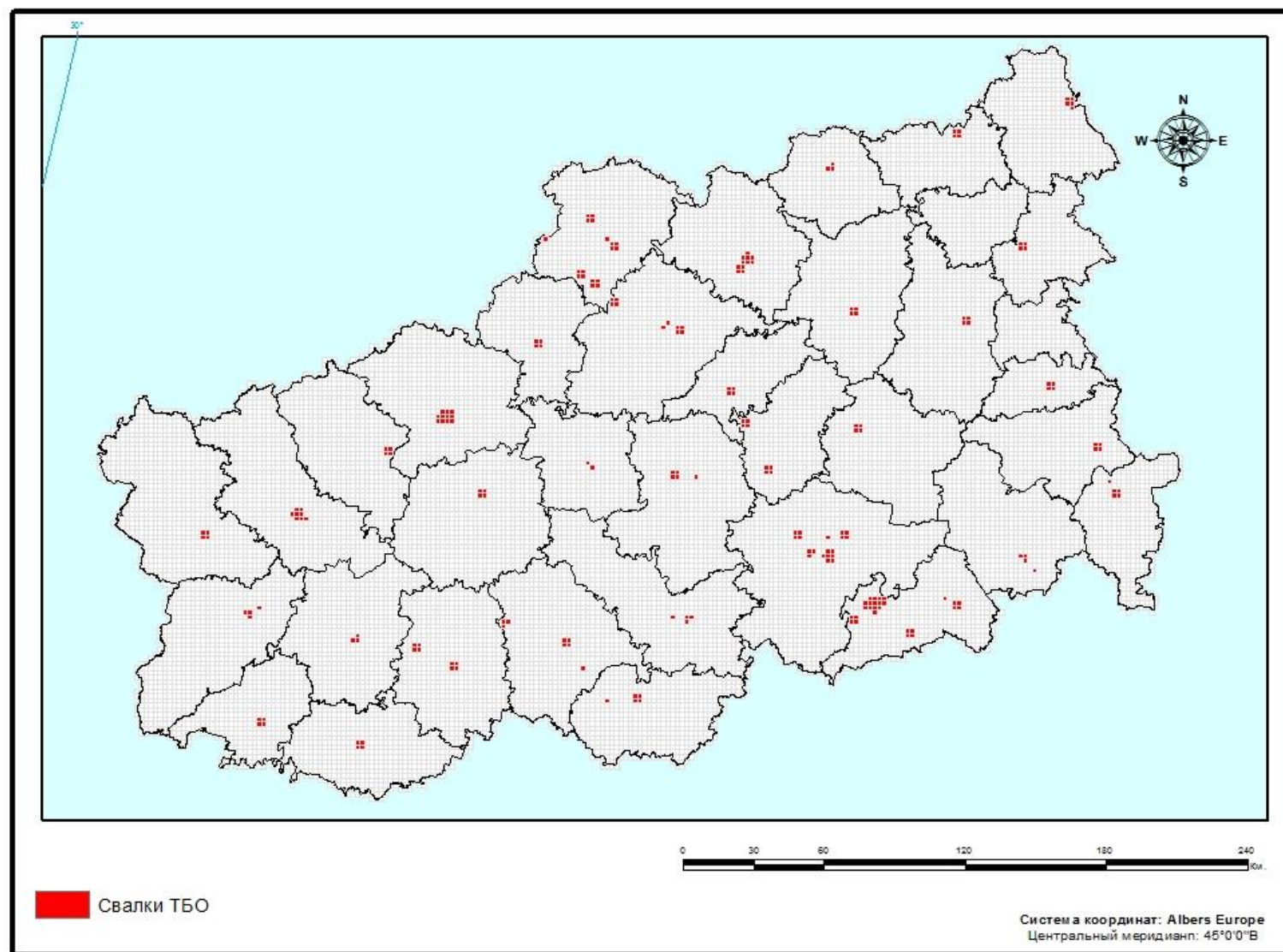


Рисунок 27. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (Свалки Твердых бытовых отходов)

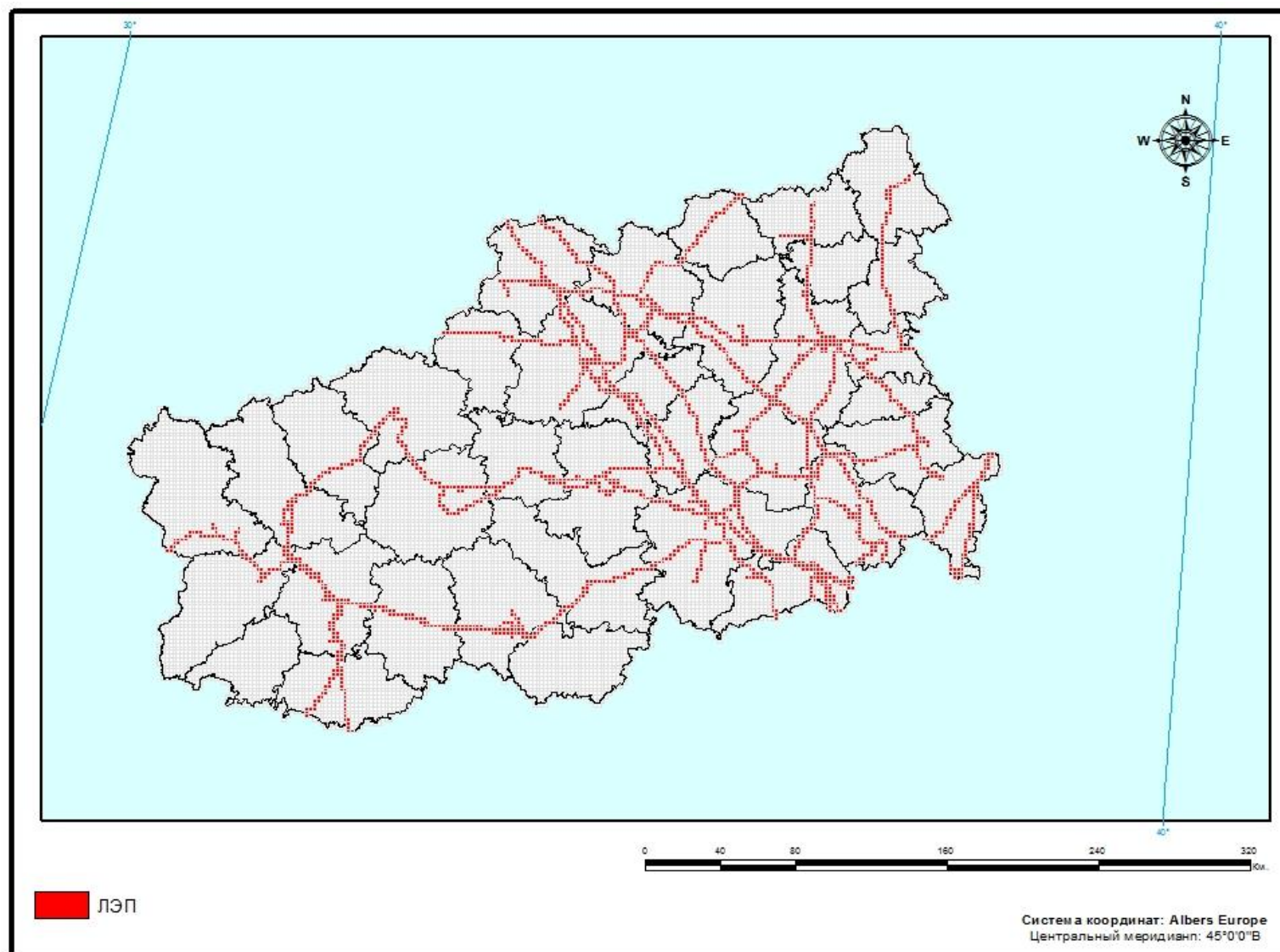


Рисунок 28. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории
(Линии электропередач)

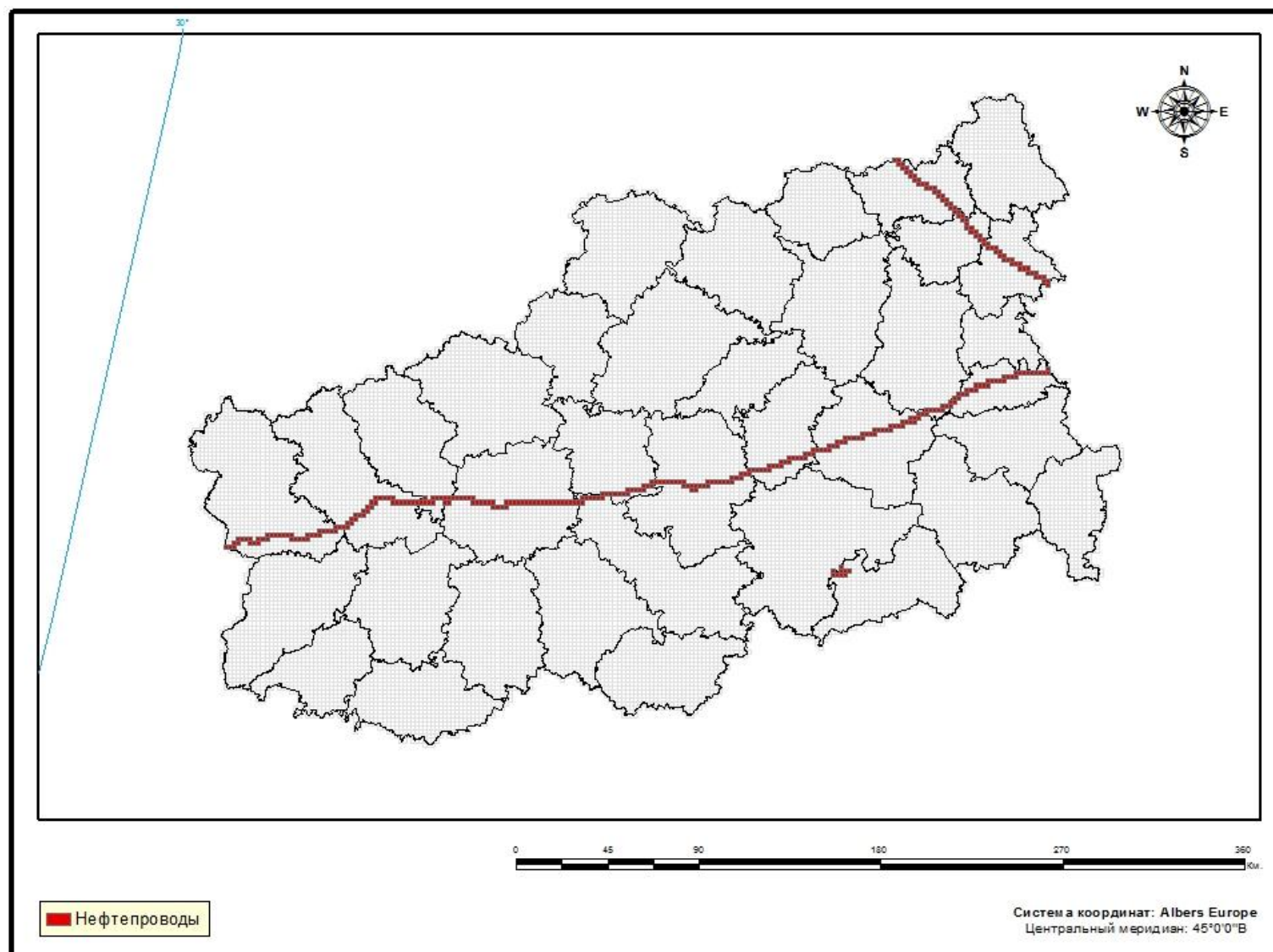


Рисунок 29. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (нефтепроводы)

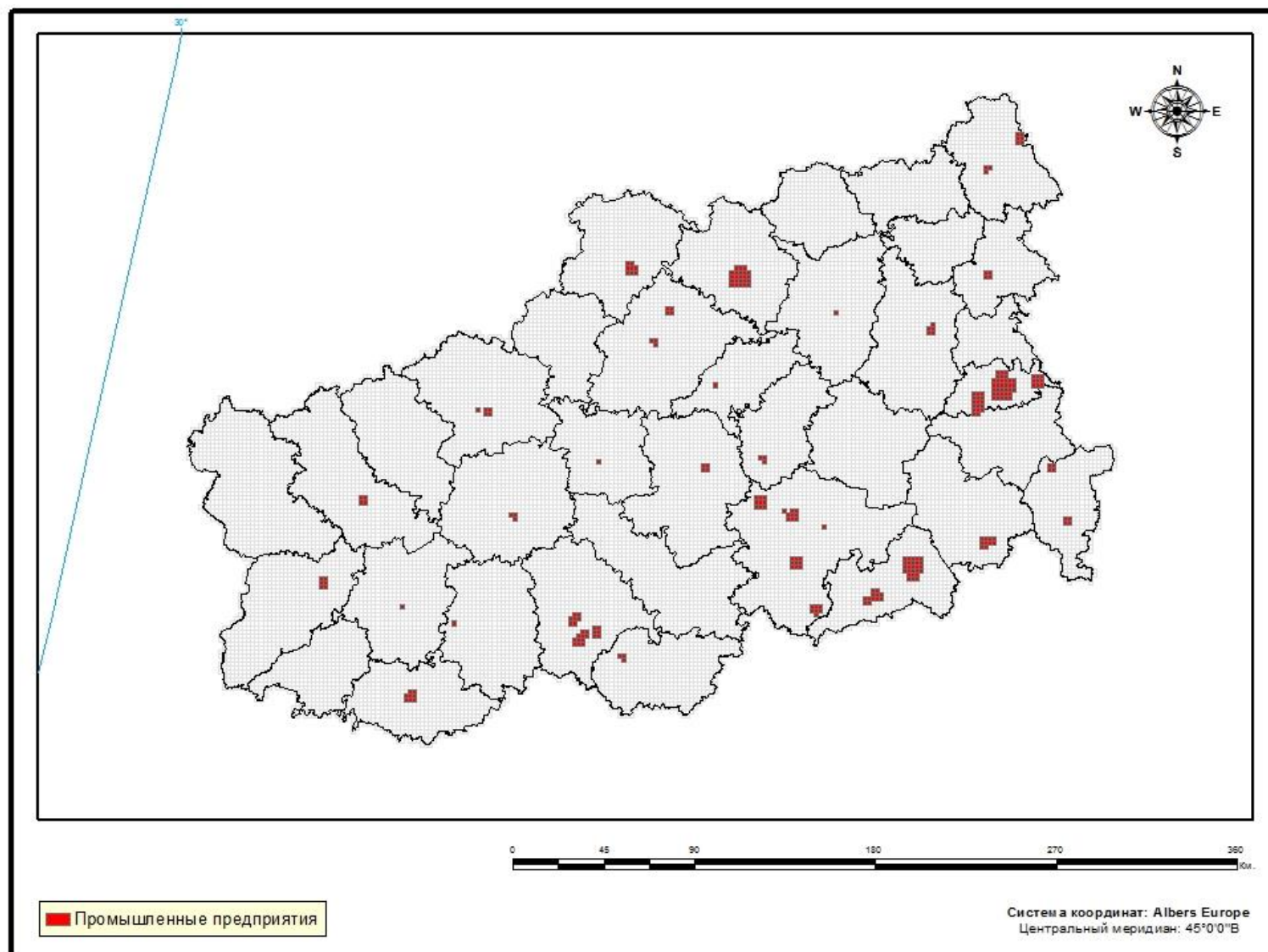


Рисунок 30. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (промышленные предприятия)

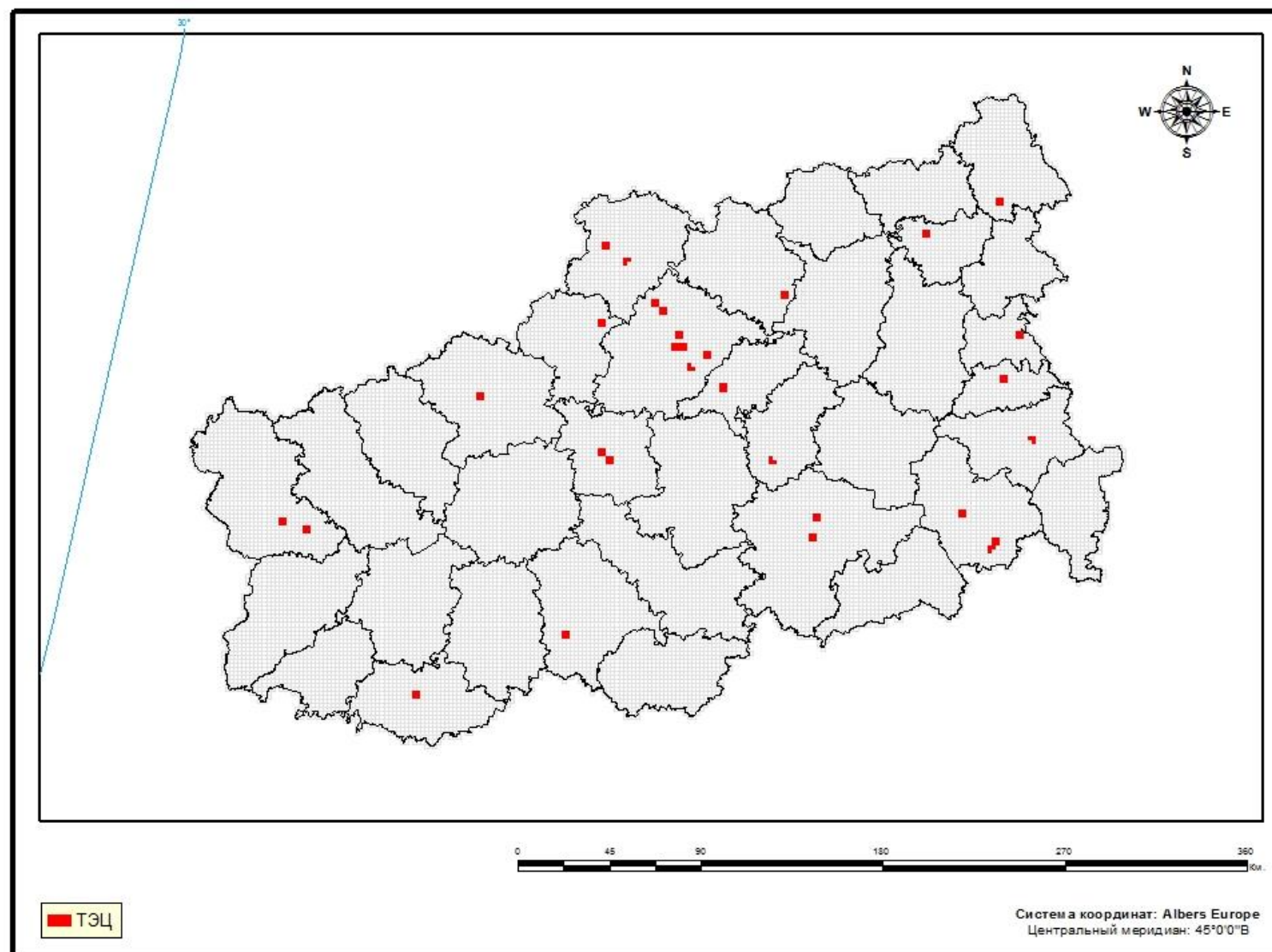


Рисунок 31. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (наличие теплоэлектроцентралей)

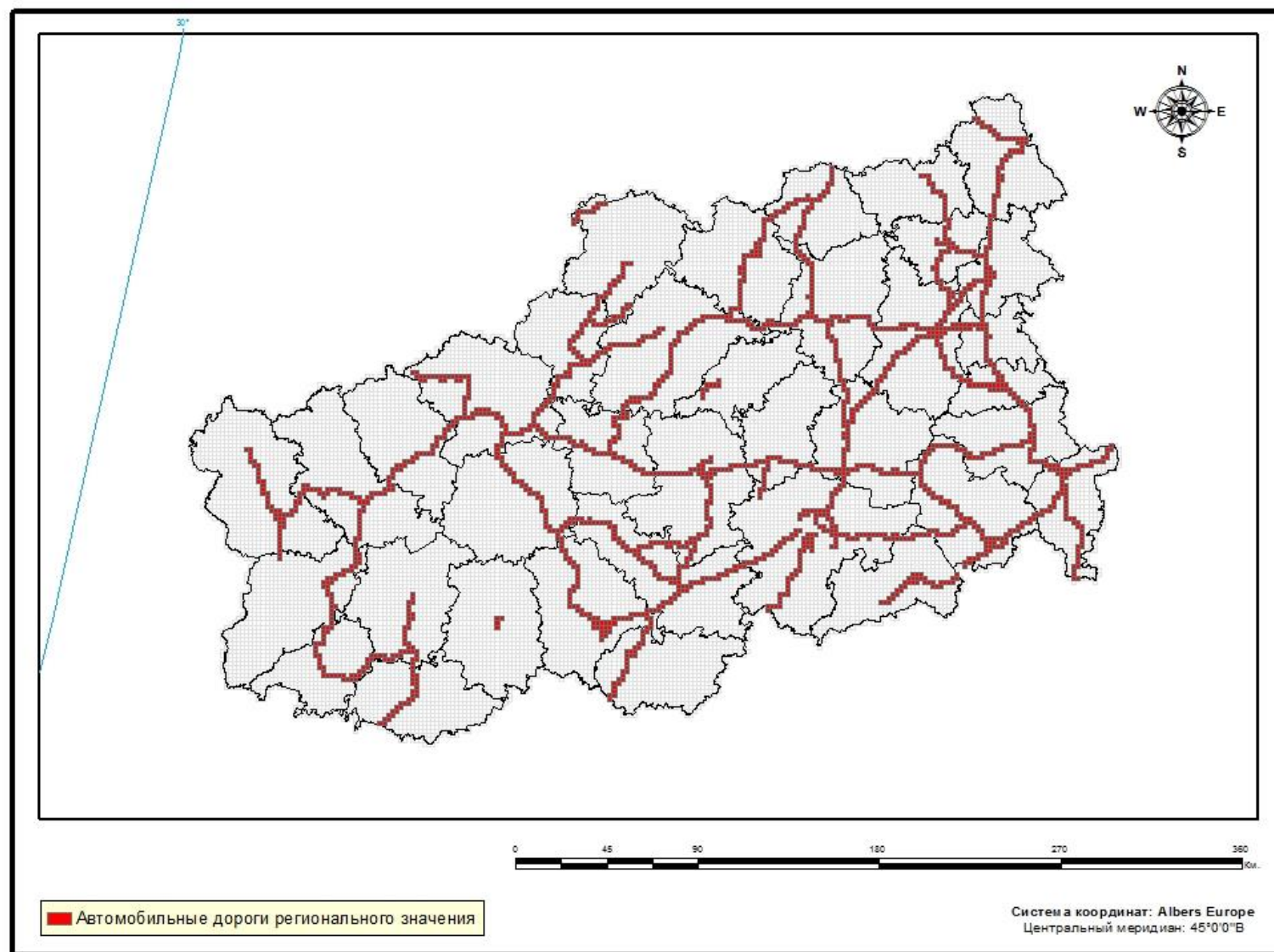


Рисунок 32. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (наличие дорог регионального значения)

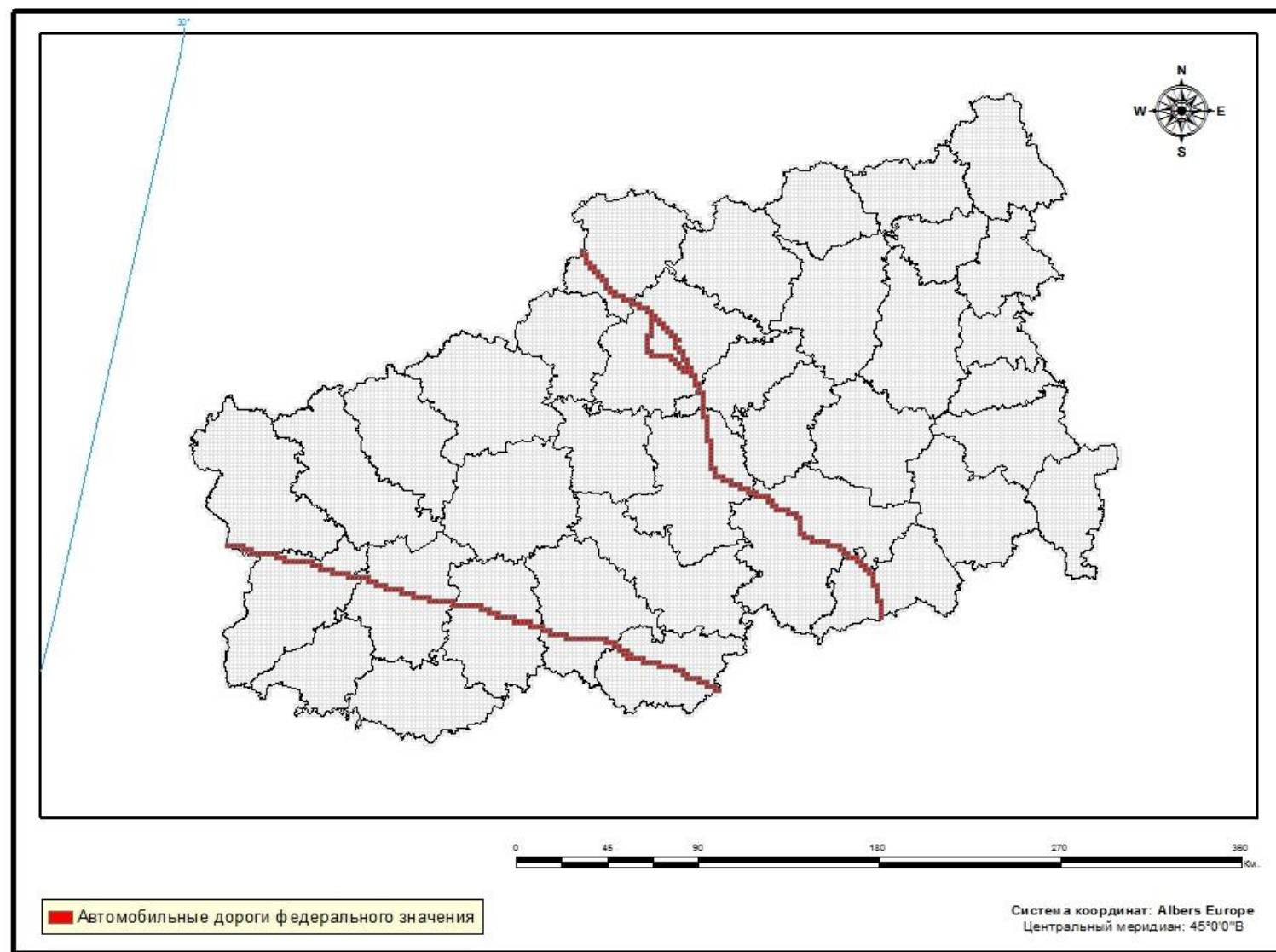


Рисунок 33. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (наличие дорог федерального значения)

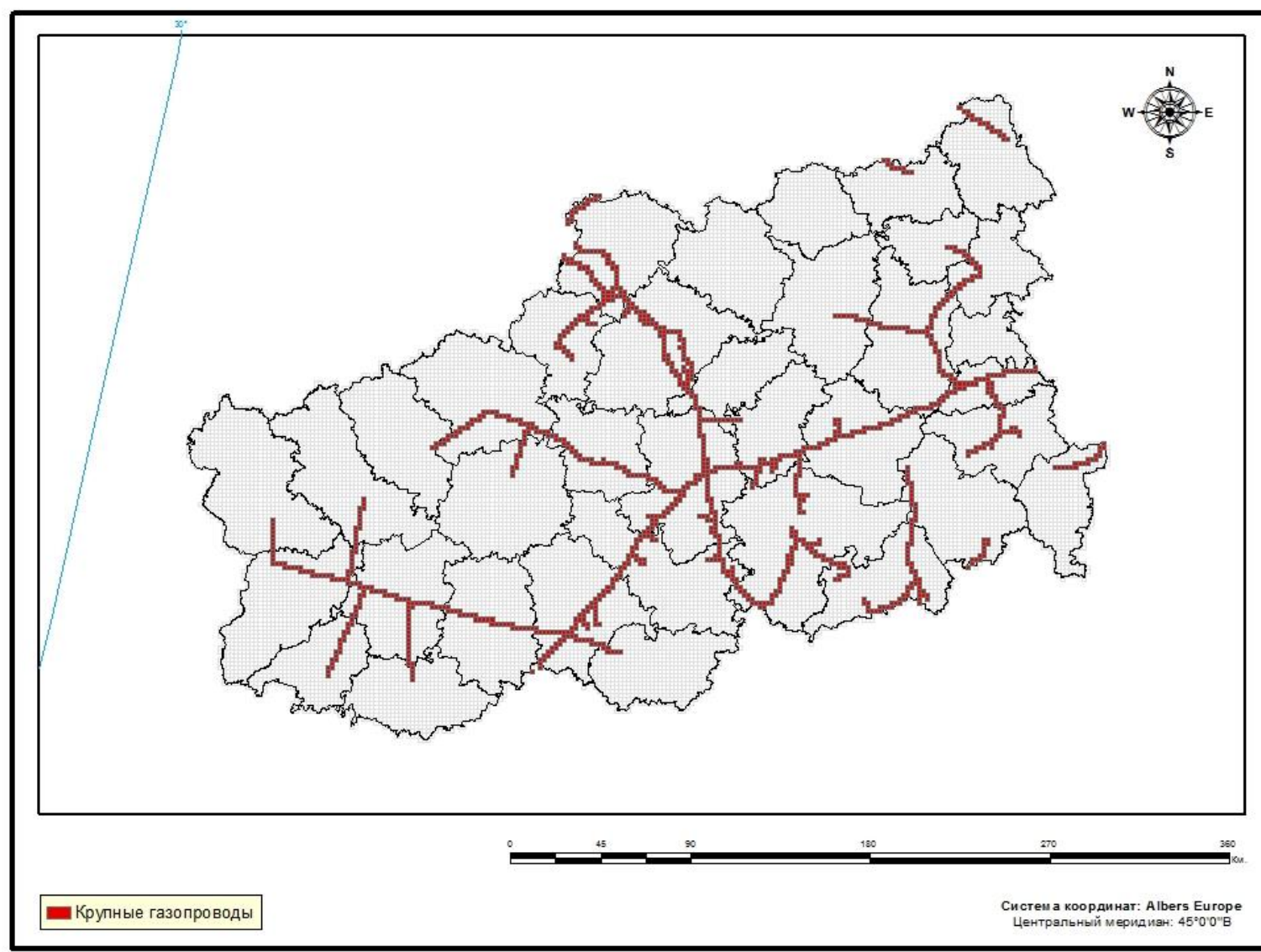


Рисунок 34. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (крупные газопроводы)

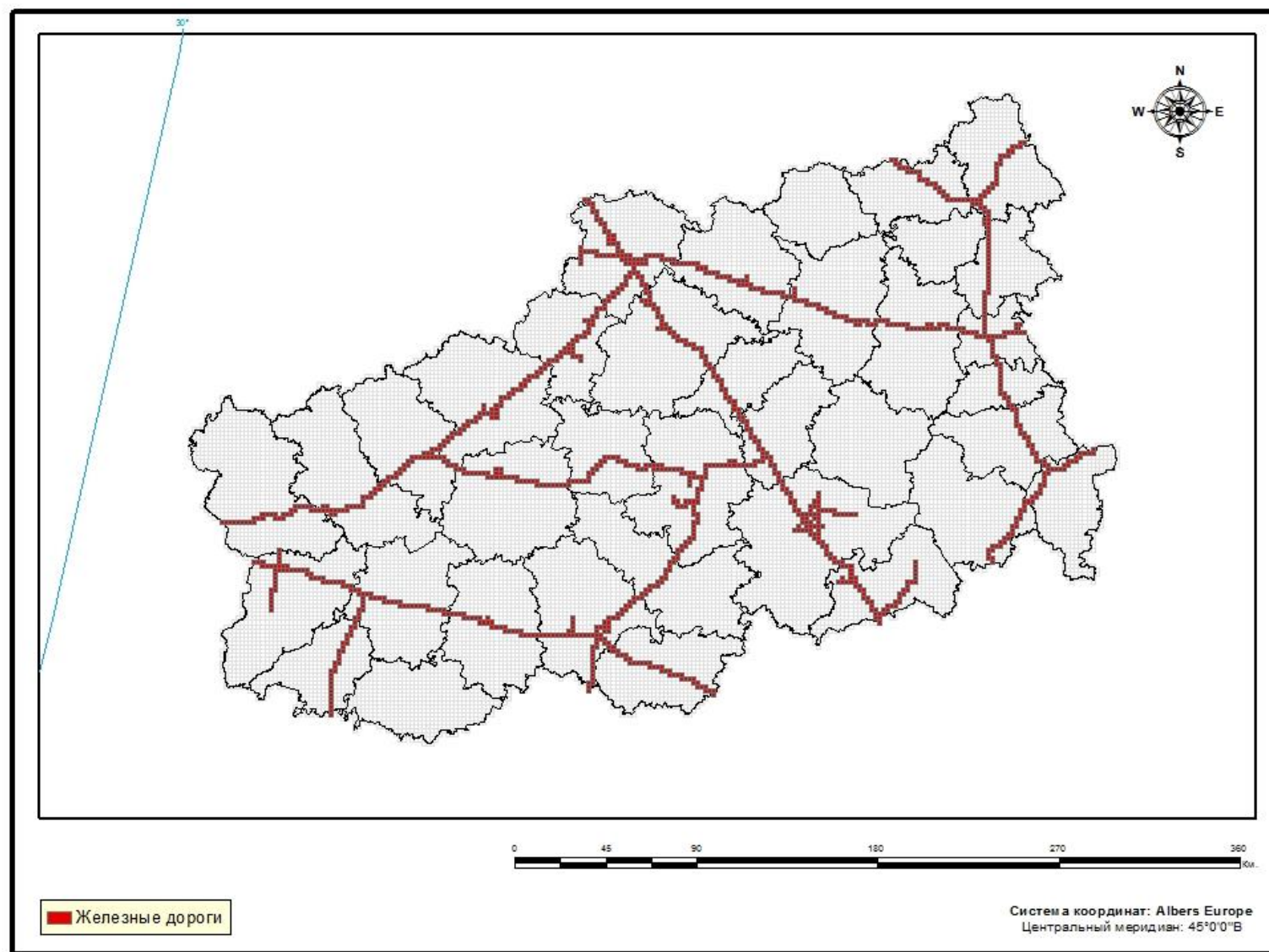


Рисунок 35. Идентификация ячеек грид-сети, отвечающих за критерий нарушенности территории (Железные дороги)

Совместив все слои нарушения нами были выявлены ареалы высоких угроз биологическому разнообразию Тверской области (Рисунок 36)



Рисунок 36. Ареалы высоких угроз биологическому разнообразию Тверской области

На основании свертки всей полученной и обработанной нами информации мы получаем данные о сохранности природного каркаса (Рисунок 37).

Показатели ценности природного каркаса мы рассчитывали по формуле (2), отражающей все показатели сохранности территории:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k_n}, \quad N \in \{0;1\} \quad (2)$$

где N- показатель сохранности природного каркаса,

n_i – критерий сохранности/ценности территории,

k_n – число критериев сохранности/ценности;

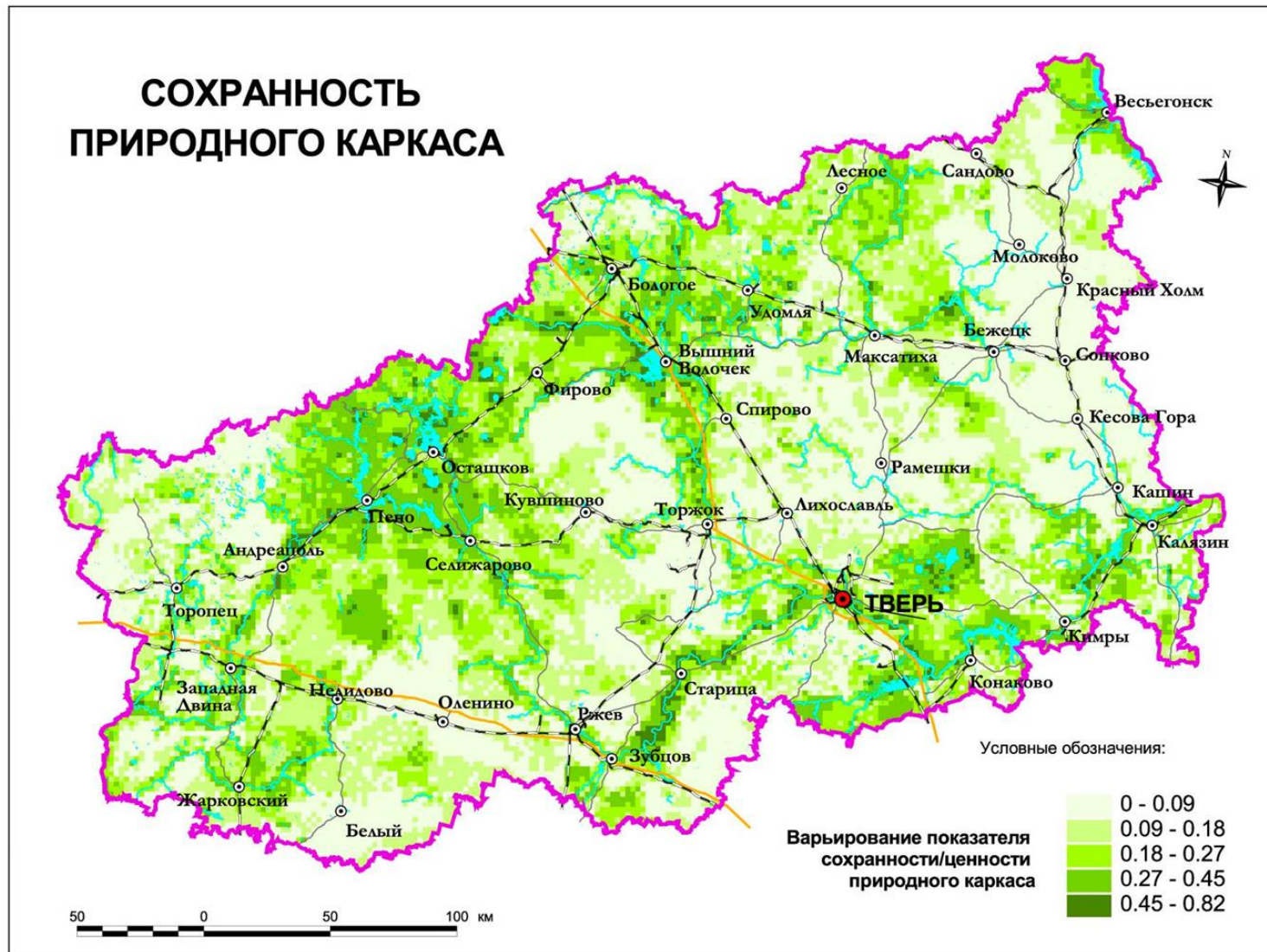


Рисунок 37. Сохранность природного каркаса

На основании полученных и проанализированных нами данных мы можем сказать, что наибольшим весом обладает показатель сохранности \ ценности природного каркаса в окрестностях оз. Селигер, Бологовском и Удомельском районе. Но необходимо учитывать, что на данном этапе мы рассматривали только исключительно критерии сохранности\ценности, что не дает полной и объективной оценки о сохранности природного каркаса в целом.

Далее мы проводили анализ совокупности критериев нарушенности \ угрожаемости природного каркаса. При наложении всех слоев и проведении свертки информации по формуле

$$D = \frac{\sum_{j=1}^l d_j}{l_d}, \quad D \in \{0;1\}, \quad (3)$$

где: D – интегральный показатель нарушенности природно-экологического каркаса,

d_j – критерий нарушенности территории;

l_d – общее число используемых критериев нарушенности (Рисунок 38)

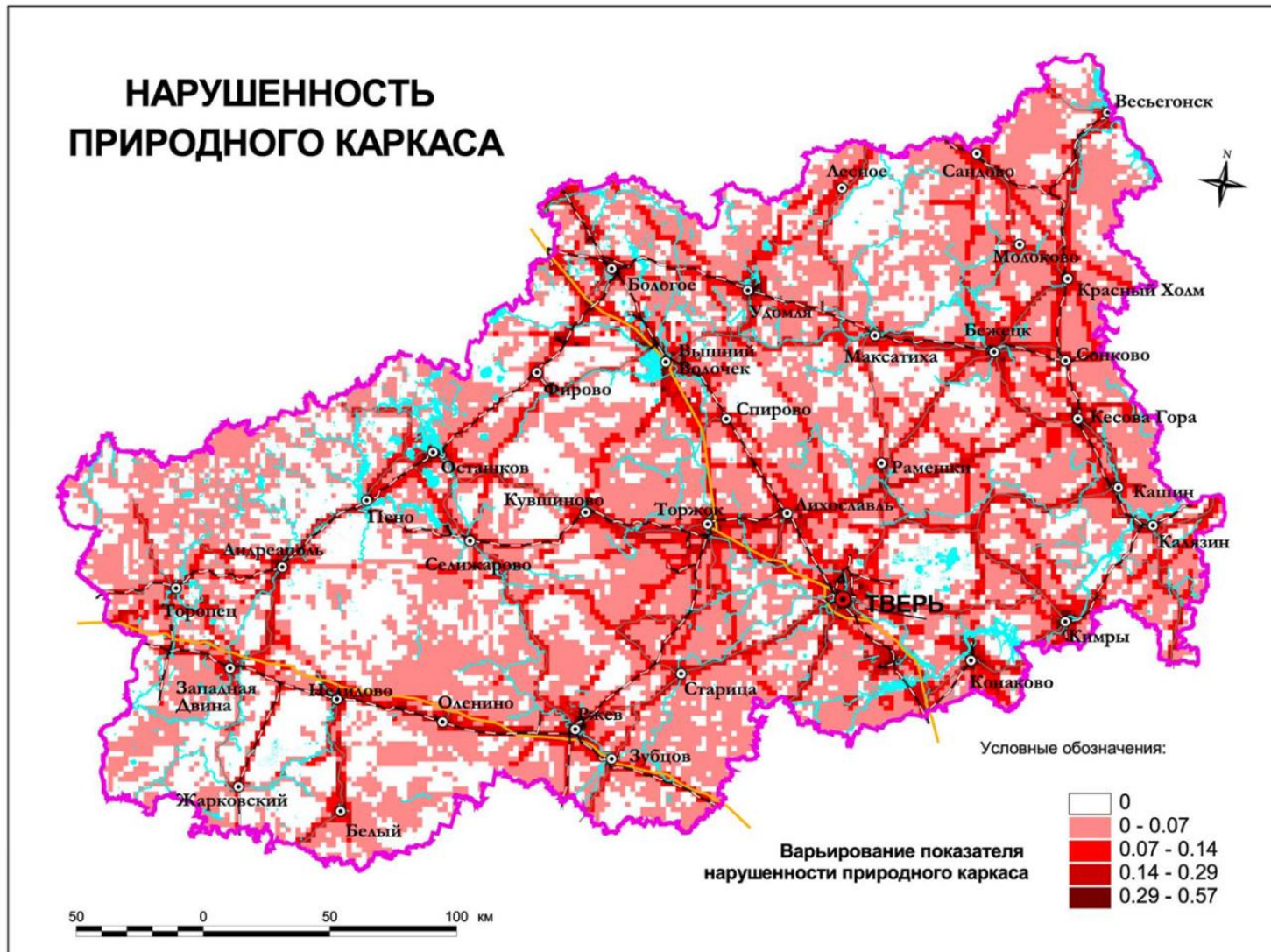


Рисунок 38. Нарушенность природного каркаса

На основании полученных и проанализированных нами данных мы можем сказать, что наибольшим весом обладает показатель нарушенности природного каркаса в Торжокском районе и на территории Кесовогорского, Сонковского и Краснохолмского районов.

Нарушенность территорий восточных административных районов определяется, в основном, многочисленными вырубками лесного фонда

В итоге, после выявления особенностей и визуализации каждого из исследуемых нами слоев мы произвели их наложение друг на друга. Но так как слияние всех слоев в один требует особой тщательности в построении логики обработки и выбора связующих коэффициентов, мы применили к итоговой модели геоэкологического каркаса интегральный показатель сохранности экологического каркаса (1), который был упомянут в предыдущей главе и являющийся по сути d-функцией для свертки информации.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k_n} - \frac{\sum_{j=1}^l d_j}{l_d} \quad N \in \{-1; 1\} \quad (1)$$

Где: N – интегральный показатель сохранности природно-экологического каркаса;

n_i – критерий сохранности/ценности территории,

d_j – критерий нарушенности территории;

k_n – число критериев сохранности/ценности;

l_d – общее число используемых критериев нарушенности.

На основании применения данной функции свертки информации, мы получаем следующую картину (Рисунок 39):

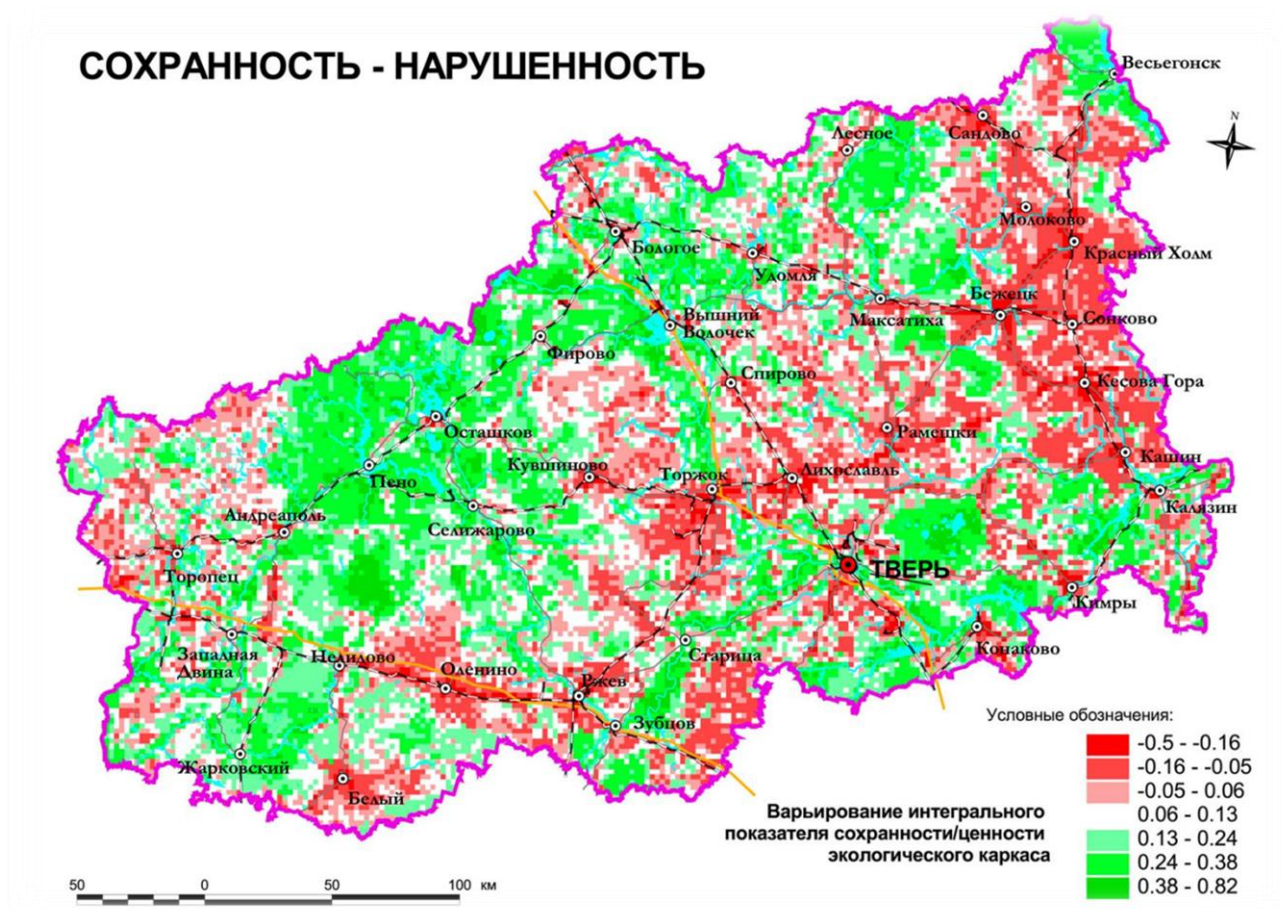


Рисунок 39. Сохранность\нарушенность территории исследуемого региона.

Данная картина показывает возможность автоматической (машинной) обработки данных. При этом компьютер не имеет возможности выделения функциональных элементов экологического каркаса, для получения наиболее полной картины. Поэтому, далее мы переходим на ручной (диалоговый) режим работы и производим выделение функциональных элементов экологического каркаса Тверского региона (Рисунок 40).

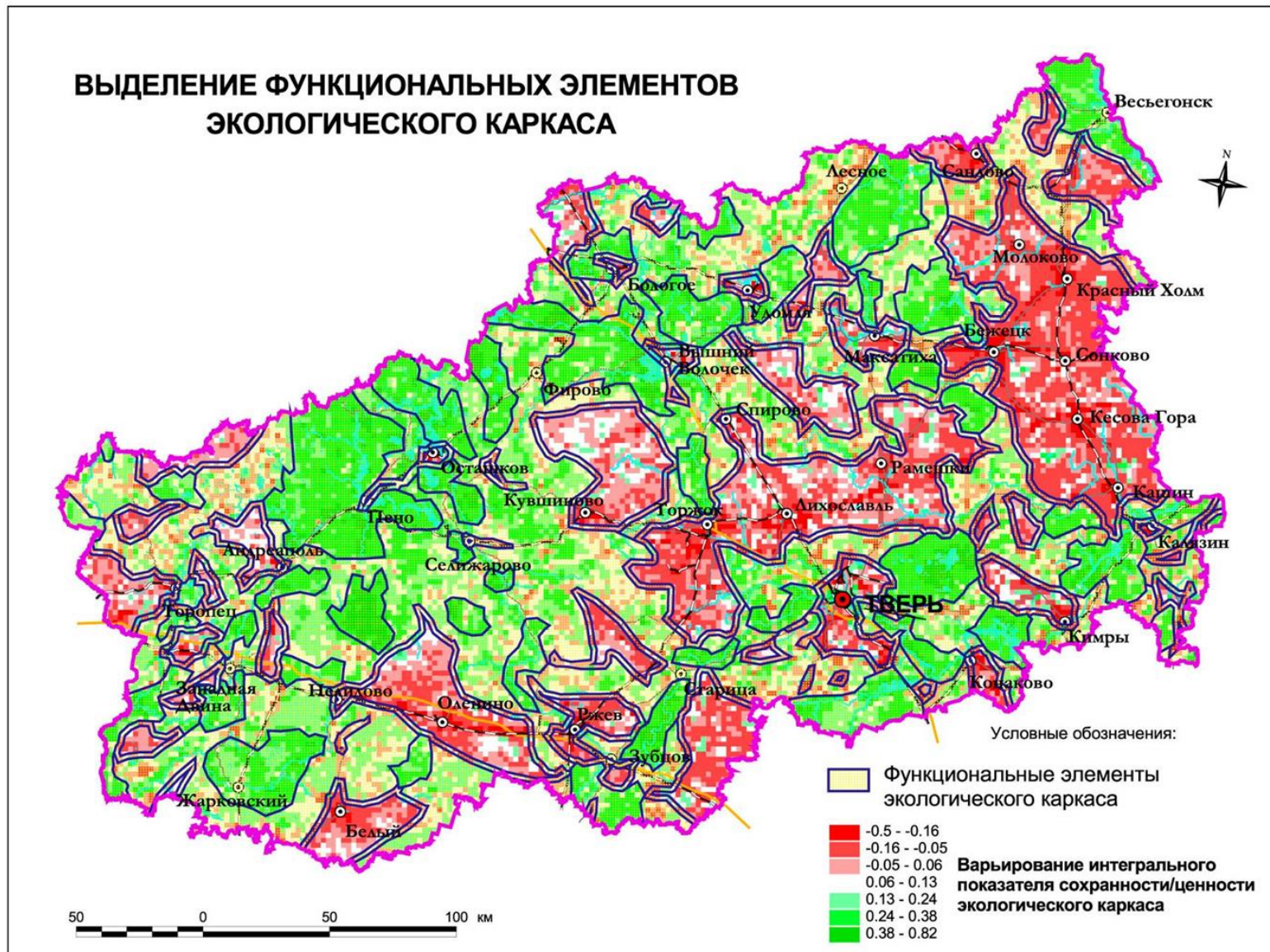


Рисунок 40. Выделение функциональных элементов экологического каркаса Тверской области.

При выделении функциональных элементов мы основывались на объектах, имеющих большую концентрацию ячеек, имеющих одинаковый показатель. На основании этого выделялись зоны, которые и являются функциональными элементами экологического каркаса территории.

Для наиболее существенных источников негативного воздействия необходимо рассчитывать зоны их влияния, т.е. выделять буферные зоны, включающие несколько ячеек регулярной сети. Буферы вокруг антропогенных объектов представляют собой антропогенные экотоны, т.е. участки экосистем, саморазвивающиеся на природных элементах ландшафта, но граничащие с какими-либо антропогенными элементами последнего и фактически испытывающие их влияние [156].

Размеры буферных зон были установлены в соответствии с минимальной оценкой расстояния воздействия конкретных элементов антропогенной инфраструктуры на прилегающие природные экосистемы. По ряду элементов, по которым такая оценка отсутствовала, установлены минимальные буферные зоны (500 метров) (табл. 9). (по Greenpeace Russia [157], [158])

Таблица 6

Элементы антропогенной инфраструктуры, и размеры буферных зон

Вид элемента антропогенной инфраструктуры	Тип элемента на карте	Размер буферной зоны, м.
Автодороги 1-го экологического класса (федеральные и областные магистральные и скоростные дороги 1-й и 2-й категорий с числом полос движения не менее четырех)	линейный	1500
Автодороги 2-го экологического класса (Дороги 2-й и 3-й категории с расчетной	линейный	1000

(перспективной) интенсивностью движения более 2000 ед. в сутки		
Автодороги 3-го экологического класса (дороги с расчетной интенсивностью движения менее 2000 ед. в сутки)	линейный	500
Магистральные продуктопроводы и линии электропередачи	линейный	500
Железные дороги ширококолейные	линейный	1000
Города с населением более 100 тыс. человек	площадной	10000
Города с населением до 100 тыс. человек	площадной	5000
Поселки городского типа	площадной	2500

Далее проводится совмещение и сглаживание границ буферных зон с целью получения единого полигона (Рисунок 41), используя инструменты ГИС-анализа, а также визуализация и анализ полученного полигона. На следующем этапе проводится идентификация грид-сети по слою буферных зон антропогенной инфраструктуры.



Рисунок 41. Формирование полигона буферных зон объектов антропогенной инфраструктуры

В результате проведенных расчетов строится категоризированная сеть. Мы выделили 6 категорий сохранности природно-экологического каркаса:

1. N менее $-0,5$;
2. От $-0,5$ до $-0,25$;
3. От $-0,25$ до 0 ;
4. От 0 до $0,25$;
5. От $0,25$ до $0,5$;
6. N более $0,5$.

В зависимости от категории сохранности, ячейки относились к определенной зоне экологического каркаса. При составлении проекта экологического каркаса модельного региона мы использовали методику Соболева [145]. На территории Тверской области нами были выявлены перспективные охраняемые природные ландшафты (ОПЛ), в которых при достигнутом уровне природопользования необходимо выполнять единый комплекс мер по обеспечению длительного существования ценных природных комплексов, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов живых организмов, а также других ценных природных объектов. Номинально к каждому ОПЛ можно отнести и рядом расположенные изолированные природные территории, с перспективой воссоединения их с основным природным массивом [145], [144].

Территории ОПЛ в свою очередь разделяется на зоны с различными экологическими функциями:

1. Ключевые природные территории (КПТ) – природные территории, наиболее важные для сохранения естественного видового и экосистемного биологического разнообразия. Для сохранения КПТ созданы или планируются ООПТ высокого уровня защиты – заказники, а в перспективе – национальные парки и заповедники (Рисунок 43)

2. Транзитные территории (области экологических коридоров) – связующее звено между ценными природными территориями, объединяющее их в единые

природные комплексы, способные к саморегуляции и длительному существованию. На транзитных территориях важно сохранить непрерывность природных систем при изменчивой и вариабельной пространственной структуре территории в целом (Рисунок 42).

3. Буферные территории – территории, защищающие ключевые природные территории и транзитные территории (экологические коридоры) от неблагоприятных внешних воздействий.

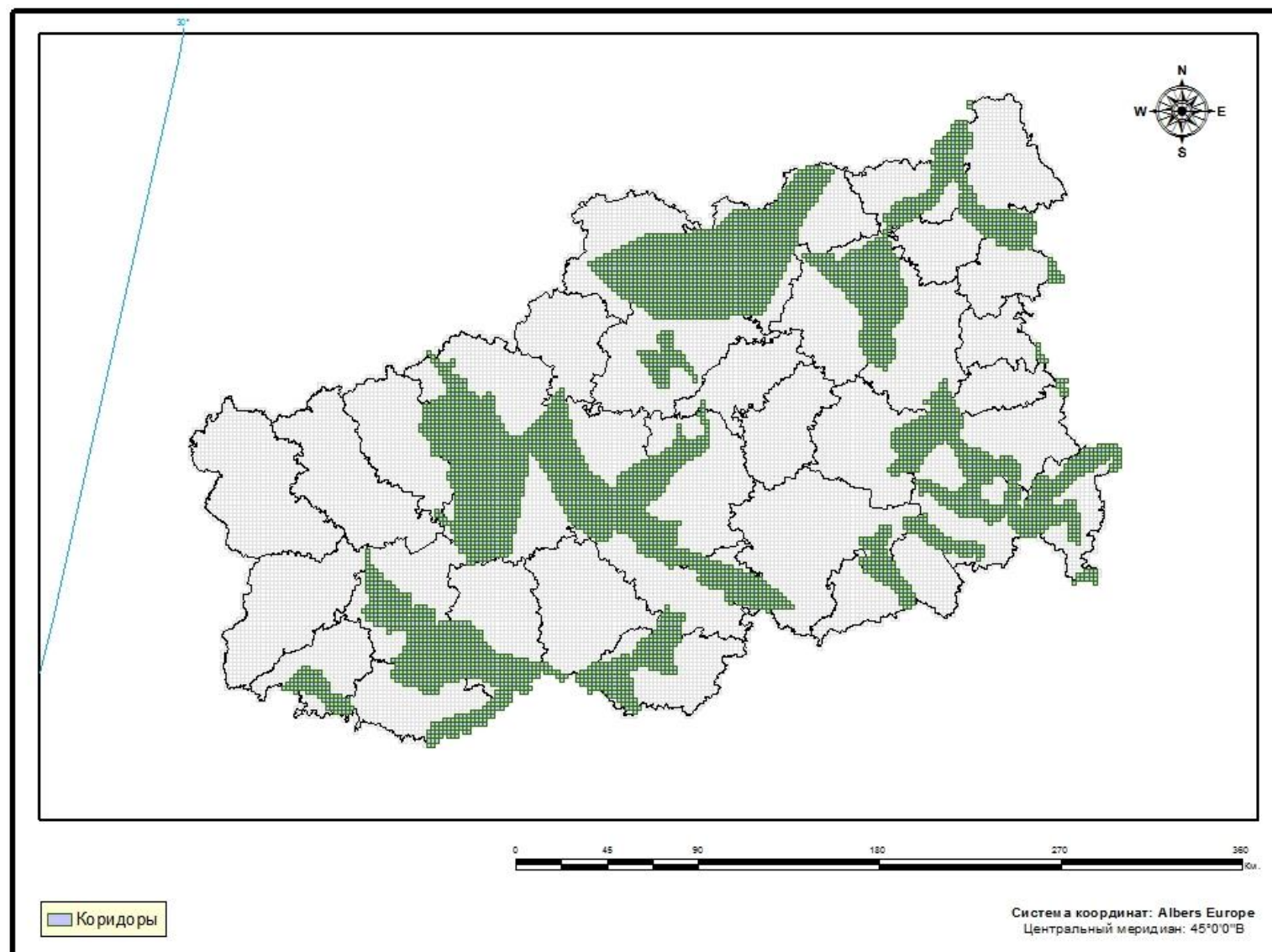


Рисунок 42. Формирование экологических коридоров на основе интерпретации полученных данных

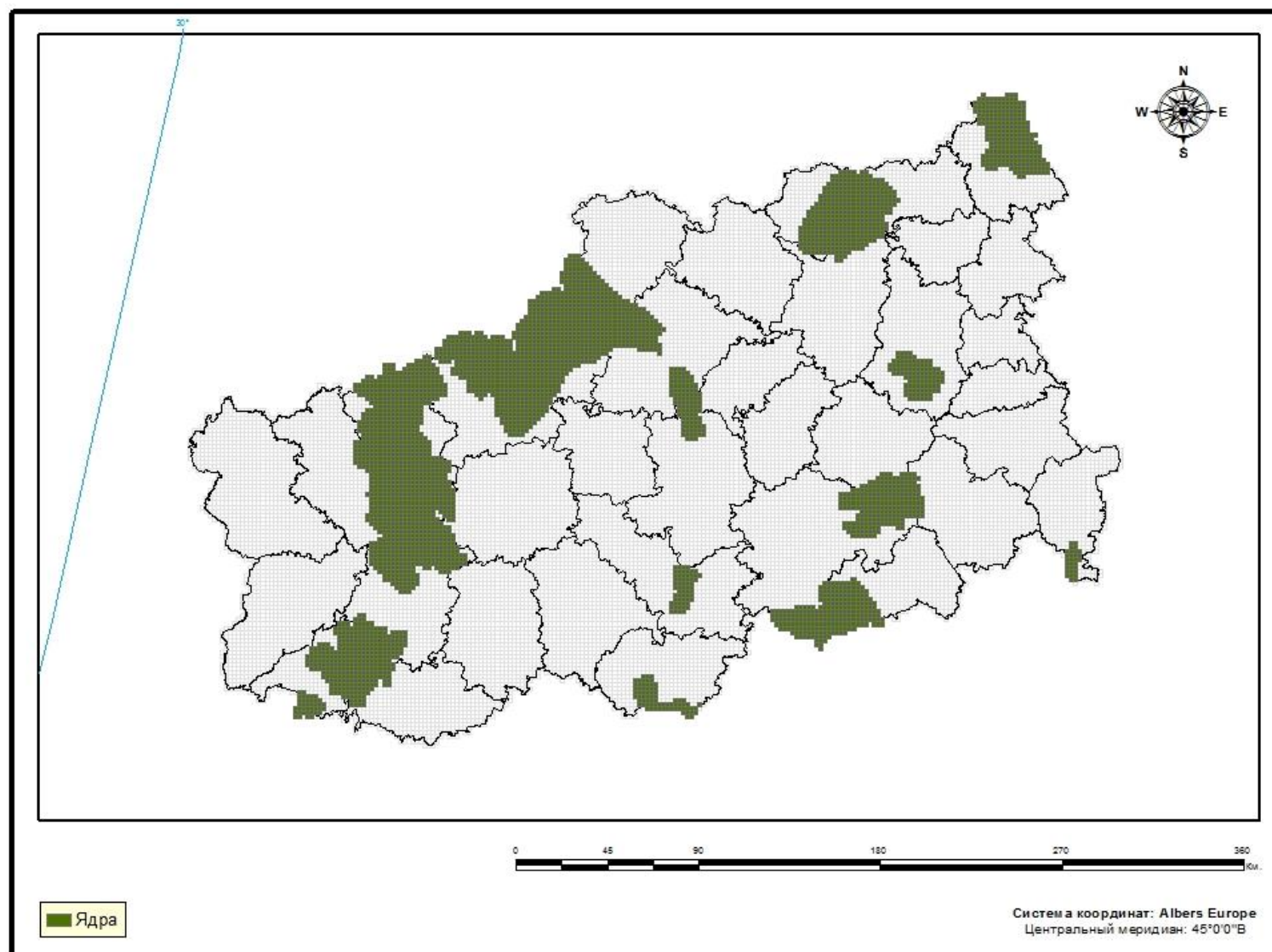


Рисунок 43. Формирование экологических ядер на основе интерпретации полученных данных



Рисунок 44. Экологический каркас Тверской области

4.5. Эколого-географическая интерпретация и рекомендации по применению полученных результатов

В процессе анализа полученных данных нами были выделены следующие системы экологического каркаса Тверского региона:

Природоохранные системы, имеющие общеевропейское и федеральное значение:

- Зона формирования стока крупнейших рек Европейской части России (с режимом охраны, относящимся к лесам 1-й группы). Основная природоохранная планировочная стратегия данной зоны – сохранение естественных гидрологических, природно-экологических условий территории путем введения режимов строгой охраны лесных массивов, озерно-болотных систем, создания системы ООПТ в основных местах формирования стока, сокращения площадей сельскохозяйственных угодий, проведения лесовосстановительных мероприятий, проведения комплексных природоохранных мероприятий, обеспечивающих благополучие водного бассейна.
- Крупные межрегиональные источники поверхностных вод (Волга, Западная Двина, Мста).
- Леса I группы.

На территории области, в зависимости от выполняемых водорегулирующих, средозащитных функций, а также функций воспроизводства биоресурсов и охраны природы выделены «ядра природного каркаса» регионального уровня.

К главным ядрам I регионального уровня относятся:

Заповедники:

- Государственный природный биосферный заповедник (Центрально-Лесной заповедник);
- Крупнейший (более 40 тыс.га) лесо-болотно-озерный комплекс «Оршинский Мох», сохранившийся в состоянии, близком к естественному;
- Национальный парк «Шоша», включающий территорию госкомплекса

«Завидово». Река Шоша – правый приток Волги и главная «отдушина» Иваньковского водохранилища, являющегося основным источником водоснабжения Москвы.

Основные планировочные задачи в данных зонах – создание условий сохранения выполняемых природоохранных и рекреационных функций территорий путем экологически обоснованного функционального зонирования прилегающих территорий (на уровне Схем территориального планирования административных районов), создания буферных охранных зон.

К ядрам природного каркаса 2-го уровня предлагается отнести природные парки, государственные заказники, памятники природы, зоны концентрации ценных природных комплексов, в том числе:

- проектируемые природные парки «Селигер» и «Верхневолжье»;
- озерно-болотные комплексы, занимающие более 9% площади области – «Пелецкий мох» и другие, которые являются, так называемыми «географическими окнами» и играют колоссальную роль в формировании водного баланса всего региона, климата, ландшафтной структуры;
- территории Вышневолоцкой водной системы (Вышневолоцко-Новоторжский Вал) – цепь массивных куполообразных холмов, известняковых ледниковых отторженцев с уникальной кальциефильной флорой, протянувшаяся в направлении от Торжка к Вышнему Волочку на расстояние около 110 км;
- северная часть Весьегонского района, прилегающая к Рыбинскому водохранилищу;
- территория вокруг оз. Верестово и р. Молога (озеро Верестово – это озеровидное расширение русла реки Мологи, которая является единственным значительным источником сравнительно чистых вод для Рыбинского водохранилища);
- территория концентрации большого количества ООПТ в Лесном районе в бассейне р. Молога, где сохранились уникальные болотно-лесные комплексы и боровые леса.

В дальнейшем в пределах выделенных зон концентрации ценных

природных комплексов должны быть образованы природные заказники, заповедные участки и другие типы ООПТ.

Защитные и транзитные территории, экологические коридоры связывают между собой ядра и ключевые территории в единую систему природных пространств, благодаря чему возможен естественный биологический обмен между природными комплексами (Рисунок 45. Проект экологического каркаса Тверской области, Таблица 7).

Основная стратегическая задача – формирование цельного, экологически связанного природного каркаса территории, обеспечивающего сохранение и стабильное воспроизводство природных ресурсов (водных, лесных и пр.), экологическое равновесие территории в межрегиональном масштабе. По научно обоснованным экологическим параметрам, площадь территорий, относящихся к природному каркасу, должна составить порядка 30% территории области.



Рисунок 45. Проект экологического каркаса Тверской области

Таблица 7

Экологические ядра Тверской области 1 и 2 уровня (КПТ)

номер КПТ	название ключевой природной территории	субъекты РФ, в пределах которых расположена КПТ	административные районы, в пределах которых расположена КПТ	площадь КПТ, тыс.га	основные типы экологических систем в пределах КПТ
1	Нижне- Моложская	Тверская, Вологодская, Ярославская области	Весьегонский	368	хвойные леса
2	Сарагожско- Моложская	Тверская область	Лесной, Максатихинский, Сандовский	128	хвойные леса
3	Шлинско- Селигерская	Новгородская, Тверская области	Бологовский, Вышневолоцкий, Осташковский, Фировский	366	хвойные леса, водоёмы
4	Двинско- Волжская	Новгородская, Тверская области	Андреапольский, Нелидовский, Осташковский,	356	хвойные леса, водоёмы

			Пеновский, Селижаровский		
5	Бежецкая	Тверская область	Бежецкий	29	хвойно-широколиственные и хвойные леса, болота, водоёмы
6	Оршинский Мох	Тверская область	Калининский, Рамешковский	73	болота
7	Жарковско- Пелецкая	Тверская область	Бельский, Жарковский, Нелидовский	118	болота
8	Завидовская	Тверская и Московская области	Калининский, Конаковский	157	хвойные леса, пойма, болота
9	Журавлиная родина	Московская, Тверская, Ярославская области	Калязинский	133	болота, хвойные и хвойно- широколиственные леса
10	Смоленское Поозерье	Тверская, Смоленская области	Жарковский	150	хвойно-широколиственные и хвойные леса, болота, водоёмы

11	Яузско- Рузская	Московская, Смоленская, Тверская области	Зубцовский	538	хвойно-широколиственные и хвойные леса, болота, водоёмы
12	Старицкие Ворота	Тверская область	Старицкий	16	долины рек, выходы известняков
13	Вышневолоц ко- Новоторжски й вал	Тверская область	Вышневолоцкий, Торжокский	39	хвойные и мелколиственные леса, в т.ч. на карбонатных почвах

4.6. Наиболее значимые проекты, рекомендуемые на основе исследования и построения экологического каркаса территории Тверского региона.

Природный парк «Селигер». Необходимость особой охраны истоков Волги и озера Селигер путем организации природного парка (ПП) в настоящее время в доказательстве не нуждается. Принципиальное значение приобрел вопрос о территории и границах. Предложения на этот счет умещаются в очень широком диапазоне от 2 млн. до 40 тыс. га. По заданию Минлесхоза РСФСР Воронежский филиал института Союзгипролесхоз разработал проект НП на площади 126 тыс.га. Заслуживает внимания проект курорта «Селигер» площадью 402 тыс.га института Курортпроект. В 1997 г. Российским НИИ культурного и природного наследия разработано обоснование принятия особого статуса особо охраняемой историко-культурной и природной территории озера Селигер. Перечень проектов и предложений этим не исчерпывается.

Осташковская администрация на территории предполагаемого национального парка проводит работы по экологическому обустройству природных заказников «Троеручица», «Остров Хачин», «Исток Волги». Последний, при условии функционального зонирования и развития системы экологических троп, мог бы на площади 7 тыс. га сыграть роль модели будущего ПП. Параллельно необходимо продолжать работы по разработке конкретных положений и экологическому обустройству других природных заказников на территории предполагаемого НП: «Озеро Сиг», «Озеро Сабро», «Озеро Стерж» Осташковского района, «Болото Чистик» Селижаровского района и др. Тем более что приватизация земельных участков, зачастую с захватом береговой линии вплоть до уреза воды, приобретает масштабы, угрожающие самой возможности образования ПП. Решение проблемы ПП «Селигер» в целом требует значительных инвестиций.

Тридцать третий меридиан. Меридианальная сопряженная межрегиональная система ООПТ (Валдайский НП, предполагаемый ПП

«Селигер», река Жукопа, ЦЛБГЗ, ландшафтный заказник «Пелецкий Мох», НП «Смоленское Поозерье») призвана функционально объединить бассейновые системы ООПТ Волги, Невы, Западной Двины и Днепра с учетом региональных систем ООПТ Новгородской, Тверской и Смоленской областей.

Верхневолжский природный парк

Наиболее подходящим статусом ООПТ для охраны и рационального использования Истока р. Волги, Верхневолжских озер и оз. Селигер, является категория «Природный парк». Базисной территорией для природного парка должен стать заказник «Исток реки Волги». Придание заказнику федерального статуса и разработка модели функционального зонирования в соответствии с зонами, устанавливаемыми для национальных парков, представляется очередным шагом на пути к природному (а в перспективе - национальному) парку, который должен объединить истоки Великих рек и выступить узловым участком экологического каркаса в верховьях рек Волги, Западной Двины (Даугавы) и Днепра.

Нами предлагаются 2 варианта границ природного парка. При выделении границ мы опирались на структуру административно-территориального деления, существующие демаркационные линии (дороги, квартальные просеки), современную сеть ООПТ, а также на ландшафтные характеристики территории.

1. Вариант. Площадь в представленных границах составляет 155 тыс. га. В границы предлагаемого природного парка нами включены территории и акватории Истоковолжья, обладающие высокой природоохранной ценностью, в том числе 25 существующих ООПТ регионального значения: 15 государственных природных заказников и 10 памятников природы.

Общая площадь ООПТ, находящихся в предлагаемых границах национального парка составляет 19449 га, в том числе 19117 га – заказники, 332 га – памятники природы (для 5 памятников природы площадь нормативно не установлена).

На описываемой территории присутствуют местонахождения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, занесенных в Красную книгу Тверской области и РФ. Отмечено 12 редких видов, в том числе 5 видов, занесенных в Красную книгу РФ. Общее количество местонахождений – 19. Следует отметить, что в связи с труднодоступностью отдельных территорий и их недостаточной изученностью, список редких видов нельзя считать исчерпывающим. При проведении детальных флористических и фаунистических исследований, список будет существенно расширен, поскольку природные комплексы в представленных границах отличаются слабой нарушенностью, а, следовательно, можно ожидать новых находок редких видов.

Одним из подходов при выделении границ охраняемых территорий является бассейновый принцип, т.е. отнесение к охраняемой территории всего водного бассейна изучаемой реки. При определении границ предлагаемого Верхневолжского национального парка данный принцип использован нами частично, что связано с одной стороны, с необходимостью охраны всего водосборного бассейна Верхней Волги, с другой – различными территориальными ограничениями. К территории предлагаемого национального парка нами отнесены водосборные бассейны Волги до и включая оз. Стерж, бассейн первого крупного правого притока Волги – р. Руны, а также участок Главного водораздела Русской равнины (водораздела Каспийского и Балтийского морей), проходящего в северной части предлагаемого национального парка. В представленные границы включены также оз. Вселуг, Свапущенский плес оз. Селигер, оз. Сабро и ряд других озер. Большая часть территории сельскохозяйственно- слабо освоена, здесь отсутствуют промышленные предприятия и другие источники негативного воздействия на окружающую природную среду. Большие площади заняты таежными лесами и болотами. Территория слабо заселена. В предложенных границах насчитывается 119 населенных пунктов сельского типа.

Необходимость образования ООПТ с категорией «Природный парк» продиктована как природно-экологической ценностью, так и различными функциями, которые выполняют территории в представленных границах.

Особое значение играют рекреационные территории. К ним можно отнести побережье оз. Селигер и Исток р. Волги. Данные территории и акватории являются первостепенными объектами охраны.

2. Вариант. Площадь в представленных границах составляет 218 тыс. га.

Парк вытянут в меридиональном направлении на 80 км, в широтном на 60 км в пределах. В предлагаемые границы включен как Исток р. Волги, так и Исток Западной Двины. Таким образом, территория перспективного природного парка располагается на Главном водоразделе Русской равнины.

В предлагаемые границы включены различные, главным образом малонарушенные природные комплексы. Доминируют лесные и болотные экосистемы. Территория характеризуется значительным числом существующих ООПТ.

В предлагаемые границы вошли дополнительно 10 ООПТ регионального значения: 9 заказников и 1 памятник природы

Как река Волга сохранилась только на участке от бейшлота (плотины) у пос.Селище Селижаровского района до Твери. Примерно половина этого участка выше г. Ржева находится под угрозой затопления в связи с планами создания Ржевского гидроузла в целях дополнительного обеспечения Москвы питьевой водой, что может привести к гибели крупнейшей в регионе популяции хариуса европейского, занесенного (популяции верховий р. Волги) в Красную книгу РФ и другим потерям биоразнообразия. В начале 90-х годов Минстрой и Минэкологии России предлагали Администрации Тверской области рассмотреть вопрос о создании на Верхней Волге ПП в качестве альтернативы гидроузла. В связи с усиливающейся ролью Москвы в межрегиональной политике необходимо безотлагательно вернуться к этому вопросу.

Дальнейшая перспектива заключается в присоединении к системе ООПТ следующего участка долины Волги под названием Старицкие Ворота (выше и ниже города Старица), где Волга прорезает коренные известняки, что привело к формированию исключительно своеобразных природных комплексов.

НП «Шоша». Река Шоша – правый приток р. Волги и главная «отдушина» Иваньковского водохранилища, являющегося основным источником водоснабжения Москвы. Шошинский плес водохранилища и низовья реки Шоши оказались в границах Госкомплекса «Завидово» – уникальной по статусу (Законом РФ «Об ООПТ» госкомплексы не предусмотрены), управлению, финансированию и охране ООПТ, которая Указом Президента РФ приравнена к национальным паркам и является местом расположения загородной президентской резиденции «Русь».

Несмотря на строгость охраны, госкомплекс, в силу расположения в низовьях Шоши, в принципе не может выполнять ресурсоохранные функции в полном объеме. Объективно вся природная система (Шошинский плес водохранилища, сама река со всеми притоками, леса и болота, флора и фауна), имеющая особое значение для воспроизводства водных ресурсов, подлежит особой охране путем образования НП на территории Тверской и Московской областей в пределах Шошинского бассейна.

Первым шагом в этом направлении должно стать образование рядом с госкомплексом ООПТ регионального значения «Учебно-научная база Ферязкино Тверского госуниверситета».

Заповедник (заповедный участок регионального значения) «Оршинский Мох». Этот крупнейший (более 40 тыс.га) лесо-болотно-озерный комплекс, сохранившийся (кроме юго-западной части) в состоянии, близком к естественному, подлежит особой охране путем образования заповедника. Большое значение имеет то обстоятельство, что Оршинский Мох через реку Созь имеет сток непосредственно в Иваньковское водохранилище.

Вышневолоцко-Новоторжский Вал. Это невысокая цепь массивных куполообразных холмов – известняковых ледниковых отторженцев с

уникальной кальциефильной флорой, протянувшаяся в направлении, близком к меридиональному, мимо Торжка к Вышнему Волочку на расстояние около 110 км. На одном из обследованных участков площадью в несколько гектаров обнаружено 17 видов орхидей, в том числе таких, как офрис насекомоносная, ятрышник обожженный, а популяция венерина башмачка оказалась представленной многими тысячами особей. Вышневолоцко-Новоторжский Вал подлежит полному тщательному обследованию и особой охране путем образования системы природных заказников и заповедных участков.

Междуречье Граничной, Шлины и Шлинки. Чрезвычайно значимой для сохранения не только природного, но и культурного наследия делают эту территорию уникальное скопление археологических и исторических памятников на реке Шлине в районе озера Глыби в сочетании с прилегающими малонарушенными лесоболотными комплексами, служившими местом базирования попавшей под сокращение ракетной части стратегического назначения. Как и в вышеописанном случае, уникальность территории находится под угрозой в связи с предполагаемым строительством высокоскоростных железнодорожной и автомобильной магистралей Москва-Санкт-Петербург. Подлежит особой охране путем образования историко-природного заповедника.

Озеро Верестово. Мелководное озеро с прилегающими заболоченными территориями как место массового скопления перелетных птиц отвечает критериям водно-болотного угодья международного значения, а как естественный рыбопитомник реки Мологи имеет межрегиональное значение для Тверской, Новгородской и Вологодской областей. Необходимо оптимизировать природопользование (охоту, сельское и рыбное хозяйство), а также уровень и гидрохимический режим озера, что требует проведения комплексных научных исследований и образования природного заказника федерального значения.

Река Молога. Озеро Верестово – это озеровидное расширение русла реки Мологи, которая является единственным значительным источником

сравнительно чистых (здесь сохранились многочисленные популяции хариуса европейского и быстрянки русской) вод для Рыбинского водохранилища. Отсюда следует, что одним из приоритетных направлений экологического возрождения Рыбинского водохранилища и Верхней Волги в целом является восстановление и поддержание на максимально возможном уровне водоохраных функций экосистем бассейна Мологи, начиная с верхнего течения.

Этот перечень можно и нужно продолжить. Например, нами разработано научное обоснование природного заказника «Река Сосница» по бассейновому принципу с тем, чтобы этот правый приток Мологи длиной 27 км был сохранен в качестве эталона малой реки. При условии объединения усилий Тверской, Новгородской и Вологодской областей может быть решен вопрос о возрождении и сохранении эталона «средней» реки Мологи длиной 456 км. С учетом этой перспективы необходимо направить усилия на научное обоснование и образование природных заказников на истоках рек, особо охраняемых речных и озерных систем, особо охраняемых береговых линий, а также на инвентаризацию, мониторинг и охрану водных объектов, являющихся местами обитания и произрастания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений.

Зоны с различной степенью концентрации «краснокнижных» видов

В Красной книге Тверской области [9] приведены сведения о 217 видах высших растений, в том числе 56 видов мохообразных, 7 папоротниковидных, 5 плауновидных, 2 хвощевидных и 147 покрытосеменных; 34 (2) лишайников, 18 – грибов; 201 - животных, в том числе млекопитающих – 10 видов, птиц – 70, земноводных и пресмыкающихся – 7, круглоротых и рыб – 14, беспозвоночных – 100 (63). Виды, включенные в Красную книгу Тверской области, характеризуются разной степенью изученности, что пока не позволяет репрезентативно представить все группы живых организмов. Для отдельных видов недостаточно данных необходимых для конкретизации

лимитирующих факторов и мер охраны. Относительный уровень видового богатства охраняемых видов в основных таксонах различен (от 2% до 56%).

Нами выделены территории, представляющие особый интерес с точки зрения охраны и дальнейшего изучения биоразнообразия.

Пространственный анализ показал, что сравнительно небольшая по площади территория в пределах Тверской области (189 полигонов – 16% от общей площади региона) характеризуется высоким уровнем репрезентативности охраняемого компонента биоразнообразия. На ней представлены все охраняемые в области виды и 1960 их местонахождений.

Целесообразно выделить 33 ключевых объекта. Особой ценностью обладают фрагменты старовозрастных коренных лесов и болотные массивы, экосистемы долинных и озерных ландшафтов, уникальных геоморфологических объектов. Наибольший интерес представляют Заповедная, Тверская, Завидовская, Старицкое Поволжье, Ильинско-Войбутская ключевые территории.

Эти территории являются потенциальными элементами единой региональной сети ООПТ. Разработанная ГИС позволяет проводить комплексный анализ охраняемого компонента биоразнообразия и создает базу для мониторинговых наблюдений.

Таблица 8

Общая характеристика ключевых территорий Тверской обл.

№ на карте	Территория	Число местонахождений	Число редких видов	Площадь, км ²
1	Тверская	101	77	446,0
2	Заповедная	198	117	414,2
3	Старицкое Поволжье	112	52	266,4
4	Завидовская	65	58	257,8

5	Селигерская	59	38	218,8
6	Хриплы-Тихменская	37	27	166,5
7	Пудоро-Тубосская	39	38	151,8
8	Колпинско-Ревенская	35	23	149,2
9	Волжско-Держинская	39	25	138,0
10	Ильинско-Войбутская	81	41	127,4
11	Хотилицкая	26	16	125,5
12	Осеченская	25	20	119,7
13	Осуго-Тверецкая	25	17	117,1
14	Среднешошинская	45	35	115,0
15	Речанская	19	19	109,8
16	Почепская	30	19	109,1
17	Бенцы-Савинская	22	14	107,2
18	Шлинско-Глыбинская	23	17	101,4
19	Североторжокская	24	17	94,7
20	Наговье-Бологовская	15	12	92,7
21	Коломенская	21	17	90,7
22	Вревицкая	12	10	80,4
23	Еськи-Чижевская	19	17	78,9
24	Иванищи-Воеводинская	16	14	72,7
25	Нижекошинская	14	10	70,3
26	Верестовская	22	21	70,2
27	Чистиковская	14	14	69,3
28	Жарковская	16	14	64,0
29	Бельско-Цнинская	12	9	61,6
30	Торопо-Западнодвинская	13	11	58,5
31	Шейкинская	10	10	57,3
32	Альфимовская	14	13	56,5
33	Прямухинская	16	16	54,3

Существующие и потенциальные угрозы биологическому разнообразию Тверской области

Природно-экологическая уникальность Тверской области определяется тем, что на Валдайской возвышенности, находятся истоки Волги, Западной Двины (Даугавы) и рек бассейна Невы. Природные экосистемы области – основной источник питьевого водоснабжения Московской агломерации. Природное разнообразие, обусловленное межзональным расположением (от темнохвойной тайги до широколиственных лесов с массивами верховых болот и фрагментами остепненных экосистем), сложным разновозрастным рельефом (здесь проходит граница Валдайского оледенения), природные достопримечательности, географическое положение между Москвой и С.-Петербургом определяют области роль хранилища биоразнообразия и узлового участка экологического каркаса Центра Русской равнины.

В подзоне южной тайги, где и располагается Тверская область, естественные и слабо преобразованные экосистемы должны занимать на менее 50% территории (без учета природно-экологической уникальности нашей области), что должно быть достигнуто путем развития системы ООПТ, которые в настоящее время занимают около 12% территории области.

Существующие угрозы биоразнообразию Тверской области связаны:

- с утратой или фрагментацией естественных местообитаний видов,
- загрязнением среды обитания видов,
- активным освоением территории области (строительство автомагистралей, газопроводов, предприятий и других инфраструктур),
- угроз, связанных с неустойчивым использованием ресурсов биоразнообразия,
- внедрение чужеродных видов,
- несанкционированными свалками бытового мусора и отсутствием мусороперерабатывающих предприятий,

- недостаточной информированностью и активностью власти и населения по вопросам сохранения биоразнообразия,
- отсутствием региональной правовой нормативной базы, политики и управления в области охраны биоразнообразия

Существующие угрозы можно разделить на 3 группы: межрегиональные угрозы, оказывающие влияние на состояние экосистем в Тверской и сопредельных областях, региональные, оказывающие существенное воздействие на природный комплекс Тверской области в целом; локальные (местные), представляющие разовые или непродолжительные воздействия на виды и экосистемы.

Межрегиональные угрозы: к угрозам первой группы следует отнести

1. Деятельность крупных предприятий, расположенных на территории Тверской области, приводящих к загрязнению атмосферного воздуха, почвы, сбросам стоков в водные объекты и другим отходам: филиал концерна «Росэнергоатом» Калининская АЭС, ОАО «Конаковская ГРЭС», ОАО «Деревообработчик» (г. Западная Двина»), Осташковский кожевенный завод (г. Осташков), ТЭЦ и др.
2. Строительство крупных инженерных сооружений, приводящих к трансформации ландшафтов и уничтожению местообитания редких видов растений и животных: прокладка новых автомагистралей (высокоскоростной железнодорожной (ВСМ) и автомагистрали Москва – Санкт-Петербург), прокладка газопроводов, строительство предприятий (проект металлургического комбината).
3. Проект строительства ГАЭС (гидроаккумулирующей станции) в охранной зоне Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГБПЗ) в Оленинском, Селижаровском и Нелидовском районах Тверской области

Региональные угрозы: к угрозам второй группы следует отнести

1. Городские свалки ТБО (всего по области 48), необорудованные надлежащим образом, что приводит к регулярному возгоранию и загрязнению атмосферного воздуха.
2. Неустойчивое использование ресурсов биоразнообразия: рубки леса и ведение хозяйственной деятельности без соблюдения установленных норм лесопользования; нарушение экосистем в результате добычи полезных ископаемых (торф, гравий, песок, известняк).
3. Охота в крупных болотных и лесных массивов с использованием специализированной техники, вызывающая шумовое загрязнение и выступающая фактор беспокойства для крупных животных (крупных хищных птиц – беркута), зафиксированы случаи покидания гнезд.
4. Застройка прибрежных территорий (строительство в водоохраной зоне), приводящее к утрате транзитных функций крупных водотоков (р. Волга, Тверца, Западная Двина, Молога и др.)

Локальные угрозы: к угрозам третьей группы следует отнести

1. Несанкционированные свалки бытового мусора, приводящие к загрязнению наземных и водных экосистем.
2. Браконьерство
3. Нарушение режима охраны особо охраняемых природных территорий в связи с отсутствием у населения информации об их существовании и режима охраны
4. Сбор редких и охраняемых растений на букеты и продажу

ВЫВОДЫ

1. Выполнен анализ территории региона Верхневолжья. Установлены факторы, определяющие уникальность региона в географическом, климатическом, экологическом, социо-экономическом, биологическом и др. отношениях. На Валдайской возвышенности, находятся истоки Волги, Западной Двины (Даугавы) и рек бассейна Невы и Днепра, природные экосистемы области – основной источник питьевого водоснабжения Московской агломерации. Природное разнообразие, обусловленное межзональным расположением (от темнохвойной тайги до широколиственных лесов с массивами верховых болот и фрагментами остепненных лугов), сложным разновозрастным рельефом (здесь проходит граница Валдайского оледенения), природные достопримечательности, географическое положение между Москвой и С.-Петербургом определяют нашей области роль хранилища биоразнообразия, «экологического зонтика» Москвы и узлового участка экологического каркаса Центра Русской равнины, сильное рекреационное давление на экосистемы области со стороны Московской агломерации (окрестности оз. Селигер, Иваньковское водохранилище, оз. Кафтино, оз. Бросно, оз. Сиг и др.), по территории области проходит большое количество стратегических коммуникаций (водные, железнодорожные, автомобильные и линейные трубопроводы), наличие в регионе (как международная так и внутрироссийская) объектов оборонной инфраструктуры и атомной энергетики, рекреация и политическая активность высших должностных лиц государства.
2. Разработана концепция моделирования геоэкологического пространства в интересах сохранения биоразнообразия, включающая основные понятия, принципы и описание системы модельно-методического аппарата описания и анализа региональной экосреды. Концепция отличается определением ориентированных на территориальные экологические оценки пространственных геоэкологических категорий, оригинальным составом системы критериев и принципов геомоделирования в системе

территориального экологического контроля, которые обеспечивают переход от статических к наглядным динамическим формам представления ситуационных и оценочных экоданных, а также интеграцию разнородной геоинформации в единую информационную модель биоразнообразия региона.

3. Исследована геоэкологическая каркасная (базисная) модель представления и оценки природных резерватов биологического разнообразия региона (применительно к территории Тверской области), которая отличается переходом от каркасного представления экоситуации к экологическому базису территории, включающему ряд оригинальных пространственных категорий (инверсный узел, рекреационный потенциал, линия территориальной нагрузки, терминальный рубеж и др.). Это обеспечивает активность данных экологической обстановки, адекватность реальных территориальных явлений их отображению в сценариях региональных экологических процессов.
4. Разработана методика использования каркасной геоэкологической модели для построения оценочного аспекта функционирования биосистем природных и культурных ландшафтов Тверской области. отличается балансовыми критериями отнесения ячеек базовой сети к сохранностно-ценностным или нарушено-дезорганизованным типам территории, что позволяет строить интегральные оценочные территориальные распределения и вырабатывать рекомендации по устойчивому природопользованию в регионе.
5. Направления дальнейших исследований представляются на путях дальнейшей содержательно-структурной детализации категорий экологического базиса территории, снижения фактора субъективности процедур геоэкологического анализа территории, учет роли «зарамочной» экологической ситуации в алгоритмах оценки обстановки, интеграция с международными базами данных в области охраны редких видов (NATURA, Emerald, Wetlands и др.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Конвенция о биологическом разнообразии: Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (3-14 июня 1992 г.) // Моск. журн. междунар. права., No. №1, 1994. с. 183-207.
2. The IUCN red list of threatened species // IUCN Red list Guiding Conservation for 50 years., 2012. P. 14.
3. Данилов-Данильян ВИ, editor. Красная книга Российской Федерации (животные). М: АСТ: Астрель, 2001. 862 с.
4. Трутнев ЮП, (гл. ред). Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
5. Тишков А.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия (к методологии охраны живой природы в России) // Электронный журнал BioDat. URL: <http://biodat.ru/doc/lib/tishkov2.htm> (дата обращения: 23.03.2015).
6. Соболев Н.А. Разработка правовых мер защиты степных экосистем вне ООПТ: Отчёт о выполнении работ по Соглашению № 2010-390-01 // Сохранение степей России. 2010. URL: http://www.savestece.org/project/docs/report_Sobolev_outside_oopt.pdf (дата обращения: 12.03.2015).
7. Дмитриев В.В. Эколого-географическая оценка состояния внутренних водоемов: автореф. ... дис. д-ра геогр. наук. СПб: СПбГУ, 2000. 52 с.
8. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М: РАН, МПР РФ, 2001. 76 с.
9. Красная книга Тверской области // Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. 2012. URL: http://mpr-tver.ru/images/red_book_2013.pdf (дата обращения: 29.09.2015).
10. Зиновьев А.В. К истории изучения орнитофауны Тверского края: наблюдения Гебеля (вторая половина XIX века) // Вестник ТвГУ. Серия Биология и Экология, т. 14, No. 13, 2009. с. 101-106.

11. Паллас П.С. Флора России / В 2 т. — Факсимильное издание 1784 и 1788 гг.. СПб: Альфарет, 2007.
12. Pallas P.S. Flora Rossica seu Stripum Imperii Rossici per Europam et Asiam Indigenarum desriptiones et icons jussu et auspiciis Catharinae II Augustae , 1789. т. I. Francofurti et Lipisae. 1789.
13. Невский М.Л. Флора Калининской области : определитель покрытосеменных (цветковых) растений дикой флоры. [Ч. 1 : Ranunculaceae-Rosaceae. Лютиковые-Розоцветные]. т. 1. Калинин: Калининский государственный педагогический институт, 1947.
14. Невский М.Л. Флора Калининской области : Определитель покрытосеменных (цветковых) растений дикой флоры. т. 2. Калинин: Обл. кн. изд-во, 1952.
15. Ильинский А.П. Геоботаническое исследование лугов Тверской губернии: Краткий предварительный отчет о работах 1912-1913 гг. Тверь: Тип. губ. земства, 1913. 41 с.
16. Гоби Х.Я. О влиянии Валдайской возвышенности на географическое распространение растений в связи с очерком флоры западной части Новгородской губернии.. СПб: Демаков, 1876. 168 с.
17. Бакунин А.А. Список цветковых растений Тверской флоры // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, т. 10, 1879. с. 195-368.
18. Нотов А.А. Дополнение к бриофлоре Тверской области // Флора и растительность Тверской области, 1996. с. 61-69.
19. Нотов А.А. Дополнения к адвентивной флоре Тверской области // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение Биологии, т. 104, No. 2, 1999. с. 47-51.
20. Нотов А.А. К флоре Конаковского района // Взаимоотношения компонентов биогеоценозов в южной тайге, 1986. с. 111-114.
21. Нотов А.А. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 1: Высшие растения. т. 99. Тверь: ТвГУ, 1998.

22. Нотов А.А. Новые данные о флоре юго-востока Тверской области // Флора и растительность южной тайги, 1991. с. 99-105.
23. Нотов А.А. Новые флористические находки в Тверской области // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии, т. 102, No. 2, 1999. с. 46-47.
24. Нотов А.А. О некоторых новых и редких для Калининской области видах растений // Ботанический журнал, т. 71, No. 12, 1986. с. 1683-1686.
25. Нотов А.А. Сопряженный анализ компонентов флоры Тверской области: автореф. ... дис. д-ра биол. наук. М. 2012. 42 с.
26. Нотов А.А., Батурина О.Ю. О распространении степных и лесостепных растений на территории Тверской области // Флора Центральной России: Материалы научной конференции, 1995. с. 36-37.
27. Нотов А.А., Марков М.В. Список видов высших сосудистых растений, подлежащих занесению в Красную книгу Тверской области Тверь // Флора и растительность Тверской области, 1996. с. 4-22.
28. Борзаковский В.С. История Тверского княжества. СПб: Издание книгопродавца И.Г. Мартынова, 1876. 434 с.
29. Яковлев В.А. Домострой. По рукописям Императорской Публичной Библиотеки // Викитека. 1867. URL: [https://ru.wikisource.org/wiki/Индекс:Домострой._По_рукописям_Императорской_Публичной_Библиотеки_\(Яковлев_1867\).djvu](https://ru.wikisource.org/wiki/Индекс:Домострой._По_рукописям_Императорской_Публичной_Библиотеки_(Яковлев_1867).djvu) (дата обращения: 29.09.2015).
30. Геберштейн С. Записки о Московии. т. I. М: Памятники исторической мысли, 2008. 745 с.
31. Известия англичан о России XVI в. // Чтения в императорском обществе истории и древностей Российских, No. 4, 1884.
32. Олеарий А. Описание путешествия в Московию. М: Русич, 2003. 205 с.
33. Кириков С.В. Изменения животного мира в природных зонах СССР (XIII—XIX вв.) : Лесная зона и лесотундра.. М: АН СССР, 1960. 157 с.

34. Кириков С.В. Изменения в распространении и среде обитания охотничьих животных Подмосковья в XIV – XIX вв. // Материалы конференции «Изменения в населении и среде обитания животных СССР в XVI-XIX вв. Европейская часть СССР, 1972. с. 1-19.
35. Nachricht von den Lebens-Umständen des Herrn Professor Gùldenstädt // Neues St.-Petersburg Journal, т. I, 1781. р. 244-253.
36. Кесслер К.Ф. Об ихтиологической фауне реки Волги // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, т. 1, 1870. с. 236-310.
37. Сорокин М.Г. О видовом составе ихтиофауны Калининской области // Ученые записки Калининского государственного педагогического института, Т. 31, 1964. с. 57-61.
38. Никаноров Ю.И., Никанорова Е.А. Рыбы озера Селигер и их биология // Озеро Селигер и его рыбные ресурсы, 1963. с. 70-145.
39. Дрягин П.А., Никаноров Ю.И. Рыбное хозяйство Калининской области. М: Московский рабочий, 1974. 204 с.
40. Викторов Л.В., Сорокин А.С., Пустовит О.П., Пустовит О.В. Новый вид в ихтиофауне и новые материалы по распространению некоторых видов рыб и круглоротых в Тверской области // Вопросы морфологии и экологии животных, 1997.
41. Зиновьев В.И., Шапошников Л.В. Материалы по орнитофауне Калининской области // География и экология наземных позвоночных Нечерноземья (Птицы), No. 3, 1978. с. 40-53.
42. Зиновьев В.И., Беляков В.В. Ястребиные птицы лесной зоны Европейской части СССР // Охрана природы Верхневолжья, 1979. с. 51-87.
43. Зиновьев В.И. Гусеобразные Иваньковского водохранилища (фенология, питание, гнездование, динамика численности, биотехния): дисс.. кандидата биологических наук. М: МГПИ, 1969. 200 с.

44. Зиновьев В.И. Птицы лесной части Европейской части СССР (Ржанкообразные). Калинин: КГУ, 1980. 84 с.
45. Зиновьев В.И. Птицы лесной зоны европейской части СССР. Сивообразные // Фауна Нечерноземья, ее охрана, воспроизведение и использование, 1980. с. 15-31.
46. Зиновьев В.И. Дополнение к списку видов птиц Калининской области // География и экология наземных позвоночных Нечерноземья (птицы), 1981. с. 3-4.
47. Зиновьев В.И. Птицы лесной зоны Европейской части СССР (гагарообразные, поганкообразные, веслоногие, фламингообразные) // Фауна Верхневолжья, ее охрана и использование, 1981. с. 103-117.
48. Зиновьев В.И. Палстинчатоклювые птицы лесной зоны: Биология, хозяйственное значение: Учебное пособие. Калинин: КГУ, 1985. 88 с.
49. Зиновьев В.И., Дементьева С.М., Иноземцев А.А., Смирнов А.В., Сорокин А.С., Томашевский К.Е. Под пологом русского леса: Очерки о растительном и животном мире Калининской области. М: Московский рабочий, 1990. 159 с.
50. Зиновьев В.И., Керданов Д.А., Логинов С.Б., Николаев В.И. Редкие виды сов Калининской области // Редкие виды птиц центра Нечерноземья, 1990. с. 164-165.
51. Керданов Д.А. Численность хищных птиц в Калининской области // Редкие виды птиц центра Нечерноземья: Материалы совещания, 1990. с. 120-124.
52. Керданов Д.А., Николаев В.И., Зиновьев В.И. Новые данные о некоторых редких видах птиц Калининской области // География и экология наземных позвоночных Нечерноземья (Птицы), 1981. с. 34-37.
53. Зиновьев А.В., Керданов Д.А., Зиновьев В.И. Новые данные о редких видах птиц Калининской области // Доклады МОИП, 1987. с. 82-83.
54. Зиновьев А.В. Редкие и охраняемые животные Тверской области // Вестник Тверского экологического клуба., Т. 2, 1996. Р. 3.

55. Зиновьев А.В. Редкие и охраняемые птицы Тверской области. // Вестник Тверского экологического клуба, 1997. Р. 8.
56. Зиновьев А.В., Зиновьев В.И. Орнитофауна Тверских полей фильтрации // Вестник ТвГУ. Серия Биология и Экология., Т. 5, No. 22, 2006. с. 79-85.
57. Зиновьев А.В. Гусеобразные птицы Тверский полей фильтрации // Вестник ТвГУ. Серия Биология и Экология., Т. 21(49), No. 5, 2007. с. 100-102.
58. Zinoviev A.V. XXth International Congress of Zoology. Abstracts. // Some notes on the life style of confuciusornithids (Aves, Confuciusornithiformes, Confuciusornithidae). Paris. 2008. P. 30.
59. Спиридонов С.Н., Зиновьев А.В. Сравнительный анализ орнитофаун техногенных водоемов лесной и лесостепной зон Европейской части России // Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и Экология., Т. 25, 2012. с. 57-63.
60. Зиновьев А.В., Виноградов А.А., Логинов С.Б., Емельянова А.А. Птицы Твери // Птицы городов России, 2012. с. 462-478.
61. Зиновьев А.В. Сравнительная анатомия, структурные преобразования и адаптивная эволюция аппарата двуногой локомоции птиц. М: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 285 с.
62. Викторов Л.В. Ареалогический анализ териофауны Верхневолжья // Тезисы докладов VI съезда Териологического общества, 1999. Р. 49.
63. Викторов Л.В. Особенности распространения редких видов млекопитающих Тверской области // Редкие виды млекопитающих России и сопредельных территорий: Тезисы международного совещания 9-11 апреля 1997 года, 1997.
64. Викторов Л.В. Видовое разнообразие позвоночных животных Тверского края. Тверь: ТвГУ, 2000.
65. Викторов Л.В. Новые виды в фауне позвоночных животных Тверской области // Чтения памяти профессора В.В. Станчинского, 2004.

66. Звездина М.Л., Зиновьев А.В., Емельянова А.А. Зоолог Л.В. Викторov: педагог, ученый, человек.: Сборник научных трудов, посвященный 85-летию зоолога Л.В. Викторова. Тверь: ТвГУ, СФК-офис, 2014. 224 с.
67. Звездина М.Л., Виноградов А.А. Человек интересной судьбы // Вестник ТвГУ. Серия "Биология и экология", No. 1, 2005. с. 185-189.
68. Дорофеев А.А., Ткаченко А.А., Щукина А.С., Яковлева С.И., Самков М.Н., Тихомирова Л.К., Шарков Ю.А., Щербаков А.Ю., Гречка П.В., Ковалев Е.М., Сукманова Н.Ю. География Тверской области. Книга для учителя. Тверь: ТвГУ, 1992. 288 с.
69. Архангельский А.Д. Введение в изучение геологии Европейской России. М.; СПб.: Гос. изд-во, 1923. 146с. М.; СПб: Гос. изд-во, 1923. 146 с.
70. Архангельский А.Д. Молого-Шекснинский бассейн. Физико-географическая характеристика в связи с историей четвертичных оледенений: Рукопись докт. дисс.. 1955. 230 с.
71. Москвитин А.И. Геологический очерк Калининской области // Ученые записки МГУ, No. 31, 1934. с. 23-27.
72. Сорокин АС, Зиновьев АВ, Пушай ЕС, Тюсов АВ, editors. Красная книга Тверской области. Тверь. 2014. 376 с.
73. Агроклиматический справочник по Калининской области. М. 1958. 165 с.
74. Дорофеев А.А., Щербаков А.Ю. Климат // In: География Тверской области / Ed. by Ткаченко А.А. Тверь. 1992. с. 31-43.
75. Гавеман АВ, editor. Атлас Калининской области. М: Главное управление геодезии и картографии, 1964.
76. Маевский В.И. Геологическое строение Калининской области // Природа и хозяйство Калининской области, 1960.
77. Дорофеев А.А. Геологическое строение, рельеф и полезные ископаемые // In: География Тверской области. Тверь. 1992. с. 13-30.

- 78. Бакиров А.А. Главнейшие черты тектонического развития внутренней части Русской платформы // К геологии центральных областей Русской платформы, 1951. с. 23-45.
- 79. Калмыкова В.Г. Геоморфолого-гидрографическое районирование Калининской области // Физическая география Верхневолжья: Межвуз. тематич. сб., 1978. с. 69-78.
- 80. Васильева И.В. Геоморфология центральной части Калининской области // Ученые записки МГУ, No. 23, 1938. с. 46-59.
- 81. Архангельский А.Д. О границе Валдайского оледенения на Русской равнине // Известия географического общества, No. 3, 1956. с. 286-298.
- 82. Яковлев С.А. Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины (стратиграфия). М. 1956. 314 с.
- 83. Спиридонов А.И. Геоморфология северо-восточной части Калининской области // Ученые записки МГУ, No. 23, 1938. с. 16-38.
- 84. Егоров С.Ф. К вопросу о происхождении Валдайской возвышенности // Труды географического отдела КЕПС, No. 2, 1930. с. 14-29.
- 85. Соколов Н.Н. Некоторые данные о межледниковых отложениях Ленинградской и западной части Калининской области // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, No. 10, 1947. с. 43-50.
- 86. Карандеева М.В. Геоморфология Европейской части СССР. М: Издательство московского университета, 1957. 331 с.
- 87. Борзов А.А. Геоморфологические наблюдения в сопредельных частях Московской Владимирской и Тверской губерний // Землеведение, No. 3-4, 1992. с. 53-69.
- 88. Москвитин А.И. Происхождение и возраст Вышневолоцко-Новоторжского вала // Бюллетень МОИП. Отделение геологии, Т. 16, No. 3, 1938. с. 45-49.
- 89. Ермилов И.О. О геологическом строении окрестностей Вышнего Волочка // Материалы О-ва изучения Тверского края, No. 4, 1926. с. 115-144.

90. Савина М.Ф. К вопросу о происхождении Вышневолоцко-Новоторжского вала // Ученые записки Калининского педагогического института, No. 1, 1938. с. 54-69.
91. Карандеева М.В. Геоморфология Ржевско-Старицкого Поволжья Калининской области // Ученые записки МГУ, No. 23, 1938.
92. Закуленков Л., Загорский Г. Реки и озера Калининской области // In: По голубым просторам. Тверь. 1956. с. 83-137.
93. Гавеман А.В. природа и хозяйство Калининской области. Калинин: КГПИ, 1960. 654 с.
94. Лавров В.А. Болота Калининской области // Природа и хозяйство Калининской области, 1960. с. 409-429.
95. Невский М.Л. Растительность Калининской области // Природа и хозяйство Калининской области, 1960. с. 287-389.
96. Тихомирова Л.К., Самков М.Н. Растительный и животный мир // In: География Тверской области. Тверь. с. 66-79.
97. Самков М.Н. Животный мир. География Тверской области. Книга для учителя // в: География Тверской области: Книга для учителя. Тверь: ТвГУ, 1992. с. 75-79.
98. Шапошников Л.В., Головин О., Сорокин М.Г., Тараканов А. Животный мир Калининской области. Калинин: Калининское книжное издательство, 1959.
99. Викторов Л.В., Николаев В.И., Виноградов А.А., Емельянова А.А., Кириллов П.И. Позвоночные животные Тверской области: видовой состав и характеристика основных групп: учеб. справочн. пособие. Тверь: ТвГУ, 2010. 32 с.
100. Бочаров М.М. Природа Калининской области. Калинин: Калининиздат, 1951. 127 с.

- ¹⁰¹ Хорошилов П.И. Геоморфология верховьев реки Шоши и западной части Калининской гряды // Ученые записки Московского областного педагогического института, Т. 9, 1947. с. 5-14.
- ¹⁰² Хохлова Е.Р. Современное состояние ландшафтов Верхневолжья: Автореф. дисс.канд. геогр. наук.. М. 2002. 25 с.
- ¹⁰³ Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Геоэкология как термин и междисциплинарная наука // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология., No. 5, 1994. с. 43-55.
- ¹⁰⁴ Петров ОВ, editor. Геоэкология. Т 1. // In: Геологический словарь. СПб: ВСЕГЕИ. Р. 244.
- ¹⁰⁵ Голубев Г.Н. Основы геоэкологии: учебник. М.: Кнорус, 2013. 352 с.
- ¹⁰⁶ Дмитриев В.В., Жиров А.И., Ласточкин А.Н. Прикладная экология. М: Издательский центр "Академия", 2008. 608 с.
- ¹⁰⁷ Водянова М.А., Хабарова Е.И. Вариант унификации термина "Геоэкология" // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), No. 6, 2009. с. 222-225.
- ¹⁰⁸ Паспорта научных специальностей. 25.00.36 Геоэкология (по отраслям).doc // Высшая аттестационная комиссия. 2013. URL: http://vak.ed.gov.ru/316?p_p_auth=0qZ8Sakf&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2366692&_101_type=document&redirect=http%3A%2F%2Fvak.ed.gov.ru%2F316%3Fp_p_id%3D (дата обращения: 30.09.2015).
- ¹⁰⁹ Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию: Учебное пособие. СПб: С.-Петербург. ун-та, 2003. 192 с.
- ¹¹⁰ Косолапов А.Б. Комплексные эколого-географические оценки и районирование территории [Электронный ресурс] // Научно-практический журнал «Гуманитарные научные исследования»: [сайт]. [2012]. URL: <http://human.snauka.ru/2012/12/2118> (дата обращения: 01.10.2015).

- ¹¹¹ Косолапов А.Б. Методы повышения достоверности статистического анализа при антропоэкологическом картировании экосистем [Электронный ресурс] // Гуманитарные научные исследования: [сайт]. [2012]. URL: <http://human.snauka.ru/2012/12/2107> (дата обращения: 01.10.2015).
- ¹¹² Фельдман Е.С., Фельдман Г.Е. Системное картографирование – основа эколого-географического районирования территории // Эколого-географическое районирование и прогнозирование здоровья популяций, 1981. с. 74-84.
- ¹¹³ Остапенко О.А. Эколого-географическая оценка пригодности территории для экологического туризма в северо-западном регионе России: дис.. канд. геогр. наук: 25.00.36 Геоэкология. СПб: РГГМУ, 2006. 188 с.
- ¹¹⁴ Odum E.P., Barrett G.W. Fundamentals of ecology. 5th edition. CA: Cengage Learning, 2004. 624 с.
- ¹¹⁵ Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М: Россия молодая, 1994. 366 с.
- ¹¹⁶ Алимов А.Ф. Биологическое разнообразие и структура сообществ организмов // Биология внутренних вод., No. 3, 2010. с. 3-10.
- ¹¹⁷ Дмитриев В.В., Дмитриев Н.В., Воскресенская В.А., Фролова А.Д., Кожеко Ю.Р. Развитие методологии интегральной оценки экологической целостности экосистем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, No. 8, 2014. с. 70-85.
- ¹¹⁸ Дмитриев В.В. Интегральная оценка экологического состояния качества природной и антропогенно-трансформированной среды // Успехи современного естествознания, No. 8, 2007.
- ¹¹⁹ Дмитриев В.В. Экологическое нормирование состояния и антропогенных воздействий на природные экосистемы // Вестник СПбГУ, No. 2 (№14), 1994. с. 60-70.

- ¹²⁰ Дмитриев В.В. Гидроэкологический мониторинг: реалии, возможности, перспективы // Международный симпозиум «Методы и средства мониторинга состояния окружающей среды МСОС-95», 1995. с. 18-21.
- ¹²¹ Дмитриев В.В. Диагностика, экологическое нормирование и оценка устойчивости водных экосистем к антропогенному воздействию // Океанология в Санкт-Петербургском университете, 1997. с. 196-211.
- ¹²² Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб: Наука, 2004. 294 с.
- ¹²³ Исаченко А.Г. Экологическая география России. СПб: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.
- ¹²⁴ Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки: Учебник для студентов ВУЗов. М: Издательский центр "Академия", 2004. 400 с.
- ¹²⁵ Фрумин Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология: учебное пособие. СПб: РГГМУ, 2000. 197 с.
- ¹²⁶ Фрумин Г.Т. Геоэкология: реальность, научнообразные мифы, ошибки, заблуждения: учебное пособие. СПб: РГГМУ, 2006. 121 с.
- ¹²⁷ Фрумин Г.Т. Экология человека: учебное пособие. СПб: СПбГУТ, 2014. 104 с.
- ¹²⁸ Биденко С.И., Самотонин Д.Н., Яшин А.И. Геоинформационные модели и методы поддержки управления. СПб: ФВУ ПВО, 2003. 224 с.
- ¹²⁹ Биденко С.И., Якушев Д.И. Геоинформационные управляющие системы и технологии. СПб: Изд-во СПбУ МВД, 2014. 248 с.
- ¹³⁰ Панамарев Г.Е., Биденко С.И. Геоинформационная поддержка управления сложными территориальными объектами и системами. Новороссийск. 2011. 202 с.
- ¹³¹ Биденко С.И., Зиновьев А.В., Казьмин И.А., Кравченко П.Н. Концепция геопространственного представления и анализа экологической ситуации в регионе // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология., Т. 2. с. 133-143.

- ¹³² Kostianoy A.G., Vignudelli S., Tang D., Kravchenko P.N. Joint COSPAR and WMO Capacity Building Workshop on Satellite Remote Sensing, Water Cycle and Climate Change, 20 July – 1 August 2014, Tver State University, Tver, Russia // Space research today, Т. 191, 2014. с. 99-102.
- ¹³³ Биденко С.И., Комарицын А.А., Яшин А.И. Геоинформационная система поддержки принятия решений.. СПб: СПбГЭТУ, 2004. 132 с.
- ¹³⁴ Биденко С.И., Лямов Г.В., Яшин А.И. Геоинформационные технологии: Учебное пособие. Петродворец: ВМИРЭ, 2004. 272 с.
- ¹³⁵ Кравченко П.Н., Сорокин А.С., Биденко С.И., Тюсов А.В., Пушай Е.С., Кириллова Т.М. Формирование экологической сети как основа сохранения ландшафтного и биологического разнообразия Тверской области // «Зеленый журнал – Бюллетень Ботанического сада Тверского государственного университета» = «Green Journal – Bulletin of the Botanical Garden of Tver State University», No. 1, 2014. с. 65-72.
- ¹³⁶ Владимиров В.В. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии, No. 113, 1980. с. 109-117.
- ¹³⁷ Кавляускас П. Геосистемная концепция планировочного природного каркаса // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения. Тезисы XIII Всесоюзного совещания по ландшафтоведению., 1988. с. 102-104.
- ¹³⁸ Сохина Э.Н. Экологический каркас территории как основа системного нормирования природопользования. // Проблемы формирования стратегии природопользования. Владивосток, Хабаровск: ДВО АН СССР, 1991. 194-200 с.
- ¹³⁹ Николаев В.А. Основы учения об агроландшафте // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы, 1992. с. 4-57.

- ¹⁴⁰ Николаев В.А. Культурный ландшафт – геоэкологическая система // Вестник Московского университета. Серия 5, География., No. 6, 2000. с. 3-8.
- ¹⁴¹ Родоман Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов. // Ресурсы, среда, расселение, 1974. с. 150-162.
- ¹⁴² Родоман Б.Б. Введение в социальную географию. М: Изд-во Рус. Открытого ун-та, 1993. 78 с.
- ¹⁴³ Елизаров А.В. Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века // Степной бюллетень, No. 1, 1998. с. 10-14.
- ¹⁴⁴ Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы, No. 3, 1999. с. 20-24.
- ¹⁴⁵ Соболев Н.А., Бакка А.И. Предпосылки и перспективы формирования экологической сети Северной Евразии // Охрана живой природы, No. 1(9), 1998. с. 22-31.
- ¹⁴⁶ Рубцов В.А., Байбаков Э.И., Пономарев А.А. Экологический каркас: основные понятия // Материалы научно-практической Интернет конференции "Наука в информационном пространстве", 2012.
- ¹⁴⁷ Соболев Н.А., Руссо Б.Ю. Экологический каркас Европейской части России // Электронный журнал "Biodat". 2005. URL: <http://biodat.ru/vart/ecocarkas/> (дата обращения: 05.10.2015).
- ¹⁴⁸ Беднова О.В., Кузнецов В.А. К алгоритму оптимизации многокритериальной оценки состояния лесных экосистем на урбанизированных территориях // Актуальные проблемы лесного комплекса сборник научных трудов Брянской государственной инженерно-технологической академии, No. 31, 2012. с. 215-221.
- ¹⁴⁹ Иванов А.Н. Ландшафтно-экологический подход к организации систем охраняемых природных территорий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География., No. 3, 1998. с. 16-28.

- 150 Соболев Н.А. Методика экспресс-оценки биоразнообразия // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий, No. 1, 1998. с. 40-44.
- 151 Соболев Н.А. От природного каркаса к экологическому [Электронный ресурс] // Центр охраны дикой природы: [сайт]. [2010]. URL: <http://www.biodiversity.ru/publications/odp/archive/25/st05.html> (дата обращения: 05.10.2015).
- 152 Рабочая группа по экологическим сетям Северной Евразии (РГЭССЕ). Информационные материалы по экологическим сетям. Вып. 4. М., ЦОДП, 2000, 32 с. М: ЦОДП, 2000. 32 с.
- 153 Bennet G. Conserving Europe's Natural Heritage: Towards a European Ecological Network. London / Dordrecht / Boston: Graham & Trotman / Martinus Nijhoff1, 1994.
- 154 Bennett, G. (ed.). EU Expert Seminar "Agriculture and Natura 2000". Proceedings of a seminar held on 19-20 June 1997 in Apeldoorn. 3 Tumes. The Hague: Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, 1997.
- 155 Сорокин А.С., Тюсов А.В., Пушай Е.С. Электронная база данных особо охраняемых природных территорий Тверской области. М: ФИПС №2013620458, 2013.
- 156 Соболев Н.А., Евстигнеев О.И. Ландшафтно-картометрические критерии и методы // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. Вып. 1. – 2-е изд, 1999. с. 23-31.
- 157 Ярошенко А.Ю., Потапов П.В., Турубанова С.А. Малонарушенные лесные территории европейского Севера России. М: ГРИНПИС России, 2001. 75 с.
- 158 Ярошенко А.Ю., Потапов П.В., Турубанова С.А. Малонарушенные лесные территории европейского Севера России. М.: Гринпис России, 2001. - 75 с [Электронный ресурс] // Forest.ru : Все о Российских лесах: [сайт]. [2001].

URL: <http://old.forest.ru/rus/publications/north/05-f.htm> (дата обращения: 01.10.2015).

- ¹⁵⁹ Нотов А.А. Дополнения к флоре Тверской области // Флора и растительность Тверской области, 1994. с. 4-12.
- ¹⁶⁰ Нотов А.А. О некоторых новых и редких для Тверской области видах мохообразных // Флора и растительность Тверской области, 1994. с. 24-31.
- ¹⁶¹ Ильинский А.П. Климат Тверской губернии. Тверь. 1925. 8 с.
- ¹⁶² Дорофеев А.А. Опыт картографирования индивидуальных ландшафтов Тверской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Серия география и геоэкология», No. 1 №1(3), 2004. с. 34-43.
- ¹⁶³ Биденко С.И., Самотонин Д.Н., Яшин А.И. Геоинформационные модели и методы поддержки управления. СПб: Изд-во ФВУ ПВО, 2003. 224 с.